



# Retos y oportunidades para conservar la biodiversidad a través de iniciativas de voluntariado y proyectos de cooperación internacional

**María Dolores Jiménez Escobar**

Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, España. ✉ 

**Juan Antonio Delgado Sáez**

Autor de correspondencia. Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, España. ✉ 

<https://dx.doi.org/10.5209/redc.99872>

Recibido: 23 de diciembre de 2024 • Revisado: • Aceptado: 20 de febrero de 2025

**ES Resumen:** El objetivo general es presentar dos ejemplos de proyectos de cooperación al desarrollo sobre conservación de la biodiversidad en Arequipa (Perú), realizados por estudiantes del Grado en Biología de la UCM, dentro del “Programa de Voluntariado Internacional de las Universidades Públicas Madrileñas”, y en colaboración con la universidad local (UNSA). El primer proyecto, tiene como objetivo restaurar un ecosistema tropical denominado “bosque de niebla” o “Lomas” conservando la única especie arbórea presente, la tara (*Caesalpinia spinosa*). El segundo ejemplo que se presenta fue la creación de una base de datos de biodiversidad de Arequipa. Ambos proyectos se mantienen activos actualmente.

**Palabras clave:** Conservación de la biodiversidad; Perú; bosque de niebla; base de datos; voluntariado internacional.

## ENG Challenges and opportunities for conserving biodiversity through volunteer initiatives and international cooperation projects

**ENG Abstract:** The main objective of this study is to present two examples of development cooperation projects for the conservation of biodiversity carried out in Arequipa (Peru) by students of the Biology Department of the UCM, within the framework of the International Volunteer Programme of the Public Universities of Madrid and in collaboration with the UNSA University. The objective of the first example is to protect the Tara tree (*Caesalpinia spinosa*), the only tree species associated with the tropical ecosystem of the “cloud forest” or “Lomas” in Atiquipa. The second objective was to create a biodiversity database for the Arequipa region. Both projects are currently in progress.

**Keywords:** Biodiversity conservation, Perú, cloud forest, database, international volunteering.

## FR Défis et opportunités pour la conservation de la biodiversité à travers des initiatives de volontariat et des projets de coopération internationale

**FR Résumé:** L'objectif général est de présenter deux exemples de projets de coopération au développement en matière de conservation de la biodiversité à Arequipa (Pérou), menés par des étudiants de la licence de biologie de l'UCM dans le cadre du programme de volontariat international des universités publiques de Madrid, et en collaboration avec l'université locale (UNSA). Le premier projet a pour objectif de restaurer un écosystème tropical appelé « forêt de nuages » ou « Lomas », en conservant la seule espèce d'arbre présente, la tara (*Caesalpinia spinosa*). Le deuxième exemple présenté est la création d'une base de données sur la biodiversité à Arequipa. Les deux projets sont en cours.

**Mots-clés:** Conservation de la biodiversité; Pérou; forêt de nuages; base de données; volontariat international.

**Sumario:** 1. Introducción y objetivos. 1.1. Objetivos. 2. Metodología. 2.1. Área de estudio. 2.1.1. La región de Arequipa. 2.1.2. El “bosque de nieblas” o ecosistema de “Lomas costeras”. 2.2. Procedimiento. 3. Resultados. 3.1. Experiencia de cooperación para restaurar el ecosistema de Lomas y sus servicios ecosistémicos a través del árbol de la tara. 3.2. Experiencia de cooperación para implementar una base de datos de biodiversidad de la región de Arequipa (Perú). 4. Discusión y conclusiones. 5. Agradecimientos. 6. Fuentes de financiación. 7. Referencias bibliográficas.

**Cómo citar:** Jiménez, M. D. y Delgado, J. A. (2025). "Retos y oportunidades para conservar la biodiversidad a través de iniciativas de voluntariado y proyectos de cooperación internacional" *Revista Española de Desarrollo y Cooperación (REDC)*, 52(1), pp. 77-87.

## 1. Introducción y objetivos

La conservación de la biodiversidad (incluyendo especies y ecosistemas) es uno de los retos actuales para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, ya que los ecosistemas proveen de bienes y servicios a la sociedad, como son el reciclado de nutrientes (a través de la descomposición de la materia), o contribuyen a la composición actual de gases de la atmósfera (producción de oxígeno desde las plantas). Además, la biodiversidad aumenta la resiliencia de los ecosistemas frente a cambios ambientales y proporciona sustento y materias primas (Niesenbaum, 2019; Verma *et al.*, 2020; Sekhar *et al.*, 2024; Islam, 2023). No obstante, pese a que en los últimos años las evidencias científicas sobre la necesidad de su conservación no han hecho más que aumentar, la realidad es que la presión sobre especies y ecosistemas no ha dejado de crecer. Dicha presión se ve agravada en países cuyo crecimiento económico depende, en gran medida, de la extracción de materias primas para satisfacer la demanda global, exacerbando la pérdida de hábitats y de especies, en áreas con alta riqueza biológica.

En el contexto descrito, la biodiversidad se enfrenta a diferentes amenazas como la deforestación, la degradación de todo tipo de hábitats, la caza furtiva y el cambio climático, entre otras (Verma *et al.*, 2020; Das y Behera, 2023; Saranya y Hema, 2023). Para frenar dichas amenazas, y preservar la biodiversidad a nivel global, 196 países firmaron la Convención sobre la Diversidad Biológica en 1992, y desde entonces se han sucedido numerosas iniciativas similares como la Estrategia para la Conservación de las Plantas, el Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020, entre otras (Dimitrova, 2016; Xu *et al.*, 2021). Estas iniciativas proporcionan un marco normativo y unas directrices generales dirigidas a promover el uso sostenible de los recursos naturales compatibles con la conservación de la biodiversidad, y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. No obstante, y pese a los esfuerzos normativos, la implementación de proyectos con este tipo de objetivos sigue siendo un reto desde el punto de vista económico y logístico, en especial en países de rentas medias o bajas.

Frente a este reto, las convocatorias dirigidas a financiar proyectos de cooperación internacional, junto con las ayudas que apoyan los programas de voluntariado son una gran oportunidad para impulsar actuaciones dirigidas a la conservación de la biodiversidad. Por un lado, aquellos relacionados con mejorar el conocimiento de base sobre la biodiversidad, mediante la elaboración de inventarios de especies y bases de datos de biodiversidad, y por otro lado aquellos encaminados a restaurar ecosistemas que ya hayan sido degradados. En ambos casos, se trata de poner en marcha trabajos que requieren del tiempo y conocimientos con los que cuentan los voluntarios universitarios, en especial aquellos que tienen formación universitaria en grados de ciencias biológicas o afines. Ciertamente, la identificación de especies y el seguimiento de la biodiversidad, requiere de un riguroso trabajo sobre el terreno para la toma de datos, o cierta formación técnica para la ejecución de proyectos de restauración. Aunque en la actualidad el desarrollo tecnológico ha facilitado enormemente el monitoreo de la biodiversidad como por ejemplo mediante el uso de cámaras trampa, dispositivos de grabación acústica, o empleando técnicas genómicas de secuenciación masiva, todavía existen algunas limitaciones (Thomsen y Willerslev, 2015; Stephenson, 2020; Saranya *et al.*, 2023). Dichas limitaciones, tienen que ver con el acceso a la tecnología, ya que requieren de una inversión costosa, y/o elevada formación técnica. Además, también hay restricciones a nivel taxonómico y/o geográfico, ya que algunos grupos taxonómicos son más difíciles de secuenciar, y por otra parte muchos equipos no funcionan bien en condiciones climáticas adversas, lo que finalmente hace imprescindible el trabajo de campo (Danielsen *et al.*, 2000; Stephenson, 2020).

Asimismo, para que el trabajo del voluntariado prospere, se requiere de la interacción con las comunidades locales. Dicha interacción facilitaría que se alcancen metas globales para la conservación de la biodiversidad, teniendo en cuenta también el conocimiento local (Gerritsen y Morales, 2001; Pierce *et al.*, 2021). Las comunidades locales, por lo tanto, son piezas clave para ayudar a completar el inventario global de especies, ayudando con el monitoreo de la biodiversidad mediante 1) acciones de ciencia ciudadana (Chandler *et al.*, 2017; Pockoc *et al.*, 2018) dadas sus mayores posibilidades de encuentro y reconocimiento de especies locales y 2) aportando conocimientos ancestrales sobre la existencia y distribución de especies (Cozzuol *et al.*, 2014; Rossi *et al.* 2018; Ksenofontov *et al.*, 2019), lo que ayuda a mejorar y adaptar localmente las actuaciones de restauración, dirigidas a recuperar la biodiversidad y los ecosistemas.

Además, la interacción y el diálogo entre las comunidades locales y los voluntarios internacionales, va a permitir mejorar aspectos relacionados con la puesta en valor de la biodiversidad y los recursos naturales, teniendo en cuenta conjuntamente tanto aspectos locales como globales. Por ejemplo, las comunidades locales suelen considerar entre sus criterios de valoración, aspectos culturales, religiosos o de uso local de las especies, que no siempre son tenidos en cuenta por la sociedad global, mucho más influenciada por el mundo urbano y la academia (Alves *et al.*, 2009; Torre *et al.*, 2009; Azevêdo *et al.*, 2022). Incluso, en ocasiones, el valor que asignan las comunidades locales a un recurso puede ser inferior al valor que se asigna al mismo recurso en un contexto internacional. Por lo tanto, parece adecuado consensuar criterios de valoración de la biodiversidad armonizando los intereses locales y globales a través de procesos de participación abierta (Ruiz López y Suárez Román, 2019), e iniciativas de sensibilización donde participen los voluntarios (Martínez y Manzano-García, 2016; Blandariz *et al.*, 2023).

Por lo tanto, el voluntariado que participa en los proyectos de cooperación puede jugar un papel importante en la preservación de la biodiversidad a través de tres líneas principales de actuación: 1) como agente dinamizador en procesos de participación abierta trabajando con los agentes locales 2) como fuerza de trabajo y coordinando tareas relacionadas con la conservación de la biodiversidad (Lorimer, 2009; Chandler *et al.*, 2017), y 3) transfiriendo conocimientos de tipo técnico.

Por último, hay que tener en cuenta que cualquier proyecto dirigido a conservar y/o restaurar la biodiversidad de una región debe estar apoyado desde su concepción, en la fase de diseño, por las comunidades locales (Black y Opfer 2019). Asimismo, debe estar sustentado en el conocimiento tanto científico, como técnico para evitar poner en marcha proyectos que fracasen por no contar con el apoyo social, o por no ser adecuados técnicamente. Por ejemplo, se ha documentado el fracaso de reforestaciones o restauraciones impulsadas con proyectos de cooperación, que sin un seguimiento y cuidados continuos fracasan cuando la ayuda se retira (Reddy, *et al.*, 1999; Mekonnen, 2000). Incluso, en ocasiones la actuación no solo no contribuye a conservar la biodiversidad sino que puede desencadenar procesos de degradación, como por ejemplo mediante la destrucción del suelo, a través de el uso de prácticas no adecuadas (Worrell y Hampson 1997), o debido a la formación de costras salinas sobre el suelo por la aplicación de riegos no adecuados (Singh, 2020), por citar algunos ejemplos. Es decir, no todo vale. Los proyectos de cooperación deben ser viables técnica y socialmente, a corto, medio, y largo plazo, para que realmente la actuación tenga un impacto positivo y duradero sobre los ecosistemas y las comunidades. En este sentido, la cooperación internacional y las ayudas económicas asociadas deben contribuir a la consecución de los objetivos desarrollo sostenible (Chandra y Idrisova, 2011; Ma *et al.*, 2020), facilitando el acceso a tecnologías y metodologías dirigidas a ahorrar recursos, como por ejemplo el agua, un bien escaso en muchas regiones del planeta.

En el presente artículo, presentamos dos iniciativas de cooperación, a modo de ejemplo, desarrolladas en colaboración con una universidad local de Perú, la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA). Ambos casos se desarrollan en la región de Arequipa, la cual se extiende desde el desierto Costero-Peruano hasta Cordillera de los Andes. Se trata de una región muy extensa ya que abarca una superficie de aproximadamente 63000 km<sup>2</sup>, representando alrededor del 5% del territorio nacional de Perú. La población de la región de Arequipa en 2020 se estimó en aproximadamente 1.382.730 habitantes (según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú), siendo la agricultura y la minería el gran motor de desarrollo socioeconómico en la región representando el 30% del PIB, seguido del turismo y servicios asociados. Por lo que el mantenimiento de la actividad socioeconómica y productiva de la región depende en gran medida del manejo sostenible de sus recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

## 1.1. Objetivos

El objetivo general del presente artículo, es presentar dos ejemplos de proyectos de cooperación dirigidos a la conservación de la biodiversidad llevados a cabo a lo largo de varios años en Perú por estudiantes del Grado en Biología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Los proyectos se desarrollaron dentro del Programa de Voluntariado Internacional de las Universidades Públicas Madrileñas, y fueron financiados por diferentes convocatorias UCM de Proyectos De Cooperación Para El Desarrollo Sostenible, en estrecha colaboración con la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA). El objetivo abordado durante el primer proyecto de cooperación consistió en ofrecer apoyo técnico a la universidad local para frenar la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la degradación del ecosistema tropical seco “Bosque de nieblas”, localmente denominado “Lomas de Atiquipa” (Arequipa). Complementario a este objetivo, y también a petición de la universidad local surgió el segundo proyecto de cooperación cuyo objetivo fue implementar una base de datos de biodiversidad de la región de Arequipa, que además de incluir los inventarios de especies realizados en “Lomas de Atiquipa”, se fuera ampliando con información de toda la región de Arequipa.

En el apartado de metodología se explican los procedimientos empleados en la fase de redacción y establecimiento de los objetivos de ambos proyectos, para dar paso en resultados a la descripción de los hitos obtenidos. Por último, discutiremos la posible aplicabilidad de nuestra metodología y resultados para la conservación de la biodiversidad.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

#### 2.1.1. La región de Arequipa

La región de Arequipa representa aproximadamente un 5% del territorio nacional de Perú, abarca una superficie de aproximadamente 63.500 km<sup>2</sup>. Situada al sur del país, limitando al norte con Ica, al este con Ayacucho y Apurímac, al sureste con Cusco y Puno, al sur con Moquegua y al oeste con el océano Pacífico. Presenta una gran diversidad de ecorregiones de acuerdo con un marcado gradiente altitudinal que abarca desde el desierto Costero-Peruano (0 m sobre el nivel del mar, clima árido) hasta la cordillera de los andes (hasta 6000 m s n m, clima extremadamente frío). En este contexto, la biodiversidad de ecosistemas incluye humedales próximos a la costa, desierto, bosque de niebla, valles interandinos y sierras intermedias (2300 a 3500 m s n m) y ecosistemas altoandinos como bofedales, lagunas y pastizales de altura y cumbres. En cuanto a la biodiversidad global de toda la región, no se dispone de un inventario exhaustivo que recopile

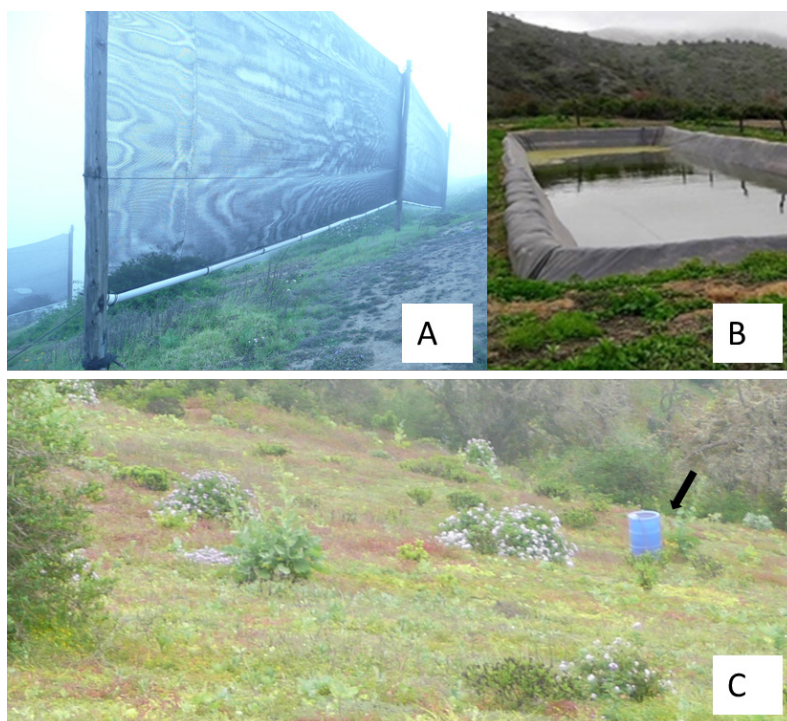


dicha información regional, aunque si existen datos de número de especies para algunas áreas protegidas como por ejemplo en el Santuario Nacional Lagunas de Mejía (lagunas costeras, donde se citan 211 especies de aves) o “Lomas de Atiquipa” (350 especies de plantas y 126 especies de fauna, Villegas Paredes *et al.*, 2017).

### 2.1.2. El “bosque de nieblas” o ecosistema de “Lomas costeras”

El Desierto Costero Peruano-Chileno (o Desierto de Atacama) es uno de los más áridos del planeta. Sólo de forma esporádica, se pueden producir precipitaciones ligadas al fenómeno de El Niño, que durante décadas no superan los 10 mm anuales. Dentro de esta ecorregión, emergen “islas de vegetación” con formaciones arboladas conocidas como *Bosques de nieblas* o *Lomas costeras*. Se trata de ecosistemas extraordinariamente frágiles y singulares, considerados Hotspots de Biodiversidad, aunque escasamente estudiados (Balaguer *et al.*, 2011). La vegetación de “Lomas” se desarrolla solo en las laderas orientadas hacia el océano pacífico gracias a la formación de nieblas orográficas locales. Estas nieblas sólo se traducen en un aporte hídrico al ecosistema si la humedad que contiene la masa de aire se condensa, y sólo ocurre cuando las gotas de agua son interceptadas por las hojas de los árboles favoreciendo su precipitación (Jiménez *et al.*, 2024). Las “Lomas de Atiquipa” forma un bosque entre nieblas dominado por una única especie arbórea, la tara o *Caesalpinia spinosa*. Sin embargo, debido a que se trata de una especie de valor comercial usada desde antaño, en la actualidad se ha deforestado un 80 % de su superficie original (Cordero *et al.*, 2016). Para revertir dicha situación, y recuperar los servicios ecosistémicos del bosque de tara, a partir del año 2000 se han sucedido proyectos de reforestación impulsados por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú) en colaboración con la Comunidad Campesina de Atiquipa, y financiados por diferentes Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) o el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). Efectivamente, dichos proyectos contribuyeron a mejorar considerablemente el número de pies de tara en el ecosistema de Lomas. No obstante, el mantenimiento de las plantaciones requería un aporte hídrico periódico (Balaguer *et al.*, 2011), lo que suponía un coste muy elevado tanto de mano de obra, como para el mantenimiento de toda la infraestructura de riego. Cabe recordar, que en este ecosistema no hay precipitaciones periódicas. Por lo tanto y para poder regar, el agua de la neblina debe ser captada por grandes atrapanieblas que consisten en unas mallas textiles sujetas a grandes bastidores y situadas perpendicularmente a los vientos dominantes, con el fin de interceptar las gotas de agua. Una vez que el agua es captada se distribuye hasta balsas y bidones colocados por toda la plantación (Figura 1), desde los cuales los campesinos suministran el riego manualmente a las plántulas.

FIGURA 1. Detalle de la infraestructura de captación y distribución del agua de niebla



Fuente: elaboración propia. Nota: (A) atrapanieblas, (B) balsa y (C) bidones.

Otro reto añadido es acceder periódicamente a la plantación, ya que ésta se localiza en la cima de las lomas (a más de dos horas a pie de la localidad más cercana, Atiquipa), donde las nieblas se forman de manera persistente y se dan las condiciones para que prospere este tipo de bosque. Esto supone un costoso desplazamiento por parte de los campesinos encargados del riego, ya que deben desatender sus trabajos y actividades cotidianas en el pueblo, al no haber personal ni presupuesto asignado para el mantenimiento de la plantación.

## 2.2. Procedimiento

A continuación se expone el procedimiento que hemos empleado para llevar a cabo los proyectos de cooperación y voluntariado basado en algunas de las recomendaciones recogidas en Baca-Tavira, y Herrera-Tapia (2016).

### 1) Identificación de la necesidad (Primera Fase).

La universidad local peruana (la UNSA), y la UCM venían colaborando en proyectos de investigación desde 2007, por lo que ya se habían identificado líneas de actuación prioritaria para conservar la biodiversidad local, que podrían ser susceptibles de ser financiadas a través de proyectos de cooperación internacional desde la UCM. Además, la UNSA es un agente respetado por las comunidades locales, y además cuenta con la infraestructura necesaria sobre el terreno para la acogida de los voluntarios. En este contexto, la primera línea de actuación propuesta fue buscar soluciones alternativas para restaurar el ecosistema de “Lomas de Atiquipa”, al tratarse de una zona con altos valores ecológicos y económicos. Dicho ecosistema, ha estado históricamente sometido a una alta presión de uso forestal y ganadero, reduciéndose progresivamente la superficie del bosque, así como su biodiversidad. Dicha situación, de mantenerse, comprometerá las actividades agrícolas y ganaderas que aún se desarrollan. La segunda línea de actuación fue generar una base de datos de biodiversidad de toda la región de Arequipa. La puesta en marcha y mantenimiento de las bases de datos de biodiversidad requieren de mucho tiempo para recopilar, depurar y grabar los registros, por lo que el apoyo del trabajo de los voluntarios resulta clave para lanzar un proyecto de estas características.

### 2. Análisis de antecedentes (Segunda Fase).

Para diseñar el proyecto de restauración del ecosistema de Lomas de Atiquipa, nos basamos en trabajos de investigación previos realizados en la zona (Balaguer *et al.*, 2011; Cordero *et al.*, 2016), empleando un enfoque basado en restauración ecológica (SER, 2004). El plan y los objetivos se discutieron con las comunidades locales para tener en cuenta sus aportaciones, inquietudes, percepciones y saberes y, de esta manera, obtener su apoyo. En cuanto a la base de datos, el equipo de la UCM realizó una consulta en GBIF y en otras bases de datos, detectándose en todos los casos un número de registros extremadamente bajos para la región de Arequipa. Esta comprobación permitió inferir que esos valores no reflejaban la realidad de la situación, al tratarse de una región tropical, lo que apoyaba la necesidad de implementar la base de datos demandada por la UNSA.

### 3. Implementación de los proyectos (Tercera Fase).

Tras presentar los proyectos y una vez obtenida su financiación, se inició la cooperación con la llegada de los voluntarios a Perú que fueron atendidos desde el primer momento por los colegas de la universidad local. En el caso del proyecto de cooperación relacionado con la intervención en campo para llevar a cabo la restauración, nuestros colegas de la UNSA nos coordinaron una reunión con la Jueza de Paz de Atiquipa, como representante de la comunidad local, a la que asistimos tanto el equipo UCM (estudiantes voluntarios y profesores), como el equipo local (profesores, y estudiantes), a continuación se organizaron cuadrillas de trabajo cuyos componentes incorporaban a nuestros estudiantes voluntarios, junto con estudiantes de la UNSA, y campesinos de la zona, a cargo de algún profesor o técnico de la UNSA o de la UCM. Así las cosas, se pudo realizar la restauración gracias a un fuerte apoyo de mano de obra en esta primera etapa. El seguimiento de la restauración, una vez que se marcharon los voluntarios UCM, recayó sobre los voluntarios locales estudiantes y campesinos, coordinados por la UNSA. Dicho monitoreo se mantuvo varios años después.

Por otra parte, para la realización de la base de datos, el trabajo de los voluntarios UCM consistió en el diseño y grabación de los datos, bajo nuestra supervisión al principio del proyecto, así como la realización de inventarios en localidades no exploradas de Arequipa lideradas por los profesores de la UNSA. La base de datos continúa implementándose.

## 3. Resultados

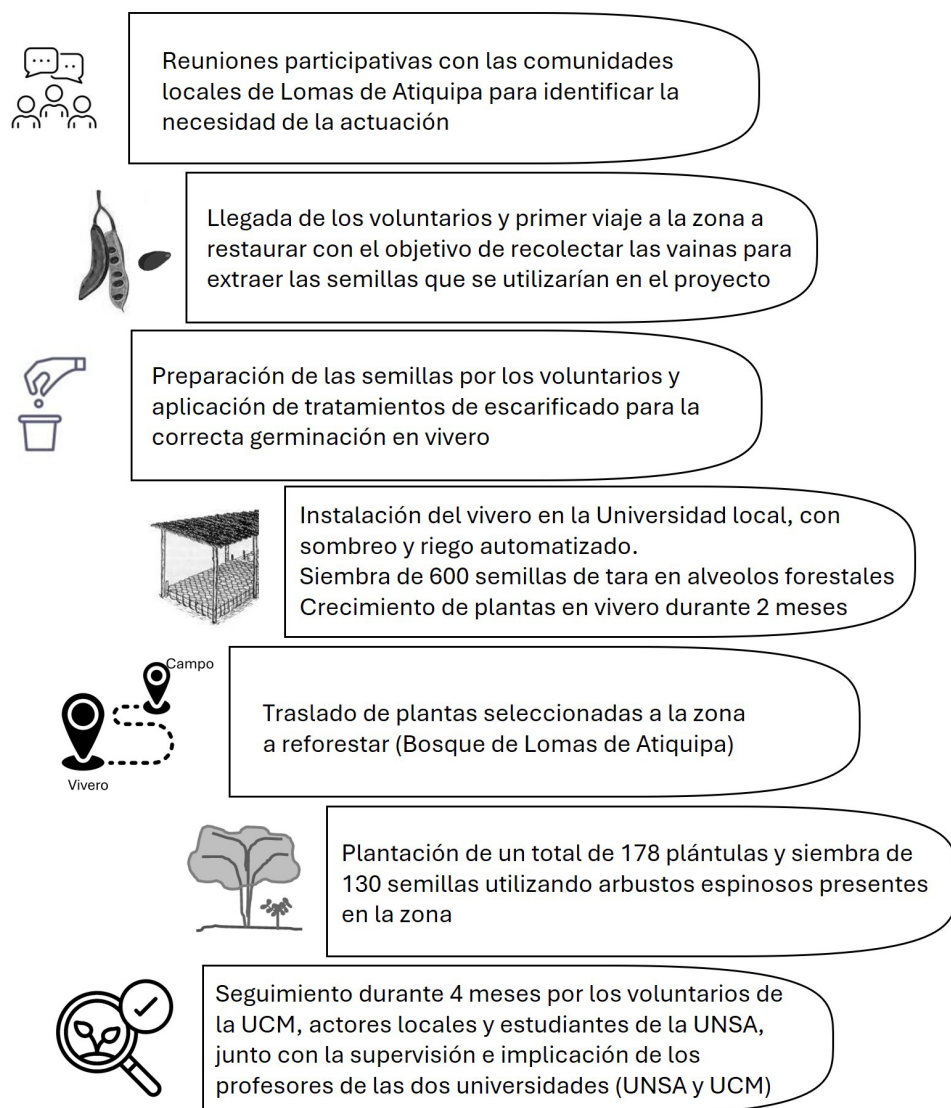
A continuación, exponemos como resultados un resumen de los dos proyectos de cooperación que contribuyen a la conservación de la biodiversidad en Perú.

### 3.1. Experiencia de cooperación para restaurar el ecosistema de Lomas y sus servicios ecosistémicos a través del árbol de la tara

Tras la identificación del problema y escuchadas las demandas por parte de la población local, y siempre en colaboración con la universidad Local, según Baca-Tavira, y Herrera-Tapia (2016), recomendamos implementar métodos de reforestación alternativos basados en técnicas derivadas de la restauración ecológica (SER, 2004), lo que permite abaratar los costes y reducir el esfuerzo de la mano de obra. Estas técnicas contribuyen a la recuperación del ecosistema con una intervención humana mínima e imitando los patrones y procesos que ocurren de forma natural (Balaguer *et al.*, 2014). En concreto, se propuso el uso de plantas nodrizas como una posible solución (Castro *et al.*, 2002). Particularmente, esta técnica, se basa en el hecho de que algunas especies de plantas favorecen el establecimiento de otras bajo su dosel, debido a una asociación denominada “facilitación”, dado que la planta nodriza protege de depredadores y reduce el estrés por alta insolación y/o temperaturas a los juveniles que crecen bajo su dosel (Castro *et al.*, 2002, 2004, Gómez-Aparicio, 2004). Además, dicho tipo de asociaciones en el ecosistema de “Lomas de Atiquipa” ya se había observado entre arbustos leñosos espinosos y plántulas de tara de manera natural (Cordero *et*

*al.*, 2016). Con este enfoque, se esperaba que el arbusto nodriza a través de la interceptación de gotas por las hojas favoreciera la captación de neblinas y el aporte de agua necesario a las plántulas situadas por debajo. Aportando la copa del arbusto el microambiente más adecuado y una protección extra ante posibles herbívoros presentes en la zona. Por lo tanto, a través de un proyecto de cooperación financiado por la UCM y con el trabajo de voluntarios y profesores de la UCM, y de la universidad local (UNSA), así como con la implicación de los campesinos, se puso en marcha esta iniciativa de reforestación, cuyas actuaciones se detallan en las figura 2 y que supuso un incremento del 50% la supervivencia de las plántulas del árbol de la tara en las lomas, sin más necesidad de mantenimiento que un único riego de establecimiento, el mismo día de la plantación, ahorrando tiempo y recursos a los campesinos locales. Los resultados de este trabajo están recogidos en el artículo Jiménez *et al.* 2024.

**FIGURA 2. Secuencia de actuación durante la experiencia de voluntariado para llevar a cabo la restauración del ecosistema de "Lomas de Atiquipa"**



Adaptado de Jiménez *et al.*, 2024.

En la Figura 3 se documentan algunos de estos trabajos de campo. Tras la retirada de la financiación por parte del proyecto de cooperación, fue la UNSA con apoyo de sus estudiantes quienes realizaron el seguimiento de la actuación en años sucesivos, siempre en colaboración y coordinación con las comunidades de campesinos locales.



FIGURA 3. Actividades desarrolladas durante el proyecto de Cooperación.



(A) Trabajo de campo de voluntarios de la UCM y de la UNSA. (B) Detalle de plántula creciendo junto al arbusto nodriza. (C) Plántulas creciendo en vivero en las instalaciones de la UNSA.

### 3.2. Experiencia de cooperación para implementar una base de datos de biodiversidad de la región de Arequipa (Perú)

Las bases de datos de biodiversidad representan una herramienta clave para el monitoreo y gestión de la biodiversidad, y de los recursos naturales. Conocer las especies de una región es un punto de partida relevante para diseñar estrategias adecuadas de conservación o restauración de ecosistemas, tal y como queda recogido en Pritchard, *et al.* 2022. Sin embargo, suele coincidir que muchas de las regiones más biodiversas del planeta (como en caso del Perú) no cuentan con los fondos necesarios para poner en marcha y mantener a medio o largo plazo proyectos para la compilación y elaboración de bases de datos. De hecho, consultando bases de datos globales como GBIF se observa una desigualdad significativa, en cuanto a la aportación de registros de dichos países (según los datos más recientes disponibles, Perú ha contribuido con 575.336 registros al GBIF, mientras que España ha publicado más de 57 millones de registros en dicha plataforma).

Perú, uno de los países más biodiversos del mundo, alberga una riqueza ecológica única ya que incluye desde ecosistemas áridos y de costa en la región del Pacífico, a la selva tropical en la cuenca Amazónica, pasando por el altiplano y las cumbres de los Andes. Sin duda, el volumen de trabajo para generar una base de datos de la biodiversidad de Perú contrasta con la escasez de los recursos financieros necesarios para mantener programas propios de monitoreo y digitalización de datos. Esta situación, es muy diferente con lo que ocurre en regiones del planeta con mayor renta, como por ejemplo Europa, que aunque tienen menor biodiversidad, contribuyen de manera significativa a la generación de registros en bases de datos globales (Amano y Sutherland, 2013). Para equilibrar dicha situación, los proyectos de cooperación internacional pueden jugar un papel clave, apoyando iniciativas locales y de ciencia ciudadana dirigidas a mejorar la soberanía de las poblaciones locales sobre su información biológica (Chandler, *et al.*, 2017). Con dicho propósito en verano del 2015, la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa inició a través de un proyecto de cooperación UCM y el trabajo de cuatro estudiantes del Grado en Biología de la UCM un proceso de compilación sistemática de datos locales de biodiversidad en la región de Arequipa.

Para ello, en primer lugar, se realizaron reuniones previas con la UNSA para identificar los recursos necesarios para implementar la base de datos, a continuación se capacitó a los estudiantes UCM en la metodología a desarrollar para la elaboración de la base de datos de biodiversidad, diseñando con ellos la estructura de dicha base de datos, según los estándares internacionales (Turnhout y Boonman-Berson, 2011). De esta forma, se diseñaron los campos que debía contener, para introducir adecuadamente y registrar datos taxonómicos, ecológicos, y de distribución de las especies. Seguidamente, se estableció con la UNSA las prioridades en cuanto a las fuentes de información de las que se debían extraer los registros. Concluyéndose que en una primera fase el origen de los datos sería “fuentes secundarias”, como trabajos propios realizados durante años por estudiantes de la UNSA, y que hasta el momento se encontraban dispersos y en formatos no accesibles, ni digitalizados. Se estableció, asimismo, que la base de datos debería ir progresivamente incorporando “fuentes primarias de datos” a través de campañas de campo establecidas con dicho fin, en las que también podrían participar los voluntarios de campañas futuras. Por último, se estableció un marco temporal del trabajo, considerando que dicha base de datos debería mantenerse a largo plazo mediante el trabajo de los estudiantes de la Licenciatura de Biología de la UNSA y el compromiso de supervisión de sus profesores.

Como consecuencia del fuerte compromiso adquirido por parte del profesorado y estudiantes de la universidad local, la base de datos ha incrementado significativamente el número de registros en los últimos años, siendo el número de registros en GBIF para Arequipa hasta el año 2014 de 1209 registros, y desde 2015 a la actualidad es de 11.230 ([https://www.gbif.org/occurrence/search?year=2015,2024&gadm\\_gid=PER.4.1.2\\_1](https://www.gbif.org/occurrence/search?year=2015,2024&gadm_gid=PER.4.1.2_1)). Actualmente la UNSA es un gestor de biodiversidad local que contribuye a la base global GBIF desde el 2020, año en el que se incorporaron como proveedores de información biológica de la región de Arequipa y sur de Perú (<https://www.gbif.org/es/publisher/2b4c1801-f21b-404f-aa1d-7b2c26ba71ce>).

#### 4. Discusión y conclusiones

En el presente artículo hemos mostrado, dos experiencias de cooperación al desarrollo impulsadas por la UCM que han contribuido a mantener la biodiversidad global, gracias al esfuerzo y compromiso ofrecido tanto por las instituciones (universidad local), como por las comunidades locales. Se trata de dos acciones que fueron bien acogidas y llevadas a cabo con éxito. Prueba de ello, es que una vez que se retiró la financiación, y dejaron de recibir el apoyo de los voluntarios, fueron tanto la comunidad local, como los estudiantes y profesores de la UNSA los que asumieron al 100% el compromiso de mantener ambos proyectos en activo.

En el caso de la restauración ecológica del bosque en las lomas de Atiquipa, encontramos dos posibles razones que pueden explicar el éxito de la experiencia. En primer lugar, tiene que ver con la fase de diseño del proyecto. Dado que nuestra propuesta surgió para atender una problemática identificada previamente por la comunidad local (la pérdida de una especie arbórea ligada al boque de nieblas). De esta forma pudimos centrar y establecer los objetivos teniendo en cuenta dicha demanda, teniendo en cuenta herramientas participativas, tal y como recomiendan Baca-Tavira y Herrera-Tapia (2016). Aunque los citados autores dan orientaciones para atender problemas de índole social en México, los procedimientos ahí reseñados, son totalmente extrapolables en este caso. Otra de las razones del éxito de la actuación, pensamos que tiene que ver con el enfoque de restauración ecológica propuesto (SER, 2004). Este enfoque emplea soluciones basadas en naturaleza, las cuales surgen como una herramienta basada en promover los procesos que dirigen el funcionamiento autónomo del ecosistema (Seddon *et al.*, 2020), y por lo tanto se ahorran costes de ejecución y mantenimiento necesarios en otras aproximaciones más intervencionistas, siendo el fin último de este enfoque generar ecosistemas resilientes que funcionen de forma autónoma. En esta zona, ya se habían implementado plantaciones de tipo convencional en el pasado, que requerían de tiempo y cuidados continuos, como por ejemplo riegos debido a la aridez del terreno. No obstante, y debido a falta de recursos, finalmente dichas labores se fueron abandonando. La restauración ecológica, tiene un enfoque de intervención mínima, ya que su objetivo es ayudar a la recuperación del ecosistema activando los procesos ecológicos esenciales que se quieren recuperar (SER, 2004). Lo cual resultó una aproximación adecuada en este contexto. Efectivamente, tras realizar distintas campañas de seguimiento periódico de la supervivencia a la zona de estudio (realizadas los tres primeros meses por voluntarios UCM, y posteriormente por los colegas y estudiantes de la UNSA), encontramos que el empleo de plantas nodriza aportaban protección y humedad a las plántulas de tara, lo que mejoró la supervivencia de estas (Jiménez, *et al.*, 2024).

En cuanto al proyecto de la base de datos de biodiversidad, también podemos concluir que ha resultado exitoso. Este proyecto surge como una necesidad académica, puesto que los profesores e investigadores de la UNSA, eran conscientes de que existía un gran volumen de información sobre biodiversidad dispersa y en formatos poco accesibles. Una base de datos integrada permitiría compartir esta información con la comunidad científica, y con sus propios estudiantes de biología. No obstante, la falta de tiempo y medios, así como los compromisos docentes no permitían impulsar esta labor, ya que requiere de mucho trabajo, sobre todo en las primeras etapas. Por lo tanto, la llegada de los voluntarios UCM, los cuales se habían capacitado previamente para dicha tarea fue de gran ayuda, ya que, en poco tiempo, generaron muchos registros y estructuraron dicha información. Una vez puesta en marcha, la base de datos no se ha abandonado, al contrario, hoy en día es una actividad totalmente implantada, siendo la UNSA un nodo que contribuye de manera periódica desde el 2020 a la base de datos global sobre biodiversidad GBIF.

Por lo tanto, y en base a estas experiencias podemos concluir que para conservar la biodiversidad a través de ayudas de cooperación y el apoyo del voluntariado, no todo vale. No es sólo cuestión de aportar fondos y horas de trabajo voluntario, se deben cumplir las siguientes condiciones: 1) que las acciones surjan desde necesidades ya identificadas por las administraciones (en nuestro caso la UNSA) y/o por las comunidades locales, 2) que las propuestas integren soluciones científico-técnicas con el conocimiento del propio territorio y 3) conseguir capacitación local para prolongar las actuaciones. Por último, y a modo de reflexión, consideramos que los voluntarios internacionales también pueden jugar un papel dinamizador en comunidades donde aún no perciban la dimensión global del problema de pérdida de la biodiversidad, actuando aquellas como agentes capaces de anticipar pérdidas irreversibles del capital natural.

#### 5. Agradecimientos

A los profesores de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA): Francisco Villasante, Luis Villegas Paredes, Cesar Raúl Luque-Fernández y G. Anthony Pauca-Tanco por facilitar la colaboración con la Universidad local. Estamos muy agradecidos con la comunidad de campesinos de "lomas de Atiquipa" por su participación y apoyo al proyecto, especialmente a la Sra. Romelia Montoya, Jueza de Paz de la Región, pieza clave durante el trabajo de campo. Estamos en deuda con los voluntarios: 1) estudiantes de la licenciatura en Biología de la UNSA: Johana del Pilar Quispe, Kevin Quispe y Ling Valderrama 2) estudiantes voluntarios del Grado en Biología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM): Ibai Alcelay, Miguel Díaz Carro, Agata



Betanska, Teresa Sánchez Mejía, y 3) estudiantes voluntarios del Máster en Restauración de Ecosistemas: Lourdes García, Sonia Novella, Clara Lago, Andrea Poole, Karen Báez Martín

## 6. Fuentes de financiación

Este trabajo ha sido apoyado por diferentes convocatorias de la UCM para la “Fundación de Proyectos de Cooperación al Desarrollo” y los voluntarios apoyados por las Becas del Programa de Voluntariado de la Universidad Complutense de Madrid. También contó con el apoyo de REMEDINAL-4 ref. TE-CM S2018/EMT-4 338.

## 7. Referencias bibliográficas

- Alves, L. I. F., da Silva, M. M. P., y Vasconcelos, K. J. C. (2009): “Visão de comunidades rurais em Juazeirinho/PB referente à extinção da biodiversidade da caatinga”, *Revista Caatinga*, 22(1), pp. 180-186. Disponible en: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/download/406/525>
- Amano, T., y Sutherland, W. (2013): “Four barriers to the global understanding of biodiversity conservation: wealth, language, geographical location and security”, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280. Disponible en: <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2649>
- Azevêdo, E. D. L., Alves, R. R. N., Dias, T. L. P., Álvaro, É. L. F., Barbosa, J. E. D. L., y Molozzi, J. (2022): “Perception of the local community: What is their relationship with environmental quality indicators of reservoirs?”, *PLoS ONE*, 17(1), e0261945. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261945>
- Balaguer, L., Arroyo-García, R., Jiménez, P., Jiménez, M.D., Villegas, L., Cordero, I., Rubio de Casas, R., Fernández-Delgado, R., Ron, M.E., Manrique, E., Vargas, P., Cano, E., Pueyo, J.J. y Aronson, J. (2011): “Forest restoration in a fog oasis: evidence indicates need for cultural awareness in constructing the reference”, *PLoS ONE*, 6, e23004. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023004>
- Balaguer, L., Escudero, A., Martín-Duque, J.F., Mola, I. y Aronson, J. (2014): “The historical reference in restoration ecology: re-defining a cornerstone concept”, *Biological Conservation*, 176, 12-20. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.05.007>
- Baca-Tavira, N. y Herrera-Tapia, F. (2016): “Social projects. Notes on their design and management in rural territories”, *Convergencia*, 23(72), pp. 69-87. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10546932003>
- Black, S. y Opfer, K. (2019): “Assessing community reforestation projects for biodiversity improvement and poverty alleviation”, *Forestry Research and Engineering: International Journal*. Disponible en: <https://doi.org/10.15406/freij.2019.03.00075>
- Blandariz, S.R., Macías, A.E.S., Véliz, R.S.S. y Figueroa, F.J.C. (2023): “Perception of biodiversity in the Pisloy community, Jipijapa, Manabí, Ecuador”, *South Florida Journal of Development*, 4(5), pp. 1906-1927. Disponible en: <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n5-006>
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A. y Gómez, J.M. (2002): “Use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean mountains”, *Restoration Ecology*, 10, pp. 297-305. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.01022.x>
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A., Gómez, J.M. y Gómez-Aparicio, L. (2004): “Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-year study”, *Restoration Ecology*, 12(3), pp. 352-358. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1061-2971.2004.0316.x>
- Chandler, M., See, L., Copas, K., Bonde, A.M., López, B.C., Danielsen, F., ... y Turak, E. (2017): “Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring”, *Biological Conservation*, 213, pp. 280-294. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.004>
- Chandra, A. y Idrisova, A. (2011): “Convention on Biological Diversity: A review of national challenges and opportunities for implementation”, *Biodiversity and Conservation*, 20(14), pp. 3295-3316. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0141-x>
- Cozzuol, M.A., De Thoisy, B., Fernandes-Ferreira, H., Rodrigues, F.H. y Santos, F.R. (2014): “How much evidence is enough evidence for a new species?”, *Journal of Mammalogy*, 95(4), pp. 899-905. Disponible en: <https://doi.org/10.1644/14-MAMM-A-182>
- Cordero, I., Jiménez, M.D., Delgado, J.A., Villegas, L. y Balaguer, L. (2016): “Spatial and demographic structure of tara stands (*Caesalpinia spinosa*) in Peru: Influence of present and past forest management”, *Forest Ecology and Management*, 377, pp. 71-82. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.034>
- Danielsen, F., Balet, D., Poulsen, M., Enghoff, M., Nozawa, C. M. y Jensen, A. E. (2000): “A simple system for monitoring biodiversity in protected areas of a developing country”, *Biodiversity and Conservation*, 9(12), pp. 1671-1705. Disponible en: <https://doi.org/10.1023/A:1026505324342>
- Das, U. y Behera, B. (2022): “Promotion of biodiversity conservation and local livelihoods in Buxa Tiger Reserve: Challenges and opportunities”, *Journal of Rural Development*, pp. 373-386. Disponible en: <https://doi.org/10.25175/jrd/2022/v41/i3/168518>
- Dimitrova, D. (2016): “Global Strategy for Plant Conservation”, *Phytologia Balcanica: International Journal of Balkan Flora and Vegetation*, 22, pp. 133-134.
- Gerritsen, P. R. y Morales, J. (2001): “Conservación de la biodiversidad”, *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*, (3), pp. 87-95. Disponible en: <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/download/30/30>

- Gómez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J. M., Hódar, J. A., Castro, J. y Baraza, E. (2004): "Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants", *Ecological Applications*, 14(4), pp. 1128-1138. Disponible en: <https://doi.org/10.1890/03-5084>
- Guzmán Chávez, M. G. (2006): "Biodiversidad y conocimiento local: del discurso a la práctica basada en el territorio", *Espiral (Guadalajara)*, 13(37), pp. 145-176. Disponible en: <https://espiral.cucsh.udg.mx/index.php/EEES/article/view/1326>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020): INEI. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe>
- Islam, M. Z. (2023): "Conservation of biodiversity for a sustainable world: A mini-review", *Asian Journal of Biodiversity*, 14(1). Disponible en: <https://www.asianscientificjournals.com/new/publication/index.php/ajob/article/view/1550/2178>
- Jiménez, M. D., Delgado, J. A., Luque-Fernández, C. R., Pauca-Tanco, G. A. y Villegas-Paredes, L. N. (2024): "A new approach for restoring tropical dry forests: Using local shrubs as nurse plants to improve the recruitment of *Tara spinosa* in Lomas de Atiquipa (Andean Region, Perú)", *Global Ecology and Conservation*, 53, e03004. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2024.e03004>
- Ksenofontov, S., Backhaus, N. y Schaepman-Strub, G. (2019): "There are new species: Indigenous knowledge of biodiversity change in Arctic Yakutia", *Polar Geography*, 42(1), pp. 34-57. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1088937X.2018.1547326>
- Lorimer, J. (2009): "International conservation volunteering from the UK: What does it contribute?", *Oryx*, 43(3), pp. 352-360. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0030605309990512>
- Ma, C., Zhao, X., Zheng, C. y Leng, F. (2021): "The achievements and experiences of UNDP-GEF biodiversity projects in China", *Biodiversity Science*, 29(2), pp. 212. Disponible en: <https://doi.org/10.17520/biods.2020128>
- Martínez, G. J. y Manzano-García, J. (2016): "Estilos de percepción de la biodiversidad y su conservación en actores sociales de áreas protegidas de Córdoba", *Revista del Museo de Antropología*, 9(2), pp. 135-152. Disponible en: <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v9.n2.14169>
- Mekonnen, A. (2000): "Valuation of community forestry in Ethiopia: a contingent valuation study of rural households", *Environment and Development Economics*, 5, pp. 289-308. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S1355770X00000188>
- Nemogá, G. R. (2016): "Diversidad biocultural: Innovando en investigación para la conservación", *Acta Biológica Colombiana*, 21(1), pp. 311-319. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/abc.v21n1Supl.50920>
- Niesenbaum, R. A. (2019): "The integration of conservation, biodiversity, and sustainability", *Sustainability*, 11(17), 4676. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11174676>
- Ochoa-Ochoa, L., Urbina-Cardona, J. N., Vázquez, L. B., Flores-Villela, O. y Bezaury-Creel, J. (2009): "The effects of governmental protected areas and social initiatives for land protection on the conservation of Mexican amphibians", *PLoS ONE*, 4(9), e6878. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006878>
- Pierce, J. R., Drill, S., Halder, M. D., Tan, M. M. J., Tiwari, A. y López Guijosa, P. A. (2021): "Scaling biodiversity conservation efforts: An examination of the relationship between global biodiversity targets and local plans", *Frontiers in Conservation Science*, 2, 752387. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fcsc.2021.752387>
- Pocock, M. J., Chandler, M., Bonney, R., Thornhill, I., Albin, A., August, T. y Danielsen, F. (2018): "A vision for global biodiversity monitoring with citizen science", *Advances in Ecological Research*, 59, pp. 169-223. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2018.06.003>
- Pritchard, R., Sauls, L. A., Oldekop, J. A., Kiwango, W. A. y Brockington, D. (2022): "Data justice and biodiversity conservation", *Conservation Biology*, 36(5), e13919. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/cobi.13919>
- Reddy, B. S., Parikh, J. K. y Srinivasan, P. V. (1999): "Plantation programmes through people's participation: a case study from India", *Biomass and Bioenergy*, 17(3), pp. 257-271. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(99\)00032-X](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(99)00032-X)
- Rossi, L., Gippoliti, S. y Angelici, F. M. (2018): "The role of indirect evidence and traditional ecological knowledge in the discovery and description of new ape and monkey species since 1980", *Primates*, 59(4), pp. 327-337. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10329-018-0667-6>
- Ruiz López, J. E. y Suárez Román, R. S. (2019): "Influencia de un proceso participativo en la valoración y percepción de la biodiversidad por las comunidades aledañas a fragmentos boscosos de Armenia, Quindío", *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas (ACCB)*, 1(31). Disponible en: <https://doi.org/10.47499/revistaacccb.v1i31.189>
- Saranya, K. G. y Hema, A. (2023): "A review on sustainable biodiversity challenges and opportunities", *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 17(1), pp. 679-685. Disponible en: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.17.1.0069>
- SER (2004): "The SER International Primer on Ecological Restoration". Tucson: Society for Ecological Restoration International Science y Policy Working Group. Disponible en: <http://www.ser.org/pdf/primer3.pdf>
- Sekhar, P. R., Savithri, Y., Kavitha, N. y Kumari, D. A. (2024): "Role of biodiversity and its importance in sustainable development: A comprehensive review", *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 45(8), pp. 184-188. Disponible en: <https://doi.org/10.56557/upjz.2024/v45i84012>
- Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C. A. J., Smith, A. y Turner, B. (2020): "Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375, 20190120. Disponible en: <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>

- Singh, A. (2020): "Soil salinization management for sustainable development: A review", *Journal of Environmental Management*, 277, 111383. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111383>
- Stephenson, P. (2020): "Technological advances in biodiversity monitoring: Applicability, opportunities and challenges", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 45, pp. 36-41. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.08.005>
- Thomsen, P. F. y Willerslev, E. (2015): "Environmental DNA - An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity", *Biological Conservation*, 183, pp. 4-18. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.11.019>
- Torres, D. D. F., de Oliveira, E. S., Alves, R. R. D. N. y Vasconcellos, A. (2009): "Etnobotânica e etnozootologia em unidades de conservação: Uso da biodiversidade na APA de Genipabu, Rio Grande do Norte, Brasil", *Interciencia*, 34(9), pp. 623-629. Disponible en: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/623-TORRES-7.pdf>
- Turnhout, E. y Boonman-Berson, S. (2011): "Databases, scaling practices, and the globalization of biodiversity", *Ecology and Society*, 16(1). Disponible en: <https://doi.org/10.5751/ES-03981-160135>
- Verma, A. K., Rout, P. R., Lee, E., Bhunia, P., Bae, J., Surampalli, R. Y. y Chen, Y. (2020): "Biodiversity and sustainability", *Sustainability: Fundamentals and Applications*, pp. 255-275. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/9781119434016.ch12>
- Villegas Paredes, L., Caballero Marchan, K. y Luque Fernández, C. (2017): *Fauna Silvestre de las Lomas de Atiquipa*, Arequipa, Perú, Editorial UNSA.
- Wezel, A. y Lykke, A. M. (2006): "Woody vegetation change in Sahelian West Africa: Evidence from local knowledge", *Environment, Development and Sustainability*, 8, pp. 553-567. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10668-006-9055-2>
- Worrell, R. y Hampson, A. (1997): "The influence of some forest operations on the sustainable management of forest soils: A review", *Forestry*, 70, pp. 61-85. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/FORESTRY/70.1.61>
- Xu, H., Cao, Y., Yu, D., Cao, M., He, Y., Gill, M., Pereira, H. y otros. (2021): "Ensuring effective implementation of the post-2020 global biodiversity targets", *Nature Ecology and Evolution*, 5, pp. 411-418. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01375>