



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

EL IMPULSO DEL DESARROLLO SUSTENTABLE EN LOS PROCESOS DE PRODUCCION ANIMAL Y SU IMPACTO ECONÓMICO

Jorge Ezequiel Hernández Hernández¹, Julio César Camacho Ronquillo¹, Salomón Moreno Medina², Fernando Arturo Ibarra Flores², Martha H. Martín Rivera² y Fernando Utrera Quintana¹

The impulse of sustainable development in animal production processes and its socioeconomic impact

ABSTRACT

The trajectory that the momentum and sustainable development in animal production systems has taken today, and its socioeconomic impact on the planet, has generated an elementary principle of protection of the environment and its surroundings; it is required to intensify the processes of food production, through the different production systems, but without damaging the existing ecosystems on our planet. Sustainable development is based on social, economic, political, cultural, biological and environmental diversity; it is thought that it is a new fashion or a new way of seeing development, but it is not, since it is not fashion, time or cycle. But the principle of producing agricultural goods and services for society, without altering the various existing ecosystems of our planet; the will to continue subsisting will depend on ourselves as a human ecosystem". The cultural maturity of making new generations aware of caring for, monitoring and preserving the balance of life on the planet; it will be everyone's commitment. The objective of this work was: to describe the imposition of sustainable development in animal production processes and its socioeconomic impact. Work elaborated in the bibliographic and information center of the FMVZ-BUAP, located in the city of Tecamachalco, Puebla. Meeting 6 times to plan, organize, distribute, evaluate and write the final document for publication. In conclusion: sustainability advances with the various processes of animal production, with recycling of nutrients and energy, reducing the use of external elements with new and appropriate production techniques; attached to reflection and the social welfare of our planet, without damaging the diversity of existing ecosystems.

Key Words: sustainability, systems, production, animals, socioeconomics.

RESUMEN

La trayectoria que ha tomado el impulso y el desarrollo sustentable en los sistemas de producción animal en la actualidad, y su impacto socioeconómico en el planeta, ha generado un principio elemental de protección al medio ambiente y su entorno; se requiere intensificar los procesos de producción de alimentos, a través de los diferentes sistemas productivos, pero sin deteriorar los ecosistemas existentes en nuestro planeta. El desarrollo sostenible está basado en la diversidad social, económica, política, cultural, biológica y ambiental; se piensa que se trata de una nueva moda o forma de ver el desarrollo, pero no es así, ya que no es moda, época o ciclo. Sino de principio de producir bienes y servicios agropecuarios para la sociedad, sin alterar los diversos ecosistemas existentes de nuestro planeta; la voluntad de seguir subsistiendo dependerá de nosotros mismos como ecosistema humano". La madurez cultural de hacer conciencia para las nuevas generaciones de cuidar, vigilar y conservar el equilibrio de la vida en el planeta; será compromiso de todos. El objetivo de este trabajo fue: describir el impulso del desarrollo sustentable en los procesos de producción animal y su impacto socioeconómico. Trabajo elaborado en el centro bibliográfico y de informática de la FMVZ-BUAP, ubicado en la ciudad de Tecamachalco, Puebla. Sesionándose 6 ocasiones para planear, organizar, distribuir, evaluar y redactar el escrito final para su publicación. En conclusión: la sustentabilidad avanza con los diversos procesos de producción animal, con reciclaje de nutrientes y energía, reduciendo el uso de elementos externos con nuevas y apropiadas técnicas de producción; apegadas a la reflexión y al bienestar social de nuestro planeta, sin deteriorar la diversidad de los ecosistemas existentes.

Palabras Claves: sustentabilidad, sistemas, producción, animales, socioeconomía.

¹ Cuerpo Académico de Producción Animal de la FMVZ-BUAP. E-mail: ovichiv_05@yahoo.com.

² Profesores Investigadores de la Universidad de Sonora. E-mail: salomon.moreno@unison.mx; fernando.ibarra@unison.mx; hortencia.martin@unison.mx.

INTRODUCCIÓN

Crece en la sociedad la preocupación acerca de la degradación ambiental a partir de la intervención humana en el sistema natural, y en particular de nuestras pautas habituales de desarrollo económico y sobre-explotación de los recursos naturales que son “insostenibles” en el largo plazo. La expansión hacia los mercados internacionales, ponderando la maximización de los rendimientos, favorece un modelo productivo en el que se propaga el uso de insumos, principalmente de origen químico, y el monocultivo, excluyendo de este proceso a la naturaleza. Es tanta la preocupación pública sobre los problemas económicos, sociales y ambientales que actualmente se viven a nivel mundial, en varias ocasiones (Estocolmo - 1972; Río de Janeiro – 1992; Johannesburgo – 2002 y el último en Glasgow en el Reino Unido-2021) se han reunido los representantes de los pueblos del mundo reafirmando compromisos en pro del desarrollo sustentable, comprometiéndose a construir una sociedad mundial humanitaria, equitativa y generosa, atendiendo la demanda de los niños del mundo quienes dicen que el futuro les pertenece, y desafían a los adultos actuales a actuar de manera tal que ellos puedan heredar un mundo libre de las indignidades que engendran la pobreza, la degradación ambiental y el desarrollo insostenible (ONU, 2002; Gutiérrez, 2022).

De acuerdo con el Centro para Nuestro futuro Común en 1993 citado por Enkerlin *et al.* (1997), el mundo ha de hacer frente a la agudización del hambre, de la pobreza, la enfermedad, el analfabetismo, y al incesante deterioro de los ecosistemas de los que depende nuestro bienestar; sólo si abordamos, en conjunto y de forma equilibrada, las cuestiones relativas al medio ambiente y al desarrollo, podremos forjarnos un futuro más seguro y próspero (Ramírez *et al.*, 2004; Giménez y Adarme, 2016). Esto autores afirman que el desarrollo sostenible está basado en la diversidad social, en la diversidad cultural y en la diversidad biológica; algunas personas creen que se trata de un nuevo estilo de vida o una nueva forma de ver el desarrollo, pero otros pensamos que ya no es una elección de la sociedad, sino un destino; o hacemos desarrollo sostenible, o simplemente veremos cómo se nos escapa el mundo. Ya hemos rebasado el momento de decidir si queremos o no encaminarnos a él, la pregunta ahora es cómo lo vamos a hacer.

En la declaración de Río de Janeiro 2002, se asevera que el logro del desarrollo económico a largo plazo exige de forma ineludible su vinculación con la protección del medio ambiente, lo cual será posible únicamente mediante una alianza mundial nueva y equitativa en la que participen los gobiernos, la población y los sectores claves de la sociedad; para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituirse como parte integrante del proceso de desarrollo, y no podrá considerarse en forma aislada; la erradicación de la pobreza y la reducción de las disparidades en los niveles de vida en distintas zonas del mundo son condiciones esenciales para impulsar y lograr el desarrollo sostenible y satisfacer las necesidades de la mayoría de la población (Tezanos *et al.*, 2013).

Asumiendo la necesidad de aportar a un proceso de cambio en el cual la utilización de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación de la innovación tecnológica y el cambio institucional reflejen las necesidades presentes y futuras; para diseñar una opción académica-científica-tecnológica, el problema de la intensificación en los procesos de producción animal en deterioro del medio ambiente o del planeta (Palma *et al.*, 2011). El objetivo del trabajo fue: describir el impulso del desarrollo sustentable en los procesos de producción animal y su impacto socioeconómico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Trabajo elaborado en el centro bibliográfico e informática de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicado en el centro de la ciudad de Tecamachalco, Puebla. El trabajo fue colectivo, a través de 3 integrantes del Cuerpo Académico de Producción Animal (CAPA) de la FMVZ. En colaboración de 3 profesores investigadores de la UNISON, Campus Santa Ana, Sonora. Se realizó 6 sesiones en trabajos de mesa, donde se discutió la planeación, organización, distribución y la evaluación de la investigación; donde se recurrió a: Internet, Revistas, Journals científicos, Libros, Diarios Oficiales de la Federación y Memorias de Simposios

Internacionales en Producción Animal Sustentable. La duración de la investigación fue de octubre del 2020 a julio del 2021 con la elaboración y redacción del escrito en borrador y final.

DESARROLLO DEL TRABAJO

La sustentabilidad y los sistemas de producción

En varios países del mundo, se ha hecho énfasis en fomentar e impulsar el desarrollo sustentable, principalmente en los sectores agropecuario e industrial. En los Estados Unidos, desde 1994 se publicó la primera edición de la Special Reference Brief, donde se compiló acerca de la sustentabilidad, término que a la fecha ha llegado a ser muy familiar y se ha descrito en diferentes formas, entre ellas: “La meta de lograr un planeta sustentable, que satisfaga las necesidades básicas de sus habitantes presentes conservando los recursos que permitirán florecer a las futuras generaciones”, ésta ha ganado gran aceptación (Gold, 1999; El País, 2022).

En México, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en el año 2001, misma que define a este como: “el mejoramiento integral del bienestar social de la población y de las actividades económicas en el territorio comprendido fuera de los núcleos considerados urbanos de acuerdo con las disposiciones aplicables, asegurando la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio” (SAGARPA, 2001; ONU, 2021).

Según Hodges y Boyazoglu (2003), el concepto de sustentabilidad fue desarrollado formalmente en 1798 por Thomas Malthus de la Universidad de Cambridge, Reino Unido; quien declaró en su famoso ensayo que “la población cuando es desenfrenada, aumenta en una proporción geométrica y la subsistencia sólo aumenta en una proporción aritmética”; este concepto del desequilibrio propuesto por Malthus para el alimento y las poblaciones puede extenderse al progreso no sustentable en las áreas más extensas de la vida. En el caso de la agricultura sustentable Heitschmidt (2000), la define como la “agricultura ecológicamente legítima y eterna, es decir, que puede practicarse continuamente por la eternidad; es la forma de agricultura que no exige necesariamente subsidios externos de energía para funcionar” (GeoInnova, 2022).

Por su parte Vavra (1996), manifiesta que la sustentabilidad es “una meta a largo plazo que implica satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades y que es posible ecológicamente en el sobrepuesto de que se quiera hacer”. El término popular actualmente manejado en la actividad agropecuaria se emplea para representar a la agricultura y a la ganadería como sistemas de producción, que pueden ofertar grandes beneficios alimenticios y económicos, a las sociedades actuales, pero con un alto principio de conservación, racionalidad y equilibrio de los ecosistemas presentes en nuestro planeta (Palma *et al.*, 2011; Salgado, 2015).

La sustentabilidad se basa en una filosofía holística con una serie de principios y valores, pero también puede involucrar una serie de prácticas específicas para la optimización de los procesos biológicos y la aplicación de tecnologías compatibles con el medio ambiente, reduce la necesidad de insumos externos (alimentos balanceados, estimulantes de crecimiento, antibióticos, antiparasitarios, pesticidas y agroquímicos en general) y se logra mediante el uso racional de los recursos naturales, el incremento y/o mantenimiento de la fertilidad y calidad del suelo y la biodiversidad (Olesen *et al.*, 2000; Astier, 2002; Saltijeral y Córdova, 2002; Zinck *et al.*, 2005).

Johansen (1979), conceptualiza el funcionamiento de un sistema a través de la descripción de elementos o características que se dan en él; de tal forma, que los sistemas se identifican como conjuntos de elementos o entidades que guardan estrechas relaciones entre sí y que mantienen al sistema directa o indirectamente unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue normalmente algún tipo de objetivo (Vidal, 2012).

Un sistema de producción no sólo se puede ver afectado por factores internos vinculados al personal, los materiales o la maquinaria, sino que en muchos casos, se presentan factores externos que determinan y condicionan el éxito de un sistema determinado para hacerlo sustentable, relacionados por ejemplo al nivel de competencia o a cambios en los requerimientos y condiciones del mercado; por lo que la garantía del éxito de una empresa viene dado por un constante análisis y transformación de su sistema de producción, y en especial en el modelo de gestión adoptado para sus sostenibilidad (Márquez, 2012). Todo sistema está constituido de estructura definida por los componentes y el arreglo espacial entre éstos, y función o comportamiento, dada por los flujos que entran y salen del sistema (Figura 1).

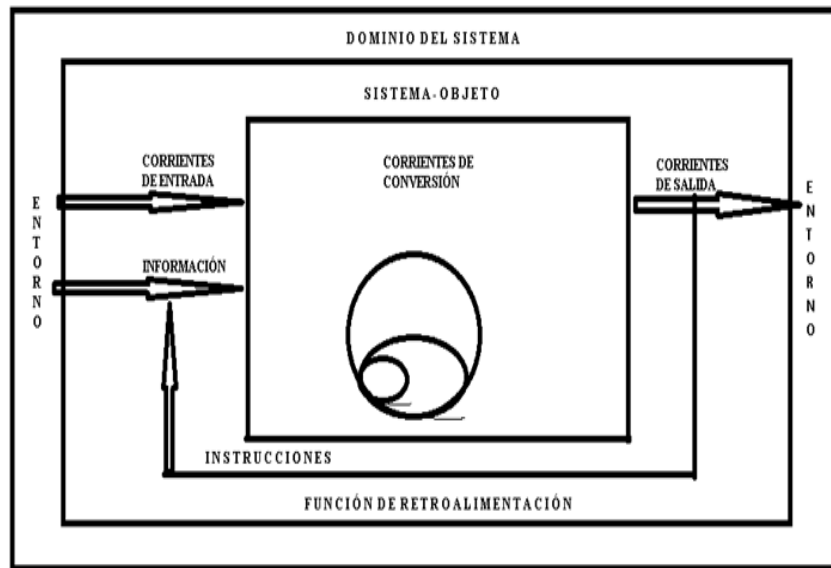


Figura 1. Formación de un sistema con sus flujos de entrada y salida

Zandstra *et al.* (1981), refieren al sistema de producción en un sentido amplio, al sistema que abarca los aspectos de tipo ecológico, biológico, socioeconómico y cultural; como se observa en la Figura (2), el uso de diagramas que facilitan el entendimiento y visualización de las interrelaciones integradoras y holísticas de un sistema de producción animal.

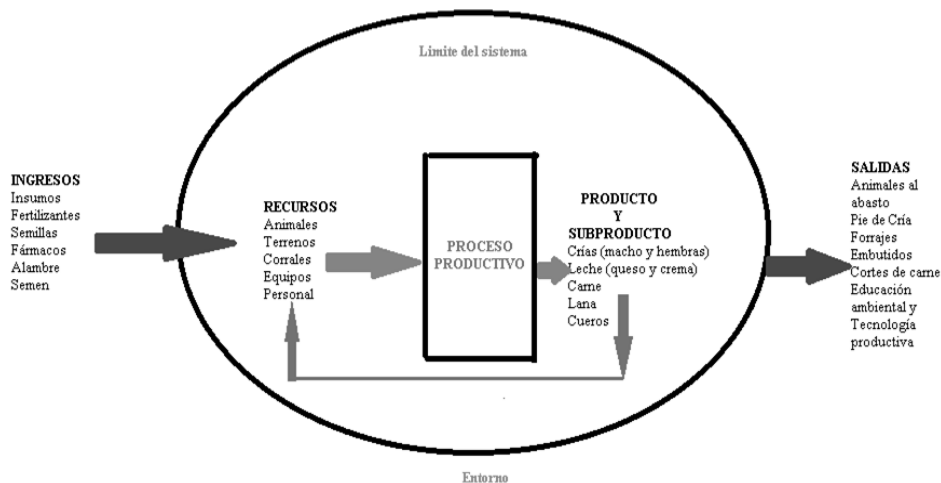


Figura 2. Representación gráfica de un sistema de producción animal integrado.

La producción animal sostenible dentro del ecosistema agropecuario está orientada a entender el sistema como un todo, con énfasis en las metas múltiples de producción, ganancia, vulnerabilidad, equidad, protección de la salud de los trabajadores y consumidores, protección del medio ambiente y una flexibilidad de los sistemas a largo plazo. Los sistemas de producción pecuaria abarcan desde los sistemas fundamentalmente intensivos del mundo occidental hasta los sistemas fundamentalmente extensivos del mundo en desarrollo (FAO, 2014).

Sistemas de producción agropecuaria sustentables

El autor de la Teoría General de Sistemas, el biólogo alemán Ludwing von Bertalanffy en 1950 citado por Osvaldo (2003), los define como un “conjunto de recursos humanos, naturales, financieros y tecnológicos, organizados desde el punto de vista normativo y metodológico para desarrollar las funciones necesarias con el fin de lograr el objetivo propuesto”. Según esta teoría, la empresa agropecuaria es un sistema especial, ya que, con el desarrollo de los modelos productivos, necesarios para comprender el funcionamiento de los sistemas de producción, no existen resultados iguales de estos; es decir, los sistemas de producción agropecuarios poseen un conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios. Estos sistemas complejos y dinámicos están fuertemente influenciados por el medio rural externo, incluyendo mercado, infraestructura y programas, por lo que facilitan la evaluación de inversiones y políticas concernientes con la población rural (Dixon *et al.*, 2001).

Los sistemas agropecuarios serán sustentables si se logra un equilibrio entre el uso de los recursos naturales y la producción, para lo cual se deben complementar las tecnologías de insumos, que incluyen el uso de agroquímicos y maquinarias, con tecnologías de procesos, en general de bajo costo y vinculadas al manejo. Sólo de esta manera se logrará conservar los recursos productivos, preservar el medio ambiente, lograr una producción de calidad, responder a los requerimientos sociales y ser económicamente competitivos y rentables (Álvarez *et al.*, 2022).

Los productos pecuarios son objeto de críticas recientes en todo el mundo, aduciendo que la producción ganadera es perjudicial para el medio ambiente (Orskov, 2005). Sin embargo, en un sistema de producción agropecuario, la sustentabilidad es producir suficiente alimento de alta calidad, proteger y reforzar el suelo, el agua y otros recursos naturales, construyendo una economía rural sólida; en la producción de ganado bovino de doble propósito puede significar obtener la misma cantidad de carne o leche de la base de un suelo dado de manera indefinida, en estos casos ha de satisfacer el criterio de obtener forraje de buena calidad sin romper el funcionamiento del ecosistema (Palma *et al.*, 2011).

Las actividades de producción animal, manejadas en forma racional pueden tener un impacto positivo en el uso y la conservación de los recursos locales; sin embargo, cuando se aplican enfoques centrados exclusivamente en las actividades extractivas y se ignoran sus posibles impactos negativos sobre el entorno ecológico, dichas actividades pueden ser altamente nocivas y facilitar los procesos de desertificación y producción de sustancias contaminantes (Hansen, 1996). Cada agroecosistema deberá funcionar con la utilización óptima de alternativas apropiadas adaptadas en el propio entorno y donde las metas, aspiraciones, cultura y conocimientos del hombre sean manipulados a través de decisiones y acciones específicas (Orskov, 2005; Márquez, 2012).

Los sistemas de producción sustentables simulan naturaleza para crear una agroecología donde la biodiversidad es alta, se reciclan los nutrientes de la planta, el suelo es protegido de la erosión, el agua se conserva y no se contamina, la labranza se minimiza y la producción de ganado se integra con las plantas perennes y cosechas anuales (Osvaldo, 2003). Para los productores del campo amenazados con la extinción y desesperación a sobrevivir, en sí el significado de la sustentabilidad es la solvencia económica, un ingreso familiar decente y calidad de vida; la actividad agropecuaria no será sustentable hasta que los productores del campo tengan mercados confiables en los que la habilidad y el trabajo duro sean pagados justamente (Earles, 2002). Para el caso de la producción sustentable de ganado de carne Fanatico *et al.* (1999), manifiestan que ésta, optimiza el uso de la pastura mientras se reduce la dependencia de grano y forraje cosechado.

Esto es económicamente viable ya que una producción con análisis logístico y con diseño territorial, establecido en zonas de pastoreo natural (Figura 3), sus costos por insumos químicos (fertilizantes, pesticidas y herbicidas) son reducidos; enfatizan prácticas alternativas de salud para apoyar la sanidad de los animales a bajo costo usando métodos preventivos para reducir plagas, parásitos y problemas de estrés (Álvarez *et al.*, 2022).



Figura 3. Caprinos en un sistema de producción silvopastoril sustentable en la Mixteca Poblana de México.

La producción de alimentos en el campo y el desarrollo sostenible deben coexistir para reducir el deterioro de nuestro planeta. Los sistemas de producción agrícolas, pecuarios o agropecuarios están basados en características específicas, que se derivan de la diversidad existente de los recursos y a las particularidades de los productores (Martínez, 2009). Los sistemas de granjas individuales que en conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones. Por tal motivo, sería apropiado formularse estrategias de desarrollo e intervenciones, que permitan a los productores ser eficientes y eco sustentables (Tamayo *et al.*, 2014).

El impacto socioeconómico en los sistemas de producción Agropecuarios

El Análisis de los sistemas de producción agropecuaria en el marco de la sustentabilidad se centra primordialmente a nivel de unidad de producción agropecuaria ya que en este ámbito es donde se manifiesta claramente las debilidades y/o fortalezas de dicha producción, lo que permite una mejor discusión sobre sus barreras tanto técnicas como sociales, y una mejor comprensión de los efectos de la intervención del hombre sobre el ecosistema (Altieri *et al.*, 2011; Merma y Julca, 2012).

La intervención del hombre sobre la naturaleza constituye un desafío para todos los actores del sistema agropecuario. Hoy se realizan esfuerzos para unir sistemas regionales y nacionales de ciencia y tecnología, con el fin de promover una mejor calidad social y ambiental en los procesos de urbanización. Estos intentos han implicado la formalización y aceleración del aprendizaje individual, colectivo e institucional, mediante redes y espacios de colaboración, en aras de definir acciones dirigidas hacia un mejor desarrollo poblacional y urbano, bajo los principios de la sustentabilidad (Torres y Cruz, 2019).

La originalidad de los productores mancomunada al conocimiento y a sus habilidades tradicionales de tipo agropecuario, se perfilan a conservar y resguardar los recursos naturales, basado en la duda y respeto al uso y beneficio racional de los recursos naturales. Por esta razón, es una obligación en América Latina, el desarrollo de sistemas de crianza que generen animales con alta resistencia al ambiente y potencial productivo para utilizar con mayor eficiencia los recursos disponibles en los sistemas de producción animal (Hinojosa *et al.*, 2019).

La aplicación de tecnologías que mejoren la ciencia del uso de la tierra, y el alimento para los animales puede mitigar los efectos negativos de la producción pecuaria sobre la biodiversidad, los ecosistemas y el calentamiento global (Palma *et al.*, 2011). El manejo correcto del estiércol y los forrajes pueden reducir los costos de insumos y la erosión del suelo en los sistemas de cultivo; ya que los sistemas de producción agropecuarios, actualmente mantienen un perfil integrador y de conservación que retroalimentan el bienestar de cada ecosistema existente en nuestro planeta, se considera la piedra angular del sistema de producción animal (Hernández, 2006; Labrador. 2022; Altieri *et al.*, 2011).

Actualmente en el caso de los sistemas de producción silvopastoriles, poseen reales posibilidades de utilizar al máximo los recursos locales disponibles en función de garantizar una producción animal sostenible que permita satisfacer las necesidades crecientes de alimentos para la población (Hernández *et al.*, 2020). En este contexto, las tecnologías silvopastoriles, además de la selección de razas, la mejora del manejo de pastizales y de la salud de los rebaños, pueden incrementar la producción, conservación y el desarrollo sostenible del ganado todos los ecosistemas incluyendo el del hombre (Palma *et al.*, 2011).

El sistema tradicional campesino es aparentemente insostenible, mientras que las granjas de producción con enfoque integral tienen mejores oportunidades de desarrollo en el tiempo, ya que estas granjas integrales incorporan alternativas productivas, articulan diversos subsistemas, los que trabajando en conjunto permiten una mayor sustentabilidad de la producción agropecuaria y una mejora de la calidad de vida de los campesinos y pecuarios (Vega *et al.*, 2015).

La intensificación de los sistemas agropecuarios puede ser positiva, siempre y cuando se desarrolle de manera sustentable; es decir, atendiendo en el presente las necesidades humanas, pero cuidando los recursos para las generaciones futuras, con rentabilidad económica y respetando el medio ambiente. De lo contrario se excederá los límites de tolerancia, tanto ambiental como social, ello debido a los cambios ecológicos, demográficos, culturales y económicos que una intensificación no planificada puede causar (Hinojosa *et al.*, 2019).

Los agroecosistemas modernos, en su intento de intensificación, tienen una resiliencia débil, y las transiciones hacia la sostenibilidad deberán centrarse en estructuras y funciones que mejoren la resiliencia a la vez que satisfacen la meta primaria de producción alimentaria. Hasta ahora, la intensificación agrícola y ganadera ha estado asociada con sacrificios en el equilibrio ecológico, y esto es lo que debe cambiarse al pasar a sistemas agropecuarios que no solo sean ecológicamente resilientes, sino también más productivos precisamente porque son más resilientes.

En años recientes en el caso de productores agropecuarios, se perfilaba al reconocimiento de que la producción agropecuaria mundial; debería duplicarse, para mediados de siglo a fin de responder al crecimiento proyectado de la población, esto choca con ciertas realidades alarmantes (Truitt, 2022).

Como se reportó en un artículo publicado recientemente en Bloomberg, los hábitats naturales que pueden convertirse en tierras cultivables ya están casi agotados, y cualquier beneficio a corto plazo en tierras cultivables obtenido como consecuencia del cambio climático, se verá neutralizado por tierras que se volverán inadecuadas por el clima cambiante, trayendo como consecuencia un alto impacto social, económico y ambiental en nuestro planeta (Truitt, 2022).

El problema es que esto ocurrió a costa de la salud de las tierras cultivables mismas, junto con el hábitat circundante, que en general se degradaron como consecuencia del aumento en la producción. Por esto, se debe amplificar el cambio a sistemas agropecuarios saludables, a fin de revertir esta degradación de los recursos y restaurar la salud de las áreas agrícolas, y con eso su capacidad para aumentar la producción (Hinojosa *et al.*, 2019).

Estudios recientes muestran que lleva solo tres años recuperar la inversión cuando se mejoran las tierras agrícolas existentes, y se las hace más saludables, más productivas y sostenibles, mientras que se tarda más de cinco años obtener beneficios cuando se convierten hábitats naturales en tierras agrícolas. Este cálculo no incluye los costos adicionales en el largo plazo asociado con la conversión de áreas naturales en sistemas no regenerativos, tales como el costo del agotamiento de la calidad del suelo y la disminución de las fuentes de agua (Truitt, 2022).

Con miras en el largo plazo, un estudio citado por Truitt (2022), en el exitoso libro publicado recientemente “Drawdown”, calcula el rendimiento financiero a 30 años para las operaciones agropecuarias que invierten en varias técnicas agropecuarias saludables (Figura 4). Predice que el rendimiento de la inversión (ROI) a nivel mundial será 15 veces el monto invertido en la creación de sistemas silvopastoriles (los que combinan silvicultura con pastoreo y cultivos para conservar la salud y la capacidad productiva de la tierra), 18 veces por introducir la restauración de tierras cultivables, 33 veces por implementar técnicas agrícolas regenerativas y 56 veces por inversiones en prácticas agrícolas de conservación.



Figura 4. Procesos saludables en los sistemas silvopastoriles en México.

La ampliación de estas prácticas y técnicas en el sector agropecuario mundial podría reducir la brecha entre una mayor productividad y la optimización del ecosistema natural, a medida que se toma conciencia que en el contexto agropecuario son la misma cosa. Cada vez más, los recursos críticos se reconocen no solo como “tierra y agua”, sino como tierras cultivables saludables y que se regeneran, la capacidad productiva de las cuales se ve apoyada por los hábitats naturales y las cuencas circundantes. Y la vitalidad de esos recursos hará toda la diferencia en el mundo cuando se trate de la rentabilidad y el éxito de los cultivos y otros negocios agropecuarios en las décadas futuras (Truitt, 2022).

CONCLUSIONES

La producción sustentable del ganado dirige preocupaciones sociales y económicas sobre la seguridad alimentaria y la degradación ambiental; emplea acceso a sistemas enteros del rancho, finca o de la unidad de producción, en el manejo del suelo, agua, energía, mano de obra, tecnología y capital para satisfacer las metas y desarrollar diversidad y resiliencia en un sistema integrado; adaptándose los animales y las plantas al sitio y las metas de operación coadyuvando una producción animal holística y de lugar (zonas de exclusión para la actividad agropecuaria).

El reciclaje es una alternativa actual de los desechos y subproductos no utilizados por las comunidades rurales y urbanas; convirtiéndolos en importantes fuentes de energía (metano) como fertilizantes orgánicos a la agricultura. Así, la sustentabilidad se mejora con sistemas ganaderos diversos (intensivos, semi-intensivos, extensivos en sus diferentes tipos: pastoreo tradicional o trashumante y el silvopastoril). Sin embargo, cualquiera que sea aplicado a la producción animal; tendrá la finalidad de conservar y proteger el medio ambiente, a través de programas de reciclaje de nutrientes y energía, reduciendo el uso de elementos externos con nuevos y apropiados sistemas de producción.

La agricultura y la ganadería se vuelven más productivas y rentables y pueden mantener el ritmo de una creciente demanda mundial de alimentos. La tierra se restaura y se vuelve más sana, más fértil y valiosa. Las áreas naturales y la biodiversidad se conservan y mejoran, mientras que la agricultura, con el tiempo, deja de contribuir al cambio climático, para servir como sumidero de carbono y por lo tanto, ayuda a aliviar la amenaza existencial a la agricultura misma. Así, en el balance final no hay realmente perjudicados en la ecuación que lleva a los sistemas agropecuarios hacer sustentables y saludables.

RECOMENDACIONES

Se requiere madurar acerca de la capacidad de un ecosistema para suministrar productos agrícolas (pasto, frutos), pecuarios (carne, leche, lana, etc.) y forestales (leña, madera) en volúmenes altos y estables en el tiempo, que a la vez sean económicamente rentables y no produzcan efectos negativos en el ambiente y que también conserven o mejoren los recursos naturales". Además, debemos de exigir la política ambiental que deberá legislar, aplicar y vigilar sociedad-gobierno de todo el planeta; con un solo principio, preservación y sustentación en el desarrollo de nuestros ecosistemas para coexistir como género. "La voluntad de seguir subsistiendo dependerá de nosotros mismos como ecosistema humano".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, M. A., Funes M. F., Petersen P., Tomic T. y Medina Ch. 2011. Sistemas Agrícolas Ecológicamente Eficientes para los Pequeños Agricultores. Foro Europeo de Desarrollo Rural 2011. Palencia, España. 27p.

Álvarez, H., Larripa M. y Nalino M. 2022. Sustentabilidad de los Sistemas de Producción Agropecuaria. <https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/05/Sustentabilidad-de-los-sistemas-agropecuarios.pdf> Consultado 23 de Marzo del 2022.

Astier, C. M. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. Publicado como ENSAYO en *Agrociencia* 36:605-620.

Dixon, J., Gulliver A., Gibbon D. and Hall M. 2001. Farming Systems and Poverty. Improving Farmer's Livelihoods in a Changing World. FAO and World Bank, Rome, Italy and Washington D.C. USA. <http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1860E/y1860e00.htm>.

El País. 2022. 4 Retos para Avanzar en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://elpais.com/elpais/2016/02/18/planeta_futuro/1455818338_104124.html. Consultado 23 de Marzo del 2022.

- Earles, R. 2002. Sustainable Agriculture: An Introduction. Summary of ATTRA (Appropriate Technology Transfer for Rural Areas). Pp. 1 – 16. [www.attra.ncat.org. http://www.attra.ncat.org/attra-pub/sustagintro.html](http://www.attra.ncat.org/attra-pub/sustagintro.html).
- Enkerlin, E. C., Silva A. R. y Jerónimo C. 1997. Desarrollo Sostenible: ¿El paradigma idóneo de la humanidad? *Revista de Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible* (23):499 – 517.
- FAO. 2014. Producción y Sanidad Animal. https://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_productions. Html. Consultado 23 de Marzo del 2022.
- Fanático, A., Ron M. and Ann W. 1999. Sustainable Beef Production. Livestock Production Guide. ATTRA (Appropriate Technology Transfer for Rural Areas). In: <http://attra.ncat.org/attra-pub/beefprod.html>.
- Geoinnova. 2022. La importancia de la agricultura ecológica en el mundo. <https://geoinnova.org/blog-territorio/la-importancia-de-la-agricultura-ecologica-en-el-mundo/>. Consultado 23 de Marzo del 2022.
- Giménez, M. C. y Adarme X. V. 2016. Una aproximación a la pobreza desde el enfoque de capacidades de Amartya Sen. *Provincia* 35:99-149.
- Gold, M. V. 1999. Sustainable Agriculture: Definitions and Terms. In: Special Reference Briefs Series No. SRB 99-02. Updates SRB 94-05. Alternative Farming Systems Information Center. <http://www.nal.usda.gov/afsic/>.
- Gutierrez, A. 2022. Secretario General de las Naciones Unidas. La sustentabilidad ambiental. <https://www.un.org/es/climatechange>. Consultado 28 de Febrero del 2022.
- Hansen, J. W. 1996. Is agricultural sustainability a useful concept? *Agricultural Systems* 5(03):71- 76.
- Heitschmidt, R. K. 2000. Ecosystems, Sustainability, and Grassland Management. Proc. 55th Southern and Pasture Crop Improvement Conference, Raleigh, NC. 12 – 14.
- Hernández, H. J. 2006. Valoración de la Caprinocultura en la Mixteca Poblana: socioeconomía y recursos arbóreo-arbustivos. Tesis Doctoral. Universidad de Camagüey, Cuba.
- Hernández, H. J. E, Carmona, V. M., Robles, R. J. M., Moreno, M. S., Martín, R. M. H. y Fernando A. I. F. 2020. Identificación socioeconómica de módulos ovinos de tipo familiar en sistema silvopastoril de la Mixteca Poblana. *Revista Mexicana de Agronegocios* 47(2):547-559
- Hinojosa, B. R. A., Vitor F. R., Gonzales L. J. C., Quispe R. Y., Molina H. R. A., H., Ricra Ñ. J. T., Sánchez M. E. S. y Quispe de la C. J. 2019. Sustentabilidad de los Sistemas de Producción Agropecuaria. *PURIQ* 1(02):164–173.
- Hodges, J. and Boyazoglu J. 2003. Sustainability – Feeding the world. In: XI International Congress in Animal Hygiene. Proceedings. Vol. I. International Society for Animal Hygiene. Mexico, City.
- Johansen, O. 1979. Introducción a la Teoría General de Sistemas. Departamento de Administración. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Chile. 202p.
- Labrador, M. J. 2022. Manejo y Diseño de Sistemas Agrícolas Sustentables. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_06-07.pdf. Consultado 22 de Marzo del 2022.
- Márquez, G. M. 2012. Los sistemas de producción y la ergonomía: reflexiones para el debate Ingeniería Industrial. *Actualidad y Nuevas Tendencias* 3(9): 49-60.

- Martínez, R. 2009. Sistemas de producción agrícola sostenible. *Revista de Tecnología en Marcha* 22(2):23-29.
- Merma, I. y Julca A. 2012. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología Aplicada* 11(1):54-62.
- Olesen I., Groen A. F. and Gjerde B. 2000. Definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *American Society of Animal Science. Journal of Animal Science* (78):570-582.
- ONU. 2002. Organización de las Naciones Unidas: Informe de la Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento. Madrid. 8 a 12 de abril. España. Pp. 15-26.
- ONU. 2021. Objetivos de desarrollo. Recuperado de: <https://onu.org.gt/objetivos-de-desarrollo/>. Consultado 23 de Marzo del 2022.
- Orskov, E. R. 2005. Silvopastoral Systems: technical, environmental and socio-economic challenges. *Revista de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes. "Indio Hatuey", Cuba* 28(1):5-9.
- Oswaldo, C. A. 2003. Caracterización de los Sistemas de Producción bovina (invernada) en el Nordeste de la Provincia de la Pampa (Argentina). Modelos de Gestión. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba, Argentina.
- Palma, G. J. M., Nahed T. J. y García S. L. 2011. Agroforestería pecuaria en México: Alternativas para una reconversión ganadera sustentable. Ediciones Digitales. Dictaminación y Edición registrados en el sistema Editorial Electrónico PRED. México, D.F. Pp. 1-6.
- Ramírez, T. A., Sánchez N. J. M. y García C. A. 2004. El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación, Universidad La Salle* 6(21):55-59.
- SAGARPA. 2001. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Publicado en el Diario Oficial de la Federación. Sección Segunda, Artículo XIV. Consultado el 07 de Diciembre de 2001.
- Saltijeral, A. y Córdova A. 2002. Perspectivas de la Producción Animal Sustentable en México. In: Memoria del I Simposio Internacional Producción Animal Sustentable. Acapulco, Guerrero, México. Pp. 143 – 169.
- Salgado, S. R. 2015. Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos. *Estudios Sociales* 23(45):113-140. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php>. Consultado 23 de Marzo del 2022.
- Tamayo, J., Martínez E., Monforte G., Munguía A. y Ruiz A. 2014. La agroecología como propuesta de modelo de producción aplicado al cultivo de chile habanero en peto, Yucatán. *Revista Mexicana de Agronegocios* 18(35):969-978.
- Tezanos, V. S., Quiñones A. M., Gutiérrez S. D. y Madrurño A. R. 2013. Manual sobre cooperación y desarrollo-Desarrollo Humano, pobreza y desigualdad. Cátedra de Cooperación Internacional y con Iberoamérica. Universidad de Cantabria, España. ISBN: 978-84-695-7208-5.
- Torres, P. y Cruz J. 2019. Procesos urbanos y sistemas socio ecológicos. Trayectorias sustentables de la agricultura de chinampa en Ciudad de México. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socio ambientales.* (25):168-189.
- Truitt, G. N. 2022. Justificación económica de los sistemas agropecuarios saludables. 2022. The Nature Conservancy. <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestra-vision/perspectivas/justificacion-economica-sistemas-agropecuarios-saludables/>. Consultado 25 de Marzo del 2022.
- Vavra, M. 1996. Sustainability of Animal Production Systems: An Ecological Perspective. *Journal of Animal Science* (74):1418-1423.

Vega, M. L., Iribarnegaray M. A., Hernández M. E., Arzeno J. L., Osinaga R., Zelaayán A. L., Fernández D. R., Serrano F. H., Volante J. N. y Seghezso L. 2015. Un nuevo método para la evaluación de la sustentabilidad agropecuaria en la provincia de Salta, Argentina. RIA 41(2):168-178.

Vidal, M. R. 2012. Sistemas de Producción: Unidad de Gestión de la Producción Animal, ICATC. Universidad Austral de Chile. Apuntes. <http://intranet.uach.cl/dw/canales/repositorio/archivos/1014.pdf>. Consultado 6 de Octubre del 2012.

Zandstra, H. G., Price E. C., Lintsger J. A. y Morris R.A. 1981. A methodology for on farm cropping systems research. IRRI. Los Baños, Philippines. Pp. 149.

Zinck, J. A.; Berroterán J. L., Farshad A., Moameni A., Wokabi S. y Van Ranst E. 2005. La sustentabilidad agrícola: un análisis jerárquico. Gaceta Ecológica (76):53-72.

Artículo recibido el día 21 de Noviembre del 2021 y aceptado para su publicación el día 23 de Abril del 2022.