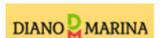




Gestión de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos: Guía de gestión para Perú



Índice

¿Qué es la biodiversidad y cómo apoya a la sociedad, la economía y a los servicios ecosistémicos?	1
Biodiversidad, resiliencia en los ecosistemas y conectividad del paisaje	1
Adopción de un enfoque basado en el paisaje para la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos	2
Uso de modelos de servicios ecosistémicos para informar la gestión de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos	3
Uso de los mapas de servicios de los ecosistemas para informar las decisiones de gestión	5
Biodiversidad en la región de La Libertad	10
La biodiversidad y los servicios ecosistémicos	14
Presiones que afectan a la biodiversidad	15
Presiones que afectan a la biodiversidad en la región de La Libertad	16
Políticas existentes para manejar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos	17
Objetivos nacionales de biodiversidad	17
Mecanismos nacionales para promover y proteger la biodiversidad	18
Estrategia Regional de Diversidad Biológica y Plan de Acción para La Libertad 2019-2020	19
Referencias	21

Mención

McQuatters-Gollop, A., Smith, M.A.E. and Parker, J.A., 2020. La Gestión del biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos: Guía de gestión para Perú. Proyecto EO4cultivar. UK Space Agency International Partnership Programme.

Agradecimientos

El equipo del proyecto EO4cultivar desea agradecer a los socios peruanos por su aportación y entusiasmo para facilitar el acercamiento de las organizaciones locales al proyecto. Nuestro agradecimiento va dirigido a Dr. Alfonso Orellana García, Jesús Ormeño y a Marvin Torres de la Universidad de Ica y de la Universidad de San Marcos por su ayuda con el trabajo de campo en las zonas de estudio y a las organizaciones que contribuyeron al taller de los grupos de interés.

EO4cultivar está cofinanciado por el International Partnership Programme (IPP) de UKSA y por socios del proyecto. IPP usa el conocimiento en soluciones, aplicaciones y capacidad basadas en el espacio para proporcionar un beneficio económico o social sostenible a las naciones emergentes y a las economías en desarrollo. IPP es financiado por el Fondo Global Challenges Research (GCRF, por sus siglas en inglés), un fondo de £1.5 mil millones anunciado por el Gobierno Británico, que apoya la investigación e innovación de vanguardia sobre los problemas mundiales que afectan a los países en desarrollo. El GCRF forma parte del compromiso de Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) del Reino Unido. Imagen©EO4cultivar.

Gestión de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Esta guía proporciona información contextual sobre la función que cumple la biodiversidad en brindar beneficios naturales a los seres humanos, también conocidos como servicios ecosistémicos. Este documento, desarrollado por JNCC, demuestra cómo los mapas de servicios ecosistémicos producidos por Environment Systems para el proyecto EO4cultivar pueden ser usados para ayudar a informar la toma de decisiones a través de la implementación de la gestión basada en ecosistemas.

¿Qué es la biodiversidad y cómo apoya a la sociedad, la economía y a los servicios ecosistémicos?

La diversidad biológica (bio-diversidad) es un término usado para describir la variabilidad entre los organismos vivos de los ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos. Incluye la diversidad entre las especies, entre las distintas especies y los ecosistemas a los que pertenecen².

La biodiversidad interactúa con el medio ambiente abiótico en distintos niveles (esto es; suelos, minerales, agua, condiciones atmosféricas, etc.), todos los cuales difieren entre los lugares para crear ecosistemas únicos. 'Ecosistema' describe el complejo dinámico de las comunidades de plantas, animales y microorganismos y el entorno abiótico no viviente, funcionando como un sistema completo.

Los ecosistemas de los planetas sostienen toda la vida en la Tierra, por lo tanto, se puede considerar que proporciona bienes y servicios del ecosistema de los que dependen los seres humanos y la economía global. La biodiversidad ha disminuido rápidamente en los últimos 50 años, lo que afectará a la prestación de muchos servicios de los ecosistemas y repercutirá en los beneficios que las personas reciben de la naturaleza³.

Perú es un punto crítico de biodiversidad mundial y alberga más de 20,000 especies de animales y más de 5,500 especies de plantas⁵. Perú alberga al 10% de las especies globales y ocupa el primer lugar en diversidad de peces, el segundo en diversidad de aves, el cuarto en diversidad de anfibios y el quinto en diversidad de mamíferos, a nivel mundial⁴. Aunque la biodiversidad aumenta en Perú, también lo hace el número de especies amenazadas, con 850 especies de plantas y animales clasificadas como vulnerables, en peligro o en peligro crítico⁷. Los ecosistemas de Perú también son diversos e incluyen llanuras, montañas, estribaciones andinas costeras, bosques tropicales, bosques secos, humedales y páramos⁵. Treinta de los 32 climas del mundo se encuentran en Perú, y las temperaturas van desde menos de 0°C en los Andes hasta 38°C en el desierto del Pacífico norte⁸.

Biodiversidad, resiliencia en los ecosistemas y conectividad del paisaje

Los ecosistemas biodiversos se mantienen gracias a funciones que operan a escala de especie, de comunidad ecológica y de paisaje. Estas funciones ayudan a los ecosistemas a resistir perturbaciones negativas, como las invasiones de especies invasoras o los brotes de plagas, o les permiten recuperarse rápidamente después de que se haya producido una perturbación, por ejemplo, tras una inundación o un incendio¹⁰. Los rasgos ecológicos se refieren a la forma en que un organismo interactúa con el medio ambiente y con otras especies. Estos rasgos varían entre las especies del ecosistema, de modo que cuanto más biodiverso sea un ecosistema, más resistente a las perturbaciones, más probable es que se recupere de ellas, y hay más probabilidades de que el ecosistema siga proporcionando servicios de ecosistema.

La conexión de un tipo de hábitat con otro hábitat similar determina el grado de dispersión de las especies en el ecosistema. Si hay una gran conectividad entre los hábitats, las especies de la zona circundante pueden dispersarse fácilmente en la zona y colonizarla, ayudando a mantener la comunidad y apoyar la función y la resistencia del ecosistema. Por el contrario, los hábitats aislados pueden tener una función disminuida, lo que les hace menos capaces de adaptarse a los cambios y, por lo tanto, menos resistentes; lo que significa que los servicios de los ecosistemas que prestan también son menos estables¹¹. Si bien en general se considera que la conectividad es un factor positivo, también puede facilitar la propagación de plagas y la invasión de especies exóticas, lo que puede ser una amenaza para la biodiversidad.

Adopción de un enfoque basado en el paisaje para la gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

Se necesitan a los sistemas agrícolas sostenibles y resilientes para alimentar a la población humana, pero una de las consecuencias de la intensificación agrícola ha sido la simplificación del terreno y la pérdida de biodiversidad. Los campos de producción suelen contener sólo monocultivos de alto rendimiento y muy poco hábitat no agrícola. Esto ha llevado a que las áreas de hábitat natural se reduzcan en gran medida y se vuelvan más fragmentadas.

Existen numerosas fuentes de pruebas que demuestran que la diversidad de plantas, aves, mamíferos y artrópodos ha disminuido drásticamente en los paisajes agrícolas. Además de la reducción de la riqueza de especies, también están disminuyendo los rasgos ecológicos y la diversidad funcional. Hay claros indicios de que los servicios vitales de los ecosistemas, como la polinización^{12; 13}, supresión de plagas^{14; 15} y la recarga de las aguas subterráneas^{16; 17} en los paisajes agrícolas intensificados están siendo severamente impactados¹⁹.

Es probable que en el futuro se necesiten paisajes multifuncionales para mantener una productividad agrícola sostenible a largo plazo, y al mismo tiempo apoyar la biodiversidad, la función ecológica y los servicios de los ecosistemas. Para mitigar las tendencias actuales de pérdida de biodiversidad y de función de los ecosistemas, se requerirán medidas para alterar la estructura del paisaje a escalas mucho mayores que las de las explotaciones individuales. Esto requerirá un enfoque coordinado de múltiples interesados y específico para cada contexto para asegurar que el diseño del paisaje aborde la multitud de requisitos de manera sostenible y eficiente (Tabla 1). Las herramientas principales que se necesitan para facilitar este enfoque son la cartografía del paisaje y la modelización de los servicios de los ecosistemas, tales como los productos desarrollados en EO4cultivar.

Tabla 1. Niveles relativos de los servicios ecosistémicos proporcionados por los paisajes bajo diversos niveles de intensidad de gestión. Los posibles objetivos de gestión se reflejan en el contexto de paisaje. En todos los casos, se requiere la preservación o el mejoramiento de los servicios de regulación y mantenimiento de los ecosistemas para mantener todos los demás servicios. Adaptado de Landis (2017).¹⁹

Tipo de terreno	Características del servicio ecosistémico y posibles objetivos de gestión
Altamente intensificado	<p>Servicios ecosistémicos: Los altos servicios de aprovisionamiento (es decir; la producción de alimentos), a menudo proporcionan bajos niveles de servicios de regulación, mantenimiento o de ecosistemas culturales.</p> <p>Objetivo de gestión: Restaurar la integridad ecológica para mantener los altos niveles de producción y mitigar los impulsores de los impactos ambientales negativos.</p>

Moderadamente intensificado	<p>Servicios ecosistémicos: A menudo proporcionan un conjunto equilibrado de servicios. Si bien los rendimientos de la producción pueden ser más modestos que los de las zonas de ordenación intensiva, otros servicios de los ecosistemas, como la retención del suelo, la infiltración de agua y las oportunidades de recreación son relativamente más altos.</p> <p>Objetivo de gestión: Aumentar el uso sostenible y mejorar la multifuncionalidad general del paisaje.</p>
Poco intensificado	<p>Servicios ecosistémicos: Los rendimientos de la producción son comparativamente bajos, pero esto se compensa con el aumento de los servicios de regulación, mantenimiento y cultura de los ecosistemas.</p> <p>Objetivo de gestión: Debe evitarse la producción en las zonas clave de biodiversidad o en los hábitats prístinos para mantener la función y la resiliencia (capacidad de recuperación) del paisaje. Si se van a aumentar moderadamente los servicios de aprovisionamiento, esto debe hacerse de manera que se mantengan los niveles actuales de prestación de otros servicios ecosistémicos; reconociendo que probablemente habrá compensaciones en términos de pérdidas de estos otros servicios ecosistémicos.</p>

Uso de modelos de servicios ecosistémicos para informar la gestión de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos

El proyecto EO4cultivar ha modelado la prestación de servicios de los ecosistemas y ha elaborado mapas de servicios de los ecosistemas. Estos pueden contribuir a informar las intervenciones de ordenación basadas en los ecosistemas que apoyan la gestión sostenible de la biodiversidad en los paisajes de producción y las zonas circundantes. Los mapas de hábitats y servicios específicos de los ecosistemas pueden utilizarse para ayudar a los que manejan las tierras a identificar los mejores lugares para mejorar la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios que proporcionan a escala de paisaje y de finca individual.

Los modelos utilizan múltiples conjuntos de datos a varias escalas diferentes. Al interpretar los mapas, los usuarios deben tener en cuenta los datos de origen y la escala en la que se han capturado los datos de origen. Antes de iniciar cualquier intervención se debe realizar una visita al lugar y una evaluación del impacto.

- **Mapa de hábitats** – Este mapa ha sido producido para la región de estudio del área de interés, que está situada dentro del Departamento de La Libertad en la costa del Pacífico al norte de Perú. El área de interés se centra en torno a la cuenca hidrográfica de Virú e incluye humedal, bosque y matorral **hábitats**. El mapa de hábitats ayuda a proporcionar una línea de base del tipo, extensión y distribución de los usos actuales de la tierra y las diferentes clases de hábitats y ayuda a detectar los cambios a lo largo del tiempo. El mapa puede utilizarse para ayudar a fundamentar las decisiones a nivel de paisaje y de explotación agrícola ayudando a orientar las posibles prácticas de uso sostenible de la tierra que tengan en cuenta los hábitats naturales.
- **Lugares con hábitat de importancia clave para la biodiversidad** - Este mapa muestra áreas de hábitat natural o seminatural, que probablemente contengan altos niveles de biodiversidad. Es probable que estas áreas apoyen los servicios de los ecosistemas como el mantenimiento de la calidad del suelo y la polinización, el suministro de alimentos y la regulación de las aguas superficiales. Estos hábitats son componentes básicos de las redes ecológicas, que ayudan a facilitar el flujo de

genes entre las poblaciones de especies y a aumentar la resiliencia ecológica a las perturbaciones ambientales.

- **Lugares que ofrecen múltiples beneficios de servicios ecosistémicos: áreas clave para la biodiversidad y la regulación de las aguas superficiales** – Este mapa identifica áreas de fuente de **matorral, Bosque, y humedal hábitats** que coinciden con áreas que proporcionan una alta regulación de las aguas superficiales. La estructura y la naturalidad de la vegetación de estas zonas proporciona un alto valor de biodiversidad, mientras que las características físicas de los organismos vivos se combinan con las características del suelo, la geología y la topografía y juntas proporcionan altos niveles de regulación de las aguas superficiales.
- **Oportunidades para mejorar la regulación de las aguas superficiales** - Este mapa muestra los sitios con cobertura de tierras con tierra de cultivo, matorral, y bosque clasificación de la tierra en los que podrían aplicarse intervenciones de gestión para mejorar la regulación de las aguas superficiales a fin de reducir el flujo de la escorrentía hacia corrientes de agua.
- **Conectividad de la Red Ecológica - ecosistemas de bosque, matorral y humedal**- Estos tres mapas muestran las redes ecológicas existentes para diferentes hábitats dentro de las cuales las especies vegetales y animales pueden desplazarse para mantener la diversidad genética y sostener poblaciones viables que aseguren el mantenimiento y la resistencia de los ecosistemas. Es probable que la red central proporcione niveles más altos de servicios ecosistémicos, como la capacidad de limpiar el agua o regular la escorrentía, proporcionar recursos naturales y apoyar las actividades humanas de valor cultural (por ejemplo; el ecoturismo). Dentro de la red, es probable que las intervenciones de restauración del hábitat sean más eficaces, ya que se dispondrá de propágulos, polinizadores, dispersores de semillas y otras especies importantes para colonizar y mantener las zonas recién restauradas.
- **Oportunidades para fortalecer las redes ecológicas** - Estos dos mapas muestran los lugares donde debería ser posible restaurar o crear nuevos hábitats para reforzar las redes ecológicas existentes y mejorar la diversidad biológica y genética. Es probable que la inversión en la restauración o mejora de los ecosistemas en estas zonas dé resultados más rápidos, requiera menos mano de obra y sea menos propensa a fracasar y, por lo tanto, proporcione una inversión de recursos más eficaz.
- **Oportunidades para prestar múltiples servicios ecosistémicos: conectividad ecológica y regulación de las aguas superficiales** - El mapa muestra los lugares donde debería ser posible restaurar o crear nuevos hábitats para fortalecer las redes ecológicas de pastizales, humedales o bosques existentes para mejorar la biodiversidad, y al mismo tiempo aumentar el nivel de regulación de las aguas superficiales. La regulación de las aguas superficiales y la biodiversidad son importantes servicios ecosistémicos por derecho propio. La identificación de los lugares que proporcionan múltiples servicios de ecosistemas puede ayudar a informar el proceso de toma de decisiones a la hora de priorizar las áreas para la acción de gestión de la tierra y ofrecer la mejor relación costo-calidad.

Uso de los mapas de servicios de los ecosistemas para informar las decisiones de gestión

La tabla 2 ofrece ejemplos de la forma en que los resultados de los servicios ecosistémicos mapeados pueden utilizarse para fundamentar las medidas de ordenación basadas en los ecosistemas a fin de ayudar a conservar la biodiversidad y mantener los servicios de los ecosistemas que apoyan la producción agrícola.

Los resultados modelados pueden utilizarse para considerar otras industrias que podrían beneficiarse de la gestión basada en los ecosistemas. Por ejemplo, la restauración de humedales podría apoyar la pesca local y el mejoramiento de los bosques podría ofrecer oportunidades para la agroforestería o el ecoturismo. Los matorral y Bosque protegidos y restaurados también apoyan a los polinizadores y a las especies que ofrecen protección natural contra las plagas de los cultivos⁶.

Las zonas deben someterse a evaluaciones posteriores de viabilidad y de impacto. Por ejemplo, una reforestación mal planificada que convierta los actuales hábitats de pastizales o humedales ricos en biodiversidad puede resultar en una pérdida de la función general del ecosistema en todo el paisaje²⁰.

En toda actividad se deben tener siempre en cuenta las políticas y la legislación ambientales existentes, en particular las relativas a las zonas protegidas a nivel nacional e internacional. Éstas se examinan en la sección final del presente documento.

Tabla 2 – Cómo utilizar los mapas de servicios ecosistémicos para mejorar la biodiversidad.

Tipo de medida	Cómo usar el mapa	Orientación para la gestión integrada
Mejorar y restaurar las zonas naturales para reducir la exposición a los riesgos ambientales.	<p>Consulte el mapa de hábitats y el mapa que muestra áreas de importancia clave para la biodiversidad. Úselos para identificar los tipos de hábitat que deben ser un enfoque prioritario para los esfuerzos de restauración.</p> <p>Consulte los mapas que muestran la capacidad de la tierra para moderar la escorrentía de aguas superficiales y las áreas clave para la biodiversidad y la regulación de las aguas superficiales. Identificar las áreas que proporcionan beneficios tanto a la regulación del agua como a la conservación de la biodiversidad.</p>	<p>En este contexto, la restauración de actividades en la cuenca alta y media puede disminuir el flujo a través de sistemas y brindar beneficios, tales como, reducir el riesgo de inundación a una zona más amplia en la cuenca baja.</p> <p>Las intervenciones más localizadas y en pequeña escala pueden proporcionar resiliencia a los fenómenos de inundación a nivel de finca o de ciudad.</p> <p>Las opciones de medidas de gestión específicas pueden incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservación de las zonas de hábitats centrales y evitar la perturbación de las zonas que sustentan los servicios de los ecosistemas. • Reforestación en la cuenca superior para disminuir el flujo de agua a través de la cuenca. • Preservación de matorral para que actúen como llanuras de inundación

Tipo de medida	Cómo usar el mapa	Orientación para la gestión integrada
	<p>Consulte los mapas de conectividad ecológica para identificar las áreas en las que la restauración puede mejorar la conectividad entre los parches de hábitat fragmentados.</p> <p>Observe los mapas que muestran oportunidades de mejorar la regulación de aguas superficiales en la cuenca y haga una referencia cruzada con el mapa que muestra las oportunidades para prestar múltiples servicios ecosistémicos; esto es, la conectividad ecológica y la regulación de las aguas superficiales.</p> <p>De ser posible, seleccione zonas que beneficien a las principales zonas de biodiversidad, que mejoren la conectividad y contribuyan a la regulación de las aguas superficiales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Protección y restauración de los bosques para luchar contra la desertificación • Restauración del hábitat ribereño para disminuir el flujo de agua hacia el canal principal • Restauración de humedales para proporcionar protección costera aumentando la capacidad de la tierra para almacenar las aguas de las inundaciones.
<p>Mejorar y mantener la resiliencia de los ecosistemas y la sostenibilidad del paisaje mediante la mejora de la biodiversidad existente en el paisaje</p>	<p>Usar el mapa de hábitats para identificar los tipos de hábitats naturales que existen en el paisaje.</p> <p>Consulte los mapas de conectividad ecológica para identificar cuán bien conectadas están las diferentes áreas naturales.</p> <p>Utilice el mapa que muestra los lugares de gran importancia para la biodiversidad y las oportunidades de mejorar la conectividad</p>	<p>Considere la mejora y la protección de las zonas 'naturales'. Esto puede hacerse mediante la creación de barreras adecuadas alrededor de los márgenes del campo, como lo exigen algunos programas de certificación de sostenibilidad. Global G.A.P. sugiere que los productores deben planificar la conversión de zonas improductivas (por ejemplo; las zonas húmedas de baja altitud, los bosques, las zonas de suelo empobrecido, etc.) en zonas de conservación para el fomento de la flora y la fauna naturales.</p> <p>Identificar las áreas en las que la restauración del ecosistema (por ejemplo; restauración de marismas y</p>

Tipo de medida	Cómo usar el mapa	Orientación para la gestión integrada
	<p>para identificar las zonas en las que las intervenciones mejorarán la integridad del ecosistema mediante la mejora de la conectividad del hábitat.</p> <p>Utilice este proceso para sacar conclusiones sobre la resiliencia de los diferentes sitios y el posible riesgo de que disminuyan y den lugar a la pérdida de la prestación de servicios ecosistémicos.</p>	<p>humedales fluviales, y reforestación de bosque, especialmente en los barrancos) puede brindar conectividad al hábitat pero también proporcionar sombra a los canales de irrigación para reducir la evaporación durante las altas temperaturas, mejorar la estabilidad de las riberas para reducir la sedimentación durante los eventos de lluvia, prevenir la desertificación mediante la estabilización de los suelos y la retención del agua con árboles y otra vegetación, y mejorar la protección de la costa con la vegetación de las marismas.</p> <p>La planificación estratégica que mejore la conectividad mejorará la extensión general del hábitat y aumentará la capacidad de recuperación del ecosistema al permitir que las comunidades funcionales permanezcan en el paisaje reduciendo la fragmentación del hábitat, y aumentando la resiliencia de los ecosistemas a las perturbaciones.</p> <p>Las intervenciones pueden considerar la entrega de múltiples beneficios de los servicios ecosistémicos para asegurar el máximo impacto de la inversión en actividades diseñadas para mejorar la biodiversidad, a la vez que se mejora la resiliencia de los paisajes multifuncionales.</p>
<p>Establecer policultivos biodiversos para mejorar los servicios ecosistémicos</p>	<p>Utilice el mapa de hábitats y el mapa que muestra lugares de importancia clave para la biodiversidad para ubicar tierras degradadas o improductivas que podrían mejorarse mediante el establecimiento de policultivos de bajos</p>	<p>Para adaptar los policultivos adecuados a los recursos disponibles y a las condiciones ambientales será necesario que los sistemas estén compuestos por una mezcla de especies adecuadas.</p> <p>Las especies incluidas en este tipo de gestión deberán ser consideradas tanto por su valor comercial directo como por el valor de su función ecológica.</p>

Tipo de medida	Cómo usar el mapa	Orientación para la gestión integrada
	<p>insumos, orgánicos, de tierras marginales que tengan un impacto bajo y mejoren la integridad ecológica²¹.</p> <p>Consultar los mapas de conectividad ecológica y los mapas de regulación del agua para identificar dónde el diseño del paisaje podría mejorar la resiliencia de los ecosistemas y ofrecer múltiples servicios ecosistémicos.</p>	<p>Los sistemas de cultivo deberán basarse en policultivos perennes y pueden incluir café bajo sombra, huertos mixtos, árboles mixtos y callejones de cultivo, cultivos mixtos o pastos²².</p> <p>Los agroforestales pueden proporcionar una matriz de hábitat de alta calidad en paisajes fragmentados. La agricultura en terrazas favorece la agrobiodiversidad aumentando el rendimiento de cultivos importantes como la papa y el maíz reduciendo también la erosión del suelo, aumentando su calidad, y facilitando su adaptación al cambio climático y a eventos de clima extremos al permitir la retención de agua²³. El contexto y la configuración del paisaje son factores importantes que deben tenerse en cuenta al establecer nuevas zonas de producción “respetuosas con la biodiversidad”²⁴</p>
<p>Restauración de hábitats degradados o de tierras improductivas para reducir la erosión del suelo y mejorar la calidad del agua</p>	<p>Consulte el mapa de erosión del suelo para identificar las zonas que presentan un alto riesgo de erosión del suelo.</p> <p>Consulte el mapa de hábitats para identificar los tipos de hábitats existentes en el área de interés, como zonas de bosque degradado, tierras de cultivo improductivas o suelo desnudo.</p> <p>Considerar los mapas de oportunidades y los mapas de conectividad ecológica para seleccionar tipos de hábitats y ubicaciones para maximizar los beneficios de la biodiversidad y los</p>	<p>Los mapas de erosión del suelo indican las fuentes de la erosión del suelo e identifican los sitios para la adopción de medidas específicas.</p> <p>La restauración debería tener en cuenta los hábitats y usos de la tierra existentes para asegurar que las actividades complementen las zonas naturales existentes y se beneficien de los efectos de la regeneración natural.</p> <p>Trabajar para restaurar la conectividad del paisaje aumentará la probabilidad de que las zonas regeneradas persistan y se adapten a los cambios ambientales.</p> <p>Opciones para medidas de gestión específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apuntar a la restauración de las laderas que presentan un alto riesgo de erosión.

Tipo de medida	Cómo usar el mapa	Orientación para la gestión integrada
	servicios ecosistémicos y aumentar la probabilidad de que la restauración persista a largo plazo.	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración de humedales y manglares para mejorar la capacidad de filtración del agua. • Proteger y restaurar bosque para mitigar la desertificación restaurando la calidad del suelo y mejorar la retención mejorando la regulación. <p>Identificar áreas de cultivo con suelo expuesto e implementar estrategias de cultivos intercalados o de cobertura para reducir la erosión del suelo y restaurar los nutrientes²⁵.</p>
Mejorar y restaurar las zonas naturales para mejorar la regulación y la disponibilidad de agua	<p>Consulte los mapas que muestran la habilidad de la tierra para moderar la escorrentía superficial y las áreas clave para la biodiversidad y la regulación superficial del agua.</p> <p>Use estos mapas junto con los de conectividad ecológica para identificar áreas donde la restauración puede beneficiar tanto a la biodiversidad como al aumento de la regulación hídrica a través del paisaje y facilitar la recarga de las aguas subterráneas.</p>	<p>Llevar a cabo una gestión de la tierra para mejorar la interceptación de las precipitaciones y aumentar la infiltración del agua en el suelo para recargar los acuíferos.</p> <p>Las opciones de gestión pueden incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plantar vegetación para atrapar la condensación en el aire y retenerla dentro del sistema hidrológico en el paisaje. • Mantener y mejorar la vegetación alrededor de los humedales y la infraestructura de riego para reducir la pérdida de agua por evaporación. • Mantener y proteger los humedales naturales y seminaturales.
Aumentar la regulación y el mantenimiento de la biodiversidad mediados por los servicios ecosistémicos (es decir; la polinización* y el control natural de plagas)	<p>Utilice el mapa de hábitats para identificar los tipos de hábitats naturales cercanos a la zona de producción que se beneficiarían de un aumento de los servicios ecosistémicos, como la polinización o la lucha natural contra las plagas de los cultivos.</p> <p>Consulte los mapas de conectividad ecológica para identificar las áreas</p>	<p>Es importante identificar las especies nativas que brindan estos servicios ecosistémicos y considerar qué condiciones ecológicas requieren para proporcionar las funciones particulares que se buscan.</p> <p>Es fundamental considerar qué cantidad de biodiversidad se requiere para prestar los servicios deseados y en qué medida esto es posible dentro de los límites de la intervención propuesta (es decir; los requisitos de hábitat, como los refugios para las especies beneficiosas).</p>

Tipo de medida	Cómo usar el mapa	Orientación para la gestión integrada
	<p>donde la restauración puede facilitar el movimiento de las especies beneficiosas a través del paisaje para mejorar la prestación de servicios ecosistémicos en áreas donde los polinizadores o los depredadores de plagas de cultivos no pueden acceder.</p> <p>* Este servicio ecosistémico no fue cartografiado específicamente. SENCE puede ser usado para producir mapas de polinización.</p>	<p>Además de los beneficios positivos, es importante tener en cuenta los posibles perjuicios que puedan producirse involuntariamente, como la introducción de especies de plaga o de especies invasoras no autóctonas.</p>

Biodiversidad en la región de La Libertad

Cinco ecorregiones distintas convergen en La Libertad: el desierto costero del Pacífico, la estepa andina (serranía esteparia), el bosque seco ecuatorial, los bosques montanos Yungas (selva alta), y la Puna (Figura 1). Cada ecorregión alberga múltiples tipos de hábitats, lo que da lugar a una gran diversidad biológica y alto endemismo en La Libertad. La altitud, junto con los factores abióticos asociados, como el clima y el tipo de suelo, determinan la biodiversidad de La Libertad²⁶.

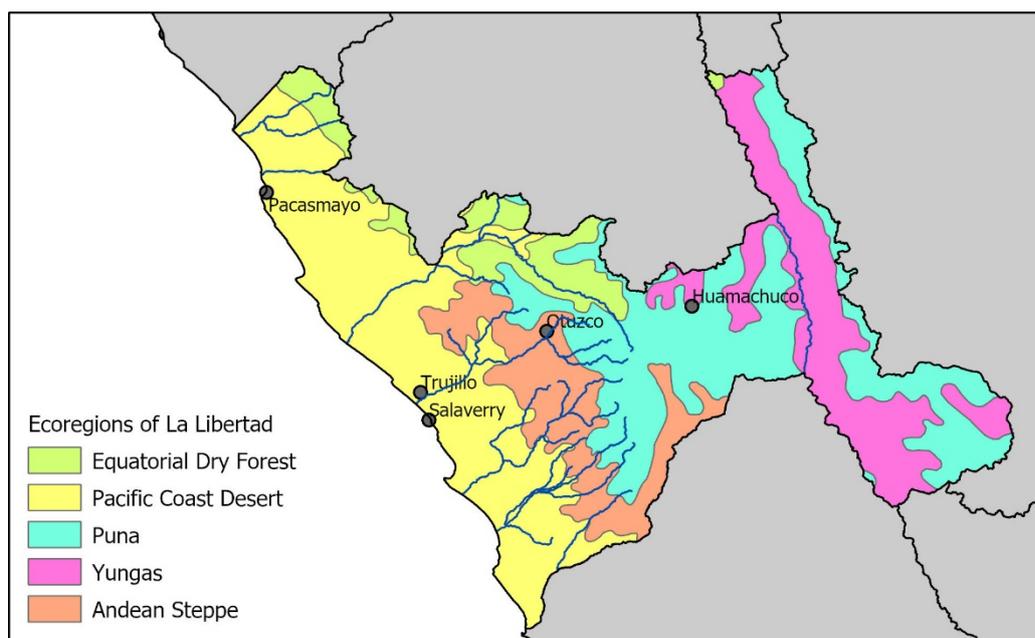


Figura 1: Cinco ecorregiones convergen en La Libertad. Datos del Ministerio del Ambiente²⁷.

El desierto costero del Pacífico (también llamado desierto de Sechura; Figura 2) va desde el mar hacia el este de la estepa andina²⁸. Esta ecorregión es principalmente plana y está formada por dunas costeras, valles fluviales y bosques de algarrobos²⁸. El clima es cálido en el verano y húmedo durante el invierno, y la región es una de los lugares más secos en la Tierra²⁹. El desierto es hogar de cactus y plantas herbáceas como el chilco y el huarango, también de zorros, murciélagos, palomas y lechuzas de arenales²⁸. Aunque el desierto en su mayor parte es árido, una característica clave es la niebla persistente que brinda humedad a las lomas²⁹. Las lomas son comunidades de plantas que dependen totalmente de la niebla para la obtención de humedad²⁹ (Figura 2). A diferencia de las regiones áridas del desierto, las lomas tienen una gran riqueza de especies con altos índices de endemismo (hasta un 40%) como resultado del aislamiento geográfico de las comunidades de lomas individuales²⁹. A lo largo de la costa del Pacífico, La Libertad cuenta con 30 áreas de humedales costeros los cuales son clave para la protección costera, que brinda hábitats para los peces de consumo comercial, es clave para el almacenamiento y la regulación de los caudales para mitigar las inundaciones y las sequías, y para la captura de carbono¹. Los humedales de La Libertad también son importantes culturalmente. Por ejemplo, los humedales de Huanchaco, provee cañas de totora (*Scirpus californicus*) que se usa para construir los caballitos de totora que son balsas de pesca tradicionales que sostienen la industria pesquera artesanal, una importante actividad de subsistencia¹.

La estepa andina se ubica entre los 1,000 y 3,000 metros sobre el nivel del mar²⁸. Esta región tiene dos estaciones bien diferenciadas: la estación seca (desde abril hasta noviembre) y la estación de lluvia (desde diciembre hasta marzo)²⁸. La estepa andina es semiárida y está cubierta de vegetación xerofítica, como bosques secos, cactus y matorrales, y a mayor altitud, se encuentra vegetación andina de altura que es dominada por pastizales y arbustos tales como el tarwi (lupines)³⁰. La flora en esta región es diversa, con especies tales como el chachacomo, capulí, huanarpo, la cantuta (la flor nacional de Perú), aliso, molle, sauce, caña, tarwi y retama^{30; 28}. La comunidad de aves contiene perdices, aves rapaces y colibríes²⁸, y entre los mamíferos de la región se incluyen al zorro andino, la vizcacha, la zarigüeya o muca-muca, el gato montés, el guanaco en peligro de extinción (Figura 2), y el venado de cola blanca²⁸.

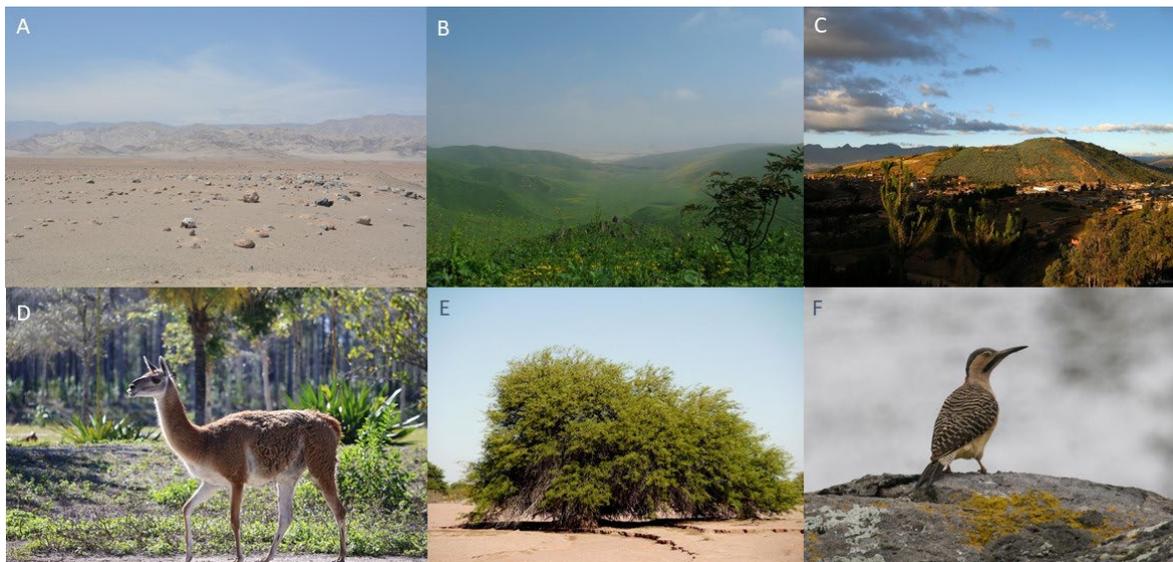


Figura 2: La Libertad alberga diversos hábitats y especies, del desierto costero del Pacífico (A) con sus lomas brumosas (B) y la estepa andina (C), el guanaco (D), los árboles de algarrobo (E), y el pájaro carpintero andino (F). Fuente: Flickr usado bajo Licencia Creative Commons.

La ecorregión del bosque seco ecuatorial de La Libertad forma parte de la región más amplia de Tumbes que se extiende desde el oeste de Ecuador hasta el noroeste de Perú. El clima es cálido y seco, con una temporada de lluvia desde enero a marzo³¹. El Niño-Oscilación del Sur desempeña un papel fundamental al provocar precipitaciones en la ecorregión o cual promueve la germinación de semillas³². El bosque seco ecuatorial de La Libertad abarca partes del valle del río Marañón, donde los bosques secos se extienden desde el fondo del valle hasta 2800 m.s.n.m.³³. Aunque la porción de bosque seco ecuatorial en La Libertad es relativamente pequeña, es un punto biológico para las aves endémicas²⁶ con un estudio reciente que contabilizó 120 especies de aves, 65 de las cuales son endémicas y 21 están amenazadas a nivel mundial^{26; 34}. Un hábitat notable de la región, el bosque de algarrobo o huarango (*Prosopis pallida*; Figura 2), es uno de los tipos de bosque más amenazados en el mundo³⁵. Los árboles de Huarango pueden vivir por más de 1000 años³⁶, y proporcionan servicios ecosistémicos importantes tales como estabilización del suelo, lucha contra la salinización, mejora de la fertilidad y la humedad del suelo, provisión de hábitat, alimento para el ser humano, material de construcción, leña y defensa fluvial durante las inundaciones de verano^{1; 37}. La vegetación del bosque seco ecuatorial ayuda a controlar el avance del desierto costero del Pacífico y, por tanto, es clave para limitar la desertificación³⁸. Además, el bosque seco es una importante fuente de madera y alimento para el ganado de las poblaciones locales¹.

Las Yungas, o selva alta (bosque de montaña; Figura 3), se encuentra en la región amazónica andina oriental de La Libertad²⁶, entre los 800m y 3600 m.s.n.m.^{39; 40}. Las Yungas abarcan múltiples tipos de selva tropical subhúmeda incluso el bosque nuboso, el bosque de montaña y el bosque húmedo premontano (de menor altitud)²⁶. Una característica importante de las Yungas de La Libertad es el Valle Marañón, una importante frontera biogeográfica que limita la distribución de algunas especies²⁶. La región tiene una gran diversidad y endemismo. La avifauna es especialmente rica, con más de 300 especies en las Yungas, 30 de las cuales son endémicas²⁶. La singular y variada biogeografía permite que las especies de aves de las alturas coexistan con las especies de zonas templadas²⁶. El oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*; Figura 3) catalogado como vulnerable en la Lista Roja de la UICN, es la única especie de oso en Sudamérica y vive en las Yungas de La Libertad⁴¹.

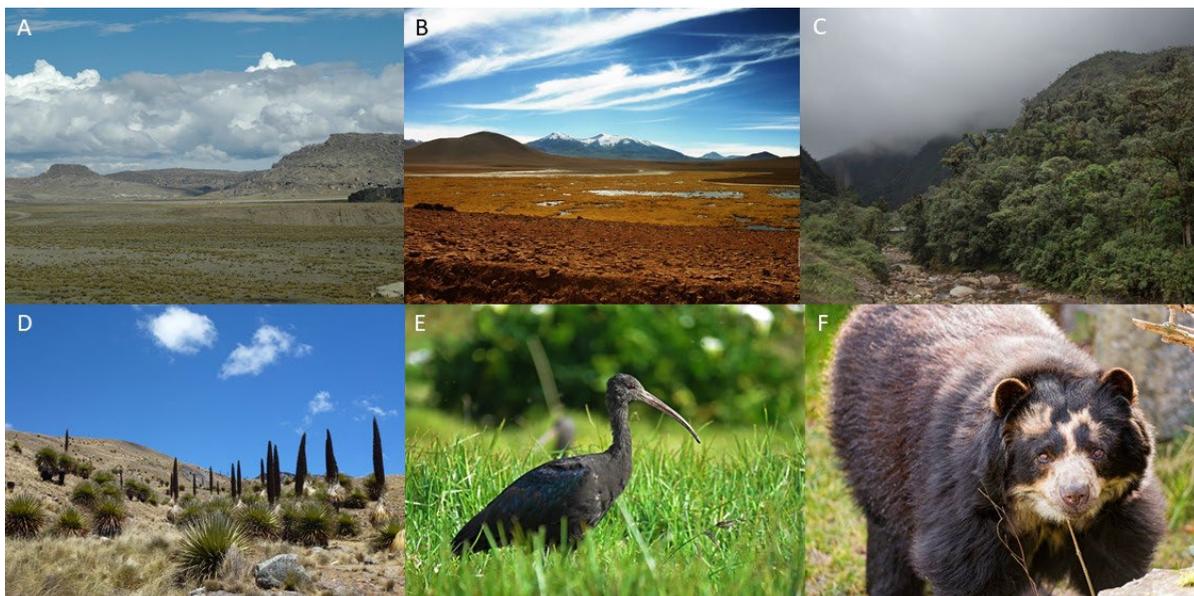


Figura 3: Los ecosistemas de la puna (A,B) y las Yungas (C) de La Libertad soportan a las especies tales como la Puya Raimondii (D), el ibis de la puna (E), y el oso de anteojos (F). Fuente: Flickr usado bajo Licencia Creative Commons.

La región de la puna (Figura 3) empieza a los 3,800 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por bofedales (humedales), tolares (dominada por *Lepidophyllum quadrangulare*), y llanuras de hierba^{42; 43}. Algunas zonas aisladas contienen queñual (*Polylepis* sp.) y los bosques de kolle, que están en peligro de extinción debido a la tala²⁸. El clima es frío, con frecuentes heladas y temperaturas variables que pueden alcanzar los 40 °C durante el día y descender bruscamente durante la noche²⁸. La región de la puna es el hábitat de la Reina de los Andes (*Puya raimondii*), también llamada titanka o keshke^{44; 43}. La Reina de los Andes (Figura 3) es una bromelia que, una vez que llega a la edad de cien años, florece solo una vez y produce más de 20 mil flores que contienen diez millones de semillas, y luego muere^{44; 28}. La Puya es ecológicamente importante pues actúa como hábitat y fuente de alimento para varias especies de aves⁴⁵. La fauna de la puna es diversa y contiene muchas especies endémicas. La vicuña, el zorrino (*Conepatus chinga*), el zorro andino (*Pseudalopex culpaeus*), el conejillo de indias salvaje o cuy (*Cavia tschudii*), el venado andino (*Hippocamelus antisensis*), venado gris (*Odocoileus virginianus*), y la vizcacha (*Lagidium peruanum*) viven en los sub-hábitats de la puna. Los depredadores de la puna incluyen tres especies de felinos (*Felis concolor*, *Oncifelis colocolo*, *Oreailurus jacobita*). La puna es también el hogar de muchas especies de aves, incluyendo perdices, ganso andino (*Chloephaga melanoptera*), y el carpintero andino (*Colaptes rupicola*; Figura 2)⁴³.

Payments for Agrobiodiversity Conservation Services (PACS) i

La importancia de la agrobiodiversidad en La Libertad

La Libertad es rica en biodiversidad agrícola, o "agrobiodiversidad"¹. La agrobiodiversidad se refiere a los ecosistemas, plantas y animales usados para la agricultura y es un resultado tanto de la selección natural como de la intervención humana histórica¹. La agrobiodiversidad apoya a los servicios ecosistémicos tales como el ciclo de los nutrientes, la retención del agua, la salud del suelo y la polinización, y es importante para apoyar la adaptación de las especies comerciales y de los ecosistemas al cambio climático¹.

La conservación de la agrobiodiversidad es una prioridad de seguridad alimentaria para Perú⁴ y desde la década de 2000 se han producido crecientes avances en cuanto a leyes, estrategias y planes de acción para el uso sostenible de la agrobiodiversidad nativa de Perú⁶. Las zonas de agrobiodiversidad se han establecido para aumentar el conocimiento de la agrobiodiversidad y conservar lugares con alta diversidad genética de especies agrícolas importantes⁵. En la actualidad existen varios planes de apoyo gubernamentales para conservar la agrobiodiversidad, entre ellos ValBio, que facilita la colaboración de las partes interesadas y financia la investigación sobre la valoración de la biodiversidad nativa⁹, y GENESPERU, que facilita el acceso a los recursos genéticos y el reparto de beneficios⁸. ReSCA es un programa de subvenciones competitivas que apoya a las comunidades para aumentar la biodiversidad de los cultivos. ReSCA han sido incorporadas al plan de trabajo anual del MINAM (Ministerio de Ambiente del Perú) para promover la adopción de estos incentivos. Los contratos de ReSCA se han utilizado para incentivar la conservación y el uso sostenible de cinco especies nativas de quinua en peligro de extinción en un proyecto en el que participan seis comunidades del sur de Perú⁶.

En La Libertad, la agrobiodiversidad brinda alimento, fibra, combustible, alimento para animales y medicinas y apoya otros servicios del ecosistema importantes para la agricultura, como la regulación del agua y la salud del suelo¹. El Catálogo de Variedades de Papa Nativa de Chugay fue creado en reconocimiento del importante rol de la agrobiodiversidad en el Departamento de La Libertad. El catálogo brinda información completa sobre más de 100 tipos de papa nativa y es una muestra del valioso conocimiento científico que poseen las comunidades agrícolas de La Libertad¹⁸.

La biodiversidad y los servicios ecosistémicos

La biodiversidad desempeña un papel importante en el suministro directo de bienes y servicios, así como en la regulación y el mantenimiento de las propiedades de los ecosistemas que sustentan la prestación de los servicios de los ecosistemas. La gestión de la conservación de la biodiversidad es vital para la sostenibilidad actual de la producción agrícola a nivel mundial⁴⁶ ya que los paisajes de producción multifuncional a menudo dependen de las zonas naturales dentro del paisaje circundante como fuente de fertilidad del suelo, de control natural de plagas, de mantenimiento del suministro de agua y de reducción del riesgo que plantean los peligros ambientales, como las inundaciones³. Otros servicios de los ecosistemas que son proporcionados, mantenidos o regulados por la biodiversidad incluyen:

- **Formación y fertilidad del suelo**

La formación y fertilidad del suelo son componentes esenciales de un ecosistema productivo, proporcionando nutrientes esenciales para los productos cultivados en el suelo. Más del 99% del suministro total de alimentos en el mundo se produce en tierra. La diversidad de la biota del suelo facilita la formación de suelos fértiles y mejora la producción de cultivos. Un metro cuadrado de suelo suele albergar unos 200,000 invertebrados y miles de millones de microorganismos⁴⁷.

- **Cosecha de alimentos y productos farmacéuticos de los recursos naturales silvestres**

Cada año se recogen alrededor de US\$ 90 mil millones de alimentos y productos relacionados de los bosques del mundo y los utilizan aproximadamente 300 millones de personas en todo el mundo⁴⁷. Hasta el 50% de los productos farmacéuticos aprobados desarrollados se derivan directa o indirectamente de recursos naturales⁴⁸.

- **Biomasa y reciclaje de residuos orgánicos**

Cerca del 50% de la producción fotosintética total de la tierra es utilizada por los humanos, incluyendo la gestión de los bosques y la producción agrícola. La agricultura y otros usos humanos de los ecosistemas producen 38 mil millones de toneladas métricas de residuos orgánicos en todo el mundo cada año. Estos productos de desecho son reciclados por una variedad de organismos descomponedores que reprocessan los nutrientes y los ponen a disposición de la futura producción primaria⁴⁷.

- **Fijación de nitrógeno**

La fijación de nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas y sin ella la producción de biomasa es limitada. La fijación biológica del nitrógeno ocurre naturalmente a través de plantas y microbios fijadores de nitrógeno y a menudo se utiliza como una alternativa al fertilizante químico de nitrógeno⁴⁷.

- **Secuestro de gases de efecto invernadero**

El secuestro de dióxido de carbono por los árboles y otra vegetación natural mitiga el aumento del calentamiento global. Es probable que el aumento constante de las temperaturas y los consiguientes cambios en los patrones de las precipitaciones mundiales alteren la producción de los cultivos. Trabajar con soluciones naturales para mitigar los impactos del calentamiento global es esencial para la sostenibilidad de la producción de cultivos agrícolas. Las zonas forestales cercanas a los cultivos también pueden contribuir a la fijación del nitrógeno y aumentar la fertilidad del suelo⁴⁷.

- **Biorremediación de la contaminación química**

Los microbios y las plantas pueden degradar los materiales contaminantes (es decir; productos químicos y metales pesados) de los suelos y actuar como un proceso de descontaminación biológica. Esto puede ocurrir naturalmente o ser mejorado

artificialmente para tratar los sitios contaminados y filtrar los desechos peligrosos del agua. La presencia de un mayor número de microorganismos en el ecosistema del suelo proporciona un mayor potencial de biorremediación. Estos complejos procesos dependen de las condiciones ambientales y pueden limitarse si se producen altos niveles de toxicidad. Es importante señalar que toda bioingeniería debe someterse a procedimientos de bioseguridad para evitar riesgos para la salud o el medio ambiente⁴⁹.

- **Recursos genéticos y biotecnología**

Los cultivos comerciales poseen una estrecha base genética, lo que los hace vulnerables si los cambios en las condiciones ambientales no se ajustan a sus requisitos biológicos. Las técnicas de variación inducida son cada vez más importantes para proporcionar nuevas variedades genéticas con rasgos que permitan a las plantas de los cultivos alimentarios adaptarse a los cambios ambientales. Debido a la pérdida mundial de biodiversidad en los ecosistemas naturales, los recursos genéticos se están erosionando drásticamente y esto inhibe el potencial de futuros avances biotecnológicos. Esto reduce las posibilidades de que los sistemas alimentarios humanos se adapten a las nuevas condiciones socioeconómicas y ambientales⁵⁰. La alta agrobiodiversidad, como la que se encuentra en La Libertad, proporciona la materia prima genética para mejoras en variedades de plantas y animales, lo cual incrementa la seguridad alimentaria así como la resiliencia de industria agrícola¹.

- **Polinización**

Los polinizadores como las abejas, mariposas, aves y murciélagos contribuyen al mantenimiento, la diversidad y la productividad de los ecosistemas agrícolas y naturales. La diversidad de los polinizadores depende de los ecosistemas ricos en vegetación diversa. Incluso los cultivos auto polinizados, como el arroz y la papa, dependen de parientes silvestres de polinización animal para proporcionar la diversidad genética que es esencial para el mejoramiento de los cultivos y la capacidad de resistencia a las enfermedades³.

- **La vida silvestre y el ecoturismo**

Aproximadamente 4.4 millones de turistas internacionales visitaron Perú en 2018⁵¹, lo que resulta en ingresos estimados de \$US5 mil millones para la economía peruana⁵². Aproximadamente el 19% de los turistas internacionales citan la observación de aves como motivo de su visita a Perú⁵³, lo que significa una contribución de casi \$US1 mil millones a la economía peruana en 2018. El turismo está creciendo en La Libertad, particularmente en las áreas protegidas Calipuy y en los sitios arqueológicos a lo largo de la Ruta Moche¹.

Presiones que afectan a la biodiversidad

A medida que la población humana aumenta la biodiversidad se enfrenta a crecientes presiones de la actividad humana en todo el mundo, incluida la conversión y degradación del hábitat, la fragmentación del hábitat, la sobreexplotación de los recursos naturales y el sufrimiento de los efectos de la contaminación. Las recientes evaluaciones de la biodiversidad mundial realizadas por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés) ponen de relieve la amenaza que supone una continua disminución de la biodiversidad mundial, entre las principales conclusiones figuran las siguientes⁵⁴:

- A nivel mundial, las variedades y razas locales de plantas y animales domesticados están desapareciendo. Esta pérdida de diversidad, incluida la diversidad genética, plantea un grave riesgo para la seguridad alimentaria mundial al socavar la resistencia de muchos sistemas agrícolas a amenazas como las plagas, los patógenos y el cambio climático.

- Los cambios inducidos por el hombre están creando condiciones que impulsan una rápida evolución biológica, y los efectos se observan en sólo unos pocos años, o incluso más rápidamente. Las consecuencias pueden ser positivas o negativas para la biodiversidad y los ecosistemas, pero crean incertidumbre sobre la sostenibilidad de las especies, las funciones de los ecosistemas y la futura entrega de las contribuciones de la naturaleza a las personas (servicios ecosistémicos).
- La naturaleza en la mayor parte del planeta ha sido ahora significativamente alterada por múltiples generadores de cambio humanos, y la gran mayoría de los indicadores de los ecosistemas y la biodiversidad muestran un rápido declive.

En el perfil de país del Convenio de Diversidad Biológica de se ponen de relieve varias amenazas importantes para la biodiversidad nacional. Entre ellas figuran la deforestación, el cambio climático, la minería, la erosión costera, y el desarrollo agrícola. Estas presiones contribuyen a la degradación del hábitat, los cambios en el uso de la tierra, el consumo excesivo de recursos naturales y los impactos negativos en los servicios ecosistémicos. Es probable que la combinación de estos factores agrave los efectos del cambio climático^{5; 55}.

Los ecosistemas naturales en Perú se han transformado en gran medida para la agricultura, con la expansión de la frontera agrícola que representa hasta el 90% de la deforestación^{6; 55}. Por ejemplo, debido al sobrepastoreo y a la conversión en tierras agrícolas, la superficie del ecosistema de lomas únicas ha disminuido en 90%, lo que provoca la degradación del suelo, la reducción de la capacidad de retener la humedad de la niebla, y la sequía⁵⁶.

Presiones que afectan a la biodiversidad en la región de La Libertad

La deforestación ha impactado todas las ecorregiones de La Libertad. La tala de bosques para leña y madera es una de las principales presiones sobre el bosque seco ecuatorial y Yungas, mientras que la invasión de tierras de cultivo es una amenaza en la puna y Yungas²⁶. Además de la tala, los bosques se pierden por las malas prácticas de gestión de la tierra (como la quema de bosques y pastizales) y la invasión de tierras de cultivo, que pueden provocar la desertificación^{38; 1}. Entre los principales factores que impulsan la deforestación se encuentran la ausencia de derechos de propiedad y la falta de planificación del uso del suelo, el bajo valor de mercado de los terrenos forestales en comparación con otros usos del suelo, políticas de producción insostenibles, y la construcción de infraestructuras¹. La deforestación en la cuenca alta también provoca la erosión del suelo, que afecta a la retención de agua y a la sedimentación aguas abajo¹.

La agricultura en La Libertad es vulnerable frente a una variedad de presiones. Los sistemas de monocultivo son menos resistentes que los de policultivo a las plagas y las enfermedades, y requieren un elevado uso de pesticidas y fertilizantes. Estos productos agroquímicos pueden contaminar las fuentes de agua y degradar la biodiversidad, reduciendo la resiliencia y provocando la pérdida de la capacidad natural del ecosistema para regular las plagas y enfermedades¹.

Las zonas naturales alrededor de los fundos, como los cinturones protectores y otras zonas con vegetación, son fundamentales para mantener importantes servicios ecosistémicos, como la protección contra el viento y la mejora de la infiltración del agua en los suelos. Las prácticas agrícolas pueden provocar alteraciones en la cuenca hidrográfica y en los suelos, lo que puede repercutir en la sostenibilidad de la agricultura. A lo largo de la costa peruana, los cultivos intensivos en agua están provocando la salinización del suelo⁴ lo cual puede reducir el rendimiento del cultivo⁵⁷. Además, los valles de La Libertad se están salinizando debido a la mala gestión de los sistemas de riego agrícola y al descenso del nivel freático, siendo los valles de Chicama, Jequetepeque y Chao los más afectados¹.

La industria minera está sometiendo a presión a las especies y hábitats de La Libertad, particularmente en las punas y yungas²⁶. La pérdida de hábitat, especialmente en los bosques, provoca un aumento de la contaminación en los cursos de agua¹. Estos impactos están provocando una reducción de la biodiversidad e incluso extinciones, así, por ejemplo,

los anfibios presentan una menor riqueza de especies en las zonas sometidas a la extracción de minerales⁵⁸.

Los sistemas de humedales costeros están desapareciendo a medida que se extraen sus suelos para uso agrícola¹, lo que reduce la capacidad del terreno para regular la retención de agua, lo que puede provocar inundaciones en las regiones costeras. La erosión costera está provocando la disminución del funcionamiento de los ecosistemas de playa y la vulnerabilidad del litoral, especialmente en la provincia de Trujillo¹. Las comunidades biológicas de las regiones costeras afectadas muestran signos de estrés, como la reducción de la diversidad⁵⁹.

Además de las presiones antropogénicas directas, el cambio climático está alterando los ecosistemas de La Libertad, la diversidad biológica que contienen y los servicios ecosistémicos que proporcionan. Con un aumento en la temperatura de 1.5°C se prevé que el 30% de las especies de La Libertad tengan un mayor riesgo de extinción¹. En La Libertad, se prevé que el cambio climático reduzca la disponibilidad de agua a medida que los glaciares retrocedan, lo que alterará los ecosistemas de montaña y los situados aguas abajo que dependen de esta fuente de agua. La desertificación y la erosión del suelo aumentarán con el aumento de las temperaturas y los cambios en el suministro de agua. La superficie de los humedales costeros disminuirá debido a la subida del nivel del mar. La biodiversidad nativa, incluida la agrobiodiversidad, se perderá debido a que las especies y los hábitats no podrán adaptarse al aumento de las temperaturas¹. A medida que aumente la temperatura y disminuya la disponibilidad de agua en La Libertad, se reducirá la productividad de cultivos importantes como los cereales. A su vez, estos cambios impulsados por el clima comprometerán la prestación de servicios ecosistémicos como la protección de las costas, el suministro de alimentos y materiales, la regulación del agua y la estabilidad del suelo¹.

Políticas existentes para manejar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos

Los resultados del proyecto EO4cultivar proporciona herramienta e ideas en cuanto a la forma en que cada profesional pueda considerar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en el marco de sitios específicos y del paisaje en general. Esto es particularmente valioso cuando se considera cómo las prácticas sostenibles a nivel de finca pueden contribuir colectivamente a objetivos estratégicos más amplios para la biodiversidad.

Objetivos nacionales de biodiversidad

El Convenio sobre la Diversidad Biológica exige que las Estrategias y Planes de Acción Nacionales sobre Biodiversidad (EPANB) sean los instrumentos usados para traducir sus objetivos globales en acción nacional. Perú presentó su EPANB en 2015, que contiene un plan de acción hasta 2018 y objetivos para 2021⁵⁵.

Hay algunos objetivos nacionales clave que podrían considerarse en el contexto de los logros del proyecto EO4cultivar. Las intervenciones individuales y colectivas entre los sectores podrían tener un marcado impacto positivo en los objetivos ambiciosos de Perú, que incluyen:

- Por lo menos un **17% de la superficie terrestre de Perú y el 10% de su entorno marino se gestionarán de forma sostenible y eficaz** para conservar la biodiversidad
- Perú tendrá por lo menos **15 planes de conservación para especies amenazadas**

- Perú desarrollará por lo menos **10 programas de conservación que conservan y utilizan de forma sostenible la diversidad genética de las especies autóctonas**
- **Se valorarán cinco servicios ecosistémicos**, garantizar la integridad de los ecosistemas y el respeto a los pueblos indígenas
- **El acceso y la distribución de los beneficios de los recursos genéticos se distribuirán** según el Protocolo de Nagoya
- **La conciencia y la valoración de la importancia de la biodiversidad para el desarrollo y el bienestar nacional aumentarán en un 20%** entre los peruanos
- El **índice de degradación de ecosistemas será reducido en un 5%**, con énfasis en ecosistemas forestales y frágiles
- **El control y la regulación de las especies exóticas amenazadas e invasoras aumentará**
- **Se reforzarán las capacidades institucionales** en todos los niveles de gobierno para una gestión eficaz y eficiente de la biodiversidad.
- **El conocimiento de la biodiversidad habrá aumentado**, a través de la integración de desarrollos tecnológicos e innovación con conocimiento tradicional relativos a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad
- **Perú habrá generado nuevo conocimiento sobre la diversidad o riqueza genética, incluyendo la distribución territorial de diez especies nativas o naturalizadas** en colaboración con pueblos indígenas locales, considerando la distribución justa y equitativa de beneficios
- La protección, el mantenimiento y recuperación de **los conocimientos tradicionales y técnicas de los pueblos indígenas y poblaciones locales relacionados a la diversidad biológica mejorarán**
- **Se reforzará la gobernanza descentralizada de la diversidad biológica** bajo un enfoque participativo, intercultural, de género y de inclusión social, en coordinación con niveles de gobierno nacional, regional y local, dentro del marco de tratados internacionales

Mecanismos nacionales para promover y proteger la biodiversidad

Inversión pública en biodiversidad y servicios ecosistémicos

El Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Economía y Finanzas de Perú han publicado un conjunto de directrices para formular proyectos de inversión pública en biodiversidad y servicios ecosistémicos ⁶⁰. El Ministerio del Ambiente también apoya la aplicación de la adaptación basada en ecosistemas (AbE). La AbE usa la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para ayudar a la población a adaptarse a los impactos del cambio climático. La AbE considera explícitamente los beneficios socioeconómicos de la adaptación al cambio climático al gestionar los recursos naturales y la biodiversidad mediante:

- el uso de información de los efectos del cambio climático para informar las decisiones
- analizar las relaciones causa-efecto del cambio climático
- examinar los costes y beneficios de las diferentes medidas de adaptación
- monitorear los efectos de adaptación¹

En 2016, el gobierno peruano aprobó la Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos la cual promueve el pago por servicios ecosistémicos a través de acuerdos

voluntarios que establecen acciones para la conservación, recuperación y el uso sostenible de los ecosistemas^{4;61}. El régimen se aplica, por ejemplo, a los agricultores que cambian a prácticas agrícolas más sostenibles, aumentando así la biodiversidad, gestionando la erosión del suelo y aumentando la retención de agua, lo que permite que otros usuarios se beneficien de los servicios mejorados del ecosistema.

Asociaciones internacionales

Los proyectos de responsabilidad empresarial son un mecanismo adicional utilizado en Perú para proteger y promover la biodiversidad autóctona. Por ejemplo, Barfoots Perú, un productor agrícola a gran escala ha establecido proyectos comunitarios en Ica, Perú, que se enfocan en la restauración de la vida silvestre y la conservación⁶². En colaboración con Kew Botanical Gardens (UK) y los supermercados Sainsbury (UK), el programa se enfoca en el manejo cuidadoso de la biodiversidad local para mantener la resiliencia frente a enfermedades y aumentar la fertilidad del suelo. El objetivo del programa es integrar la biodiversidad autóctona en campos de producción de gran volumen y, en el proceso, ofrecer servicios ecosistémicos como la mejora de la conservación del agua, polinización, captura de carbono, control de la erosión, nutrición de los trabajadores y bienestar⁶³. El programa también ha trabajado con agroindustrias peruanas como Agrícola Chapi y AgroKasa para establecer el primer Centro de Investigación y Conservación de Plantas Nativas en Perú cuyo objetivo es desarrollar un plan de gestión de semillas nativas y protocolos de propagación de plantas nativas poco comunes⁶³.

Las ONG internacionales juegan un rol en la conservación de la biodiversidad nativa de Perú. Reforest Action y Progreso están colaborando con 1500 familias locales para plantar 500,000 árboles en la región de Piura. El objetivo de este proyecto es restaurar bosques secos locales para frenar la desertificación. Los bosques restaurados restablecerán la biodiversidad y ayudarán a limitar la erosión del suelo, a la vez que proporcionarán una fuente de ingresos a los residentes locales a través de la recolección sostenible para la venta de leña y madera ⁶⁴.

Áreas protegidas

Las áreas protegidas son una de las estrategias de conservación más eficaces para proteger los ecosistemas y las especies⁸. Las zonas protegidas abarcan actualmente 17% de Perú, e incluyen 10 áreas protegidas en el entorno marino y costero⁵. La Reserva Nacional de Calipuy y Áreas protegidas del Santuario Nacional de La Libertad son aproximadamente 70,000 hectáreas de tamaño e incluyen una gama de hábitats, del desierto a las llanuras y a las laderas de las montañas⁶⁵.

Estrategia Regional de Diversidad Biológica y Plan de Acción para La Libertad 2019-2020

Estrategia Regional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción para La Libertad armoniza las prioridades regionales existentes para la conservación de la biodiversidad con las prioridades nacionales, como la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y Plan de Acción (NBSAP, por sus siglas en inglés) de Perú. Un objetivo importante de la estrategia es gestionar la biodiversidad con el fin de mitigar y adaptarla al cambio climático¹. La visión de la estrategia es:

“Al 2022, se ha consolidado la gestión efectiva de la diversidad biológica en la Región La Libertad, a través de la conservación y el uso sostenible, identificando las oportunidades que conlleva su gestión para minimizar las amenazas y presiones sobre los servicios que brinda, de tal manera que se asegure la satisfacción del bienestar de las actuales y futuras de las generaciones, en base a su revalorización y fortalecimiento de la institucionalidad con un enfoque ecosistémico”.

Hay algunas acciones regionales clave que podrían considerarse en el contexto de los logros del proyecto EO4cultivar. Las intervenciones individuales y colectivas entre los sectores podrían tener un marcado impacto positivo en los ambiciosos objetivos de La Libertad, los cuales incluyen:

- **Aumentar la superficie de las áreas protegidas**
- **Aplicar planes de gestión de los ecosistemas prioritarios**
- **Reforzar los espacios naturales protegidos** en La Libertad
- **Identificar las principales fuentes de presiones y amenazas** que contribuyan a la pérdida de la diversidad biológica
- **Reforzar los mecanismos de vigilancia, control y seguimiento** para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica
- **Identificar oportunidades potenciales** de la diversidad biológica y el uso sostenible **de la diversidad biológica y el uso sostenible para la promoción de productos de biocomercio y bionegocios**
- **Promover mecanismos de compensación por los servicios ecosistémicos**
- **Poner en marcha un programa de investigación para la conservación de las poblaciones de fauna silvestre**, dirigir los esfuerzos de investigación sobre las especies endémicas y amenazadas
- **Implementar y fortalecer una plataforma informática con información sobre la biodiversidad**, para el intercambio eficaz de datos
- **Promover el fortalecimiento de las capacidades de las instituciones relacionadas con la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica** para su adecuada y eficaz gestión
- **Promover el desarrollo de mecanismos para la movilización de recursos financieros públicos y privados** para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica
- **Promover la formulación y ejecución de proyectos regionales de inversión pública** en el ámbito de la diversidad biológica
- **Desarrollar un Plan de Acción de Educación Ambiental Regional** con énfasis en la promoción de la diversidad biológica en entornos formales y no formales

References

- ¹Gobierno regional La Libertad (2019) 'Estrategia Regional de Diversidad Biológica y Plan de acción La Libertad 2019-2022'. *Disponible en:* <http://sial.segat.gob.pe/documentos/estrategia-regional-diversidad-biologica-plan-accion-libertad-2019>
- ²Convention on Biological Diversity 'Convention, Sustaining Life on Earth'. [Online]. *Disponible en:* <https://www.cbd.int/convention/guide> (Accedido el 14 de mayo de 2020).
- ³IPBES (2016) *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. Bonn, Germany: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 552 pp. *Disponible en:* <https://doi.org/10.5281/zenodo.3402856>.
- ⁴Alova, G. et al. (2018) *Mainstreaming biodiversity and development in Peru: Insights and lessons learned*. Paris: OECD Publishing. 71 pp. *Disponible en:* <https://doi.org/10.1787/2933d7d2-en>.
- ⁵Convention on Biological Diversity 'Peru Country Profile'. [Online]. *Disponible en:* <https://www.cbd.int/countries/profile/?country=pe> (Accedido el 20 de noviembre de 2020).
- ⁶Bioversity International (2017) *Mainstreaming agrobiodiversity in sustainable food systems: Scientific foundations for an agrobiodiversity index*. Rome, Italy: Bioversity International. 180 pp. *Disponible en:* <https://www.bioversityinternational.org/mainstreaming-agrobiodiversity/>.
- ⁷IUCN Red List of Threatened Species 'Threatened species of Peru'. [Online]. *Disponible en:* <https://www.iucnredlist.org/search?landRegions=PE&searchType=species> (Accedido el 20 de noviembre de 2020).
- ⁸Shanee, S. et al. (2017) 'Protected area coverage of threatened vertebrates and ecoregions in Peru: Comparison of communal, private and state reserves'. *J Environ Manage*, 202 (Pt 1), pp. 12-20. *Disponible en* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28715677/>
- ⁹Programas de Ciencia Tecnología e Innovación (2016) *Programa Nacional Transversal de Valorización de la Biodiversidad 2015-2021*. *Disponible en:* https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/libro_biodiversidad_valbio_oct.pdf.
- ¹⁰Oliver, T. H. et al. (2015) 'Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions'. *Trends in Ecology & Evolution*, 30 (11), pp. 673-684. *Disponible en:* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534715002189>
- ¹¹Correa Ayram, C. A. et al. (2015) 'Habitat connectivity in biodiversity conservation: A review of recent studies and applications'. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 40 (1), pp. 7-37. *Disponible en:* <https://doi.org/10.1177/0309133315598713>
- ¹²Kremen, C. et al. (2002) 'Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification'. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99 (26), pp. 16812-16816. *Disponible en:* <https://www.pnas.org/content/pnas/99/26/16812.full.pdf>
- ¹³Potts, S. G. et al. (2010) 'Global pollinator declines: trends, impacts and drivers'. *Trends in Ecology & Evolution*, 25 (6), pp. 345-353. *Disponible en:* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534710000364>
- ¹⁴Bianchi, F. J. J. A. et al. (2006) 'Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control'. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273 (1595), pp. 1715-1727. *Disponible en:* <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rspb.2006.3530>

- ¹⁵Gardiner, M. M. *et. al.* (2009) 'Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA'. *Ecol Appl*, 19 (1), pp. 143-154. *Disponible en:* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19323179/>
- ¹⁶Scanlon, B. R. *et. al.* (2012) 'Groundwater depletion and sustainability of irrigation in the US High Plains and Central Valley'. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (24), pp. 9320-9325. *Disponible en:* <https://www.pnas.org/content/pnas/109/24/9320.full.pdf>
- ¹⁷Wada, Y. *et. al.* (2010) 'Global depletion of groundwater resources'. *Geophysical Research Letters*, 37 (20), *Disponible en:* <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2010GL044571>
- ¹⁸Centro Internacional de la Papa (CIP); Asociación Pataz; Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) (2015) *Catálogo de variedades de papa nativa de Chugay, La Libertad - Perú*. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP). 199 pp. *Disponible en:* <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/69083>
- ¹⁹Landis, D. A. (2017) 'Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services'. *Basic and Applied Ecology*, 18 pp. 1-12. *Disponible en:* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179116300950>
- ²⁰Nosetto, M. D. *et. al.* (2005) 'Land-use change and water losses: the case of grassland afforestation across a soil textural gradient in central Argentina'. *Global Change Biology*, 11 (7), pp. 1101-1117. *Disponible en:* <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2486.2005.00975.x>
- ²¹Rural Industries Research and Development Corporation (2001) *Polyculture Production - Principles, Benefits and Risks of Multiple Cropping Land Management Systems for Australia*. *Disponible en:* <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/01-034.pdf> (Accedido el 13 de julio de 2020).
- ²²Lefroy, E. C. (2001) 'Applying ecological principles to the re-design of agricultural landscapes', *Science and technology: delivering results for agriculture? 10th Agronomy Conference: 29 January-1 February 2001*. Hobart, Tasmania, Australia.
- ²³Tambet, H. *et. al.* (in press) 'Climate Adaptation and Conservation Agriculture Among Peruvian Farmers'. *American Journal of Agricultural Economics*, *Disponible en:* https://www.researchgate.net/publication/329717578_Climate_Adaptation_and_Conservation_Agriculture_Among_Peruvian_Farmers
- ²⁴Perfecto, I. *et. al.* (2002) 'Quality of Agroecological Matrix in a Tropical Montane Landscape: Ants in Coffee Plantations in Southern Mexico'. *Conservation Biology*, 16 (1), pp. 174-182. *Disponible en:* <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1523-1739.2002.99536.x>
- ²⁵Magdoff, F. *et. al.* (2010) *Building Soils for Better Crops*. USA: Sustainable Agriculture Research and Education (SARE). 294 pp. *Disponible en:* <https://www.sare.org/resources/building-soils-for-better-crops-3rd-edition/>
- ²⁶Núñez-Zapata, J. *et. al.* (2016) 'A compilation of the birds of La Libertad Region, Peru'. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87 (1), pp. 200-215. *Disponible en:* <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345316000270>
- ²⁷Ministerio de Ambiente 'Intercambio de Datos'. [Online]. *Disponible en:* <https://geoservidor.minam.gob.pe/recursos/intercambio-de-datos/> (Accedido el 30 de noviembre de 2020).

- ²⁸iPeru 'Flora y Fauna de La Libertad'. [Online]. *Disponible en:* <https://www.iperu.org/flora-y-fauna-de-la-libertad-peru> (Accedido el 24 de noviembre de 2020).
- ²⁹Dillon, M. O. (2005) *Solanaceae of the lomas formations of coastal Peru and Chile. A festschrift for William G. D'Arcy: the legacy of a taxonomist* 131– 155 pp. *Disponible en:* https://www.researchgate.net/publication/265225534_THE_SOLANACEAE_OF_THE_LOMAS_FORMATIONS_OF_COASTAL_PERU_AND_CHILE.
- ³⁰Brack, A. *et. al.* (2008) 'Serrania Esteparia', *Enciclopedia Ecología del Perú*. https://www.peruecologico.com.pe/ecorregion_serrania_1.htm (Accedido el 24 de noviembre de 2020)
- ³¹WWF 'Southwestern Ecuador and Northwestern Peru'. [Online]. *Disponible en:* <https://www.worldwildlife.org/ecoregions/nt0232> (Accedido el 26 de noviembre de 2020).
- ³²Whaley, O. Q. *et. al.* (2010) 'An ecosystem approach to restoration and sustainable management of dry forest in southern Peru'. *Kew Bulletin*, 65 (4), pp. 613-641. *Disponible en:* <https://doi.org/10.1007/s12225-010-9235-y>
- ³³Brack, A. *et. al.* (2008) 'El Bosque Seco Ecuatorial', *Enciclopedia Ecología del Perú*. https://www.peruecologico.com.pe/lib_c7_t01.htm (Accedido el 24 de noviembre de 2020)
- ³⁴Peru North (2020) 'Dry Forest'. [Online]. *Disponible en:* <https://www.perunorth.com/dry-forest> (Accedido el 25 de noviembre de 2020).
- ³⁵Bos, T. (2015) *Trees in the desert: A suitability assessment for a future community forestry and reforestation project in the department of La Libertad, Peru*. University of Applied Sciences Van Hall Larenstein Velp. *Disponible en:* <https://hbo-kennisbank.nl/details/samhao:oai:www.greeni.nl:VBS:2:140926>
- ³⁶Beresford-Jones, D. G. *et. al.* (2009) 'The role of *Prosopis* in ecological and landscape change in the Samaca Basin, Lower Ica Valley, South Coast Peru, from the early horizon to the late intermediate period'. *Latin American Antiquity*, 20 (2), pp. 303-332. *Disponible en:* <http://www.jstor.org/stable/40650197>
- ³⁷Society for Ecological Restoration 'Restoration of the *Prosopis pallida* (Huarango) Southern Dry Forest'. [Online]. *Disponible en:* <https://www.ser-rrc.org/project/peru-restoration-of-the-prosopis-pallida-huarango-southern-dry-forest/> (Accedido el 26 de noviembre de 2020).
- ³⁸Cuba Salerno, A. B. *et. al.* (1998) 'Proyecto Algarrobo'. *Seminario Internacional "Bosques Secos y Desertificación"*. Lima-Perú.: Instituto Nacional de Recursos Naturales. *Disponible en:* <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PE1997104228>.
- ³⁹CDC-UNALM y TNC (2006) *Planificación para la Conservación Ecoregional de las Yungas Peruanas: Conservando la Diversidad Natural de la Selva Alta del Perú*. Lima, Perú: Informe Final.
- ⁴⁰Dinerstein, E. (1995) *An assessment of the conservation status of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington, DC: WWF and World Bank. 135 pp. *Disponible en:* <http://invenio.unidep.org/invenio/record/671/>.
- ⁴¹IUCN Red List of Threatened Species 'Spectacled bear'. [Online]. *Disponible en:* <https://www.iucnredlist.org/species/22066/123792952> (Accedido el 20 de noviembre de 2020).

- ⁴²Brack, A. *et. al.* (2008) 'Las Comunidades Vegetales', *Enciclopedia Ecología del Perú*. https://www.peruecologico.com.pe/lib_c10_t02.htm (Accedido el 24 de noviembre de 2020)
- ⁴³Ministerio del Ambiente (2010) *Cuarto Informe Nacional Sobre La Aplicación del Convenio de Diversidad Biológica – Anos 2006-2009*. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2013/10/Cuarto-Informe_Convenio-de-Diversidad-Biologica.pdf (Accedido el 1 de diciembre de 2020).
- ⁴⁴Brack, A. *et. al.* (2008) 'La Ccara o Titanca en el Ambiente Andino', *Enciclopedia Ecología del Perú*. https://www.peruecologico.com.pe/lib_c10_t03.htm (Accedido el 24 de noviembre de 2020)
- ⁴⁵Brack, A. *et. al.* (2008) 'La Fauna de los Ambientes Terrestres', *Enciclopedia Ecología del Perú*. https://www.peruecologico.com.pe/lib_c10_t06.htm (Accedido el 24 de noviembre de 2020)
- ⁴⁶Dawson, I. K. (2019) *Contributions of biodiversity to the sustainable intensification of food production – Thematic study for The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. Italia: FAO. Disponible en: <http://oar.icrisat.org/11207/> (Accedido el 11 de mayo de 2020).
- ⁴⁷Pimentel, D. *et. al.* (1997) 'Economic and Environmental Benefits of Biodiversity'. *BioScience*, 47 (11), pp. 747-757. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1313097>
- ⁴⁸Veeresham, C. (2012) 'Natural products derived from plants as a source of drugs'. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 3 (4), pp. 200-201. Disponible en: <https://doi.org/10.4103/2231-4040.104709>
- ⁴⁹Ojuederie, O. B. *et. al.* (2017) 'Microbial and Plant-Assisted Bioremediation of Heavy Metal Polluted Environments: A Review'. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14 (12), pp. 1504. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/12/1504>
- ⁵⁰UNFAO / UNIAEA 'Plant Biodiversity and Genetic Resources Programme'. [Online]. Disponible en: <https://www.iaea.org/topics/plant-biodiversity-and-genetic-resources> (Accedido el 11 de mayo de 2020).
- ⁵¹World Bank 'International Tourism, number of arrivals – Peru'. [Online]. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/ST.INT.ARVL?end=2018&locations=PE&start=2017> (Accedido el 30 de noviembre de 2020).
- ⁵²CEIC 'Peru Tourism Revenue Growth 1996 – 2018.'. [Online]. Disponible en: <https://www.ceicdata.com/en/indicator/peru/tourism-revenue> (Accedido el 30 de noviembre de 2020).
- ⁵³Puhakka, L. *et. al.* (2011) 'Bird Diversity, Birdwatching Tourism and Conservation in Peru: A Geographic Analysis'. *PLOS ONE*, 6 (11), pp. e26786. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026786>
- ⁵⁴IPBES (2019) *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Alemania: IPBES secretariat. Disponible en: <https://ipbes.net/global-assessment> (Accedido el 14 de mayo de 2020).
- ⁵⁵Ministerio del Ambiente (2014) *La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014-2018*. Disponible en:

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/estrategia-nacional-diversidad-biologica-2021-plan-accion-2014-2018> (Accedido el 30 de noviembre de 2020).

⁵⁶UNESCO 'The coastal lomas system of Peru'. [Online]. *Disponible en:* <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6424/> (Accedido el 27 de noviembre de 2020).

⁵⁷Szabados, L. *et al.* (2011) 'Chapter 4 - Plants in Extreme Environments: Importance of Protective Compounds in Stress Tolerance', in Turkan, I. (ed.) *Advances in Botanical Research*. Academic Press, pp. 105-150.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123876928000047>

⁵⁸Aguilar, C. *et al.* (2012) 'Andean amphibians and the studies of environmental impact in mining concessions of Peru'. *Alytes*, 29 (1-4), pp. 88-102. *Disponible en:* <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84865261982&partnerID=40&md5=abdf8a87eb7e92c4f37bfed572385bf5>

⁵⁹Padilla, A. G. *et al.* (2014) 'Impacto ambiental generado por erosión costera en la zona litoral de Buenos Aires Norte, distrito de Víctor Larco Herrera, La Libertad, Perú', *REBIOL* 2013. Perú.

⁶⁰Ministerio de Economía y Finanzas y Ministerio del Ambiente (2015) *Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos*. *Disponible en:* https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/ambiente/Lineamientos-para-la-formulacion-de-PIP-en-DB-y-SE.pdf

⁶¹Ministerio del Ambiente 'Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos'. [Online]. *Disponible en:* <https://serviciosecosistemicos.minam.gob.pe/> (Accedido el 2 de diciembre de 2020).

⁶²Barfoots 'Conserving agriculture in Peru'. [Online]. *Available at:* <https://www.barfoots.com/sustainability> (Accessed: 30 November 2020).

⁶³Whaley, O. (2016) 'Sustaining life and agriculture in the Peruvian desert'. *Kew Royal Botanic Gardens*, Kew Royal Botanic Gardens. [Online]. *Available at:* <https://www.kew.org/read-and-watch/sustaining-life-peruvian-desert> (Accessed: 30 November 2020).

⁶⁴Reforest'Action 'Discover our new reforestation project in Peru!'. Reforest'Action. [Online]. *Available at:* <https://www.reforestaction.com/en/blog/discover-our-new-reforestation-project-peru> (Accessed: 10 December 2020).

⁶⁵Parks Watch 'Calipuy National Reserve and National Sanctuary Biodiversity'. [Online]. *Available at:* <http://www.parkswatch.org/parkprofile.php?l=eng&country=per&park=canr&page=bio> (Accessed: 26 November 2020).