



Qué es la desertificación y por qué tenemos que abordar este problema

Jaime Martínez-Valderrama 

Instituto Multidisciplinar para el Estudio del Medio. Universidad de Alicante

Resumen: La desertificación se refiere a la degradación de las tierras secas, que ocupan el 45% de la superficie terrestre y en ellas vive una de cada tres personas. Unos mil millones de personas, en los países más pobres, dependen de la tierra para la mayoría de sus necesidades. La desertificación es consecuencia de las variaciones climáticas –como las sequías– agravadas por el cambio climático, y las actividades humanas, que suponen intensificar el uso del suelo para cubrir las necesidades de una población y consumo per cápita crecientes. Las trabas conceptuales, la falta de soporte científico y la doble visión de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) –ambientalista vs desarrollista– ha lastrado la implementación de soluciones. Para revertir esta situación es necesario comprender que los mismos factores que generan riqueza son los causantes de la desertificación. Degradación y regeneración son procesos que conviven y que deben formar parte del mismo paquete de soluciones, como reconoce el concepto de degradación neutra (NDT). Esta es la iniciativa de la CNULD para lograr la neutralidad en la degradación de tierras en 2030. Para ello, además de las restauraciones ecológicas, debe priorizarse la prevención y un uso del territorio que minimice los impactos ambientales. La NDT forma parte del ODS 15, pero abordar la desertificación pasa por lograr otros ODS, destacando el de la igualdad de género (ODS 5), el hambre cero (ODS 1) o el fin de la pobreza (ODS 2). Solo con un mundo más justo puede lograrse un planeta sostenible.

Summary: WHAT IS DESERTIFICATION, AND WHY DO WE HAVE TO TACKLE THIS PROBLEM? – Desertification refers to the degradation of drylands, which cover 45% of the earth's land surface and are home to one in three people. Some one billion people in the poorest countries depend on the land for most of their needs. Desertification is a consequence of climate variations such as droughts, aggravated by climate change and human activities, which involve intensifying land use to meet the needs of a growing population and per capita consumption. Conceptual obstacles, lack of scientific support and the double vision (environmentalist vs. developmentalist) of the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) have hindered the implementation of efficient solutions. To reverse this situation, it is necessary to understand that the same factors that generate wealth are the causes of desertification. Degradation and regeneration are processes that coexist and must be part of the same solution package, as recognized by the concept of land degradation neutrality (LDN), which the UNCCD aims to achieve by 2030. To this end, in addition to ecological restoration, priority should be given to prevention and land use that minimizes environmental impacts. LDN is part of Sustainable Development Goal 15, but tackling desertification involves achieving other SDGs, such as gender equality (SDG 5), zero hunger (SDG 1) and the end of poverty (SDG 2). A sustainable planet can only be achieved with a fairer world.

La desertificación, un problema de largo alcance.

Las tierras secas del planeta ya ocupan el 45% de la superficie terrestre, y en ellas vive un tercio de la población mundial (UNCCD, 2022a). La desertificación es la degradación de estas tierras, como consecuencia de variaciones climáticas y actividades humanas, entendiéndose por degradación la pérdida de productividad biológica, económica y de biodiversidad (UNCCD 1994). A

pesar de que es un concepto maduro, que empezó a formalizarse en los años veinte del siglo pasado, la idea que se tiene de la desertificación encierra graves errores conceptuales que impiden el desarrollo de soluciones verdaderamente efectivas. El más común, presente incluso entre parte de la comunidad científica y en algunos estatutos de la Convención de Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD), es confundir desertificación con el avance del desierto (Martínez-Valderrama, 2016), o equipa-

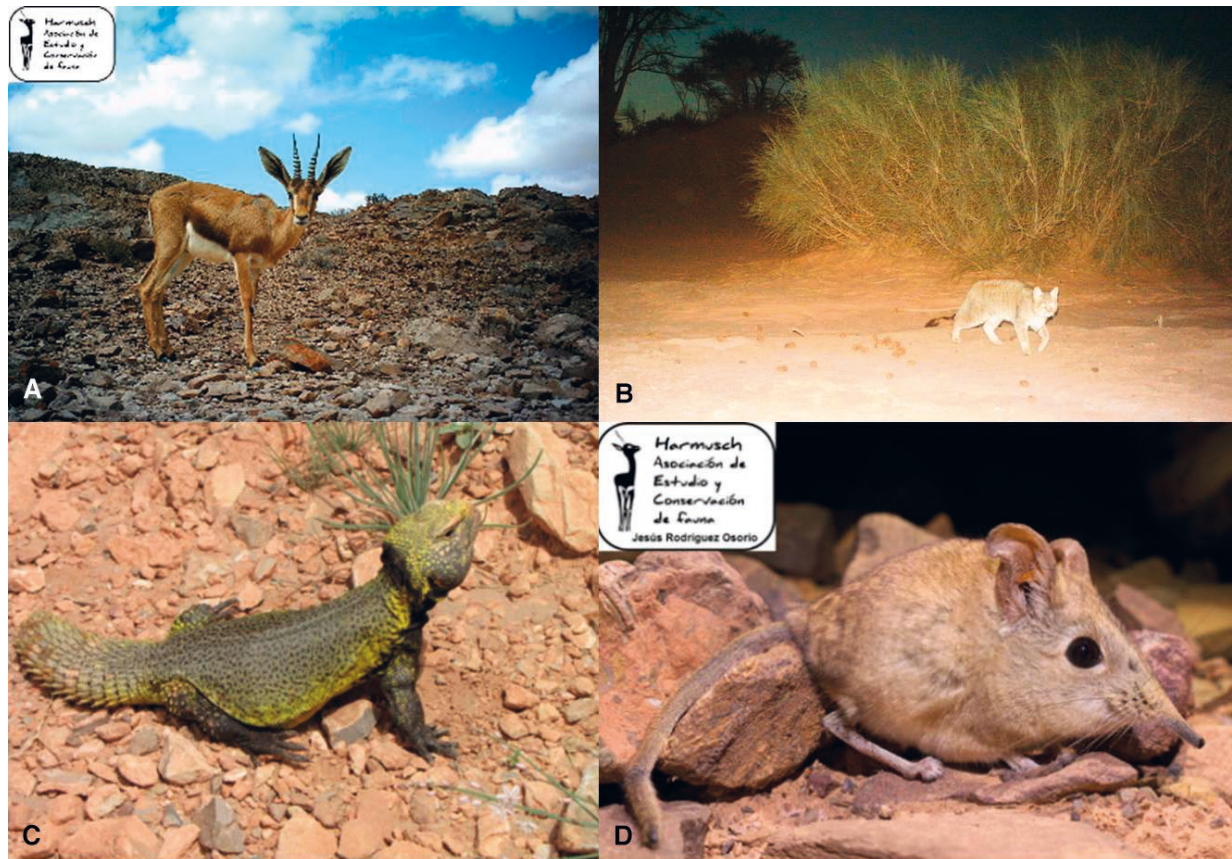


Figura 1. Algunas especies de la vertiente atlántica del desierto del Sahara, una muestra de la sorprendente biodiversidad de estos espacios aparentemente vacíos: A, gacela de Cuvier (*Gazella cuvieri*); B, gato montés africano (*Felis s. lybica*); C, lagarto de cola espinosa (*Uromastix nigriventisi*); D, musaraña elefante (*Elephantulus rozeti*). Fuente: Asociación Harmusch.

larla a la erosión (Puigdefábregas, 1995) o las sequías.

Los desiertos se consideran en muchas ocasiones como el estado terminal de un proceso de desertificación (UNEP, 2006). Otras, se piensa que los desiertos pueden expandirse e ir tragándose prósperas tierras agrícolas. En realidad, un desierto es un bioma extraordinariamente complejo, maduro y rico en biodiversidad (véase una muestra en la figura 1). Sucede que, en comparación con otros biomas, esta variedad parece precaria. La razón es que los desiertos ocupan las zonas hiperáridas y sus zonas áridas aledañas, que son una parte de las tierras secas (se completan con las zonas semiáridas y sub-húmedo secas). Por tanto, los desiertos disponen de un exiguo balance hídrico para soportar sus cadenas tróficas.

Esta baja productividad es la que crea la confusión con la desertificación. En efecto, los lugares desertificados –se estima que un 9.2% de las tierras secas están degradadas (Mirzabaev *et al.*, 2019)– presentan bajas productividades, lo que lleva al abandono de esos territorios al quedar inutilizados. En este caso la degradación es consecuencia de la intervención del ser humano, como bien anuncia la definición, mientras que la baja productividad de los desiertos se debe exclusi-

vamente a sus condiciones climáticas. Adicionalmente, el cambio climático, también provocado por el ser humano, ha amplificado las variaciones climáticas, de modo que la desertificación no puede contemplarse como una amenaza externa, sino fruto de una dinámica interna de carácter antropogénico. Uno de sus rasgos más amenazantes, que también ayudan a confundirlo con los desiertos, es su carácter irreversible. En efecto, restituir un proceso de degradación en un medio caracterizado por su lenta reposición (p.e., 1 cm de suelo fértil tarda unos mil años en acumularse y un acuífero en zonas áridas siglos en llenarse) conlleva que los territorios desertificados sean muy estables y, por tanto, difíciles de revocar.

Algunos casos históricos de desertificación

Con objeto de aclarar qué es un proceso de desertificación, se presentan en esta sección dos casos históricos, que nos permitirán esclarecer cómo las sinergias entre distintos factores desencadenan graves episodios de degradación. Los ejemplos evidencian otra característica de la desertificación, su escala regional. Es decir, los procesos de desertificación afectan a amplios territorios.

El primero de los casos se refiere al Mar de Aral, y su importancia ha quedado reflejada en que da nombre a un síndrome conocido como, «aralización» (AghaKouchak *et al.*, 2015), bajo el que se han descrito casos semejantes. Situado en el antiguo territorio de la Unión Soviética, los restos del Aral se reparten entre las actuales repúblicas de Kazajistán y Uzbekistán. Originalmente, esta cuenca endorreica era la cuarta superficie líquida interior (esto incluye lagos y mares) más grande del mundo, con 68.000 km². Las altas tasas de evaporación eran compensadas mediante el aporte de los ríos Amu Daria y Sir Daria. La actividad pesquera era notable, con una producción anual de 40.000 toneladas que daba trabajo a 60.000 personas.

Una decisión política cambió para siempre el Mar de Aral. En 1960 el gobierno soviético consideró que debía autoabastecerse de algodón y para ello diseñó un ambicioso plan de regadío con el fin de aprovechar el agua de los ríos que nutrían al Aral. Poco a poco fue creciendo la superficie en regadío, pasando de las 3,8 millones de hectáreas iniciales a las 8,1 en 2005. La zona se inundaba de algodón y a la vez descendía el nivel del mar. Durante la primera década, es decir, hasta los años setenta, cayó veinte centímetros al año. En los setenta, la tasa de descenso se triplicó, y en la década de los ochenta llegó a descender casi noventa centímetros al año (Micklin *et al.*,

2014). Hubo años que los ríos fueron drenados completamente y no aportaron ni una sola gota de agua al Aral. A medida que quedaba descubierto el fondo del mar, el viento dispersaba la sal, condenando al ocaso los suelos agrícolas. En pocas décadas el Aral desapareció (fig. 2), y con ello la pesca. Los suelos de la región se fueron salinizando y se consolidó un proceso de desertificación que ya no tiene solución.

Otro de los mayores desastres medioambientales ocurrido el siglo pasado tiene que ver con la desertificación. Tuvo lugar en el medio oeste norteamericano, una región dominada por las llanuras y los vientos (Schubert *et al.*, 2004). Las praderas, cubiertas de capa de correosa hierba, los búfalos y los indios vivían en perfecta armonía. Se trataba de un lugar poco apto para la actividad agraria, con inviernos severos y un clima seco. Sin embargo, una serie de novedades ocurridas en poco tiempo cambiaron por completo el aspecto de la zona. La llegada de colonos impulsó el cultivo del trigo. Aunque modesto en sus orígenes, los trigos fueron imponiéndose. El desarrollo de variedades resistentes al frío, junto con la adopción del arado de vertedera profundo, que permitía roturar el tenaz manto de hierba, dio lugar a prometedoras cosechas. Otras dos circunstancias transformaron por completo el lugar. Un período climático inusualmente benigno creó la falsa sensación a los nuevos habitantes de que aquel era un lugar

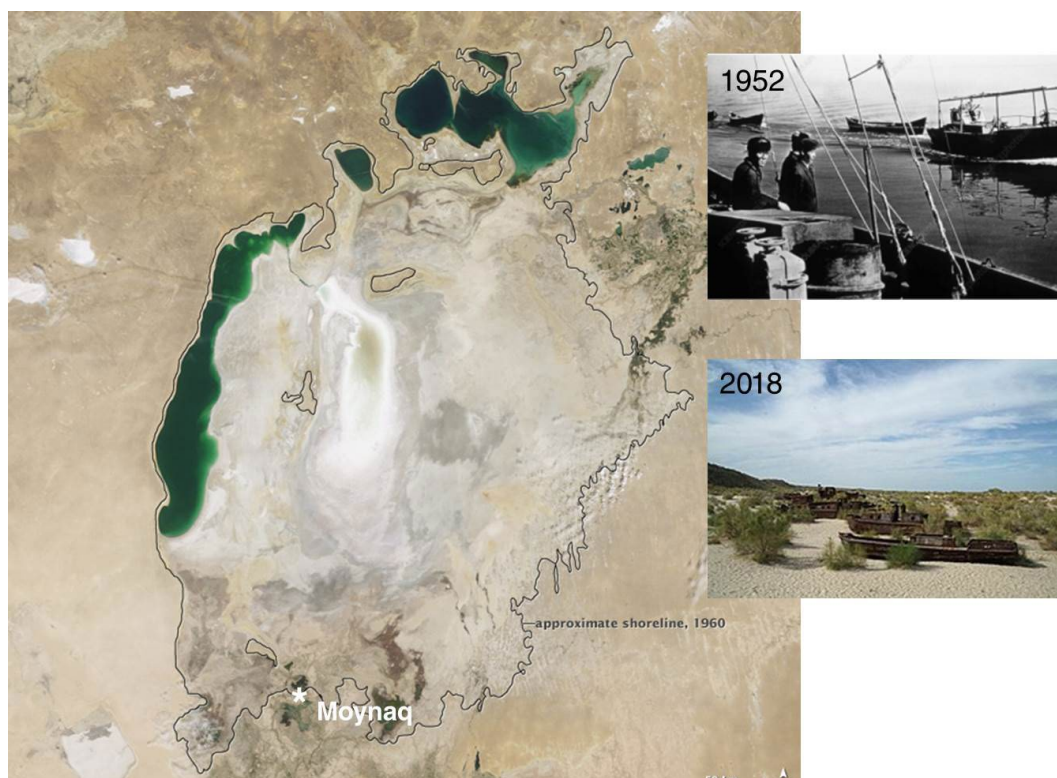


Figura 2. Tras la explotación de los ríos que alimentaban el mar de Aral su superficie se ha reducido a un 10% de la original. La otrora flota pesquera de Moynaq (ver población en el mapa) yace sobre el lógamo agrietado del fondo del mar. Fotos: Wikicommons.



Figura 3. Tormenta de polvo acercándose a Stratford, Texas, 1935. Foto: Wikicommons.

amable. El colapso de las exportaciones rusas de trigo, debido a la revolución bolchevique, abrió un nicho de mercado que atrajo multitud de colonos.

Con miles de hectáreas desnudas y el suelo desmenuzado, repentinamente regresaron las tormentas de viento. El suelo voló por los aires (véase un ejemplo en la figura 3) y los granjeros se arruinaron. Aún hoy, el denominado *Dust Bowl*, es un surtidor de polvo que se activa cuando el viento sopla fuerte. La lección que se puede extraer de este caso es que los cambios repentinos del uso del suelo suelen tener consecuencias inesperadas. Hechos muy parecidos ocurrieron en la otra punta del mundo. Las estepas áridas de Mongolia interior fueron convertidas en tierras agrícolas con el fin de hacerlas más rentables, y la presión ganadera aumentó (Hoffmann *et al.*, 2011). De nuevo la visión cortoplacista supuso la desertificación del lugar, cuyos efectos son palpables en el largo plazo.

La desertificación ocurre aquí y ahora

Los casos elegidos para ilustrar los procesos de desertificación pueden transmitir la falsa idea de que es un problema del pasado que ocurre en lejanos lugares. Europa, en el siglo XXI, no parece un escenario donde sea posible la desertificación. Sin embargo, la cuenca mediterránea tiene un alto porcentaje de tierras secas –España es el país con mayor proporción, con casi un 75% (Sanjuán *et al.*, 2014)– y es un punto caliente del cambio climático, pues aquí se espera un aumento significativo de la aridez (Zeng *et al.*, 2021).

La desertificación adopta diversas formas. En el caso español se han identificado cinco paisajes de desertificación (MAGRAMA, 2008). Uno de los más importantes es el relacionado con la agricultura de regadío. Confundido en ocasiones como una solución al problema (el aumento de la productividad primaria se interpreta como una mejo-

ra de la condición de la tierra), la sobreexplotación de aguas superficiales y subterráneas tiene como consecuencia el declive de ecosistemas, su biodiversidad y también el propio sistema económico. Un claro ejemplo lo encontramos en uno de los sitios más áridos de la Europa continental, el valle de Tabernas, en Almería (Martínez-Valderrama, *et al.*, 2020).

Las geoformas de este paraje tienden a relacionarse con desiertos y desertificación. No se puede negar que las espectaculares cárcavas labradas con precisión por las lluvias torrenciales de hace miles de años sobre un sustrato propicio para la escultura (Junta de Andalucía, 2003), recuerden al desierto (fig. 4A). Sin embargo, las características biofísicas de la zona están lejos de cumplir con los exigentes requisitos que imperan en los desiertos como, por ejemplo, que haya años sin precipitación o la cubierta vegetal sea inferior al 5% (Evenari *et al.*, 1986). Por otra parte, la denominación geológica de estas geoformas, «malas tierras», hace referencia a la dificultad para su explotación. Establecer parcelas de cultivo o pastorear la zona es prácticamente imposible debido a su orografía.

Algunos kilómetros al este, el fondo del valle es plano y durante décadas diversos cultivos han prosperado gracias al uso de las aguas subterráneas. Entre ellos sobresale el olivar que, durante los últimos años, ha sufrido un proceso de intensificación ligado a la adopción del olivar en parral (hasta 2.000 árboles por hectárea; fig. 4B). El objetivo es facilitar la mecanización del cultivo y multiplicar hasta por 3 el rendimiento del regadío tradicional (de 2 t/ha con unos 200 árboles por hectárea (Faulkner *et al.*, 2003)). Además del impacto visual y la erosión derivada del movimiento de tierras necesario para aplanar el terreno, el principal efecto ha sido el agotamiento de las aguas subterráneas, cuyos efectos se palpan aguas abajo. En efecto, el manantial del

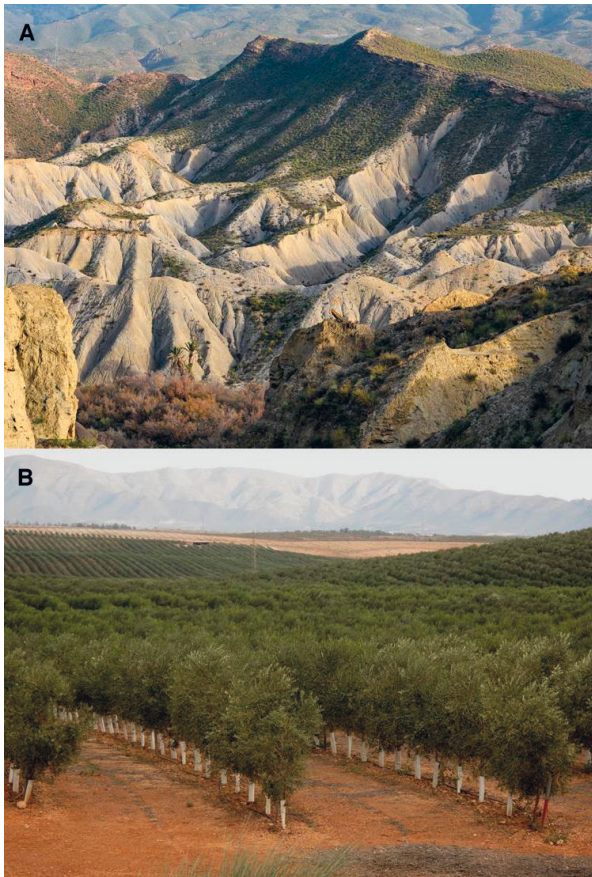


Figura 4. En apenas treinta kilómetros el valle de Tabernas, Almería, es un escenario ideal para discutir qué es desertificación y qué no lo es. A, geofomas del «desierto» de Tabernas, Almería; B, procesos activos de desertificación en ese mismo valle como consecuencia de la sobreexplotación de acuíferos y la expansión de olivares superintensivos. Fotos: Leo Barco y Club Almeriense de Montañismo.

Río Aguas, que en el período 1970-2000 registraba un caudal de unos 40 l/s, ha pasado a los 7 l/s actuales (Calaforra *et al.*, 2015). El tremendo impacto ambiental, derivado de un rápido cambio en el uso del suelo, se ha calificado como ecocidio (Roncero y Calaforra, 2022), y es uno más de los casos de desertificación repartidos por la cuenca del Mediterráneo. La desertificación no es cosa del pasado ni de lugares remotos. Ocurre aquí y ahora.

La Neutralidad de la Degradación de la Tierra (NDT), una solución ambiciosa en el marco de los ODS

Como decíamos al principio, es necesario comprender cómo surgen los procesos de desertificación para abordar el problema con garantías. De lo contrario, nos topamos con propuestas que, lejos de resolver el problema, pueden incluso agravarlo. Así, por ejemplo, levantar murallas de árboles al borde del desierto, con el fin de retener

el avance de las dunas, es una solución abocada al fracaso, pues los árboles se secarán o serán sepultados. Defender que el regadío es una barrera contra el desierto es otra reivindicación que, lejos de solucionar la desertificación, está más cerca de causarla, ya que mantener el riego en zonas secas supone en muchos casos el agotamiento de los escasos recursos hídricos (Fundación Nueva Cultura del Agua, 2020).

Este último ejemplo evidencia uno de los principales puntos de discusión sobre cómo combatir la desertificación. La CNLUD es interpretada como una Convención desarrollista, que debe invertir en proyectos que generen crecimiento económico y empleo, o como una Convención ambientalista, orientada a proteger el territorio y restaurar las zonas desertificadas. La primera visión corresponde a países o zonas más pobres, mientras que la segunda representa la opinión de los países más ricos.

Ambas concepciones tienen su parte de razón y la reciente propuesta de la CNLUD, denominada Neutralidad de la Degradación de la Tierra (NDT), puede albergar ambas. En parte impulsado por su declive frente a sus Convenciones hermanas, la de Cambio climático y Biodiversidad, la CNLUD lanzó la idea de un «mundo neutral en cuanto a la degradación de la tierra», integrada en el resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) *El futuro que queremos*. La NDT se define como «un estado en el que la cantidad y la calidad de los recursos de la tierra necesarios para apoyar las funciones y los servicios de los ecosistemas y mejorar la seguridad alimentaria permanecen estables o aumentan dentro de escalas temporales y espaciales y ecosistemas específicos.» (UNCCD, 2015) La NDT forma parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (Naciones Unidas, 2021). En concreto, está incluida en la meta 15.3: «luchar contra la desertificación, restaurar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y esforzarse por lograr un mundo sin degradación de la tierra» para 2030 (UNGA, 2015).

La NDT combina dos tipos de acciones: (i) reducir la tasa de degradación de las tierras no degradadas y (ii) aumentar la tasa de restauración de las tierras degradadas (Kust *et al.*, 2017). La implementación de la NDT no es trivial. Para ello, el órgano científico que asesora a la CNLUD lleva años trabajando para aclarar conceptos y proponer líneas de actuación (Orr *et al.* 2017; Cowie *et al.*, 2018; Chasek *et al.*, 2019). Entre ellas (fig. 5) merece destacar las siguientes:

- La NDT no debe interpretarse como una licencia para degradar. Este es un aspecto esencial que los expertos en la materia destacan. La NDT será la base de los Planes Nacionales de Acción contra la Desertificación. Cada país debe considerar subdivisiones territoriales en las que aplicar la NDT. Para ello pueden seguirse criterios admi-



Figura 5. Algunas de las líneas de actuación más destacables para conseguir un mundo neutro en 2030.

nistrativos (p.e., provincias) o físicos (p.e., cuencas hidrográficas). La compensación entre degradación y regeneración debe de hacerse dentro de los mismos usos del suelo o tipos de cobertura en cada una de esas zonas. Este mecanismo evita la propagación de la degradación, ya que las compensaciones se circunscribirán a las subdivisiones territoriales elegidas. En otras palabras, no puede compensarse la erosión que pueda desencadenarse por el cultivo de especies leñosas en la cuenca del Guadalquivir con la reforestación de bosques tropicales en Centroamérica, sino con la recuperación de tierras agrícolas en la misma cuenca.

– La NDT se despliega a través de tres tipos de acciones -evitar, reducir, revertir- donde la prevención es prioritaria. La razón es que, dada la naturaleza irreversible de la desertificación, atacar el problema cuando está muy avanzado es la opción menos efectiva y más cara. Así, es conveniente detectar qué usos del suelo pueden desencadenar procesos de degradación o promover el uso de cubiertas verdes en la agricultura, que llevar a cabo restauraciones forestales en lugares desprovistos de suelo fértil.

– Las diversas acciones que deben llevarse a cabo para conseguir la ansiada neutralidad deben implementarse a través de la planificación territorial ya existente. Esta es una tarea compleja, pues requiere evaluar los planes vigentes y analizar qué impacto tienen y qué acciones regenerativas proponen. Aplicar la NDT supone, en último término, poner orden entre los planes existentes, descubrir solapamientos y solventar incongruencias. La agregación de las acciones propuestas no pueden superar el nivel de degradación de 2015, de modo que este es el umbral elegido por la CNUCLD como límite superior de la degradación.

– Para vigilar el progreso de la NDT se propone un mínimo de tres indicadores. Estos son mejorables y ampliables (Sims *et al.*, 2021) y

cada país tiene la potestad de implementar los que crea convenientes, respetando los tres propuestos. El primer indicador es la evolución de la cubierta terrestre, que refleja la dinámica del uso del suelo y revela los cambios en la cobertura vegetal y la consiguiente fragmentación del hábitat e intensificación del uso de recursos. El segundo es la productividad de la tierra, que informa sobre cambios rápidos en la funcionalidad del ecosistema. La interpretación de este indicador no es sencilla y debe hacerse junto al primer indicador. Aumentar la productividad de un territorio puede suponer que se esté degradando. El citado ejemplo del regadío como barrera contra la desertificación es uno de ellos. Otro caso puede ser la tala de un bosque, que en términos de productividad primaria supone un claro aumento, pues la biomasa acumulada en los árboles se transforma en un banco de nutrientes que los primeros años de explotación resultan en un gran incremento de la productividad primaria. Por último, el carbono orgánico del suelo refleja cambios más lentos resultantes de los efectos netos del crecimiento de la biomasa y de su perturbación/eliminación, lo que le convierte en un indicador de resiliencia.

Además de elegir los indicadores, es necesario proponer una métrica concreta. Así, por ejemplo, para el segundo indicador existen numerosas posibilidades. Muchos se basan en el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) (Tucker, 1979), que presenta una alta correlación con la Productividad Primaria Neta (Prince, 1991). En función de los datos disponibles se podrán elegir unos u otros. Ha de tenerse en cuenta que uno de los objetivos de los indicadores es hacer un seguimiento y, por tanto, la métrica elegida debe mantenerse.

A pesar de destacar las acciones preventivas por encima de cualquier otra, las restauraciones forestales se están imponiendo como la principal solución para combatir el problema. Con ello se

aprovecha la sinergia que supone actuar simultáneamente contra otro problema, el cambio climático, que tiene una gran difusión entre la sociedad. Ello encaja, además, en el marco que ha propiciado el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (United Nations, 2021), que promueve la financiación de este tipo de acciones.

Afortunadamente, las restauraciones forestales han ido evolucionando hacia prácticas que consideran el ecosistema en su conjunto. Hasta hace poco se diseñaban para crear una tupida cubierta vegetal, utilizando especies de crecimiento rápido con el fin de detener los problemas de erosión y estabilizar laderas, lo que en realidad no dejaba de ser una solución más técnica que ecológica (Maestre y Cortina, 2004).

Algunos de los proyectos de reforestación más ambiciosos los encontramos en China. Desde finales de la década de 1970 se han adoptado trece iniciativas nacionales destinadas a la restauración y conservación de las tierras secas, entre ellas la Gran Muralla Verde y el Programa Grano por Verde (*Green for Grain* en inglés) (Bryan *et al.*, 2018). Los programas de restauración de tierras en el norte de China han cambiado los patrones de uso de la tierra mediante la plantación de bosques y la siembra aérea. Gracias a estos programas, el 45,8% de las tierras secas de China experimentaron una notable mejora de la tierra entre 1980 y 2015 (Li *et al.*, 2021). Una característica esencial de estos programas ha sido abordar conjuntamente los problemas socioeconómicos y medioambientales, y romper el círculo vicioso de la pobreza y la degradación medioambiental (Cao *et al.*, 2009). En el Sahel, la franja al sur del desierto del Sahara que atraviesa África desde el océano Atlántico hasta el mar Rojo, encontramos la iniciativa más vanguardista en este nuevo paradigma de la reforestación. La Gran Barrera Verde del Sahara y el Sahel (Goffner *et al.*, 2019) propone crear un corredor vegetal a lo largo de los 8000 kilómetros que separan Senegal de Yibuti (abarcando un total de 100 millones de hectáreas). Se trata de crear un mosaico vegetal con diversas especies con el propósito de proveer una gran variedad de servicios ambientales: alimento, combustible, sombra, conservación de agua, depósitos de carbono, protección del suelo, etc., de manera que mejoren las condiciones de vida de la población local sin que el medio se degrade.

A pesar de los nuevos matices que se tienen en cuenta, los efectos colaterales que supone reverdecer grandes territorios a base de plantar árboles no son despreciables, lo que de nuevo refleja que revertir la desertificación es sumamente complejo. Hay diversos estudios que advierten del empobrecimiento del balance hídrico que supone aumentar la evapotranspiración del territorio (Mátyás y Sun, 2014; Schwärzel *et al.*, 2020). Precisamente en China alguna de esa mega-refo-

restaciones, como en la Meseta de Loes, el agua que consume el arbolado entra en competencia con el consumo humano (Feng *et al.*, 2016). Elegir las restauraciones prioritarias y las especies más adecuadas para cada caso es otro de los cometidos que requiere la implementación de la NDT.

El desbarajuste que genera el teleacoplamiento.

Los bloques con los que se construye la CN-LUD son los planes nacionales. A través de ellos debe de hacer efectiva en cada país la lucha contra la desertificación. Sin embargo, estos planes no son vinculantes, de modo que muchas veces resultan en una amable declaración de intenciones (Castillo Sánchez, 2022). Aunque algunos países cumplan con el difícil compromiso de ser neutros, si no lo hacen todos, se crean vías de escape que convierten a determinadas regiones en verdaderos sumideros de degradación.

El denominado teleacoplamiento (Liu *et al.*, 2013), que consiste en la intensificación y aceleración de las interacciones medioambientales (propagación de especies invasoras) y socioeconómicas (comercio o transferencia de tecnología) entre lugares alejados, crea una serie de distorsiones que hace estéril afrontar los problemas de manera aislada, aunque sea a escala regional. Determinadas zonas del mundo, que generalmente coinciden con los países más desarrollados, han visto como en las últimas décadas se han ido imponiendo políticas conservacionistas que han aumentado su biomasa forestal. A ello ha contribuido decisivamente el abandono del medio rural. Priman las sociedades urbanas que cubren sus necesidades con alimentos y materias primas que vienen de otros países o continentes. Un ejemplo actual y cercano es la sustitución de la ganadería extensiva por un modelo ganadero industrial –este paradigma se dio a conocer en 1999 como la «revolución ganadera» (Delgado *et al.*, 1999)– que depende, en gran medida, de la soja sudamericana. Al aplicar los indicadores descritos en la sección anterior, se observa un aumento de la cubierta forestal y de la productividad primaria asociada al reverdecimiento del campo abandonado. En España, entre 2000 y 2010, unos 7 millones de hectáreas de bosque secundario han mejorado su condición (Martínez-Valderrama *et al.*, 2021). Sin embargo, el teleacoplamiento enmascara procesos de desertificación que se exportan a otras regiones, en las que enormes extensiones de bosques primarios han sido sustituidos por monocultivos de soja. Para alimentar al ganado estabulado se importaron durante ese período 31,88 millones de toneladas de soja, de las cuales 21,67 provenían de Sudamérica, lo que equivale a la degradación de 1,22 millones de hectáreas de ecosistemas de gran valor, como por ejemplo, el bosque seco del Chaco, la selva amazónica o el Cerrado (Martínez-Valderrama *et al.*, 2020b).

Una forma más agresiva del teleacoplamiento es el acaparamiento de tierras y aguas en países pobres que ceden los derechos de amplias zonas a corporaciones o países (Rulli *et al.*, 2013). De esta forma, la huella ambiental de los consumidores se puede trasladar a miles de kilómetros, además de crear graves problemas de seguridad alimentaria en los países productores, que en muchas ocasiones deben recurrir a la ayuda internacional (Jackson *et al.*, 2015). Considerar este tipo de interacciones es esencial para conseguir un mundo sostenible. Al igual que ocurre con el cambio climático, la degradación de la tierra debe de abordarse simultáneamente desde todos los países, para lo cual se antoja imprescindible crear una reglas de comercio justo.

Aprovechando las sinergias que ofrecen otros ODS para abordar la desertificación

Como acabamos de ver, la lucha contra la desertificación puede alcanzar derivadas impredecibles. Establecer acuerdos comerciales justos, donde las condiciones sociales y ambientales de producción en los países de importación y exportación tengan unos estándares semejantes (Fuchs *et al.*, 2020) puede contribuir decisivamente al logro de la NDT (durante la redacción y edición de este trabajo la UE ha aprobado una ley que considera estos aspectos (Ayuso, 2022)).

Más allá del objetivo 15.3, donde la NDT se erige en el instrumento principal en la lucha contra la desertificación, otros ODS también puede contribuir positivamente. Por ejemplo, la reducción de la brecha de género (ODS 5) es esencial para que la NDT sea viable (Orr *et al.* 2017; UNCCD, 2017). Por otro lado, el empoderamiento de las mujeres mediante el acceso a la educación (ODS 4) se traduce en una mayor incorporación a la fuerza de trabajo y un mayor control sobre la salud reproductiva (Upadhyay *et al.*, 2014; Canning *et al.*, 2015). Romper con los patrones patriarcales implica decisiones hacia una menor fecundidad y una reducción de la desigualdad y la pobreza (Cevallos y Manzano, 2021). Hay ODS claramente implicados en la lucha contra la desertificación, como la preparación para la sequía (ODS 6), y otros que se refuerzan (ODS 13) con acciones como la restauración de ecosistemas.

La tensión entre metas ambientales y económicas de la CNLUD es palpable en los ODS. Así, desde el punto de vista de los mil millones de personas, en más de cien países, que dependen de la tierra para la mayoría de sus necesidades y que son los más pobres del mundo (UNCCD, 2022b), conseguir los ODS 1 (Fin de la pobreza), 2 (Hambre cero) y 3 (Salud y bienestar) es el camino para atajar la desertificación, mientras que otros retos de corte ambientalista quedan relegados a un segundo plano. Se trata, por tanto, de intensificar la actividad agraria y diversificar la economía, para que la población tenga medios de vida dignos

(ODS 8) que permitan plantearse objetivos de carácter medioambiental. Esta transición es delicada, como muestra el desarrollo económico de las sociedades más opulentas y los graves episodios de degradación ambiental que supusieron. Los efectos de la revolución industrial primero, y de la revolución verde, después, son los causantes de la pérdida de fertilidad de la tierra, el calentamiento del planeta o la contaminación por plásticos, por citar solo algunos. La denominada «Gran Aceleración» (Steffen *et al.*, 2015) nos ha situado al borde de peligrosos umbrales (Rockström *et al.*, 2009), poniendo en peligro la propia supervivencia de nuestra especie.

El compromiso entre los objetivos ambientales y económicos de la Agenda 2030 es una nueva versión del desarrollo sostenible, donde la vieja reivindicación de conciliar economía y ecología (Costanza, 1996) vuelve a alzarse como el principal desafío. La lucha contra la desertificación forma parte de este reto global.

Conclusiones

La desertificación es un problema complejo y multifacético y por ello las soluciones no pueden ser sencillas. Debido a la concepción colonialista del concepto, a las diversas interpretaciones que se le ha dado al término, y al intermitente soporte científico, la CNULD ha ido perdiendo influencia y relevancia internacional (Reynolds, 2021).

Una de las principales características que han de tenerse en cuenta a la hora de abordar el problema es que los impulsores de la riqueza y los que dan lugar a problemas de desertificación suelen ser los mismos. Como hemos visto, la agricultura de regadío es la razón del desarrollo de muchas zonas áridas, pero al mismo tiempo explican la degradación de los recursos hídricos. Así, parte de la solución de la desertificación es modular, mediante incentivos o regulaciones, la intensidad de esos impulsores, de modo que se eviten efímeras burbujas de enriquecimiento que acaban por expoliar el territorio y reducir sus opciones económicas (del Barrio *et al.*, 2021).

La NDT es la herramienta elegida por la CNULD para volver a posicionarse en el contexto internacional. Aunque abre las puertas a la degradación, el balance debe ser neutro en 2030, de modo que el deterioro medioambiental que genere el crecimiento económico ha de compensarse. Consciente de las múltiples conexiones territoriales auspiciadas por una globalidad imparable, la NDT trasciende las tierras secas. En efecto, la única manera de evitar la creación de sumideros de tierras degradadas es que todas las naciones creen protocolos de neutralidad.

Aunque el reto es sumamente ambicioso, el declive medioambiental es tan apremiante como para lanzar iniciativas globales audaces que resuelvan simultáneamente varios problemas. Reparar las heridas del territorio, corregir las prác-

ticas dañinas, así como economizar el uso de recursos (por ejemplo, un tercio de los alimentos se pierden por el camino (FAO, 2011); reducir este desperdicio significaría reducir las necesidades de nuevas tierras de cultivo) son parte del camino que hemos de recorrer para atajar los problemas de desertificación.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Consejo Europeo de Investigación (Grant Agreement nº 647038, BIODESERT).

Referencias

- AghaKouchak, A., Norouzi, H., Madani, K., Mirchi, A., Azarderakhsh, M., Nazemi, A., Nasrollahi, N., Farahmand, A., Mehran, A. y Hasanzadeh, E. 2015. Aral Sea syndrome desiccates Lake Urmia: Call for action. *Journal of Great Lakes Research*, 41(1): 307-311. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2014.12.007>
- Ayuso, S. 2022. Europa aprueba una ley pionera en la lucha contra la deforestación mundial. *El País*, 6 diciembre 2022. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2022-12-06/europa-aprueba-una-ley-pionera-en-la-lucha-contra-la-deforestacion-mundial.html>
- del Barrio, G., Martínez-Valderrama, J., Ruiz, A., Sanjuán, M.E. y Puigdefábregas, J. 2021. Land degradation means a loss of management options. *Journal of Arid Environments*, 189: 104502. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104502>
- Bryan, B.A., Gao, L., Ye, Y., Sun, X., Connor, J.D., Crossman, N.D., Stafford-Smith, M., Wu, J., He, C., Yu, D., Liu, Z., Li, A., Huang, Q., Ren, H., Deng, X., Zheng, H., Niu, J., Han, G. y Hou, X. 2018. China's response to a national land-system sustainability emergency. *Nature*, 559(7713): 193-204. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0280-2>
- Calaforra, J.M., Pulido, A., Campoy, P., Cortés, A., Gázquez, F., Guirado, C., Guirado, E. y Navarro, F. 2015. ¿De dónde viene el agua del Manantial de Los Molinos? *Revista Cultural El Afa*, 32(August): 38-43.
- Canning, D., Raja, S. y Yazbeck, A.S. 2015. *Africa's Demographic Transition. Dividend or Disaster?* AFD and World Bank, Washington, DC, 217 pp. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0489-2>
- Castillo Sánchez, V.M. 2022. Ciencia y política contra la desertificación: La respuesta de las instituciones ante un reto global. *Métode*, (13): 67-73. <https://doi.org/10.7203/metode.13.21901>
- Cevallos, M.R. y Manzano, P. 2021. Women's Empowerment for Demographic Issues and Conflicts in African Pastoralist Societies. *International Grassland Congress Proceedings. XXIV International Grassland Congress / XI International Rangeland Congress*.
- Chasek, P., Akhtar-Schuster, M., Orr, B.J., Luise, A., Rakoto Ratsimba, H. y Safriel, U. 2019. Land degradation neutrality: The science-policy interface from the UNCCD to national implementation. *Environmental Science and Policy*, 92(November 2018): 182-190. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.11.017>
- Costanza, R. 1996. Ecological Economics: Reintegrating the Study of Humans and Nature. *Ecological Applications*, 6(4): 978-990. <https://doi.org/10.2307/2269581>
- Cowie, A.L., Orr, B.J., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G.I., Minelli, S., Tengberg, A.E., Walter, S. y Welton, S. 2018. Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. *Environmental Science and Policy*, 79: 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.011>
- Delgado, C., Rosegrant, M.W., Steinfeld, H., Ehui, S. y Courbois, C. 1999. The coming livestock revolution. Background paper n. 6.
- Evenari, M., Noy-Meir, I. y Goodall, D.W. 1986. *Hot deserts and arid shrublands*. Ecosystems of the world 12A-12B. Elsevier, Amsterdam.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2011. Global food losses and food waste - Extent, causes and prevention.
- Faulkner, H., Ruiz, J., Zukowskyj, P. y Downward, S. 2003. Erosion risk associated with rapid and extensive agricultural clearances on dispersive materials in southeast Spain. *Environmental Science and Policy*, 6(1): 115-127. [https://doi.org/10.1016/S1462-9011\(02\)00126-0](https://doi.org/10.1016/S1462-9011(02)00126-0)
- Feng, X., Fu, B., Piao, S., Wang, S., Ciais, P., Zeng, Z., Lü, Y., Zeng, Y., Li, Y., Jiang, X. y Wu, B. 2016. Revegetation in China's Loess Plateau is approaching sustainable water resource limits. *Nature Climate Change*, 6(11): 1019-1022. <https://doi.org/10.1038/nclimate3092>
- Fuchs, R., Brown, C. y Rounsevell, M. 2020. Europe's Green Deal offshores environmental damage to other nations. *Nature*, 586(7831): 671-673. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-02991-1>
- Fundación Nueva Cultura del Agua. 2020. Falacia 4. El regadío es la solución para frenar la desertificación. Desmontando falacias sobre agua y cambio climático (consultado el 20 octubre 2021). <https://fnca.eu/desmontandofalacias/falacia-4/>
- Goffner, D., Sinare, H. y Gordon, L.J. 2019. The great Green Wall for the Sahara and the Sahel initiative as an opportunity to enhance resilience in Sahelian landscapes and livelihoods. *Regional Environmental Change*, 19(7): 1417-1428. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01481-z>
- Hoffmann, C., Funk, R., Reiche, M. y Li, Y. 2011. Assessment of extreme wind erosion and its impacts in Inner Mongolia, China. *Aeolian Research*, 3(3): 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2011.07.007>
- Jackson, N., Konar, M. y Hoekstra, A.Y. 2015. The Water Footprint of Food Aid. *Sustainability*, 7(6): 6435-6456. <https://doi.org/10.3390/su7066435>
- Junta de Andalucía. 2003. *Geología del entorno árido almeriense*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Sevilla, Spain, 148 pp.
- Kust, G., Andreeva, O. y Cowie, A. 2017. Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment. *Journal of Environmental Management*, 195: 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.043>
- Liu, J., Hull, V., Batistella, M., DeFries, R., Dietz, T., Fu, F., Hertel, T.W., Izaurralde, R.C., Lambin, E.F., Li, S., Martinelli, L.A., McConnell, W.J., Moran, E.F., Naylor, R., Ouyang, Z., Polenske, K.R., Reenberg, A., de Miranda Rocha, G., Simmons, C.S., Verburg, P.H., Vitousek, P.M., Zhang, F. y Zhu, C. 2013. Framing sustainability in a telecoupled world. *Ecology and Society*, 18(2): 26. <https://doi.org/10.5751/ES-05873-180226>
- Maestre, F.T. y Cortina, J. 2004. Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas? *Forest Ecology and Management*, 198: 303-317. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.05.040>
- MAGRAMA. 2008. *Programa de Acción Nacional contra la Desertificación*. Madrid. Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente, Madrid, Spain, 262 pp.
- Martínez-Valderrama, J. 2016. *Los desiertos y la desertificación*. Ediciones Catarata, Madrid, 128 pp.

- Martínez-Valderrama, J., Guirado, E. y Maestre, F.T. 2020a. Unraveling misunderstandings about desertification: the paradoxical case of the Tabernas-Sorbas Basin in Southeast Spain. *Land*, 9(8): 269. <https://doi.org/10.3390/land9080269>
- Martínez-Valderrama, J., Sanjuán, M.E., del Barrio, G., Guirado, E., Ruiz, A. y Maestre, F.T. 2020b. Data on the re-greening of Spain's landscape and the deforestation of South America due to the expansion of soya fields (2000-2010).
- Martínez-Valderrama, J., Sanjuán, M.E., Barrio, G., Guirado, E., Ruiz, A. y Maestre, F.T. 2021. Mediterranean Landscape Re-Greening at the Expense of South American Agricultural Expansion. *Land*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/land10020204>
- Mátyás, C. y Sun, G. 2014. Forests in a water limited world under climate change. *Environmental Research Letters*, 9(8): 085001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/8/085001>
- Micklin, P., Aladin, N.V. y Plotnikov, I. 2014. *The Aral Sea*. Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 454 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-02356-9>
- Mirzabaev, A., J. Wu, J. Evans, F. García-Oliva, I.A.G. Hussein, M.H. Iqbal, J. Kimutai, T. Knowles, F. Meza, D. Nedjraoui, F. Tena, M. Türkeş, R.J. Vázquez, M.W. 2019. Desertification. En: P.R. Shukla, J. Shee, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M., J.M. (ed.), *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. UNEP, pp. 249-343.
- Naciones Unidas. 2021. *La Agenda para el Desarrollo Sostenible*. Objetivos de Desarrollo Sostenible (consultado el 24 novembre 2021). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Orr, B.J., Cowie, A.L., Castillo Sanchez, V.M., Chasek, P., Crossman, N.D., Erlewein, A., Louwagie, G., Maron, M., Metternicht, G.I., Minelli, S., Tengberg, A., Walter, S., Welton, S. 2017. Scientific conceptual framework for land degradation neutrality. A Report of the Science-Policy Interface.
- Prince, S.D. 1991. A model of regional primary production for use with coarse resolution satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 12(6): 1313-1330. <https://doi.org/10.1080/01431169108929728>
- Puigdefábregas, J. 1995. Erosión y desertificación en España. *Campo*, 132: 63-83.
- Reynolds, J.F. 2021. Desertification is a prisoner of history: An essay on why young scientists should care. *Ecosistemas*, 30(3): 2302. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2302>
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen y J. A. Foley. 2009. A safe operation space for humanity. *Nature*, 461: 472-475. <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Roncero, R. y Calaforra, J.M. 2022. *El ecocidio del Río Aguas*. Universidad de Almería, Almería, 180 pp.
- Rulli, M.C., Savioli, A. y Odorico, P.D. 2013. Global land and water grabbing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 110(3): 892-897. <https://doi.org/10.1073/pnas.1213163110>
- Sanjuán, M.E., Barrio, G. del, Ruiz, A., Rojo, L., Puigdefábregas, J. y Martínez, A. 2014. *Evaluación y seguimiento de la desertificación en España: Mapa de la Condición de la Tierra 2000-2010*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (España), Madrid, Spain.
- Schubert, S.D., Suarez, M.J., Pegion, P.J., Koster, R.D. y Bacmeister, J.T. 2004. On the Cause of the 1930s Dust Bowl. *Science*, 303(5665): 1855 LP - 1859. <https://doi.org/10.1126/science.1095048>
- Schwärzel, K., Zhang, L., Montanarella, L., Wang, Y. y Sun, G. 2020. How afforestation affects the water cycle in drylands: A process-based comparative analysis. *Global Change Biology*, 26(2): 944-959. <https://doi.org/10.1111/gcb.14875>
- Sims, N.C., Newnham, G.J., England, J.R., Guerschman, J., Cox, S.J.D., Roxburgh, S.H., Viscarra Rossel, R.A., Fritz, S. y Wheeler, I. 2021. Good Practice Guidance. SDG Indicator 15.3.1, Proportion of Land That Is Degraded Over Total Land Area. Version 2.0.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. y Ludwig, C. 2015. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1): 81-98. <https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
- Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2): 127-150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)
- UN General Assembly (UNGA). 2015. Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution Adopted by the UNGA on 25 September 2015.
- UNCCD. 2015. Report of the Conference of the Parties on its twelfth session, held in Ankara from 12 to 23 October 2015. Part two: Actions taken by the Conference of the Parties at its twelfth session. ICCD/ COP(12)/20/Add.
- UNCCD. 2017. *The Global Land Outlook*. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany, 340 pp.
- UNCCD. 2022a. *The Global Land Outlook*, second edition. UNCCD, Bonn, Germany, 204 pp.
- UNCCD. 2022b. UNCCD FAQ (consultado el 31 marzo 2022). <https://www.unccd.int/unccd-faq>
- UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). 1994. *United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*. Paris, France, 56 pp.
- UNEP 2006. *Global Deserts Outlook*. UNEP (United Nations Environmental Programme), Nairobi, Kenya, 165 pp.
- United Nations. 2021. United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030 (consultado el 11 mayo 2021). <https://www.decadeonrestoration.org/>
- Upadhyay, U.D., Gipson, J.D., Withers, M., Lewis, S., Ciarraldi, E.J., Fraser, A., Huchko, M.J. y Prata, N. 2014. Women's empowerment and fertility: A review of the literature. *Social Science & Medicine*, 115: 111-120. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.06.014>
- Zeng, H., Wu, B., Zhang, M., Zhang, N., Elnashar, A., Zhu, L., Zhu, W., Wu, F., Yan, N. y Liu, W. 2021. Dryland ecosystem dynamic change and its drivers in Mediterranean region. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 48: 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.10.013>