

6. El valor de la biodiversidad en las actividades productivas en el estado de Sonora



JAQUELINE GARCÍA HERNÁNDEZ*

JUAN PABLO GALLO-REYNOSO**

ARTURO RAMÍREZ-VALDEZ***

ALFONSO GARDEA-BÉJAR****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.360.06>

Resumen

El estado de Sonora, a pesar de ser una región árida, presenta una gran diversidad de hábitats, como planicies, deltas de ríos, zonas de transición y una franja templada, con especies vegetales, como bosques de pino y encino, bosque mesófilo de montaña, bosques de galería, matorral espinoso y bosque tropical subcaducifolio. Gracias a esta riqueza biológica se han sostenido actividades productivas primarias de gran importancia para el estado, como la agricultura, la pesca, la ganadería y las actividades cinegéticas. Sin embargo, rara vez se menciona la biodiversidad como pieza clave para que estas actividades se puedan seguir realizando, por lo que en este capítulo exploramos estas relaciones. En el caso de la agricultura, se pudo observar que un cultivo variado provee un mejor hábitat para las aves que, a su vez, tienen funciones ecosistémicas. En las pesquerías, hay un mayor número de especies comerciales en zonas donde hay esteros, pastos marinos y arrecifes rocosos. La ganadería diversificada que incluye actividades cinegéticas es una

* Doctora en Ciencias. Profesora-investigadora titular en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5251-0526> correspondencia: jaqueline@ciad.mx

** Doctor en Biología. Profesor-investigador titular en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1156-6037>

*** Doctor en Biología Marina Scripps Institution of Oceanography, US. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1200-7643>

**** Doctor en Ciencias. Profesor-investigador titular en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6842-2678>

herramienta exitosa de conservación. Además de ser un buen negocio, la captura de agua de lluvia en agostaderos aumenta la vegetación y, por lo tanto, la cantidad de ganado que se puede mantener. Sin embargo, aún existen muchos retos para poder mantener las condiciones biológicas funcionales, como son las especies exóticas, la sobrepesca, la cacería furtiva, los aspectos económicos y, por supuesto, el cambio climático, los cuales se necesitan enfrentar en conjunto con las comunidades afectadas.

Palabras clave: *cambio climático, sobrepesca, aves, ganadería, cacería.*

Introducción

La biodiversidad se puede entender como la variedad de formas de vida, sin embargo, es un concepto complejo donde interactúan diferentes niveles de organización (e.g. diversidad genética, especies, ecosistemas y paisajes). De acuerdo con Noss (1990), este concepto se puede abordar como una estructura jerárquica basada en las diferencias entre la “composición”, la “estructura” y la “función” aplicadas a diferentes escalas.

Por ejemplo, la “composición” de la biodiversidad se refiere a un inventario de características, como la producción de biomasa, la abundancia de especies, la presencia de especies en peligro o las proporciones de los hábitats. La “estructura” es la organización de los componentes de la biodiversidad y su relación entre ellos; estos componentes toman en cuenta datos estructurales sobre la población (sexo, proporción, variabilidad morfológica, etc.), el hábitat (zonas ribereñas, densidad de follaje, etc.) y el paisaje (conectividad, fragmentación, tamaño de parche, etc.). El tercer nivel, la “función”, engloba el total de los procesos ecológicos, como los procesos demográficos o la dinámica poblacional o genética (Noss, 1990).

La propuesta de la diversidad funcional (Loreau, 2000) es otro acercamiento operacional que puede conectar la biodiversidad a los procesos ecosistémicos. Cada grupo funcional está relacionado con un proceso ecosistémico como la descomposición de la materia orgánica o la mineralización del nitrógeno. En este caso, un proceso ecosistémico se vuelve un servicio ecosistémico desde el punto de vista del ser humano. Por ejemplo, la

producción de biomasa de un ecosistema de pastizal representa la producción de forraje para el ganado. Por lo tanto, los servicios ecosistémicos son la base de las actividades humanas (Clergue et al., 2005).

Se ha tratado de evaluar cuánto se necesita disminuir la biodiversidad para afectar un proceso ecosistémico. En el caso de producción de nutrientes en suelo, se estima que una disminución del 50% de la biodiversidad resultaría en una reducción de un 25% de los procesos ecosistémicos (Schläpfer et al., 1999). Hay una estrecha relación entre estos dos factores, sin embargo, no es una proporción de 1:1, ya que en la naturaleza existe una gran redundancia, es decir, varias especies pueden realizar las mismas funciones ecológicas, por lo que los servicios ecosistémicos se podrán seguir realizando. Sin embargo, aun cuando las funciones ecosistémicas se cumplan, un menor número de especies las estarán realizando y todo el sistema se vuelve más precario y vulnerable a fenómenos como el cambio climático o la presencia de enfermedades. Por lo que una reducción de 25% realmente puede tener un impacto mayor si se considera su vulnerabilidad.

Otra dimensión que se necesita incorporar en este análisis es el valor económico y social de la pérdida de la biodiversidad, es decir, qué tanto impactaría a las actividades económicas una disminución de un cuarto de las funciones ecosistémicas. Si hablamos de un agroecosistema, el uso de agroquímicos degrada la biodiversidad microbológica del suelo, resultando en un suelo más pobre, lo que obliga al agricultor a incrementar el uso de fertilizantes y, con ello, el costo de producción, esto comparado con un campo en donde se utilizan biofertilizantes que aumentan la biodiversidad del suelo al incrementar la fijación de nitrógeno, generando suelos más ricos y productivos (Clergue et al., 2005).

En relación con la biodiversidad biológica, México es reconocido por ser un país megadiverso; somos la cuarta nación en cuanto a riqueza de especies, además de combinar esta riqueza con la gran riqueza cultural de los pueblos originarios, la cual depende de su entorno natural y de los bienes y servicios que reciben del mismo. Una característica única de nuestro país es que concurren dos grandes zonas biogeográficas: la Neártica y la Neotropical, además, se cuenta con casi todos los climas del planeta. Hay una topografía accidentada y una geología compleja, lo que permite que se desarrollen

todos los ecosistemas terrestres planetarios, concentrados en menos de dos millones de kilómetros cuadrados (CONABIO, 2024a).

México también posee una extraordinaria biodiversidad marina y un mar exclusivo, el Golfo de California. En lo que se refiere a mamíferos, se tienen 564 especies, de reptiles hay 908 especies, de aves cuenta con 1 150 especies, de peces marinos tiene 2 224, más de 66 275 especies de insectos, y 25 000 plantas vasculares descritas. Además, entre el 50 y el 60% de las especies conocidas de México son endémicas, según reporta la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2024a). Particularmente, Sonora se considera como una región mega diversa por su gran variabilidad de hábitats y zona costera que, en total, resulta en aproximadamente 6 498 especies nativas, incluyendo hongos, plantas, moluscos, artrópodos, insectos, vertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Molina y van Devender, 2010, p. 440).

En el presente capítulo, exploramos el valor de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos en diferentes regiones del estado de Sonora, donde se llevan a cabo actividades productivas como la agricultura, pesca, ganadería y actividades cinegéticas.

Metodología

Para la sección de agricultura y aves, en 2021 y 2022 realizamos monitoreos de aves en el Valle del Yaqui (Moreno, 2023). El método utilizado fue el conteo por puntos (Ralph et al., 1996). Para evaluar las preferencias de las aves por los distintos paisajes del valle del Yaqui, realizamos un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis y un análisis post hoc de Tukey-Kramer HSD con un alfa de 0.05.

También presentamos resultados de muestreos de aves realizados con redes de niebla colocadas en la zona agrícola durante la temporada de aplicación de plaguicidas y en temporada sin aplicación. A las aves colectadas se les extrajeron muestras de sangre y se liberaron en sitio, las muestras se analizaron para biomarcadores de exposición de plaguicidas que fueron la inhibición de acetilcolinesterasa, la presencia de micronúcleos y anomalías nucleares (Gil, 2024).

Para identificar si existe una relación entre una mayor diversidad de especies marinas y un mayor bienestar de las comunidades costeras, se usaron bases de datos de la diversidad de especies presentes en la región (GBIF, 2024). Se utilizaron las bases de datos de la Oficina de Información Agropecuaria, Pesquera y Acuícola del Estado de Sonora (OIAPES) (GES, 2024), que incluyen volúmenes de capturas pesqueras y el valor económico asociado a cada una de ellas, para identificar las zonas pesqueras más productivas a nivel de oficina de arribos. Se utilizaron bases de datos de información cartográfica de la CONABIO (2024b) para identificar las zonas de alta diversidad de especies marinas costeras, y asociarlas con la producción pesquera en la región por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta aproximación, si bien no exhaustiva, permite establecer la relación entre las zonas de mayor diversidad de especies y una elevada producción pesquera con una mayor economía asociada a estas actividades.

En las secciones de ganadería y actividad cinegética, se hizo una revisión y un análisis del trabajo previo de los coautores A. Gardea Béjar y J. P. Gallo Reynoso, respectivamente.

Resultados y discusión

Marco geográfico e hidrografía

En Sonora se pueden reconocer cinco regiones naturales. Empezando por el noroeste, se ubica el desierto verdadero, después una región árida y semi-árida en las planicies centrales del estado; los deltas de los ríos principales que descargan en el Golfo de California y las zonas de transición hacia la región costera; una región tropical y subtropical paralela al piedemonte de la Sierra Madre Occidental y una franja templada en las partes altas de la sierra que limita con Chihuahua e incluye las “islas del cielo” de las montañas del noreste de Sonora (Martínez et al., 2010, p. 132.).

Las múltiples serranías de Sonora, conocidas como las “Islas del Cielo,” en conjunto con la Sierra Madre Occidental constituyen la hidrología que alimenta los acuíferos más importantes del estado; tres grandes ríos nacen en esta zona, el Bavispe-Yaqui que tienen una cuenca de captación en el 60%

del estado; el río Mayo, con su cuenca de captación en los afluentes del arroyo de Candameña en la Sierra Madre Occidental y el río Cuchujaqui, que cruza la región de Álamos al sur del estado y aporta agua no solo al sur de Sonora, sino también al río Fuerte en Sinaloa.

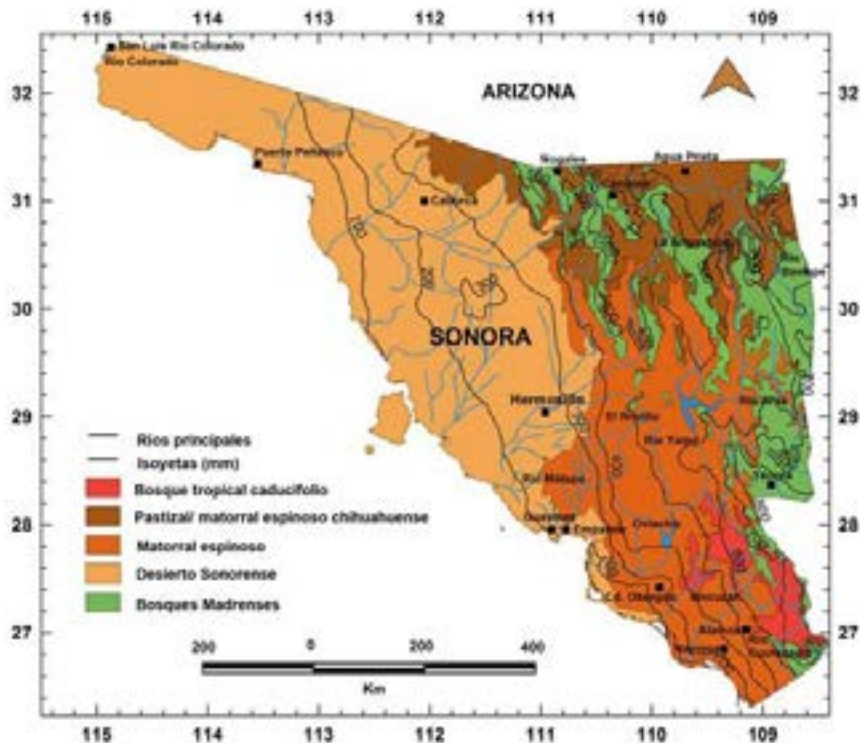
Otros ríos, como el Sonora, el Mátape, el Cocóspera y el San Pedro, también son importantes debido a que son áreas de gran diversidad, además de que sus aguas son utilizadas para irrigación local en las zonas pobladas que atraviesan, como en el Valle del Bavispe, que atraviesa los municipios de Huachinera, Bacerac, Bavispe y, más abajo, Villa Hidalgo, Huásabas y Granados (Figura 6.1).

El río Colorado, límite entre Sonora y Baja California, irriga amplias zonas agrícolas del valle de Mexicali-San Luis Río Colorado, así como ciudades fronterizas. Por otro lado, las aguas residuales agrícolas de Estados Unidos y México han generado y mantenido humedales sobre el cauce del Río Colorado y en áreas adyacentes, como la Ciénega de Santa Clara que es un humedal de 4,200 hectáreas de tule (*Typha domingensis*), localizado en la Reserva del Alto Golfo de California, que recibe aguas residuales agrícolas de Arizona (Glenn et al., 2001).

Otros ríos de carácter intermitente cruzan el estado, como el río Magdalena y el Altar, cuya biodiversidad es baja por encontrarse en ambientes desérticos, pero su captación permite el empleo de sus mantos freáticos para la irrigación local (Figura 6.1). Muchas comunidades dependen de estos ríos en cuanto a fuente de agua potable e irrigación de campos agrícolas. Las aguas que se captan en tierras Sonorenses promueven la biodiversidad en los ecosistemas, desde bosques de pino-encino, bosque mesófilo de montaña en la Sierra Madre Occidental en las Islas del Cielo y los bosques de galería de las zonas riparias que cruzan zonas áridas con vegetación de matorral espinoso y bosque tropical subcaducifolio en el sur del estado, limítrofe con Sinaloa.

Por otro lado, la ubicación entre los paralelos 26 y 32 N y los meridianos 105 a 108 W, con cambios en elevación que van del nivel del mar, hasta más de 2 600 msnm en la Sierra Madre Occidental (Figura 6.1), crean las condiciones más diversas posibles que permiten una asociación estrecha entre especies de flora y fauna de las zonas neártica y neotropical en el norte del continente americano.

Figura 6.1. Localización de los principales ríos y ecosistemas del estado de Sonora



Fuente: elaboración J. P. Gallo-Reynoso.

Biodiversidad en zonas agrícolas

La actividad agrícola comercial en Sonora inició en 1890 en sitios con suelos adecuados y disponibilidad de agua. Algunos de los sitios importantes eran Altar, Caborca, Costa de Hermosillo, Valles del Yaqui y Mayo, todos localizados en las cuencas de los ríos Magdalena, Sonora, Yaqui y mayo. Por lo tanto, desde un inicio los servicios ecosistémicos que brindaban, como la producción de materia orgánica y humus en suelos y el aprovisionamiento de agua, dieron lugar a la agricultura comercial en el estado.

Particularmente, en Valle del Yaqui (VY) se inició la llamada “revolución verde” en los años 50, que consistió en una mayor mecanización, uso de

semillas mejoradas, insecticidas, fertilizantes y el uso de las grandes obras de infraestructura de irrigación construidas previamente sobre los ríos Yaqui y Mayo (Figura 1). Antes de la expansión agrícola, la vegetación dominante era matorral xerófilo, sin embargo, posterior a 1976, esta región se transformó a una vegetación hidrófila por el desarrollo de un sistema de irrigación y zonas de cultivo (Rohwer et al., 2015).

Junto con el cambio de vegetación, también hubo un cambio en la diversidad de aves, ya que se desplazaron hacia las orillas de los valles las especies desérticas, mientras que dentro de los valles agrícolas ahora se encuentran especies de hábitat acuático y ripario que han llegado atraídas por la abundancia de alimento y de hábitat para anidación. Por ejemplo, el cuco de pico amarillo (*Coccyzus americanus*), la golondrina risquera (*Petrochelidon pyrrhonota*), el vireo de Bell (*Vireo bellii*) y el bolsero castaño (*Icterus spurius*), cuyas poblaciones han disminuido drásticamente en Estados Unidos y Canadá, mientras que ahora se han detectado anidando en zonas agrícolas del noroeste de México (Rohwer et al., 2015), por lo que hay interés en conocer la diversidad de aves en estas zonas agrícolas y las posibles amenazas que enfrentan.

Como resultados de los censos de aves, obtuvimos un registro de 137 especies correspondientes a 40 familias y 109 géneros, lo que representa un 25% de la biodiversidad del estado de Sonora. Comparando los sitios de vegetación xerófila con la zona agrícola, observamos una diferencia significativa en el número de individuos (4159 vs. 9 899), respectivamente. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el número de especies (103 vs. 93), respectivamente. Detectamos especies en reproducción de importancia para la conservación como los mencionados previamente, además de 4 especies acuáticas en peligro: el pato mexicano (*Anas diazi*), zambullidor menor (*Tachybaptus dominicus*), picopando canelo (*Limosa fedoa*) y playero occidental (*Calidris mauri*) y otras 6 especies listadas en la NOM-059-Semarnat-2010.

En cuanto a las características paisajísticas del VY, caracterizamos 9 tipos de uso de tierra, 8 clasificaciones de vegetación de borde y 11 elementos físicos. Se detectó un mayor número de especies de aves en los tipos de uso de tierra clasificados como “trigo_cosechado_con maíz” seguido por “varios cultivos”. Por otro lado, se encontró un mayor número de individuos en

los sitios clasificados como “trigo inmaduro”. Estos análisis confirman que una variedad de cultivos atrae a un mayor número de especies de aves, al contrario de lo observado con el monocultivo del trigo, el cual atrae a pocas especies, pero con muchos individuos, resultando en grandes grupos de aves que se pueden considerar como plaga y resultan en pérdidas económicas para los agricultores.

En cuanto a la pregunta sobre las amenazas que enfrentan estas poblaciones de aves, el resultado de los estudios eco toxicológicos demuestra que las aves colectadas durante la temporada de fumigación en el VY disminuyeron alrededor de un 30% la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, la cual se encarga de la transmisión de las señales nerviosas y su disminución afecta el vuelo, la localización de alimento, la reproducción, etc., y puede causar la muerte si la disminución llega a un 80%. También se detectó un aumento en la frecuencia de prolongaciones nucleares y anormalidades en eritrocitos policromáticos, un biomarcador de genotoxicidad aguda que señala daños irreversibles en el material genético de las aves (Gil, 2024). Estos resultados indican que las aves del VY están siendo afectadas por la exposición a plaguicidas. Aún no podemos determinar con certeza que esta región se pueda clasificar como una “trampa ecológica” (Hale y Swearer, 2016), ya que es necesario determinar si se están afectando las poblaciones de aves, por lo que se necesita continuar con los estudios, sin embargo, es una advertencia que nos indica un riesgo potencial.

Las aves son un indicador de la salud de todos los organismos que habitan en esa región incluyendo al ser humano, y también responden rápidamente al manejo que se tenga de un agroecosistema, por lo tanto, si queremos mantener los servicios ecosistémicos que nos proveen las aves, como son el control de plagas, la polinización, la fertilización, entre otras, es importante que se transite hacia una agricultura regenerativa, en donde se regule el uso de agroquímicos, utilizando los menos tóxicos para que se regenere el suelo con biofertilizantes, se siembre una variedad de cultivos en lugar de un monocultivo, y se mantenga la vegetación de borde y zonas riparias dentro del valle.

Biodiversidad en la pesca

La diversidad marina presente en el litoral sonorense es un componente importante en la estrecha relación que existe entre la producción pesquera sostenida, el valor económico asociado a la producción y las comunidades costeras resilientes. El estado de Sonora es el líder nacional de producción pesquera y acuícola, con ocho puertos que producen alrededor del 39% de la pesca del país (INEGI, 2023).

Aunque las pesquerías de la sardina, anchoveta, curvina, berrugata, macarela y camarón acumulan la mayor parte de la producción pesquera, en el litoral sonorense se extraen más de 180 especies marinas agrupadas en 57 recursos pesqueros artesanales e industriales (GES, 2024). La pesca en Sonora generó una producción de más de 844 miles de toneladas, con un valor de 3,510 millones de pesos en 2023 (GES, 2024). Las oficinas pesqueras de Guaymas, Bahía Kino, Ciudad Obregón y Huatabampo concentran la mayor producción pesquera y valor económico en el estado (GES, 2024). La importancia económica de la producción pesquera es aún mayor cuando se considera la participación laboral de más de 23 mil pescadores, 62 plantas pesqueras, 329 embarcaciones mayores y 6 mil 146 embarcaciones ribereñas. Mucha de la actividad productiva en la pesca se concentra en comunidades ribereñas con evidente disparidad en el desarrollo e infraestructura disponible y, por lo tanto, el bienestar de las familias.

Existe el registro de más de 6 mil especies marinas en el litoral de Sonora. De este total, se estima que 180 especies se capturan comercialmente, aunque el esfuerzo pesquero se ha centrado en un componente menor debido a su disponibilidad y abundancia (GES, 2024). Entre estas se encuentran los peces pelágicos menores, curvinas, berrugata, sierra y el camarón. Los registros oficiales de pesca para el estado reportan capturas para 57 recursos pesqueros. Cada uno de estos recursos pesqueros puede incorporar una o más especies, es así como el recurso curvina es más bien un grupo de varias especies de la familia *Scianidae* y el recurso mantarraya incluye varias especies de más de una familia de rayas. Por lo tanto, la producción pesquera en Sonora está soportada por una mayor diversidad de la reportada oficialmente que, por un lado, aporta resiliencia al sistema productivo al no depender de una o pocas especies y, por otro lado, resalta la importancia de la

visión del manejo basado en el ecosistema más que el enfoque en especies específicas.

La mayor diversidad marina a lo largo del litoral sonorense se identificó en las zonas de humedales, las bahías y las islas adyacentes a la costa (Figura 2). Por ejemplo, considerando únicamente el componente de peces marinos, la región costera de Guaymas y Empalme, y el polígono formado por Bahía Kino e Isla Tiburón han registrado hasta 665 especies que, en contexto, representan el 72% del total registrado para el Golfo de California (Palacios et al., 2012). El análisis con el SIG identificó estas mismas regiones con mayor presencia de humedales, que incluyen ecosistemas de manglares y de pastos marinos. Los manglares y praderas de pastos marinos son hábitats biofísicos que funcionan como zonas de crianza y cobijo, favorecen la alimentación y reproducción de las especies (Lee et al., 2014; Munguía et al., 2018). Además, se identificaron arrecifes rocosos e islas cercanas a la costa en estas mismas regiones, lo cual favorece el establecimiento de especies marinas al formar corredores conectados dentro del mismo hábitat.

Los arrecifes rocosos y las islas son considerados sitios críticos de biodiversidad. Por lo tanto, el análisis del SIG sí establece una relación entre la mayor diversidad de especies marinas y la mayor producción pesquera total evaluada, considerando las siete oficinas de arribo a lo largo de la costa de Sonora.

Finalmente, no fue posible encontrar una relación entre una mayor producción pesquera y, por lo tanto, una mayor economía asociada a las pesquerías, con indicadores de bienestar social en las comunidades costeras. Aun cuando es razonable argumentar que, a mayor producción pesquera reportada, se deberían observar mayores beneficios económicos en las comunidades costeras, la realidad es que la cadena productiva del sector pesquero es muy compleja y, generalmente, los pescadores reciben el porcentaje menor de las ventas. Además, los pescadores son quienes absorben los riesgos de una actividad económica con mucha incertidumbre. Si bien es cierto que la literatura sostiene que la “biodiversidad genera biodiversidad”, principalmente como resultado de una mayor competencia entre especies, tasas evolutivas más elevadas, mayor redundancia funcional en el ecosistema y mayor capacidad para adaptarse a cambios (resiliencia ecológica) (Briggs, 2007; Hillebrand, 2004; Walker, 1992), una mayor biodiversidad no necesaria-

mente soporta una mayor producción pesquera en todos los casos. Aún más, la biodiversidad y el bienestar social no tienen una relación directa, principalmente debido a la complejidad de las cadenas productivas y el entorno social.

Figura 6.2. *Análisis de SIG que identifica las regiones con mayor diversidad marina costera en el litoral sonorense*



Fuente: elaboración de A. Ramírez Valdez.

Biodiversidad y ganadería

La composición y el estado de los diferentes biomas que se encuentran en el territorio que hoy conforma al estado de Sonora se vieron afectados desde la llegada de los europeos a este territorio. Hay consenso entre los estudiosos respecto a que el principal promotor de la ganadería fue el padre Eusebio Francisco Kino a fines del siglo XVII (Orozco, 2009; Barceló, 2024). Los amplios pastizales fueron un poderoso imán y así nació una pujante indus-

tria ganadera y, de manera concomitante, un efecto cada vez más pronunciado en la composición florística (Molina y van Devender, 2010).

Actualmente, la ganadería representa un 3.1% del PIB estatal, con amplios reconocimientos nacionales e internacionales por su alta calidad y su reconocida certificación como hato libre de brucelosis, tuberculosis y, hasta el momento, sin presencia de gusano barrenador del ganado (*Cochliomyia hominivorax*). Más allá de las cifras macroeconómicas, la ganadería representa mucho más que eso, tanto histórica como culturalmente, y sigue siendo el pivote central de la economía rural, conformada por más de 35 mil familias con hatos de hasta 50 cabezas, mismos que representan el 90% de la fuerza productiva (Hernández et al., 2008). No obstante, tiene una clara dependencia del comportamiento de los mercados, tanto locales como de exportación, lo que, aunado a la fragilidad ante los continuos ciclos de sequía, la convierten en una actividad de alto riesgo. Dichas condiciones han provocado emigraciones que han despoblado el medio rural (INEGI, 2020).

Por otro lado, la ganadería no está exenta de impactos negativos en los ecosistemas, entre los cuales destacan los altos índices de sobrepastoreo que conducen a una notable erosión de los suelos. Además, la introducción de buffel —un zacate africano— como un intento para paliar los efectos de las sequías ha causado un agresivo desplazamiento espacial de las especies presentes en los agostaderos.

Es pertinente destacar la labor de la ganadería diversificada como una herramienta exitosa de conservación que, aunque enfatiza el cuidado de las especies de interés cinegético, de igual forma tiene un efecto sombrilla en otras especies.

Esta riqueza en biodiversidad no está circunscrita solo a la oferta cinegética, sino que se amplía a otras actividades económicas como el ecoturismo, el fototurismo, el avistamiento de fauna (aves en particular) y el turismo rural. En la demarcación geográfica mencionada arriba es posible observar al natural la concurrencia de especies de otras latitudes como: el águila real y el águila calva, las guacamayas verdes y las cotorras serranas, los pumas y los jaguares, los castores y las nutrias neotropicales, los osos negros y los coatíes, por mencionar solo algunos.

La depredación es un área de conflicto continuo entre ganaderos y carnívoros silvestres y asilvestrados, condición que está siendo atendida con una

amplia gama de buenas prácticas ganaderas, asesoramiento en gestión del seguro por depredación, monitoreo de carnívoros, como el puma, el jaguar, el oso negro y caninos ferales. El evitar la cacería furtiva garantiza una mayor disponibilidad de especies presa y, de manera concomitante, disminuye la depredación.

Otra área de oportunidad que hemos explotado entre la academia, el sector oficial y ONG es el desarrollo de proyectos productivos diseñados para mejorar la calidad de vida en el sector rural. Una manera de llevar a cabo estas mejoras es mediante acciones como el aseguramiento de la calidad de productos artesanales, como quesos y carne seca, la recuperación de recetas típicas de la región, la producción de bacanora, la producción de forraje hidropónico para paliar el efecto de la sequía, la elaboración de artesanías con materiales locales (actividad diseñada para jóvenes), y el acompañamiento a proyectos apícolas, destacando la recuperación y protección de abejas melíponas, todavía no reportadas en el estado. El epicentro de estas actividades está fuertemente ligado a la participación directa de las mujeres, quienes fungen como eje central, acompañadas de actividades puntuales por parte de los varones. No obstante, lo anterior está estrechamente determinado por el financiamiento para detonar/acompañar las acciones detalladas.

Es muy importante destacar esfuerzos realizados por particulares como la cosecha de lluvia en el Desierto de Altar, lo que se traduce en una vigorosa respuesta vegetativa, capaz de elevar la carga animal a casi 10 hectáreas por cabeza. En Suaqui Grande, la división de potreros en el pie de monte genera respuestas similares y en la Sierra de Álamos el conflicto con los depredadores se gestiona exitosamente mediante acciones orquestadas entre las comunidades, el sector oficial y nuestros esfuerzos desde la academia y las ONG concurrentes.

Lo anterior se traduce en mejoras en la calidad del hábitat con repercusiones positivas, tanto para las especies silvestres como para las condiciones del agostadero. A fin de cuentas, el bienestar del ecosistema debe estar ligado al de las familias que lo habitan, por lo que es vital dirigir esfuerzos con visión de largo aliento.

La presencia de áreas naturales protegidas garantiza espacios de conservación, tanto para especies locales como migratorias y, junto con la gana-

dería diversificada, aportan un elemento que será de vital importancia en un futuro cercano, la disponibilidad de un patrimonio genético amplio y diverso.

Actividades cinegéticas

Las actividades cinegéticas en Sonora fueron descritas por los misioneros jesuitas, como el padre Ignacio Pfefferkorn, que vino a evangelizar en el siglo XVIII y que describió no sólo la flora y fauna, sino también los hábitos de cacería de sus habitantes (Durazo, 1983). En la actualidad, estas actividades cinegéticas se pueden clasificar en tres tipos:

La primera es la cacería de subsistencia, que es la que se practica como medio de suplemento proteico de la dieta familiar en el medio rural y está representada por especies de valor cultural, étnico o tradicional como, por ejemplo, el venado cola blanca y el cochijabalí o jabalí de collar, las cuales se encuentran en casi todas las regiones del estado habitadas por comunidades étnicas, rurales, cabeceras municipales, rurales y ranchos. En estas comunidades se cazan especies menores (conejos, liebres), aunque no de manera exclusiva (Tapia, 2012).

La segunda es la cacería furtiva, la cual se practica al margen de la ley, pues no respeta periodos de veda ni el límite, sexo y edad de las piezas cobradas. Tiene un profundo efecto negativo en la composición de la fauna y representa un serio problema para la conservación de las especies (Tapia, 2012).

La tercera es la cacería deportiva bajo esquemas comerciales, la cual representa un importante ingreso de divisas al estado a través de los ranchos cinegéticos, cuya oferta se basa, principalmente, en los venados bura y cola blanca, así como el borrego cimarrón (Brewer, 2019) y, en menor grado, el jabalí de collar. Esta cacería es donde se buscan los trofeos, es decir, los animales que llegan a desarrollar características con puntajes que permitan registrarse en los libros de récords (LaSharr, 2019). También incluye las cacerías de “pluma”, como guajolote Gould, paloma de ala blanca, codorniz y faisán, o bien, la caza de aves migratorias (patos y gansos en zonas de humedales). Estos ranchos cinegéticos tienen un registro como Unidades

de Manejo Ambiental (UMAs) otorgado por la Dirección General de Vida Silvestre (Semarnat), quien regula la actividad. Este turismo cinegético genera una derrama anual de entre 800 y 1,200 millones de pesos por temporada, la cual se extiende de noviembre a marzo (Flores, 2024).

Esta actividad depende, en gran manera, de la riqueza en biodiversidad del medio ambiente, por lo que los ranchos cinegéticos están obligados a cumplir con normas en cuanto a la conservación del medio ambiente. Algunas UMAs también son ranchos ganaderos, por lo cual, en la temporada de caza, muchos potreros están solamente dedicados a las actividades cinegéticas, dejando las actividades ganaderas para otros potreros.

No obstante, ante la escasez de vigilancia por parte del Estado mexicano, la propia condición comercial de estas actividades alternativas, principalmente la actividad cinegética, es el factor que pone los límites a la cacería furtiva (CCTVSES, 2019).

Puede calificarse como excepcional el creciente interés por parte de actores de los sectores privado y social por registrarse como Áreas Dedicadas Voluntariamente a la Conservación, cuya acreditación está a cargo —igualmente— de la Semarnat (Bravo et al., 2024). De esta manera, se amplían significativamente los esfuerzos por la conservación de las especies y los ecosistemas en los que se encuentran.

Consideraciones finales

Podemos concluir que la biodiversidad del estado de Sonora permite que se generen importantes actividades productivas como la agricultura, la pesca, la ganadería y las actividades cinegéticas, que colocan al estado en los primeros lugares de productividad primaria e ingresos por este sector a nivel nacional. En el caso de la agricultura, se observa una transformación completa de los ecosistemas originales. Aún estamos determinando los impactos de esta transformación, sin embargo, se observa que, a pesar de ser un sitio con una gran diversidad de aves, estas están siendo afectadas por el uso intensivo de plaguicidas, por lo que es prioritario cambiar el modelo agrícola para lograr una agricultura sostenible.

En cuanto a la pesca, se observa una relación entre mayores capturas y sitios con mayores zonas de manglar, sin embargo, esta productividad no se refleja en una mejor calidad de vida de sus habitantes, ya que la complejidad de los mercados, así como los impactos ambientales, evita que se traduzca en un beneficio directo para la población que los explota.

En cuanto a la ganadería, se observa que las zonas de agostadero del estado han permitido una alta producción ganadera, sin embargo, el sobrepastoreo y la introducción de especies han afectado el ecosistema haciéndolo más vulnerable a sequías, lo que ha resultado en un despoblamiento del medio rural. No obstante, medidas como la ganadería diversificada, buenas prácticas ganaderas, proyectos productivos, la cosecha de lluvia, y la inclusión de las mujeres de manera transversal en todos los proyectos, han mejorado este panorama y se requiere todo el apoyo por parte del estado y particulares para poder expandirse a todo el territorio de manera exitosa.

Las actividades cinegéticas también son un importante ingreso para el estado, sin embargo, están afectadas por la cacería furtiva y actividades ilegales, que representan un serio problema para la conservación de las especies, sin embargo, estrategias como el interés de registrar más Áreas Dedicadas Voluntariamente a la Conservación son una buena señal por parte de la sociedad, pues se está relacionando el cuidado de la naturaleza con la generación de ingresos y el bienestar, lo cual son excelentes noticias para el planeta y la supervivencia del ser humano.

Referencias

- Barceló Quintín, R. O., Eusebio Francisco Kino. (junio, 11 junio, 2024). Real Academia de la Historia. <https://dbe.rah.es/biografias/15509/eusebio-francisco-kino-o-kuhl>
- Bravo, J. C., C. Castillo y J. M. Gabutti. (2024). Sonora 30X30. Reporte sobre la superficie conservada de Sonora y propuesta para implementación de la iniciativa Sonora 30x30. Wildlands Network. 20p.
- Brewer, C. E. Securing the future of bighorn sheep in Mexico. (2019). Sonora Outdoor Magazine. Consejo Consultivo Técnico de las Vida Silvestre del Estado de Sonora. p. 36.
- Briggs, J. C. (2007). Marine longitudinal biodiversity: causes and conservation. *Diversity & Distributions*, 13, 544-555.
- Clergue, B., B. Amiaud, F. Pervanchon, F. Lasserre-Joulin y S. Plantureux. (2005). Biodi-

- versity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Hal*, 25(3), 1-15. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_21
- CONABIO-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2024a). México, biodiversidad que asombra. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/mexico-biodiversidad-que-asombra>
- . (2024b). Formato vectorial compuesto por 4 archivos (shp, shx, dbf, prj); Acceso en línea: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis>
- Consejo Consultivo Técnico de la Vida Silvestre el Estado de Sonora (CCTVSES). 2019. Desert bighorn sheep Sonora wildlife department conservation program. pp. 30-35.
- Flores, J. M. (2024). Temporada de caza en Sonora, estas son las especies permitidas en México. <https://notipress.mx/actualidad/temporada-caza-sonora-especies-permitidas-en-mexico-19639#>
- GBIF. Global Biodiversity Information Facility. (10 abril 2024). GBIF occurrence download.
- GES. Gobierno del Estado de Sonora. (2024). Datos abiertos, sección de pesca. Portal de internet del Gobierno del Estado de Sonora, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Agricultura, en colaboración con Oficina de Información Agropecuaria, Pesquera y Acuícola del Estado de Sonora (OIAPEs). Consultado en abril de 2024: <https://www.sonora.gob.mx/datos/pesca>
- Gil Mendoza, L. G. (2024). *Biomarcadores de toxicidad por plaguicidas y su relación con la salud en las aves del Valle del Yaqui, Sonora, México*. [Tesis de doctorado en ciencias, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.]
- Glenn, E. P., F. Zamora-Arroyo, P. L. Nagler, M. Briggs, W. Shaw y K. Flessa. (2001). Ecology and conservation biology of the Colorado River Delta, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 49, 5-15.
- Hale, R. y S. Swearer. (2016). Ecological traps: current evidence and future directions. *Proceedings of the Royal Society B*, 283, 1-8 pp. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.2647>
- Hernández, M.C., A. Andablo y A. Ulloa. (2008). Diagnóstico de la sociedad rural sonorense. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.; Congreso del estado de Sonora; Gobierno del estado de Sonora, 219 pp.
- Hillebrand, H. (2004). On the Generality of the Latitudinal Diversity Gradient. *The American Naturalist*, 163(2), 192-211.
- INEGI. (2023). Anuario de estadísticas por entidad federativa. México. (10 junio 2024). <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463910534>
- . (2020). Censo de población y vivienda. (11 junio 2024). <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/son/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=26#:~:text=Sonora&text=79%20%25%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20vive,localidades%20rurales%20y%204%2C189%20urbanas>
- LaSharr, T. N., R. A. Long, J. R. Heffelfinger, V. C. Bleich, P. R. Krausman, R. T. Bowyer, J. M. Shannon, R. W. Klaver, C. E. Brewer, M. Cox, A. A. Holland, A. Hubbs, Ch. P. Lehman, J. D. Muir. B. Sterling y K. L. Monteith. (2019). Hunting and mountain sheep: Do current harvest practices affect horn growth? *Evolutionary Applications*. DOI: 10.

- 1111/eva.12841 Acceso en línea: <https://monteithshop.org/es/finished-projects/harvest-records-project/>
- Lee S. Y., J. H. Primavera y F. Dahdouh-Guebas. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Global Ecology Biogeography*, 23, 726-43.
- Loreau, M. (2000). Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advances. *Oikos*, 91, 3-17.
- Martínez Yrizar, A., R.S. Felger y A. Búrquez. (2010). Los ecosistemas terrestres: un diverso capital natural. En: Molina Frenier, F.E. y T.R. van Devender (Ed.) *Diversidad biológica de Sonora* (pp.129-157). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Molina Frenier, F. E. y T. R. van Devender. (2010). *Diversidad biológica de Sonora*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno Sarabia, C. (2023). *Caracterización de la comunidad de aves y sus hábitats en el Valle del Yaqui, Sonora*. [Tesis de licenciatura en biología. Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui].
- Munguia Vega, A., A. L. Green, A. N. Suarez Castillo, M. J. Espinosa Romero, O. Aburto Oropeza, A. M. Cisneros Montemayor et al. (2018a). Ecological guidelines for designing networks of marine reserves in the unique biophysical environment of the Gulf of California. *Reviews in fish biology and fisheries*, 28, 749-776.
- Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4, 355-364.
- Orozco Mora, G. 2009. Sacerdote: Ranchero y astrónomo. (11 junio de 2024). <http://www.zetatijuana.com/html/Edicion1820/Opinionez-Sacerdote.htm> 04/11/2009ZETA > Opinionez
- Palacios Salgado D., L. Burnes Romo, J. Tavera y A. Ramírez Valdez A. (2012). Endemic fishes of the Cortez Biogeographic Province (eastern Pacific Ocean). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 42(3), 153-164.
- Pfefferkorn, I.; traducción de A.H. Durazo. (1983). Descripción de la provincia de Sonora. Libro 2o. Hermosillo, Sonora, México, Gobierno del Estado de Sonora.
- Ralph, C., G. Geupel, P. Pyle, T. Martin, D. DeSante y B. Milá. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture.
- Rowher, S., E. Grason y A. G. Navarro-Singüenza. (2015). Irrigation and avifaunal change in coastal Northwest Mexico: has irrigated habitat attracted threaten migratory species? *PeerJ*, 3, <https://doi.org/10.7717/peerj.1187>
- Schläpfer, F., B. Schmid e I., Seidl. (1999). Expert estimates about the effects of biodiversity on ecosystem processes and services. *Oikos*, 84(2), 346-352. <https://doi.org/10.2307/3546733>
- Tapia Landeros, A. (2013). De la ganadería a la cinegética: Transformación de roles e identidades en el Desierto de Sonora. *Culturales*, 1(1), 107-142.
- Walker, B.H. (1992). Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*, 6:18-23.