

5. Sistema Agroforestal Ganadero en Los Altos de Sinaloa: una experiencia sustentable

5. Livestock Agroforestry System in Los Altos de Sinaloa: a Sustainable Experience

ÓSCAR GERMÁN LOZANO ASCENCIO*

DORIS ARIANNA LEYVA TRINIDAD**

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.227.05>

“El ser humano no ha tejido la red de la vida,
somos un hilo dentro de ella,
cualquier cosa que hagamos a la red,
nos lo hacemos a nosotros mismos,
todo está enlazado, todo está conectado”

JEFE SEATTLE

“Se acaba el suelo, se acaba todo”

DICHO POPULAR

Resumen

En el Noroeste de México, el sistema de producción pecuario predominante es el agroindustrial. En el manejo tradicional de ganadería extensiva se presenta el deterioro del suelo por el constante desmonte para el establecimiento de pastos perennes sin conservar los recursos naturales. Existen escasas experiencias sobre ganadería sustentable donde se apliquen prácticas

* Doctor en Zootecnia. Consultor privado, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1087-9453>

** Doctora en Ciencias. Investigadora Asociada del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2917-4843>

agroecológicas. El objetivo fue describir y evaluar el trabajo agroecológico realizado en la unidad de ganadería sustentable de temporal de la familia Zamudio Corrales en el rancho “La Pipima”, en Los Altos de Sinaloa. Para ello, se realizó una entrevista a profundidad y observación participante durante seis meses con los miembros de la familia Zamudio Corrales. Además, se realizaron visitas in situ al rancho para identificar y coleccionar especies vegetales, con el apoyo de expertos de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Los resultados mostraron que la reforestación natural, por más de 20 años, con árboles nativos forrajeros, en praderas de temporal, es la práctica agroecológica empleada para conservar y retener el suelo y, mejorar la dieta del ganado con frutos y semillas de plantas leñosas durante la época de estiaje. En las praderas de riego se estableció guaje mejorado (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit tipo Cunningham) en hileras sobre el pasto bermuda (*Cynodon dactylon* L. Pers.), lo cual mejoró un 10% la producción láctea y redujo en un 50% la fertilización nitrogenada de síntesis química. En esta pradera, el ganado pastorea de manera intensiva con rotación diaria de potreros mediante el empleo del cerco eléctrico. En conclusión, los sistemas agroforestales ganaderos constituyen una opción viable para el productor, a través de prácticas agroecológicas se conserva la biodiversidad, se disminuye la degradación del ecosistema y se manejan eficientemente los recursos naturales mediante la producción animal en combinación con árboles nativos y otras especies vegetales, propiciando la sostenibilidad ganadera.

Palabras clave: *Sistema Agrosilvopastoril, trópico seco, selva tropical caducifolia, ganadería de doble propósito, prácticas agroecológicas.*

Abstract

In Northwest Mexico, the predominant livestock production system is agro-industrial. In the traditional management of extensive livestock, soil deterioration occurs due to constant clearing for the establishment of perennial pastures without conserving natural resources. There are few sustainable livestock experiences where agroecological practices are applied.

The objective of this work was to describe and evaluate the agroecological work carried out in the temporary sustainable livestock unit of the Zamudio Corrales family in “La Pipima” cattle ranch, in Los Altos de Sinaloa. For this, an in-depth interview and participant observation were carried out for six months within the members of the Zamudio Corrales family. In addition, with the support of experts from the Autonomous University of Sinaloa (UAS), on-site visits were made to the ranch to identify and collect plant species. The results showed that natural reforestation, for more than 20 years, with native fodder trees, in rainfed grasslands, is the agroecological practice for soil conservation and improves the diet of cattle with fruits and seeds of woody plants during the dry season. Improved white leadtree (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit Cunningham type) was established in the irrigated meadows, with rows of bermudagrass (*Cynodon dactylon* L. Pers.), which improved milk production by 10% and reduced nitrogen fertilization from chemical synthesis by 50%. In this prairie, the cattle graze intensively with daily rotation of paddocks through the use of electric fence. In conclusion, livestock agroforestry systems constitute a viable option for the producer, through agroecological practices biodiversity is conserved, ecosystem degradation is reduced and natural resources are efficiently managed through animal production in combination with native trees and other flora species promoting livestock sustainability.

Keywords: *Agrosilvopastoral System, dry tropics, tropical deciduous forest, dual purpose livestock, agroecological practices.*

Introducción

En el Noroeste de México predominan las unidades de producción pecuaria industrial y la ganadería extensiva con producción en pequeña escala con un manejo tradicional, generalmente, dedicado a la producción de becerros y en menor escala a la producción de doble propósito. Se estima que de las 34 000 (Unidades de Producción Pecuarias) registradas en el Siniiga de Sinaloa, el 80 % son de ganaderos con menos de 30 vientres. La ganadería bovina de doble propósito es una actividad productiva a nivel rural que se

caracteriza por tener unidades familiares dedicadas a la producción y venta de leche o quesos artesanales y venta de becerros destetados, animales para rastro y hembras de desecho (Cuevas-Reyes *et al.*, 2016), cuyo objetivo principal es el sostenimiento de la familia.

En ambos sistemas de producción, se presenta de manera inexorable un deterioro gradual de los recursos naturales. Existen escasas experiencias sobre ganadería sustentable y amigable con el ambiente, las cuales se deben caracterizar por aportar un beneficio económico y ecológico al sistema, ya que contribuyen en la captación del dióxido de carbono atmosférico en sus suelos, incrementan la infiltración del agua pluvial, manejo eficiente del ganado en los agostaderos y favorecen la biodiversidad edáfica, con el propósito de mantener y optimizar productividad y bienestar de las familias productoras y de los consumidores (Huerta y Cruz, 2016).

En Sinaloa existe una creciente demanda, por parte de los industriales de la carne de bovino, por becerros destetados para ser finalizados en los corrales de confinamiento. Esta industria está concentrada en pocos empresarios, los cuales cuentan con la capacidad instalada para engordar, sacrificar, empacar y comercializar más de 500 000 cabezas de bovinos al año (Comunicación personal con el Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria del Estado de Sinaloa). La carne se distribuye no solo en el mercado nacional sino también en el internacional. Esta enorme demanda de becerros presiona a los ganaderos de pequeña escala sinaloenses a incrementar el número de sus vacas reproductoras. Ante la falta de forraje en la época de estiaje, los ganaderos continúan con la práctica tradicional del incesante desmonte de las selvas tropicales para la siembra de sorgo de temporal o de pastos perennes, pero sin el manejo adecuado de sus recursos naturales: suelo y vegetación nativa (Lozano, 2003). Hoy en día, es común ver en el paisaje de la Sierra Madre Occidental amplios desmontes, en terrenos con pendiente pronunciada y en términos metafóricos “como si fueran heridas abiertas de la tierra”, por donde se están erosionando los suelos. Según Trejo y Dirzo (2002), en México ha disminuido la superficie ocupada por las selvas secas. Datos de la Conabio estiman una pérdida entre el 65 y el 72 % de la vegetación original de estos ecosistemas. Es necesario señalar que la gran mayoría de los agostaderos sinaloenses forman parte de alguna cuenca hidrográfica que alimenta alguna de las doce grandes

presas de Sinaloa y con el tiempo estas presas redujeron su capacidad de almacenamiento por el arrastre de suelo hacia sus vasos de captación.

Por lo antes mencionado, el objetivo del presente artículo fue evaluar el trabajo agroecológico realizado en la unidad de ganadería sustentable de temporal la familia Zamudio Corrales en el rancho “La Pipima”, en la región de los Altos de Sinaloa, en el Noroeste de México. En Sinaloa, se reconocen localmente dos grandes regiones que dividen el Estado; la región de Los Altos y la región de Los Valles. La región de Los Altos se caracteriza por tener una topografía irregular de lomas, cerros y laderas de montañas en las inmediaciones de la Sierra Madre Occidental. La gran mayoría de los terrenos agrícolas son de temporal y la principal actividad productiva es la ganadería. En contraste, la región de Los Valles son tierras irrigables en donde predomina la agricultura intensiva.

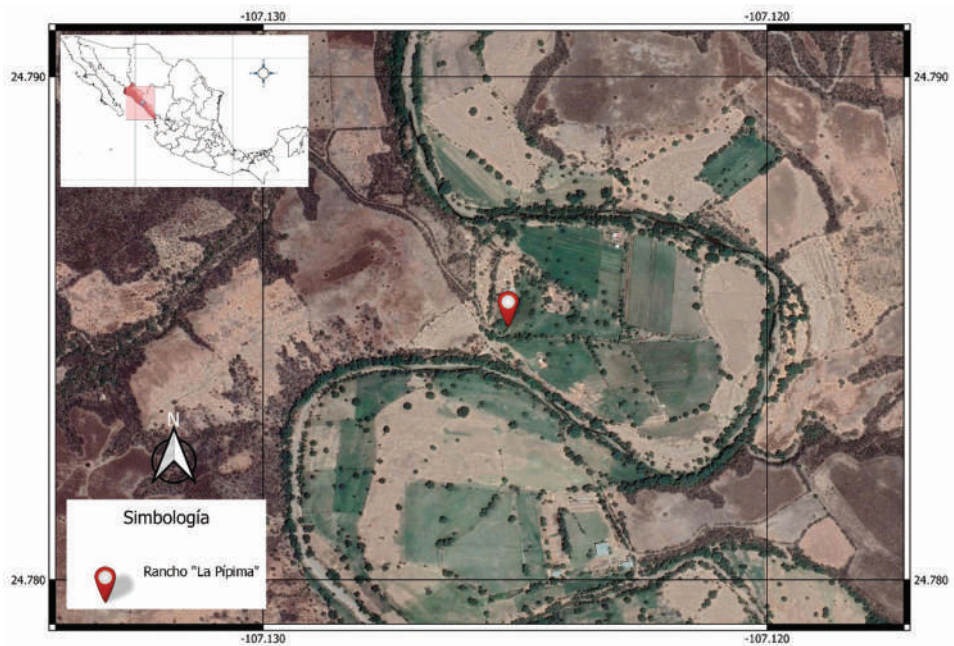
El estudio consistió en hacer una explicación técnica de las innovaciones agroecológicas que se han establecido en el rancho “La Pipima”, así como su proceso de incorporación en el manejo de las praderas y agostadero en los últimos 25 años. El método utilizado para recabar la información fue mediante la entrevista a profundidad y observación participante durante seis meses con los miembros de la familia Zamudio Corrales. Además, se han hecho recorridos en el rancho para identificación de especies, con el apoyo de expertos de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Cabe aclarar que ya se tenía contacto profesional con rancho en mención desde mediados de la década de los ochenta como profesor y prestador de servicios veterinarios de la Facultad de Veterinaria de la UAS.

El escrito inicia con una descripción de los diferentes terrenos que conforman el rancho: las praderas de temporal, las praderas de riego y el agostadero común, así como su manejo pastoril a lo largo del año. Además, se presenta una reflexión sobre el proceso de cambio por la incorporación de nuevas tecnologías agroecológicas en la unidad pecuaria y cuáles fueron los factores técnicos y personales que favorecieron el cambio de paradigma hacia un sistema agroforestal ganadero. Posteriormente, se discuten académicamente los cambios agroecológicos, las nuevas técnicas que se han desarrollado, así como los resultados obtenidos. Finalmente se presentan las conclusiones.

Descripción de la unidad pecuaria “La Pipima”

El rancho ganadero de doble propósito está ubicado en terrenos cercanos al poblado Higuierita de Amatlán de la Sindicatura de Sanalona, municipio de Culiacán, al sur de la Presa Sanalona. Se encuentra ubicada en las coordenadas norte $26^{\circ} 46' 40''$ y oeste $107^{\circ} 07' 35''$, a una altitud de 120 msnm. El promedio de precipitación en los últimos 20 años es de 880 mm (CONAGUA estación Sanalona II, s. f.), la cual se concentra en los meses de julio a octubre, por lo tanto, de acuerdo con el INEGI (2023), el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW0) (figura 1).

Figura 1. Mapa de ubicación del Rancho La Pipima, Culiacán, Sinaloa



Fuente: Elaboración propia.

En los últimos 10 años se presentaron fuertes precipitaciones que causaron serios problemas de erosión hídrica. El tipo de vegetación adaptado a las condiciones climáticas de la región es la selva tropical caducifolia. La orografía en terrenos de pastoreo, en su gran mayoría, son cerros y lomas con diferente grado de pendiente, con excepción de las vegas cercanas al

arroyo Las Vinoramas. Los suelos son someros del tipo regosol, y se caracterizan por ser jóvenes, susceptibles a erosionarse por la inclinación y con frecuentes afloramientos rocosos (García, 2003). El rancho está conformado por tres tipos de terrenos; el agostadero de uso común de la comunidad de Amatán, las praderas de temporal y las praderas de riego en las vegas de arroyo. El hato ganadero del rancho está conformado por 60 vacas reproductoras, tres sementales, 20 vaquillas y 30 becerros. El ganado se maneja en dos grupos, las vacas en ordeña, entre 20 a 25, las cuales pastorean en las vegas de riego de manera intensiva y el otro grupo, es el resto del ganado, las vacas secas, las vaquillas y los becerros en desarrollo. Este último grupo pastorea en los potreros cercados de temporal y en el agostadero comunitario.

Los principales productos que se comercializan del rancho ganadero de doble propósito son: los quesos, la leche fresca y los becerros al destete; en menor medida, también comercializan las vacas de desecho y las vaquillas. Lorenzo Zamudio García, es quien toma las decisiones del manejo de los terrenos y del ganado, forma parte de la tercera generación de una familia que tiene un fuerte arraigo en las actividades ganaderas.

Agostadero colectivo

El agostadero de uso común forma parte de la comunidad de Amatán. Este amplio terreno para el pastoreo extensivo de aproximadamente 2,500 hectáreas está cubierto por la vegetación nativa con poca perturbación, en donde, los animales de 20 ganaderos de la comunidad pastorean durante el verano hasta que la falta de agua superficial obliga a los ganaderos a llevar sus semovientes a las praderas cercadas, las cuales cuentan con bebederos. No existe entre los comuneros un acuerdo colectivo para el tiempo y la cantidad de animales a pastorear. En las cañadas del agostadero existe un área natural que se le conoce como “El Apomal” ya que está dominada por árboles de apomo (*Brosimum alicastrum* Swartz). En el sotobosque de “El Apomal” es común encontrar la hierba del toro, la cual es muy apetecida y buscada por los bovinos, de la cual se han identificado taxonómicamente tres especies con este nombre *Carlowrightia arizonica* A. Gray, *Henrya*

imbricans J. D. Smith y *Ruellia inundata* Kunth. Esta asociación natural entre el árbol del apomo y la hierba del toro es un tema interesante de seguir investigando ya que la semilla de los apomos, es muy buscada por el ganado, se desprende del árbol en los meses de febrero a abril y con la presencia de forrajeras herbáceas se promueve el consumo de forraje de calidad en la temporada de estiaje. Además, es importante señalar que la presencia de *Brosimum* en las cañadas de los agostaderos contribuye a la retención de los suelos y a la infiltración del agua hacia los mantos freáticos. En el caso del ganado del rancho “La Pipima”, Lorenzo mantiene una parte de sus *vacas horras*¹ en el agostadero colectivo en la época de sequía a las cuales les proporciona agua mediante el bombeo a un bebedero ubicado en un potrero propio cercano al agostadero colectivo; de esta manera su ganado puede pastorear la mayor parte del año en estos terrenos colectivos.

La pradera de temporal

La pradera de temporal es un terreno cercado, con una superficie de 30 hectáreas dividido, en cuatro potreros con pastos introducidos y nativos. Los pastos introducidos son el pasto llanero (*Andropogon gayanus* Kunth), buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), diferentes tipos de guinea conocido como Mombasa y zacatón (*Megathyrsus maximus* Jacq.) y el pasto oriol (*Urochloa decumbens*). En la actualidad, el pasto llanero está desapareciendo gradualmente de la pradera por la falta de producción de semillas fértiles ya que este pasto germina hasta finales de octubre y noviembre cuando la temporada de lluvias en varias ocasiones ya terminaron. El pasto oriol es uno entre varios pastos que fueron llevados al rancho “La Pipima” para ser probados como pastos forrajeros de temporal, a principios de la década de los noventa, por el investigador del INIFAP José María Oriol Romero Flores (†). Uno de esos pastos por sus cualidades agronómicas fue seleccionado y reproducido por Lorenzo, el cual en honor al Ing. Oriol le designó ese nombre al pasto. En la actualidad la semilla del pasto oriol; se cosecha, comercializa y siembra en diferentes praderas de temporal de la región. En estas praderas Lorenzo

¹ *Vacas horras* son vacas secas que no están en ordeña, estén o no gestantes.

dejó, de manera deliberada, árboles nativos con interés forrajero para que se desarrollen entre estos, la guásima (*Guazuma ulmifolia* Lam.), el cucharo (*Pithecellobium mangense* Jacq. J. F. Macbr.) y el ébano (*Caesalpinia sclerocarpa* Standl) con el propósito de proteger el desgastado suelo y además, las vainas y las semillas son consumidas por el ganado en la temporada de secas. Asimismo, el ébano es uno de los árboles preferidos por su madera para los trabajos de carpintería. A lo largo de la mayoría del cerco perimetral y los cercos internos de los potreros, se plantó palo colorado (*Coullteria platyloba* S. Watson N. Zamora) como cerco vivo, con el propósito de ir sustituyendo gradualmente a los postes deteriorados. Para el control de las plantas que no son consumidas por el ganado, Lorenzo desarrolló un sistema de control inicial y natural con el fin de reducir el trabajo y los costos de mano de obra para eliminar las malezas que inhiben el crecimiento de los pastos. Al inicio de las lluvias, una vez que hayan emergido los primeros brotes de la vegetación nativa, lleva todo su ganado, con excepción de las vacas en ordeña, a pastorear de manera intensiva en el primer potrero, para evitar la selección de plantas por el ganado y que este consuma la mayor cantidad de vegetación posible. Después de un mes de haber consumido con presión de pastoreo en todos los potreros de la pradera, el ganado es llevado al agostadero común. En la pradera permanecen los manchones de vegetación indeseable para el ganado. En ese momento se realiza la aplicación de herbicida dirigida a las plantas de hoja ancha.

Durante el verano (julio a septiembre), se presenta el mayor desarrollo de los pastos en estas praderas y para aprovechar esta abundancia de forraje Lorenzo utiliza el cerco eléctrico para el manejo adecuado de los potreros, en los cuales, pastorea los animales que le interesa alimentar para su desarrollo como son algunas vaquillas, vacas débiles o bien becerros destetados. La carga animal es baja, ya que las 30 hectáreas de las praderas están sobradas para alimentar al ganado seleccionado.

Las praderas de riego

Las praderas en las vegas de riego son cuatro y ocupan un terreno de siete hectáreas. Estas fueron sembradas con pasto bermuda cruzada I (*C. dactylon*),

posteriormente se introdujo el pasto oriol (*Urochloa decumbens.*) y el pasto guinea tipo mombasa (*M. maximus*). Las vacas en ordeña y sus respectivos becerros son los que pastorean en estas praderas. El ganado se maneja con un pastoreo intensivo mediante el empleo del cerco eléctrico por lo que se cambia diario a una nueva superficie. El tiempo de reposo de la pradera es de 21 a 28 días de acuerdo con la época del año. Al amanecer las vacas son ordeñadas y después se juntan con sus respectivos becerros, los cuales, terminan de mamar la leche residual a sus madres por un lapso de una hora. Posteriormente, las vacas entran a una nueva porción de pradera, en donde pastorean todo el día y la noche. En la temporada de invierno se siembra el pasto raigrás anual (*Lolium perenne* L.) para compensar la falta de forraje de calidad. La siembra se realiza sobre el pasto bermuda. Cuando empieza la temporada de calor el pasto invernal es fácilmente dominado por los pastos tropicales. En el año 2015 se asoció al pasto una leguminosa forrajera, el guaje mejorado (*L. leucocephala* tipo Cunningham). Se plantó el arbusto en hileras y entre cada guaje a una distancia de 50 centímetros. La separación entre hileras es de tres metros permitiendo el crecimiento de los pastos. Esta asociación entre gramíneas y leguminosas se acopló fácilmente al pastoreo intensivo de las vacas lecheras; mejorando la cantidad y calidad del forraje, lo que favoreció en un incremento en la cantidad de leche y al mismo tiempo, se redujo la aplicación de fertilizantes nitrogenados. El pastoreo del ganado mantiene el guaje al alcance de las vacas, lo que disminuye el raleo de las ramas altas y mantiene una sobrevivencia del 90% de los guajes mejorados.

¿Cuáles fueron los factores que incidieron para la gradual transición hacia una ganadería agroecológica?

En este apartado se pretende resaltar los factores (económico, sociales, ambientales y personales) que participaron en el complejo proceso de cambio de actitud por parte de la familia Corrales para manejar su ganado bajo el nuevo paradigma productivo, el sistema agroforestal ganadero.

1. A principios de la década de los noventa Lorenzo Zamudio se hizo cargo de las tierras del rancho de la familia. El suelo de los potreros cercados

de temporal se encontraba muy degradado con gran erosión por la siembra de maíz por varios años cuya pastura se utilizaba para el ganado en la época de sequía. Con este tipo de suelo, solo se cosechaba un poco de ajonjolí (300 kg/ha). Ante esta difícil situación que predominaba en los potreros, para mantener el ganado en la temporada de estiaje, se tomó la decisión de dejar los árboles y arbustos de interés forrajero al momento de la *taspana*² con el propósito de regenerar el suelo, así como sembrar pastos perennes como el buffel (*C. ciliaris*) y el llanero (*A. gayanus*). Sin proponérselo, Lorenzo estaba realizando una reforestación natural (Williams-Linera *et al.*, 2010) en sus terrenos agrícolas de temporal, logrando, con el tiempo, una gradual recuperación de sus suelos.

2. A finales de la década de los noventa, Lorenzo conoció las ventajas de manejar el ganado en pastoreo intensivo mediante el empleo del cerco eléctrico, el cual fue promocionado por una casa comercial de Culiacán. Esta técnica la adaptó al manejo de las vacas en ordeño en las praderas irrigadas de las vegas, sembradas con bermuda cruzada I. A pesar de que muchos ganaderos de la zona también adquirieron esa nueva herramienta, la persistencia de Lorenzo consistió en adaptar esta nueva tecnología, ya que es el único ganadero que mantiene su empleo en las praderas de riego y extendiéndose a los potreros de temporal siguiendo los principios del pastoreo de rotación de praderas (Voisin, 1968).
3. En los grupos Grupo de Ganaderos para la Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), promovidos a nivel federal por el Inifap de la SADER, en Sinaloa, se propuso a los ganaderos de doble propósito la plantación de arbustos del guaje mejorado (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) en las praderas irrigadas de bermuda para asociar en un mismo terreno una leguminosa arbustiva con un pasto rastrero. En verano del 2015 se sembró en las praderas irrigadas del rancho La Pipima y en un corto plazo se reconoció el efecto benéfico en la producción de biomasa forrajera, así como su calidad nutritiva. Es necesario reconocer el esfuerzo, la constancia y tenacidad de Lorenzo para adoptar esta nueva tecnología, ya que es el único rancho ganadero en Sinaloa que mantiene esta benéfica asociación.

² *Taspana*: Acción de quitar las arvenses de un terreno con machete.

Resultados y discusión sobre el sistema agroforestal en las praderas de pastoreo

El término más utilizado para describir esta novedosa técnica agroecológica es el sistema silvopastoril que consiste en la incorporación de árboles en las praderas. Este concepto se origina en las plantaciones silvícolas en donde se introdujeron rumiantes para el control de las arvenses que se desarrollaban en el sotobosque de la plantación y de manera adicional obtener animales como un subproducto. Con el tiempo esta técnica se fue desarrollando en diferentes latitudes, climas y diversos procesos productivos. En los agostaderos del trópico seco del Pacífico, los terrenos se utilizan principalmente para la ganadería y casi son inexistentes las plantaciones silvícolas. En sentido, la incorporación de árboles en las praderas y la producción forestal serían un subproducto. Sin embargo, se sigue utilizando ampliamente este término sistema silvopastoril en muchas publicaciones. Por tal motivo en este escrito nos vamos a referir al Sistema Agroforestal Ganadero como el lugar donde hay presencia de árboles y predomina la actividad ganadera sobre la forestal (Combe y Budowski, 1979). Es necesario señalar que la industria de la madera está orientada básicamente a la explotación de árboles de clima templado. Los árboles nativos de las selvas caducifolias no cumplen con los requerimientos de tamaño, forma y tiempo de crecimiento para ser incorporados eficientemente en los procesos industriales de la madera. Sin embargo, estos ecosistemas cuentan con árboles de gran tamaño con cualidades para trabajos de ebanistería. Árboles como el cedro (*Cedrela odorata* L.), el venadillo o caobilla (*Swietenia humilis* Zucc.) y el ébano (*C. sclerocarpa*) entre otras especies que pueden incorporarse al Sistema Agroforestal Ganadero. En Sinaloa se conoce la amarga experiencia del municipio de Concordia que por muchos años se le identificó como una región en donde se elaboraban muebles de calidad del árbol de venadillo, hasta existe un poblado que se conoce como Mesillas. A finales de la década de los ochenta, la materia prima se acabó debido al nulo desinterés de conservación forestal, lo que propició que las carpinterías sucumbieron ante la falta de madera de buena calidad. Algunos afectados, exigieron al gobierno el apoyo para establecer un programa de reforestación en la región. En la actualidad sobreviven varias ebanisterías, pero utilizan madera importada o de otras regiones del país.

En las praderas de temporal, uno de los resultados importantes es la reforestación natural de especies arboleas nativas que fueron seleccionadas de manera empírica por Lorenzo Zamudio, debido a las cualidades forrajeras y forestales de la guásima (*Guazuma ulmifolia*), el cucharo (*Pithecellobium mangense*) y el ébano (*Caesalpinia sclerocarpa*). Con la incorporación de estas especies nativas, las cuales están bien adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas de la pradera, se ha favorecido la retención del suelo y por consecuencia la disponibilidad de forraje en la época de estiaje.

Combe y Budoski (1979) definen al sistema agroforestal como el conjunto de técnicas de uso de tierra que implica la combinación y asociación deliberada de un componente leñoso (frutal, forrajero, forestal) con pastizales para la ganadería utilizando el mismo terreno con importantes beneficios ecológico entre sus componentes.

En las selvas tropicales secas cuentan con una gran diversidad de árboles y arbustos, de los cuales poco conocemos sus cualidades en asociación con pastizales. Según Trejo (2010), se pueden contabilizar hasta 476 especies en promedio en una hectárea entre árboles y arbustos en donde predominan las familias de la *Leguminosae*, *Euphorbiaceae*, *Cactaceae*, y *Rubiaceae*. Nos falta mucho por conocer, de estos árboles; su valor nutritivo como forraje, su capacidad para fijar nitrógeno, así como la composición de los compuestos tóxicos para hacer una mejor selección de los árboles que se van a introducir al sistema agroforestal ganadero. En el rancho “La Pipima” de manera empírica ya se seleccionaron algunos árboles de interés forrajero.

El principal efecto ecológico que se busca con el sistema agroforestal es la conservación del suelo en aquellas praderas que tengan inclinación en las lomas y cerros. El sistema radicular de los árboles no sólo contribuye a la conservación de los suelos, sino que también mejora la capacidad para absorber nutrientes y agua de las capas más profundas del suelo para proveer al sistema agroforestal en su conjunto (Fernández, 2017). Al caer las hojas marchitas contribuyen a la formación de materia orgánica del suelo, así como forraje seco (necromasa) en el estiaje. Por otra parte, el dosel de los árboles contribuye para dar un ambiente confortable al ganado en pastoreo al protegerlos de los rayos solares.

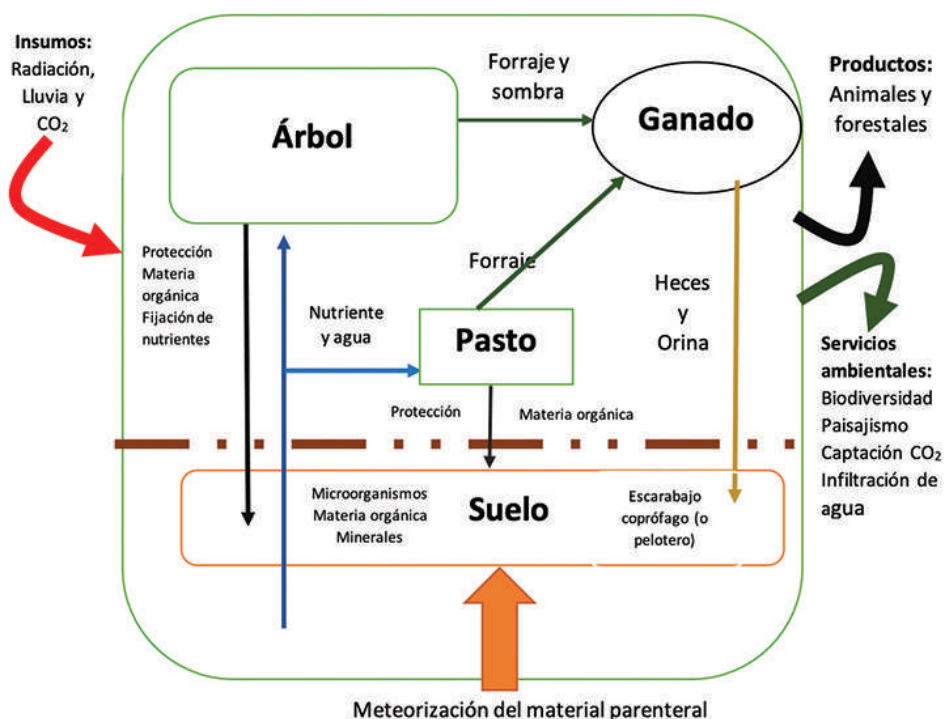
Otro importante resultado a destacar es el establecimiento de un pasto perenne mejorado, el pasto oriol (*Urochloa decumbens*). Este pasto fue seleccionado por Lorenzo Zamudio por su capacidad de dominancia y resistencia sobre otros pastos perennes mejorados como el buffel y el pasto llanero, así como los pastos nativos aceitilla (*Eragrostis ferrugenea*) y el pata de gallo (*Dactyloctenium aegyptium* L. Willd). El pasto oriol, ya se ha diseminado entre los ganaderos cercanos como un buen pasto de temporal para el ganado. En la actualidad este pasto está siendo analizado en sus características agronómicas por parte de investigadores del Inifap Mazatlán.

En la figura 2 se representan gráficamente los factores involucrados (árbol, pasto, ganado y suelo) en el sistema agroforestal y las múltiples y benéficas interrelaciones entre ellos. En este sistema falta agregarle los factores externos como son los sociales; seguridad, gobernanza, organización de ganaderos, mercados desleales y financieros, los cuales tienen impacto en el manejo del sistema en su conjunto. Con un manejo adecuado del sistema se pueden obtener bienes y productos sustentables sin comprometer la viabilidad del ecosistema. Los productos serían animales y diversos materiales forestales como son madera y frutos. De manera adicional, también se pueden conseguir “servicios ecosistémicos” intangibles para el ganadero como: biodiversidad, captación de dióxido de carbono, la infiltración de agua a los mantos freáticos y un bello paisaje.

El modelo clásico para analizar este sistema es mecánico, lineal y reduccionista, en donde toda la naturaleza se somete a modelos matemáticos para convertirla en utilidades financieras, con los cuales se tiene que describir con números y estadísticas los fenómenos naturales para entenderlos, según René Descartes en su libro el Discurso del Método (Descartes, 1994). En la actualidad para comprender mejor estos fenómenos naturales, como lo señala Capra (1988), es necesario tener un nuevo pensamiento sistémico y romper con el clásico modelo de razonamiento lineal causa → efecto. Todos los seres vivos están inmersos en sistemas complejos los cuales son sistemas abiertos. Para entender a estos sistemas biológicos complejos, Meadows (2008, citado por Elbers, 2013) señala: “es un conjunto de elementos o partes coherentemente organizados e interconectados en un patrón o estructuras que producen un conjunto característico de comportamiento a menudo clasificados como su función o propósito” (p. 47). En los sistemas biológicos es necesario

entender que el todo es más importante que la suma de sus partes, los cambios cualitativos son más significativos que los cuantitativos y es importante comprender la estructura y los procesos del sistema en su conjunto.

Figura 2. Sistema agroforestal de ganadería en pastoreo



Fuente: Adaptado de Russo y Botero (1999).

En el sistema agroforestal ganadero de la pradera de temporal (figura 2), se presenta un sistema abierto en donde la energía solar, la lluvia, los minerales del suelo y los nutrientes del aire son los factores externos. Los productos que salen del sistema son: animales, frutos,³ madera y, de manera intrínseca e inherente, “servicios ecosistémicos” intangibles (biodiversidad, infiltración del agua, captación de CO_2 y paisajismo). Los componentes

³ En la región es común encontrar en las praderas de temporal pitayos (*Stenocereus martinezii* J.G. Ortega) y bonetes (*Jatropha platyphylla* Müll.Arg), de los cuales se obtiene frutos comestibles. En la pradera de temporal del rancho La Pipima no están presentes estas especies.

del sistema (árbol, ganado, pasto y suelo) están coherentemente interconectados y con un frágil equilibrio. Los propósitos de este sistema son captar energía y nutrientes; mantener el ciclo del agua entre sus componentes, y generar la biomasa necesaria para mantener el sistema y el excedente utilizarlo como forraje para alimentación del ganado y los productos forestales. Para poder evaluar la eficiencia de este sistema (figura 2) es necesario analizar cada semestre la calidad del suelo de la pradera (materia orgánica, minerales, microorganismos), así como su capacidad para evitar la erosión del suelo antes de la temporada de lluvias. En la actualidad se están diseñando las curvas de nivel de la pradera de temporal. Año con año se van a reforzar estas curvas de nivel con piedras, troncos y la plantación de árboles.

Un ejemplo del manejo inadecuado del sistema agroforestal sería el empleo de insumos químicos como el desparasitante ivermectina para el control de las garrapatas. A pesar de tener un efecto directo contra este ectoparásito y generar grandes utilidades a la industria farmacéutica y a la cadena de suministro de este fármaco, también está afectando el equilibrio del sistema. Huerta *et al.* (2010) señalaron que los residuos metabólicos de este fármaco inhiben el desarrollo de los escarabajos coprófagos los cuales son muy útiles para el reciclaje de nutrientes en el suelo. Por tanto, un reto seguir en la búsqueda de alternativas agroecológicas para el control de la garrapata, a pesar de que existen varias propuestas que requieren su aprobación a nivel de campo.

Para el manejo y control de las plantas indeseables, Lorenzo Zamudio desarrolló un innovador manejo el cual ya fue descrito previamente. La gran presión del ganado sobre la vegetación basal al inicio de la temporada de lluvias obliga a consumir la mayoría de las plantas deseables y no deseables. No se han presentado problemas de intoxicación y el ganado sale con buena condición después de un mes con este manejo. Los resultados de esta práctica son la reducción en la cantidad y el número de aplicaciones de los herbicidas. Es necesario continuar documentando este nuevo manejo de control de plantas indeseables.

La presencia de factores tóxicos en los árboles es un inconveniente para el establecimiento del sistema agroforestal ganadero en las praderas de temporal. Hay que señalar que estos factores tóxicos son una herramienta necesaria del reino vegetal para defenderse de sus predadores, de los cuales,

los insectos son los principales. Existen varios factores tóxicos entre los que destacan; los alcaloides, los fenoles, las saponinas, los taninos y los glucósidos, de los cuales, su concentración varía; por especie, estado fenológico de la planta y en condiciones difíciles de estrés (Gallo, 1979). Para comprender el complejo problema de los factores tóxicos de las plantas y su relación con los rumiantes es necesario realizar un análisis desde un pensamiento sistémico como lo señala Capra (1988). Si este problema se estudia con el clásico modelo de pensamiento lineal, mecánico, reduccionista parece que no se podría comprender y manejar. Según Provenza (2003), los rumiantes desarrollaron un gran sentido del gusto para poder reconocer el sabor específico que cada planta tiene y así detectar la presencia de las sustancias tóxicas. Por medio de sensaciones de placer y displacer del sistema límbico, los rumiantes paladean y seleccionan las plantas que van a ingerir. De esta manera, el ganado está desarrollando un inmenso historial mental de los diferentes sabores de la diversidad de la flora disponible en su entorno y así reconocer fácilmente el grado de toxicidad de los diferentes forrajes de su dieta. Los seres humanos también cuentan con este sistema límbico para seleccionar nuestros alimentos, pero en los rumiantes está mucho más desarrollado. En el caso de los bovinos estabulados con una sola dieta, si su alimento tiene algún tóxico, al animal no le queda otra opción más que dejar de comer o intoxicarse. En cambio, en un agostadero, o bien, en una pradera bajo el sistema agroforestal ganadero, el hato tiene una mayor gama de alimentos para seleccionar. En la época de estiaje cuando baja la disponibilidad de forraje el ganado llega a consumir plantas que se consideran tóxicas, pero en combinación con diferentes plantas que pueden llegar a contrarrestar el efecto tóxico de la otra planta ingerida. Los problemas de intoxicación por ingestión de plantas son escasos en la región. Según Lorenzo Zamudio, este problema se ha llegado a presentar en las equipatas⁴, cuando aparece la planta conocida como manzanilla lila (no se tiene una colecta de esta planta para su identificación). El ganado joven, como las vaquillas, es el más afectado y la intoxicación es por el factor cianuro.

La reducción de los rayos solares sobre las plantas del sotobosque por la presencia de árboles en la pradera de temporal es otro inconveniente

⁴ Lluvias en la época de invierno.

que se menciona bajo el sistema agroforestal ganadero. De hecho, los árboles reciben sin competencia los rayos solares afectando la luminosidad del sotobosque. Sin embargo, Fernández (2017) señala que algunos pastos mejorados son más resistentes a la sombra como es el caso del pasto guinea (*P. maximum*) a diferencia del *Cenchrus*, *Urochloa* y *Setaria* los cuales reducen significativamente su producción cuando tienen una sombra del 60 %. Por otra parte, Riboski (citado por Fernández, 2017) en un estudio de una pradera de *Cenchrus* asociada con mezquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) D. C.) con una sombra del 50 %, reportó que en los pastos aumentó el área foliar, el contenido de clorofila y la concentración de proteína; además, se presenta un retraso en las fenofases del pasto (floración y fructificación), lo cual permite aprovechar el pasto con buena calidad durante periodos más largos. En las praderas de temporal, la población de árboles es aproximadamente de 250 por hectárea. Lorenzo nos indicó que el pasto guineo y el pasto oriol son los más resistentes a la sombra, sin embargo, el pasto nativo aceitunilla también es resistente. Además, realiza un manejo para cortar los excedentes de ramas que sombrean a los pastos mediante un raleo de árboles ya establecidos. Esta actividad la lleva a cabo durante la taspana de la pradera de temporal. La altura de corte depende del tamaño del árbol, en el caso del cucharo el corte es a los dos metros de altura y en la guásima a los tres metros, aproximadamente.

En las praderas de riego del rancho “La Pipima”, las dos técnicas agroecológicas exitosas que se han establecido son: el pastoreo intensivo mediante el empleo del cerco eléctrico y el establecimiento del guaje mejorado en asociación con las gramíneas. El número de arbustos de guaje plantados por hectárea es 6,600. En estas praderas cuando ingresan las vacas lecheras a un nuevo lote, lo primero que consumen es la hoja del guaje, por lo tanto, la interferencia de los árboles sobre los rayos solares en el pasto Bermuda es mínima; por lo que el mayor tiempo del desarrollo del pasto tiene radiación solar, por lo tanto, se mejora la eficiencia lumínica en la pradera. Estas técnicas son ampliamente aceptadas y estudiadas en la ganadería tropical de México. Sin embargo, en Sinaloa son muy pocos los ranchos de doble propósito que han establecidos estas técnicas.

Russo y Botero (1999) señalan que las hojas de los árboles y en especial de las leguminosas tienen una mayor concentración de proteína en relación con las gramíneas. Además, en el proceso de maduración en los pastos tropicales

la lignificación se presenta en las hojas, así como en tallos y en hoja-tallo, en cambio, en las especies leñosas esta lignificación se manifiesta en los tallos lo cual proporciona una mayor estabilidad nutritiva a las hojas de los árboles forrajeros. En lo referente a una mayor producción de forraje comestible, Solorio y colaboradores (2014) reporta que en sistemas silvopastoriles intensivos de pastos asociados con *Leucaena*, se obtiene una producción de 20 a 35 toneladas de materia seca por hectárea al año. Esto se debe, en parte, a la capacidad que tiene este sistema para aprovechar con mayor eficiencia los recursos disponibles de luz, suelo y agua. Esta situación repercute en un incremento en la producción de carne y leche, tal y como se presenta en el cuadro 1, así también se presenta el mejoramiento en la captación de nutrientes en el suelo.

Cuadro 1. Indicadores productivo-ambientales en sistemas silvopastoriles intensivos

Indicadores	Sistema tradicional	Silvopastoril intenso
Producción de leche (Litros/vaca/día)	4 – 5	8 – 10
Ganancia de peso (Gramos/animal/día)	300 – 500	700 – 1100
Temperatura (°C)	35 – 42	32 – 36
Materia Orgánica (kg/ha)	320	1000
Fijación de N ₂ (Kg/ha/año)	0	300 – 500
Captura de Carbón (Kg/ha/año)	120	220
Emisión de Metano (Kg/año/ animal)	20% menos en comparación al tradicional	

Fuente: Solorio *et al.* (2014).

En la revisión de varias publicaciones realizada por Solorio *et al.* (2014) y presentada en el cuadro 1, confirman los resultados obtenidos en el rancho La Pipima para los indicadores de producción láctea. Sin embargo, es necesario continuar con la medición sistemática de la producción de materia seca y la calidad del suelo en las praderas del rancho en mención.

Los resultados obtenidos en las praderas de riego de acuerdo con Lorenzo Zamudio son de aumento de un litro por día, por vaca, además de que logró reducir a la mitad el empleo de fertilizante, químico. En la actualidad se están iniciando con la aplicación de microorganismos bio-mejoradores del suelo de las praderas de riego. Sin embargo, se requiere de un estudio más a detalle sobre las ventajas ambientales, productivas y económicas del sistema de Lorenzo, que está en Sinaloa, siguiendo el modelo de Solorio y colaboradores (2014).

Para comprender la sustentabilidad económica del rancho “La Pipima” con la implantación de estas técnicas agroecológicas en las praderas de riego y temporal, se debe analizar también desde una perspectiva ecológica y su efecto en los componentes del sistema, árbol-animal-pasto-suelo. En general se presenta una mayor eficiencia en la captación de energía solar para la producción de biomasa, así mismo, se incrementa la capacidad de retención del agua de lluvia por la mejoría en calidad de los suelos de la pradera de temporal. En este sentido se incrementa la disponibilidad de forraje a lo largo del año.

“La Pipima” es un rancho de doble propósito. En la venta anual de animales se comercializan alrededor de 15 becerros de un peso promedio de 220 kg. El precio es de \$50 por kilogramo.⁵ También se venden unas seis vacas de desecho al año (peso promedio de 500 kg) así como algunas vaquillas. La venta de leche y sus derivados fueron calculado con base en la producción diaria. Se ordeñan solo por la mañana a 20 vacas en promedio de donde se obtienen 120 litro de leche. Una parte de la leche se le deja para que los becerros mamen después del ordeño. La principal fuente de alimentación es el forraje de las praderas de riego y una suplementación de alimento (\$10 el kg) de 1.5 kg por vaca al día en promedio. La señora Eva Corrales indicó que prefiere producir quesos en lugar de vender leche fresca. Con esa cantidad de leche alcanza a producir 14 kg de queso fresco, los cuales los vende a \$90 el kilogramo en el rancho, además de que también produce requesón y mantequilla de rancho con los subproductos del queso. Con estos ingresos brutos al año de la venta de carne y leche se considera al rancho de “La Pipima” como una unidad económicamente rentable.

Reflexiones finales

1. El rancho ganadero de doble propósito “La Pipima” de la familia Zamudio Corrales, en la zona de temporal del estado de Sinaloa, es una unidad pecuaria familiar que ha incorporado diversas técnicas agroecológicas y con ello ha logrado sobrevivir económicamente de manera sustentable. Estas novedosas técnicas ya están probadas en el campo y pueden ser una

⁵ Los precios que se presentan en este párrafo son en el mes de enero del 2023 en la Ciudad de Culiacán Sinaloa.

- guía para los programas de desarrollo ganaderos por parte de las instituciones federales y estatales.
2. En las praderas de temporal bajo, el Sistema Agroforestal Ganadero, se han incorporado al terreno los árboles de guásima (*Guazuma ulmifolia*), cucharo (*Pithecellobium mangense* Macbr.) y ébano (*Caesalpinia sclerocarpa*) los cuales han contribuido a la retención del suelo y favorecido la infiltración del agua, así como el incremento en la biomasa del predio (forraje, madera, necromasa) y mejorado el confort del ganado por la sombra.
 3. De manera empírica, Lorenzo Zamudio ha desarrollado un nuevo pasto para las praderas de temporal y de riego, el cual denominó pasto oriol (*Urochloa decumbens*), que se ha adaptado a las condiciones de temporal y riego. Este pasto fue llevado al rancho “La Pipima”, por parte de investigadores de Inifap, junto con otros 40 pastos mejorados para ser probados en las condiciones de temporal de Sinaloa. Se requieren más estudios agronómicos de este pasto por parte de instituciones de investigación como el Inifap.
 4. Para comprender mejor los componentes del sistema biológico de una pradera de temporal (árbol, suelo, plantas y animal) y lograr una aceptable producción ganadera, bajo el Sistema Agroforestal Ganadero es necesario cambiar del clásico razonamiento lineal Causa → Efecto a un pensamiento sistémico (Capra 1988).
 5. En las praderas de riego, la incorporación del cerco eléctrico y la implantación del guaje mejorado (*L. leucocephala* tipo Cunningham) en praderas de gramíneas son técnicas agroecológicas ya establecidas con éxito en otras latitudes del país. Sin embargo, en Sinaloa a pesar de ya se conocen estas técnicas, casi no se utilizan en las unidades pecuarias de doble propósito. En el rancho “La Pipima” ya se tienen probadas la eficacia de estas prácticas agroecológicas.
 6. Para el desarrollo y consolidación del sistema agroforestal ganadero en el rancho “La Pipima”, se requiere continuar con los trabajos de investigación en las diferentes áreas con la participación directa del ganadero Lorenzo Zamudio. Los temas serían los siguientes:
 - a) En las praderas de temporal es necesario establecer, en los terrenos con pendientes mayores del 30%, las curvas de nivel con el propósi-

to de conducir el agua pluvial para su mejor aprovechamiento en el terreno y disminuir la erosión de los suelos. Además, es indispensable identificar taxonómicamente a los pastos nativos de interés, así como a las hierbas de hoja ancha tanto comestibles como no comestibles, con el fin de conocer la dinámica de la población de estas especies vegetales y su relación con los pastos mejorados introducidos, los árboles y el ganado.

- b) Las praderas de riego son los terrenos agrícolas que utilizan de manera más intensa por tal motivo la transición hacia las prácticas agroecológicas es necesaria para reducir el empleo de fertilizantes nitrogenados de síntesis química, así como los agroquímicos. Se buscaría la biorremediación o mejoramiento de los suelos mediante la aplicación de cultivos bacterianos, como las micorrizas y/o los microorganismos de montaña. Además, es necesario evaluar la presencia de los escarabajos coprófagos en las praderas.
 - c) En el agostadero colectivo en donde se mantiene la vegetación nativa es importante conocer con mayor detalle a la población de árboles de apomo (*B. alicastrum*) en las cañadas; estudiar su potencial productivo de semillas y hojas en la temporada de estiaje, así como la asociación que se da en los apomales con las hierbas del toro del sotobosque. Es indispensable fomentar la organización entre los comuneros que utilizan el agostadero con el propósito del cuidado de esta área para extender El Apomal mediante la reforestación natural o inducida de los apomos.
7. Hoy en día no es fácil para el ganadero de pequeña escala de la región, mantenerse sin dificultades económicas de la actividad pecuaria. A pesar de que en la zona existe mucho arraigo y gusto por tener ganado es necesario resaltar y reconocer a ganaderos como Lorenzo Zamudio que tienen la sensibilidad y el arraigo en su trabajo con el ganado para incorporar con esfuerzos las nuevas tecnologías agroecológicas. Fals Borda (2009) los define como personas sentipensantes del campo en América Latina:

[...] que sabe ser aguantador para enfrentar los reveses de la vida y poder superarlos, que en la adversidad se encierra para volver luego a la existencia con la

misma energía de antes, es también el hombre sentipensante que combina la razón y el amor, el cuerpo y el corazón, para deshacerse de todas las (mal) formaciones que descuartizan esa armonía y poder decir la verdad.

Bibliografía

- Balvanera, L. P. y Maass, M. M. (2010). Los servicios ecosistémicos que proveen las selvas secas. En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, C. J. Bezaury, y R. Dirzo (Eds.) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. pp. 251-270. México D.F. México. Editoriales. Fondo de Cultura Económica y CONABIO.
- Capra, F. (1998). *La trama de la vida: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona, España: Anagrama. pp. 368.
- Cárdenas, C. G. (2003). Composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción. En Sánchez, M. D. y Rosales, M. M. (Ed.) *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina-II*, pp. 29-44. Roma, Italia: Dirección de Producción y Sanidad Animal. FAO.
- CONAGUA. (s. f.). Normales Climatológicas por Estado: Sinaloa. Recuperado de: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=sin>
- Combe, J. y Budowski, G. (1979). Clasificación de las técnicas agroforestales; una revisión de literatura. En *Taller de Sistemas Agroforestales en América Latina*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Programa de Recursos Naturales Renovables. pp. 17-48. Recuperado de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/786>
- Cuevas-Reyes, V., Loaiza Meza, A., Espinosa García, J. A., Vélez Izquierdo, A., y Montoya Flores, M.D. (2016). Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(1):69-83. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265644475007>
- Descartes, R. (1994). *Discurso del método. Tratado de las pasiones*, Barcelona, RBA Editores.
- Elbers, J. (2013). *Ciencia Holística para el buen vivir: una introducción*. Quito, Ecuador. Editorial: Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental CEDA. 148 p.
- Fals Borda, O. (2009). *Una sociología sentipensante para América Latina*. Bogotá, Colombia: Editorial CLACSO. Siglo del Hombre Editores. pp. 492.
- Fernández, M. A. (2017). *Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles*. Buenos Aires, Argentina: Editorial; INTA. 192 p.
- Gallo, G. (1979). *Plantas tóxicas para el ganado en el Cono Sur de América*. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina
- Huerta, C. C. y Cruz R. M. (Comp.) (2016). *Hacia una Ganadería Sustentable y Amigable con la Biodiversidad*. Estudio de Caso: Xico, Veracruz. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 191 pp.

- Huerta, C. C., Cruz, R. M., Arellano, L., y Martínez, M. I. (2010). Ganadería extensiva: desparasitantes y agroquímicos sobre la fauna del suelo. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury, C. J. y Dirzo, R. (Coords.) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. (pp. 225-240) México D.F. México. Editoriales. Fondo de Cultura Económica y CONABIO.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2023). Climas de México: climatología. <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>
- Provenza, F. (2003). *Foraging Behavior: Managing to Survive in a World of Change*. Utah State University.
- Russo, O. R. y Botero, B. R. (1999). *El Componente Arbóreo como Recurso Forrajero en los Sistemas Silvopastoriles*. Conferencia: 5º Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, Venezuela. Volume: Actas, pp. 197-208. https://www.researchgate.net/publication/236626993_El_Componente_Arboreo_como_Recurso_Forrajero_en_los_Sistemas_Silvopastoriles
- Solorio, S. F. J., Solorio, S. B., Sarabia, S. L., Pérez A. C., Ramírez, A. L. Ayala, B. A., Sandoval, C. A., Chay-Canul, A. J., y Ku, V. A. (2014). *Sistemas Silvopastoriles: Ganadería y Medio Ambiente*. Memorias de la VII Reunión Nacional de Agro y Silvopastoriles. Mérida, Yucatán. pp. 67-77.
- Trejo, I. (2010). Las Selvas Secas del Pacífico Mexicano. En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, C. J. Bezaury, y R. Dirzo (Eds.) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. pp. 41-52. México D. F. México. Editoriales. Fondo de Cultura Económica y CONABIO.
- Trejo, I. y Dirzo R. (2002). Floristic Diversity of Mexican Seasonally Dry Tropical Forests. *Biodiversity and Conservation*, 11 :2063-2084.
- Voisin, A. (1968). *La Vaca y la Hierba; Cómo obtener buenos rendimientos del ganado*. Madrid, España. Ed. Tecnos. 127 p.
- Williams-Linera, G., López-Barrera, F., Bonilla-Moheno, M., Toledo-Aceves, T., Suárez-Isilas, A. (2010). Restauración de paisajes: los árboles fuera y dentro de los potreros. En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, C. J. Bezaury, y R. Dirzo (Eds.) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. pp 255-274. México D.F. México. Editoriales. Fondo de Cultura Económica y CONABIO.