

MAPA DE TIERRAS SECAS DEL PERÚ

Memoria Descriptiva



Mapa de Tierras Secas del Perú

© Ministerio del Ambiente (2012)

Cita sugerida:

Ministerio del Ambiente. 2012. Mapa de Tierras Secas del Perú. Memoria descriptiva. Lima

Primera Edición:

Ministerio del Ambiente

Diseño gráfico:

Aljandra Chávez S.

Ministerio del Ambiente

Sede Central: Av. Javier Prado 1440, San Isidro, Lima 27. Perú

www.minam.gob.pe

e-mail: webmaster@minam.gob.pe

Telf: (511) 611-6000

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú: N° 2012-03040

Impreso por:

Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C.

Santa Eduvigis 316, Urb. Pando - Cercado de Lima

www.gmtti.com

Telf.: 564-7101

La reproducción de esta publicación para propósitos educativos y no comerciales es autorizada sin previo permiso escrito del autor siempre y cuando se citen las fuentes, textos y créditos de fotografía.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del Programa Desarrollo Rural Sostenible (PDRS) de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (cooperación alemana).

MAPA DE TIERRAS SECAS DEL PERÚ



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



INDICE

- 03** Presentación
- 06** Introducción
- 08** Antecedentes
- 13** Marco teórico
 - 13** Definición de tierra seca
 - 14** Concepto de desertificación
 - 15** Índice de aridez y clasificación de las tierras secas
- 16** Mapa de zonas áridas y semiáridas del Perú (1977)
- 17** Mapa de zonas áridas del Perú (2005)
- 17** Mapa del desierto y desertificación (2006)
- 18** Descripción metodológica para la elaboración del Mapa de Tierras Secas del Perú
 - 19** Mapa de ubicación de estaciones pluviométricas y de evapotranspiración
 - 19** Mapa de elevación digital
 - 21** Mapa de evapotranspiración
 - 22** Mapa de precipitación
 - 22** Índice de aridez
- 24** Resultados
 - 25** Mapa de Tierras Secas del Perú (2010)
- 26** Usos del mapa. Opinan los expertos
- 28** Bibliografía





MAPA DE TIERRAS SECAS

PRESENTACIÓN

El Ministerio del Ambiente presenta este documento a la comunidad nacional e internacional, como una contribución al conocimiento global y a los esfuerzos que realizamos en el Perú para asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y de los ecosistemas ubicados en las tierras secas del país.

Si consideramos que el 80 % de nuestra población, sus principales ciudades, y las actividades productivas más importantes, se asientan en nuestra costa mayormente desértica, se hace evidente la importancia de que estos esfuerzos sean apoyados y ampliados, diseñando y diseminando los instrumentos y herramientas necesarias para ello.

En el marco internacional, el Perú es signatario de la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación y Mitigación de los impactos de la Sequía – CNUCLD; ha adquirido por ello el compromiso de aportar información y acciones coherentes con los fines de la Convención. La elaboración del Mapa de Tierras Secas del país forma parte de estas acciones que permitirán identificar y cuantificar estas tierras secas, en beneficio de los diversos actores públicos y privados que trabajan o dependen de ellas, y que podrán tomar decisiones informadas sobre la gestión de estos territorios, y al mismo tiempo contribuir al mejor conocimiento mundial sobre el tema y al desarrollo de tecnologías y soluciones para su mejor uso.

El Mapa de Tierras Secas permite entender la estructura espacial y la relación entre las tierras secas y las húmedas, y comprender mejor sus vínculos e interdependencia, lo que facilita emprender las acciones adecuadas para su conservación, manejo y aprovechamiento productivo y cultural. Esta herramienta deviene más importante por la sensibilidad particular de las tierras secas al cambio climático global, una preocupación mundial frente a la cual debemos actuar sinérgicamente. El Mapa es, por ello, un insumo imprescindible para los planes y acciones de desarrollo a nivel de todos los niveles de gobierno, y además una herramienta para el monitoreo y

seguimiento de los cambios en la superficie, que permitirán tomar decisiones inmediatas y apropiadas frente a estos procesos.

Este trabajo, que ha sido liderado por el Ministerio del Ambiente, y en el cual han participado diversos actores y estudiosos, incluye una Memoria Descriptiva que explica cómo la construcción de esta herramienta se han incluido los avances metodológicos realizados por instituciones como el ex Instituto Nacional de Recursos Naturales, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, así como un recuento de diversos intentos desde los años 70 para delimitar los desiertos, las zonas áridas, la desertificación y ahora las tierras secas.



El Ministerio del Ambiente del Perú expresa aquí su agradecimiento a las personas e instituciones que participaron en el grupo de trabajo a cargo de formular los Lineamientos de Acción para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía; y a todas las personas que participaron en la elaboración del Cuarto Informe Nacional del Perú a la CNUCLD. Ambos espacios de trabajo y de producción de información han proporcionado insumos valiosos para la elaboración del Mapa de Tierras Secas del Perú que hoy presentamos.

Nuestro agradecimiento se extiende a la cooperación del Gobierno de Alemania, que a través de la GIZ, hizo una importante contribución de asistencia técnica y financiamiento.

Octubre 2012

Manuel Pulgar-Vidal Otálora
Ministro del Ambiente

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ALC	América Latina y el Caribe
AMPE	Asociación de Municipalidades del Perú
ANA	Autoridad Nacional del Agua
ANGORE	Asamblea Nacional de Gobiernos Regionales
APCI	Agencia Peruana de Cooperación Internacional
CAZALAC	Centro del Agua para Zonas Áridas de América Latina y el Caribe
CND CPP	Consejo Nacional de Decanos de los Colegios Profesionales del Perú
CNUDL	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía
CONALDES	Comisión Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía
CONCYTEC	Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
CONFIEP	Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas
DEM	Modelo de Elevación Digital
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
FONAM	Fondo Nacional del Ambiente
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (cooperación alemana)
GLCF	Global Land Cover Facility
IGP	Instituto Geofísico del Perú
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINAG	Ministerio de Agricultura
MRE	Ministerio de Relaciones Exteriores
NASA	Agencia Estadounidense del Espacio y la Aeronáutica
ONERN	Oficina de Evaluación de Recursos Naturales
ONU	Organización de las Naciones Unidas
RIOD	Red Internacional de Organizaciones no Gubernamentales sobre Desertificación
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
VMDERN	Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales del Ministerio del Ambiente



AGRADECIMIENTOS

El Ministerio del Ambiente del Perú desea expresar su agradecimiento a las personas e instituciones que participaron activamente en las actividades del grupo de trabajo que planteó los lineamientos para desarrollar acciones en el marco de la lucha contra la desertificación y la sequía. Asimismo, a las personas que participaron en la elaboración de la Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación. Ambos espacios de trabajo han proporcionado insumos valiosos para la elaboración del Mapa de Tierras Secas del Perú.

Esta publicación no hubiera sido posible sin el apoyo y acompañamiento constante del personal de las Direcciones Generales de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos, de Ordenamiento Territorial y de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, así como del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, quienes proporcionaron la información técnica y metodológica. A ellos nuestro agradecimiento y reconocimiento por su loable labor.

Nuestro agradecimiento también al Programa Desarrollo Rural Sostenible de la cooperación alemana al desarrollo (GIZ) por su asistencia técnica y financiamiento.



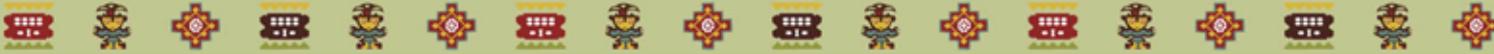
INTRODUCCIÓN

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía (CNULD) es un acuerdo internacional cuyo fin es promover una respuesta global contra la desertificación. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, Brasil en 1992 fue la génesis de esta Convención que entró en vigor en 1994. Actualmente, la CNULD tiene 194 Partes (Países) y ha evolucionado para ser la piedra angular en la batalla para el desarrollo sostenible, aplicando un enfoque integrado consistente con el Programa 21 al tiempo que fomenta la participación de la sociedad civil y la transferencia de la ciencia y la tecnología y su combinación eficaz con el conocimiento tradicional. Aunque la convención es un acuerdo entre países en vías de desarrollo y países desarrollados para asegurar la acción global para combatir la desertificación, también incluye compromisos nacionales específicos para acciones concretas.

Las Partes de la Convención pueden implementar sus obligaciones de forma individual o colectiva. Los países partes desarrollados y los países partes afectados deben consultar sobre sus respectivos roles a la hora de respaldar estos programas, los cuales pueden resultar en una gestión de los recursos naturales más holística, integrada y participativa en los ecosistemas de las tierras secas. Una vez que se ha realizado un esfuerzo significativo para diseñar un programa marco, la cooperación internacional puede facilitar el lanzamiento de proyectos y actividades específicos bajo las políticas acordadas de manera eficaz y sin crear una carga transaccional excesiva.

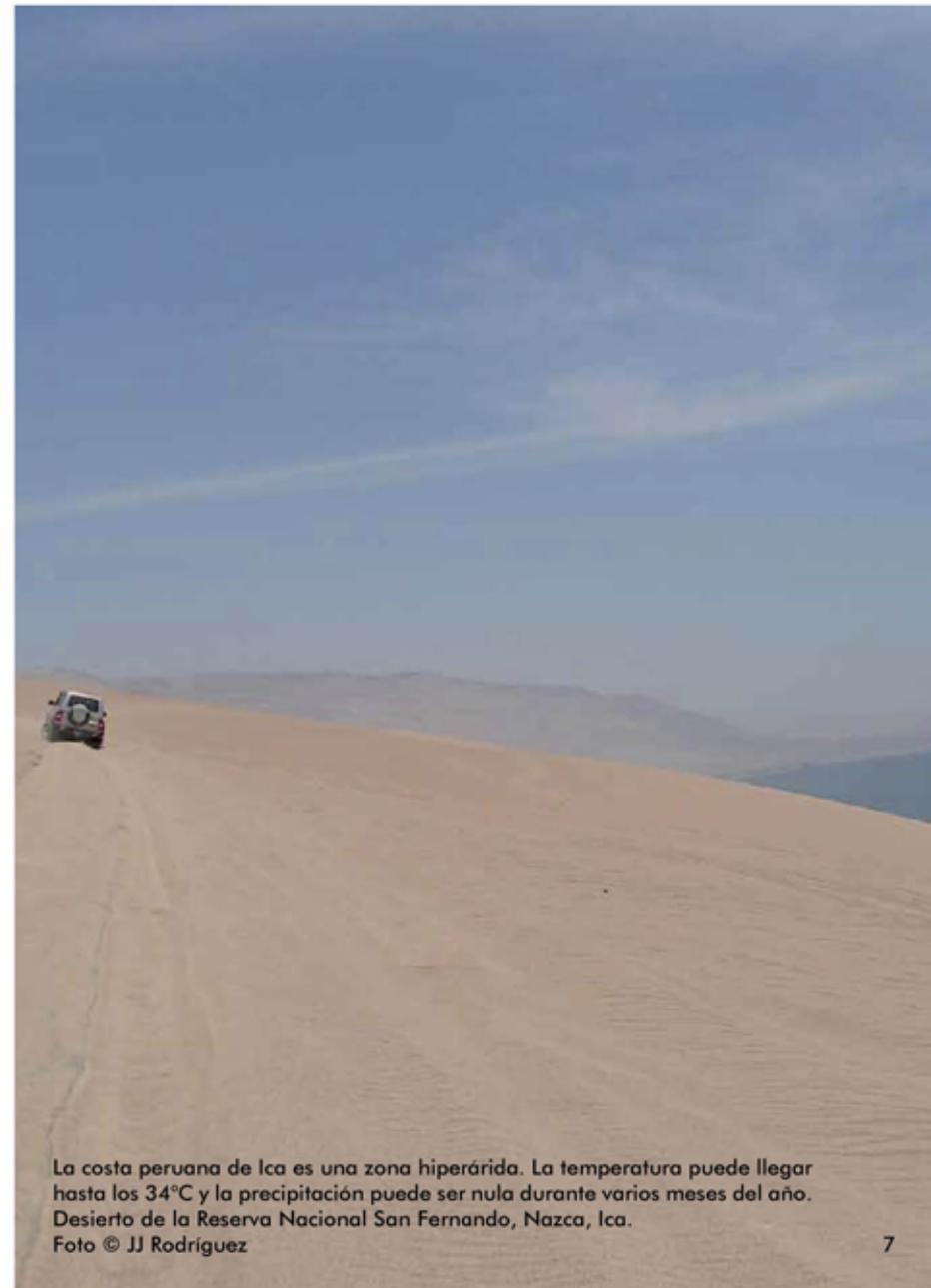
Con la adopción del marco y el plan estratégico a 10 años de la CNULD para mejorar la implementación de la Convención (La Estrategia) entre 2008-2018, se espera que los países partes afectados alineen sus planes y otras actividades de implementación relevantes que relacionan a la Convención con La Estrategia. La Estrategia se adoptó en la Octava Conferencia de las Partes (COP8), que se celebró en Madrid en Septiembre de 2007, con el fin de forjar una alianza mundial para revertir y prevenir la desertificación/degradación de las tierras, y para mitigar los efectos de las sequías con el fin de dar soporte a la reducción de la pobreza y a la sostenibilidad ambiental. La Estrategia divulga la misión de la CNULD de “proporcionar un marco global para respaldar el desarrollo y la implementación de las políticas nacionales y regionales, los programas y las medidas para prevenir, controlar y revertir la desertificación/degradación de las tierras y mitigar los efectos de las sequías a través de la excelencia científica y tecnológica, incrementando la concienciación pública, el establecimiento de normas, la defensa y la movilización de recursos, contribuyendo así a la reducción de la pobreza” (CNULD, 2011. Página 46).

El Perú, como país parte de la CNULD no está ajeno a estos compromisos, y para avanzar con sus acciones específicas contra la desertificación, ha conformado un grupo de trabajo, a través del Ministerio del Ambiente, para elaborar el Mapa de Tierras Secas con el objetivo principal de cuantificar e identificar estas tierras y ayudar a las instancias respectivas a tomar decisiones sobre la gestión de estos territorios. Una de las primeras tareas de dicho grupo de trabajo fue identificar a especialistas o expertos en zonas áridas y obtener de ellos guías y lineamientos para la elaboración e interpretación del mapa. Asimismo, se hizo un levantamiento de información sobre la cartografía existente referente a las zonas áridas en el país, a través de diversas instituciones que trabajaron en ello, para que finalmente se consolide un mapa de tierras secas actualizado.



El mapa actual nos muestra una extensión de tierras secas equivalente a cerca del 25.5% del territorio nacional, ubicando al Perú en un importante tercer lugar en Sudamérica, después de Brasil y Argentina.

Considerando además que casi un 60% de la población peruana está ubicada en territorios áridos e hiperáridos, la importancia radica en la necesidad de gestionar de manera adecuada y eficiente esta gran proporción del territorio nacional, más aún, si la disponibilidad de agua aquí es de menos del 2% de la disponibilidad total del país (INRENA, 1995). Es decir, ante un avance poblacional creciente, el desarrollo acelerado de infraestructura, el establecimiento de grandes industrias y la utilización del suelo desértico sin medidas de sostenibilidad ambiental, el proceso de desertificación puede acelerarse con impactos negativos en la población. La costa peruana de Ica es una zona hiperárida. La temperatura puede llegar hasta los 34°C y la precipitación puede ser nula durante varios meses del año.



La costa peruana de Ica es una zona hiperárida. La temperatura puede llegar hasta los 34°C y la precipitación puede ser nula durante varios meses del año. Desierto de la Reserva Nacional San Fernando, Nazca, Ica.
Foto © JJ Rodríguez



ANTECEDENTES

En el marco de la Estrategia Decenal (2008-2018) de la CNULD, para enfrentar de manera integral el proceso de degradación de tierras, se han identificado objetivos para mejorar las condiciones de vida y de los ecosistemas; así como objetivos relevantes a los beneficios que brindan la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y a la movilización de recursos financieros y políticos.

Además, dicha estrategia ha identificado cinco objetivos operacionales dirigidos a que los países puedan ir marcando hitos en su lucha contra la desertificación: i) la promoción, sensibilización y educación, ii) desarrollo de marco de políticas, iii) desarrollo de ciencia, tecnología y conocimientos, iv) fomento de capacidades y v) financiación y transferencia de tecnología.

La presentación de informes nacionales, llamados también Comunicaciones Nacionales, es el medio a través del cual se evalúa la aplicación de las estrategias y objetivos de la CNULD. Perú, en calidad de País Parte en desarrollo y afectado, ha cumplido con presentar su Cuarto Informe Nacional (2011). En este informe se identifican las categorías de las tierras secas en el Perú (basadas en el Índice de Aridez) y se hace una descripción física y ecológica de éstas. Asimismo, se hace una descripción del uso de estas tierras por los antiguos peruanos, desde hace 6 mil años, resaltando el hecho de cómo lograron dominar estas agrestes tierras y subsistir por tiempos inmemorables empleando tecnologías de uso de suelo y agua hasta hoy utilizadas.

La Cuarta Comunicación Nacional también hace un análisis de los procesos de desertificación y degradación de las tierras secas en el Perú, identificando que la tercera parte de la superficie del país se encuentra en algún estado de

desertificación debido a procesos naturales y actividades humanas. Se muestra un resumen del proceso de elaboración y consulta recopilando información de las acciones que se realizan a nivel nacional para la lucha contra la desertificación y se plantean algunos escenarios futuros de la desertificación considerando los impactos del cambio climático. Finalmente, se plantea la actualización de una Estrategia Nacional contra la desertificación considerando la complejidad de los procesos de desertificación y sus factores causales, que recoja las múltiples iniciativas generadas por los sectores públicos y privados, y que además esté basada en la participación de los actores afectados (Cuadro N°1).

Por otro lado, el Plan Estratégico Institucional 2011-2015 del Ministerio del Ambiente, prioriza como una línea de acción importante la promoción del ordenamiento territorial utilizando herramientas como la Zonificación Ecológica Económica como un proceso integral, sistémico, dinámico, flexible, participativo y descentralizado orientado a la identificación de diferentes alternativas de uso sostenible del territorio. Esta herramienta, así como el actual Mapa de Tierras Secas del Perú proporcionarán insumos valiosos a los gobiernos regionales y locales en sus procesos de ordenamiento territorial.

El Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales (VMDERN) del Ministerio del Ambiente, es el Puno Focal de la CNULD y se ha encargado a su Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos desarrollar actividades, a partir de 2009, para el cumplimiento de los mandatos de la CNULD y la obtención de los instrumentos de gestión que coadyuven a prevenir y combatir la desertificación y mitigar los efectos de la sequía a nivel nacional.



En este sentido, el VMDERN creó el Grupo de Trabajo Viceministerial¹ para brindar soporte técnico y asesoría correspondiente al Despacho del VMDERN en su calidad de Secretaría Técnica del Punto Focal de la CNUCL.

Así, en el marco de dicho Grupo de Trabajo Viceministerial, se estableció en el año 2010, un grupo técnico especializado para la elaboración del Mapa de Tierras Secas, donde una de las primeras actividades fue identificar aquellas instituciones peruanas que elaboraron mapas de zonas áridas, con el propósito de sistematizar información y recopilar insumos para la elaboración del Mapa de Tierras Secas. En este proceso, se identifica al SENAMHI como la institución que contaba con la información más relevante para estos fines y se incorporan a sus técnicos en el trabajo conjunto.

La identificación de las tierras secas del Perú es un primer paso que ayudará a tener una información a nivel nacional que servirá de apoyo a la gestión ambiental y territorial del país y servirá como herramienta fundamental para enfrentar la lucha contra la desertificación.

Atención importante en los esfuerzos de gestión de las tierras secas del Perú, merecen los bosques estacionalmente secos. Estos bosques son formaciones vegetales con hierbas, arbustos y árboles ubicados en zonas con altas temperaturas, bajos niveles de precipitación y altos niveles de evapotranspiración. Los bosques estacionalmente secos se encuentran mayormente distribuidos en el noroeste del país, en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y norte de La Libertad, y en algunos valles interandinos en las regiones de Cajamarca,

1. Este Grupo de Trabajo se crea mediante Resolución Viceministerial No. 004-2009-MINAM y está integrado por las Direcciones Generales de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos, quien lo preside, Ordenamiento Territorial, Diversidad Biológica, Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, Investigación e Información Ambiental y el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático, del Ministerio del Ambiente.



Bosque estacionalmente seco en el Coto de Caza El Angulo, Piura.
Foto © Sandra Iñala



montañosas del macizo occidental andino, aproximadamente hasta los 2 200 msnm, ocupando una superficie de 3.6 millones de hectáreas aproximadamente (MINAM, 2009)

Los bosques estacionalmente secos del norte peruano pertenecen a la ecorregión Bosque Seco Ecuatorial. Estos bosques se extienden desde el golfo de Guayaquil hasta La Libertad. En su parte más ancha llega hasta los 150 kilómetros y alcanza los 1 500 msnm. Su clima se caracteriza por una prolongada estación seca anual que puede ocupar nueve meses del año.

El bosque estacionalmente seco ecuatorial penetra hacia el interior y se extiende sobre el piso más bajo del valle del Marañón hasta los 2 800 msnm. La formación vegetal principal es el algarrobal y en la zona más lluviosa el ceibal, estos árboles a diferencia de los algarrobos dependen directamente de las lluvias (Brack, 1986).

Los bosques secos del Perú son extremadamente importantes para el sustento de muchas familias campesinas de la costa norte, proporcionando madera para leña, carbón, pisos, artesanías, y productos no maderables como fibras, resinas, frutos, forraje, entre otros. Sin embargo, la sobre explotación de estos bosques está incrementando los procesos de desertificación en esas zonas.

Las actividades productivas sostenibles, así como prácticas de ecoturismo pueden ofrecer oportunidades a la población local para obtener beneficios y conservar este ecosistema. El involucramiento local en las acciones de planificación del territorio y uso sostenible de los recursos naturales deben ser fundamentales de cara al desarrollo local y la conservación.

INICIATIVAS EN MARCHA

El Perú ha dado un paso concreto en la lucha contra la desertificación al poner en marcha el proyecto "Promoviendo el Manejo Sostenible de la Tierra en Apurímac", que busca reducir la degradación de la tierra en esa región de los andes del sur del Perú, a través de la promoción de un modelo validado de manejo sostenible de la tierra.

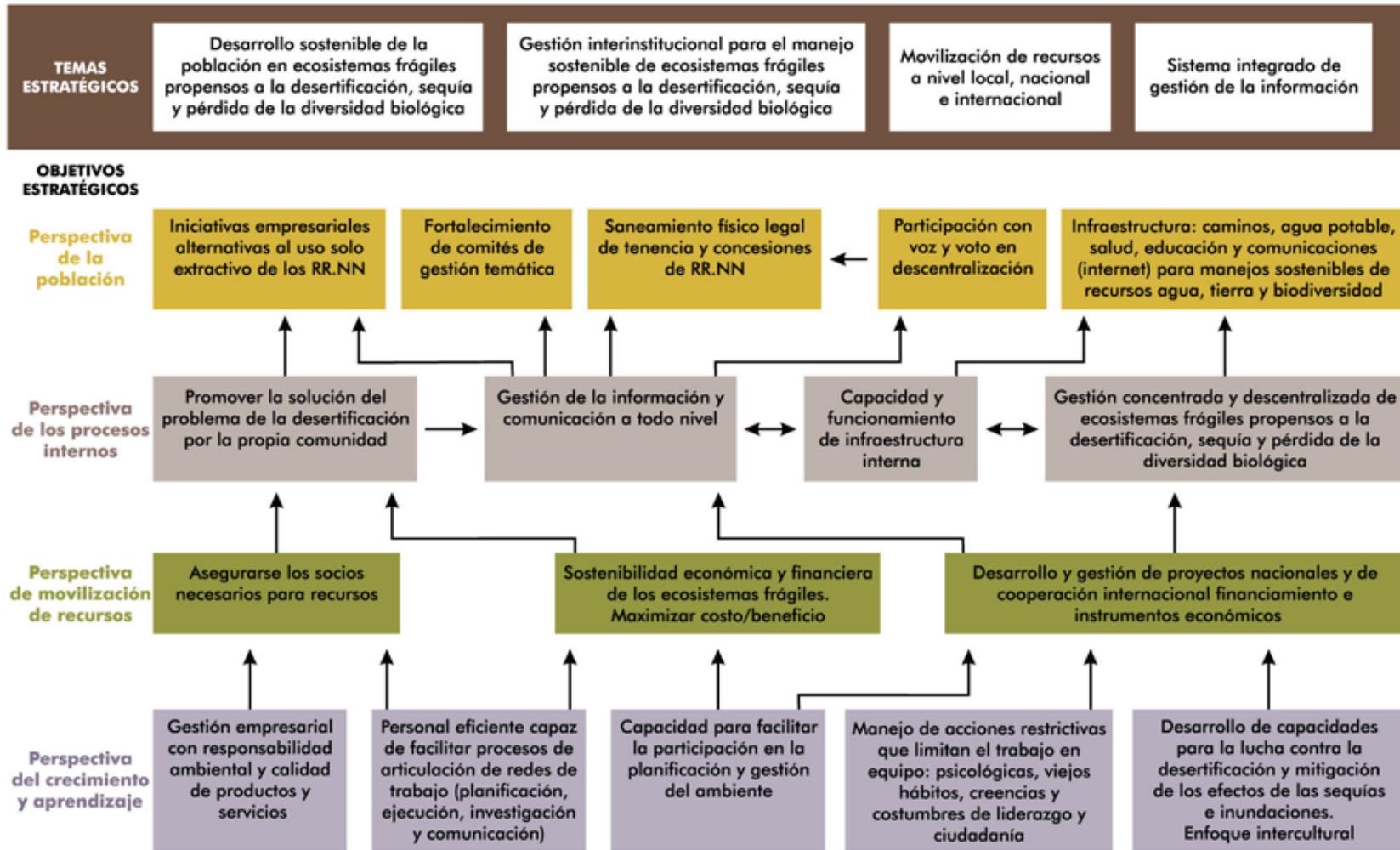
Asimismo, el Perú ha desarrollado el Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación (PAN-Perú), adecuado a la estrategia 2008-2018 de la CNULD, cuya meta es forjar una alianza mundial de lucha contra la desertificación a fin de contribuir a la reducción de la pobreza y a la sostenibilidad ambiental.

El país reconoce a la CNULD como la pieza central en los esfuerzos de la comunidad internacional para luchar contra la desertificación y la degradación de las tierras en las zonas áridas. En su calidad de ente competente, al MINAM le corresponde abordar estos esfuerzos desde la perspectiva del trabajo conjunto con las convenciones de cambio climático y diversidad biológica. Estas acciones deben incluir la promoción de prácticas de manejo sostenible de la tierra y gestión integrada del agua y la promoción de medidas de adaptación al cambio climático.

El MINAM también preside la Comisión Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (CONALDES), que se encuentra actualmente en proceso de adecuación a la Ley de creación del MINAM. Esta Comisión busca, entre otros, contribuir a la elaboración y actualización de la Estrategia Nacional de Lucha Contra la Desertificación y Sequía y el Programa de Acción Nacional - PAN Perú, en concordancia con estrategias, planes y proyectos de desarrollo nacional, sectorial y regional. Asimismo, tiene prevista la participación del MRE, MEF, MINAG, ANA, SENAMHI, CONCYTEC, IGP, APCI, FONAM, RIOD-Perú, así como de la ANGORE, AMPE, CNDCPP y la CONFIEP



Cuadro N° 1
Esquema estratégico para la lucha contra la desertificación en el Perú



Fuente: Ministerio del Ambiente, 2011. La Desertificación en el Perú. Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía.



DEGRADACIÓN MUNDIAL DEL SUELO

Latinoamérica y El Caribe y los Altos Andes

Los países de **Latinoamérica y El Caribe** (Países del Anexo III de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía - CNLUD) aunque son famosos por sus bosques húmedos tropicales, realmente un cuarto de Latinoamérica y El Caribe es desierto y tierras secas. Los hiperáridos desiertos de la costa del Pacífico se extienden desde el sur de Ecuador a lo largo de toda la costa peruana hasta el norte de Chile. Más al interior a altitudes de entre 3 000 y 4 500 msnm, las altas y secas llanuras (el Altiplano) de las montañas de los Andes cubren extensas áreas de Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Al este de los Andes se extiende una amplia región árida desde los tramos del norte del Chaco en Paraguay hasta la Patagonia en el sur de Argentina. El Noreste de Brasil contiene zonas semiáridas dominadas por las sabanas tropicales. Grandes extensiones de Colombia y Venezuela están altamente degradadas. En la República Dominicana, Cuba, Haití y Jamaica hay zonas áridas, mientras que la erosión y escasez de agua se están intensificando notablemente en el Este del Caribe. La mayor parte de México es árido y semiárido, especialmente en el norte. La desertificación supone el 30% de la superficie total de la región y se estima que genera pérdidas de aproximadamente 27 525 millones de dólares americanos. Argentina, Brasil y México son los países con mayores pérdidas.

Algunos de los principales problemas a los que la región se tiene que enfrentar son debidos a la modernización de las prácticas agrícolas como la irrigación y los cultivos intensivos. Una inadecuada irrigación, el uso de pesticidas y la ausencia de prácticas de gestión de la tierra sostenibles han provocado la salinización y la erosión de los suelos agrícolas en muchas áreas de Argentina, Cuba, México y Perú, los cuales poseen extensas áreas de tierras secas que frecuentemente están sometidas a usos inadecuados o a amplios períodos de sequía.

La desertificación en las **tierras altas de los Andes** está fuertemente relacionada con la extensión de los pastos para el ganado y las plantaciones, provocando una gran cantidad de impactos ecológicos de importancia como la erosión por el agua y el viento, el agotamiento del suelo, la salinización, el drenaje, la acidificación, los desprendimientos de tierra y cambios irreversibles en el uso del suelo. Otros factores son el despliegue de los campos en pendientes pronunciadas, el quemado destructivo de los pastizales, matorrales y bosques que contribuye a la erosión del suelo y a una reducida fertilidad del suelo.



MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN DE TIERRA SECA

Si bien, las tierras secas suelen incluir las áreas áridas, semiáridas y secas subhúmedas y presentar condiciones similares a los desiertos en un proceso de degradación de la tierra, en este Mapa se ha incluido las tierras hiperáridas (desiertos), ya que éstas también son susceptibles de intervención productiva en el contexto del desarrollo sostenible de nuestro país. En términos ambientales, las tierras secas se caracterizan por:

- Precipitaciones escasas poco frecuentes, irregulares e impredecibles.
- Gran diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas.
- Suelos con poca materia orgánica y ausencia de agua;
- Plantas y animales adaptados a las variables climáticas (resistentes a las sequías, tolerantes a la salinidad, resistentes al calor, y capaces de sobrevivir bajo condiciones de falta de agua).

La mayor parte de los 2 000 millones de residentes en tierras secas del mundo viven en países en vías de desarrollo. La inmensa mayoría lo hace por debajo del umbral de pobreza y sin accesos adecuados al agua corriente. Las tierras secas suponen hasta un 41,3% de la tierra emergente del globo, y en ellas se encuentra hasta un 44% de toda la tierra cultivada. Las tierras secas contienen el 50% del ganado del mundo, incluyen cerca de la mitad de todas las tierras de labranza y son grandes hábitats para la vida salvaje. Debido a las difíciles condiciones climáticas, las tierras secas han permitido el desarrollo de una increíble diversidad de especies altamente especializadas. La biodiversidad es fundamental para el mantenimiento del equilibrio ecológico y para proteger la subsistencia humana que tanto depende de ella. Un número relativamente elevado de especies endémicas habita en estas áreas, las cuales incluyen hábitats de diversos tipos como tierras arenosas, bosques y selvas, sabanas y estepas, humedales, lagunas, lagos y ríos (CUNLD, 2011. Páginas 6 y 8).



CONCEPTO DE DESERTIFICACIÓN

En contra de la creencia habitual, la desertificación no es la pérdida de tierras por su transformación en desierto o por los movimientos de las dunas de arena. La desertificación hace referencia a la degradación de la tierra en áreas áridas, semiáridas y subhúmedas a causa de varios factores, incluyendo variaciones climáticas y actividades humanas. Cuando la degradación de las tierras sucede en las tierras secas del mundo, se suelen crear unas condiciones similares a las de un desierto. La degradación de las tierras ocurre en cualquier lugar, pero se define como desertificación cuando se dañan las tierras secas.

El suelo de las tierras degradadas ve reducida su capacidad de permitir el crecimiento de las plantas, lo que resulta en una pérdida de la vegetación y de la productividad económica. La desertificación suele estar ocasionada por actividades humanas como el sobrepastoreo, el exceso de cultivos, la deforestación y sistemas de irrigación con escasa planificación. Según el tipo de técnica agrícola empleada aparecen las diferentes formas de degradación de las tierras:

- Pérdida de nutrientes (debido a la sobreexplotación agrícola);
- Pérdida de la capa superficial de la tierra debido a la erosión por el viento y por el agua, sobre todo debido a la pérdida de vegetación;
- Desprendimientos de tierra provocados por la acción del agua y los efectos de la pérdida de vegetación;
- Incremento de la salinidad y la acidificación del suelo debido a malas prácticas de irrigación;
- Contaminación del suelo debido a un uso excesivo de fertilizantes químicos.





ÍNDICE DE ARIDEZ Y CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS SECAS

La aridez nos informa sobre la escasez estacional y/o anual de los recursos hídricos. Sobre la base del índice de aridez (definido como la razón entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial anual - Pa/ETo) la CNULD ha clasificado las tierras secas o zonas áridas del mundo en cuatro clases: hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas (Cuadro N°2).

Cuadro N° 2
Clasificación de las Tierras Secas

CATEGORÍAS DE TIERRAS SECAS	ÍNDICE DE ARIDEZ (Ia = Pa/ETo)
Hiperárida	<0.05
Árida	0.05 – 0.20
Semiárida	0.20 – 0.50
Subhúmeda Seca	0.50 – 0.65

América Latina y el Caribe (ALC) tienen una superficie de aproximadamente 20 millones de km² y ocupan el 15% de las tierras del planeta. Se calcula que las tierras secas ocupan el 25% de dicho territorio (aproximadamente 5 millones de km²) siendo Argentina el país con mayor extensión de tierras secas, con casi 2 millones de km², seguido de Brasil, con algo más de 800 mil km² y de Perú con algo más de 500 mil km². Cabe resaltar que solamente Chile y el Perú presentan zonas hiperáridas, las cuales ocupan cerca de 200 mil km² (Torres, 2010).

Tierras secas en el Perú

En la década del 70, la Oficina de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), elaboró un mapa de Zonas Áridas y Semiáridas. En

aquel entonces determinaron una extensión de 30 millones de hectáreas (alrededor de 300 mil Km²) (Figura 1).

En 2005, el SENAMHI elaboró el Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Sub húmedas Secas, aplicando la metodología del Centro del Agua para Zonas Áridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC)², obteniendo una superficie referencial de la extensión de tierras secas de 38 586 452 hectáreas (SIGMINAM) entre zonas hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas (Figura 2).

En el año 2006, el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), publicó el Mapa del Desierto y Desertificación, donde identifica áreas de desiertos, áreas desertificadas y áreas en proceso de desertificación. De acuerdo a los cálculos realizados por el INRENA, la extensión del desierto propiamente dicho representaba el 6.48% (8 330 281 hectáreas u 83 mil km² aproximadamente) (Cuadro N° 3 y Figura N° 3).

Sin embargo, cada una de las instituciones que ha evaluado y/o cuantificado las zonas áridas o tierras secas, ha utilizado métodos diferentes. Este hecho significa una dificultad para comparar la variación de la extensión de las tierras secas a lo largo del tiempo.

Cuadro N° 3
Extensión de los Desiertos en el Perú
(Elaborado con base en INRENA, 2006)

CATEGORÍAS DE TIERRAS SECAS	EXTENSIÓN	
	Hectáreas	% del territorio nacional
Desierto	8330281	6.48
Áreas en proceso de desertificación	30522010	23.75
Áreas desertificadas	3862786	3.01
Total Áreas	42715077	33.24
Total Perú	128521560	100.00

2. El CAZALAC es una organización coordinadora/articuladora de acciones científicas y tecnológicas orientada hacia un manejo sustentable de los recursos hídricos en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas de América Latina y El Caribe. Su objetivo general es fortalecer el desarrollo técnico, social y educacional de la Región sobre la base de un aprovechamiento y una gestión mejorados de los recursos hídricos en la zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe y, además, aumentar el rol de las comunidades en el desarrollo de una cultura del agua.



Figura N° 1
Mapa de Zonas áridas y Semiáridas de Perú (ONERN, 1977)



La vegetación de lomas, alimentada por el agua de neblinas provenientes del Océano Pacífico, se yergue entre montañas desérticas flanqueada por las costas de la corriente marina de Humboldt. Nótese al fondo las montañas del desierto y el mar.
Foto © JJ Rodríguez





Figura N° 2

Mapa de Zonas áridas de Perú (SENAMHI - CAZALAC, 2005)



Figura N° 3

Mapa del Desierto y Desertificación (MINAG - INRENA, 2006)



DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA DE TIERRAS SECAS DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO

El grupo técnico, establecido en el marco del Grupo de Trabajo Viceministerial, para elaborar el Mapa de Tierras Secas del Perú tuvo varias reuniones de coordinación con el propósito de determinar las características, alcances y metodología para la construcción de dicho mapa. En el grupo técnico participaron especialistas en tierras secas, técnicos del SENAMHI, MINAM, MINAG, IGP, entre otros.

El desarrollo del mapa se inició a partir del concepto de aridez que define la CNULD; el mismo que identifica un rango de datos precisos de la relación entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial. Asimismo, se utilizaron mapas de evapotranspiración, elevación digital y precipitación con información proporcionada por las estaciones meteorológicas ubicadas en distintas localidades del país.

METODOLOGÍA

Para la generación del mapa se realizó la siguiente metodología dividida en tres etapas:

- **Primera etapa.** Referida al control de calidad de la data meteorológica, condición previa necesaria para la elaboración de mapas climáticos. En esta etapa se buscaron las series de información más largas y homogéneas, para así tener una representatividad espacial y temporal de las variables.
- **Segunda etapa.** Se aplicaron métodos para la interpolación y rasterización³ de las variables precipitación y evapotranspiración.
- **Tercera etapa.** Se muestra el mapa resultante de la estimación de

las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del Perú (tierras secas), obtenido mediante álgebra de mapas, con la utilización de software de Sistemas de Información Geográfica.

Para la identificación de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, se empleó el Índice de Aridez, que permitió definir los lapsos de deficiencia y excedencia climática de agua en un periodo específico, relacionado básicamente con la precipitación y la evapotranspiración de referencia (Cuadro N°2).

Para el procesamiento de la información climática y cálculo del Índice de Aridez, se utilizaron las estaciones meteorológicas pertenecientes a la red de estaciones del SENAMHI, las cuales fueron escogidas debido a la extensión y homogeneidad de su serie. Se identificaron 611 estaciones pluviométricas que pasaron el control de calidad. Además se consideraron estaciones adicionales pertenecientes a la red de Electro Perú, Electro Andes y del International Research Institute for Climate and Society⁴, con lo cual se obtuvo un número adicional de 23 estaciones (Figura 4).

Adicionalmente, se requirió el Modelo de Elevación Digital (DEM) proveniente del Global LandCoverFacility (GLCF)⁵ de la NASA, el cual se encuentra a una resolución espacial de 90 metros. Sin embargo, por razones operacionales, tuvo que ser remuestreado a 1 km de resolución. De este DEM, se tomaron los valores de altura de estación debido a que al remuestrear se origina un nuevo valor por pixel, resultado del promedio de las alturas encontradas dentro del kilómetro; esto es un factor que hay que tomar en cuenta en los resultados finales del modelo de regresión propuesto, el cual se explica más adelante (Figura 5).

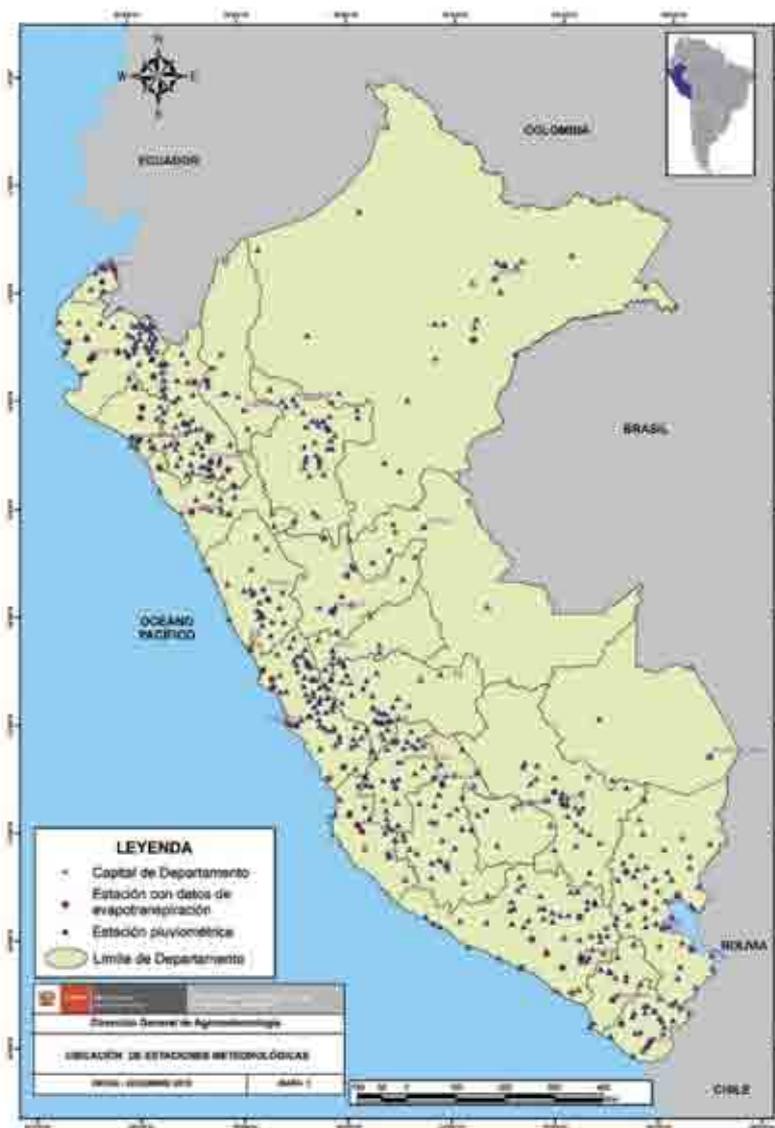
3. La rasterización es el proceso por el cual una imagen descrita en un formato gráfico vectorial se convierte en un conjunto de píxeles o puntos para ser desplegados en un medio de salida digital, como una pantalla de computadora, una impresora electrónica o una imagen de mapa de bits (http://es.wikipedia.org/wiki/Raster_Image_Processor).

4. <http://portal.iri.columbia.edu/portal/server.pt>

5. <http://landcover.org/>

Figura N° 4
Mapa de Ubicación de Estaciones
Pluviométricas y de Evapotranspiración

Figura N° 5
Mapa de Elevación Digital



MAPA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN

Muchos son los métodos conocidos para el cálculo de la evapotranspiración referencial, sin embargo el método Penman-Monteith (Allen et al., 1998) es el único método recomendado por la FAO para determinar la evapotranspiración de referencia. Este indicador es expresado en mm día⁻¹ y se calcula de la manera siguiente:

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_N - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$

Donde:

- R_N : radiación neta del cultivo [$\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$]
- G : densidad de flujo de calor en el suelo [$\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$]
- u_2 : velocidad del viento a 2 metros de altura [m s^{-1}]
- e_a : presión de vapor actual del aire a 2 metros de altura [kPa]
- e_s : presión de vapor de saturación a la temperatura del aire [kPa]
- Δ : pendiente de la curva de presión de vapor de saturación a la temperatura del aire [$\text{kPa} \cdot \text{C}^{-1}$]
- γ : constante psicrométrica [$\text{kPa} \cdot \text{C}^{-1}$]
- r_s : resistencia superficial total, 70 s m^{-1}
- r_a : resistencia aerodinámica [s m^{-1}]

Cuadro N° 4

Valores de algunas variables asumidas como constantes para el cálculo de la evapotranspiración referencial

VARIABLE	VALORES ASUMIDOS
Albedo del cultivo de referencia (Allen et al., 1989)	0,23
Altura medida	2 m
Altura del cultivo	0,12 m
Resistencia superficial (r_s)	70 m s^{-1}
Emisividad del cultivo de referencia, césped (Brutsaert, 1982)	0,97-0,98
Densidad media del aire	$1,2 \text{ kg m}^{-3}$
Calor específico del aire	$1,013 \text{ KJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Calor latente de vaporización	$2,45 \text{ MJ kg}^{-1}$

En una primera etapa en la generación de los mapas de evapotranspiración se asumió el valor de 2 m/s para los datos de velocidad de viento a dos metros de altura debido a la dificultad que existe para interpolar esta variable. Sin embargo, posteriormente el mapa es corregido con sus verdaderos valores de evapotranspiración hallados con datos de viento reales de estación, mediante el método de residuales propuesto por Ninyerola et al. (2000). (Figura N° 6).

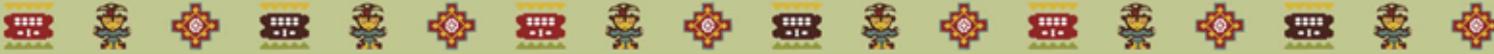
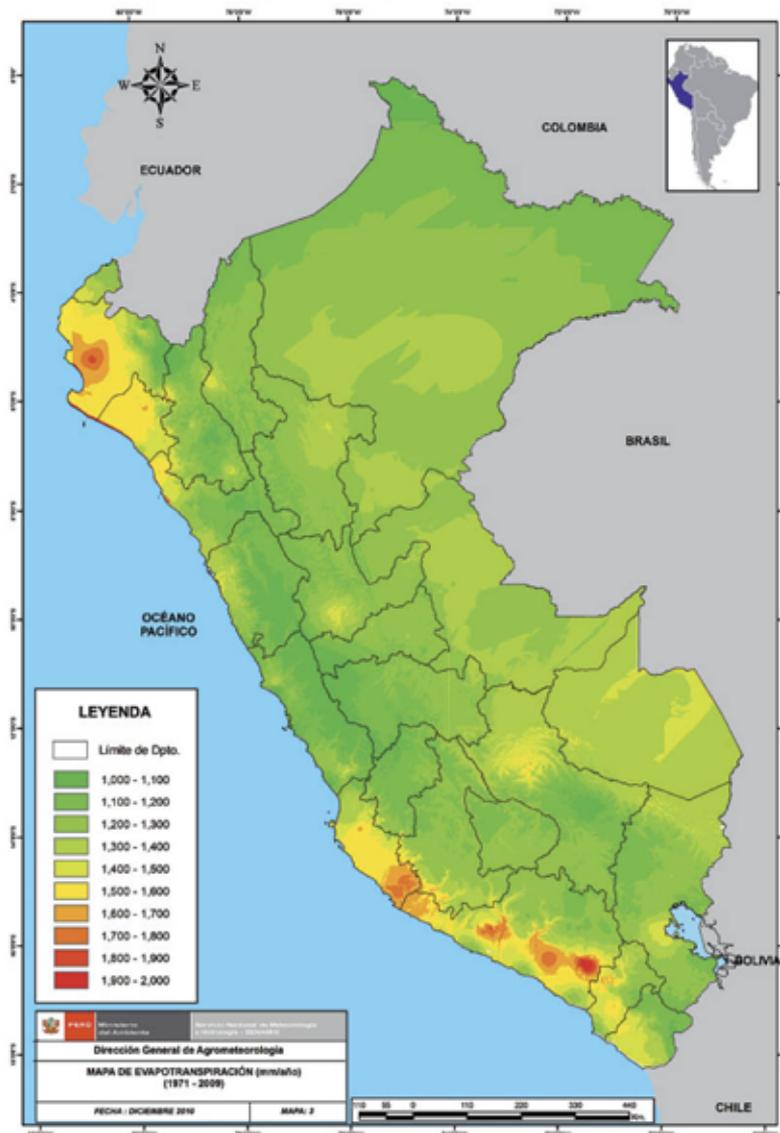


Figura N° 6
Mapa de Evapotranspiración



MAPA DE PRECIPITACIÓN

Para la elaboración del mapa de precipitación se utilizaron dos métodos de interpolación: el método Kriging con semivariograma⁶ y el método de regresión lineal múltiple.

El método del semivariograma consistió en encontrar una fórmula que representara la distribución de la variable a nivel espacial. La fórmula se halló con los datos anuales de precipitación.

El método de regresión lineal múltiple (Pons, 1996 y Ninyerola et al. 2000) se basa en técnicas de regresión lineal múltiple y de interpolación espacial de los datos provenientes de las estaciones meteorológicas. Sin embargo, este método presentó limitaciones para la representación de la variable precipitación en nuestra región, ya que la fórmula estaba en función a la densidad de estaciones presentes, representando en la fórmula el comportamiento de éstos en función de mapas ráster predictores. Es decir, si se expresa en función a la altura, significa que a una determinada altura ocurre un valor determinado de precipitación, ese valor de precipitación se representará en todos aquellos lugares donde el modelo encuentre dicha altura; y como sabemos, los valores de precipitación registrados en la vertiente del Pacífico son distintos a los registrados en la del Atlántico o en los valles interandinos.

Para corregir la interpolación se generó un nuevo campo de regiones del Perú que elevó notoriamente la correlación de los resultados finales a un 0.78%, sin embargo existe un 22% que no pudo ser explicado, además el método no representaba bien los límites de región. Es así que se decide escoger como una mejor

6. El krigaje o krigado (del francés krigage) es un método geoestadístico de estimación de puntos que utiliza un modelo de variograma para la obtención de datos. Calcula los pesos que se darán a cada punto de referencia usado en la valoración. Esta técnica de interpolación se basa en la premisa que la variación espacial continúa con el mismo patrón. Fue desarrollada inicialmente por Danie G. Krige a partir del análisis de regresión entre muestras y bloques de mena, las cuales fijaron la base de la geoestadística lineal (<http://es.wikipedia.org/wiki/Krigeaje>). Latina y el Caribe y, además, aumentar el rol de las comunidades en el desarrollo de una cultura del agua.



aproximación el método kriging, ampliamente documentado como mejor método de interpolación espacial para variables como la precipitación.

Ambos métodos de interpolación nacen del supuesto que la data tiene una distribución normal, por lo que fue necesario aplicar un logaritmo de base 10 a los datos antes de iniciar el proceso, así reducimos los errores como el de anisotropía⁷ (Figura N°7).

ÍNDICE DE ARIDEZ

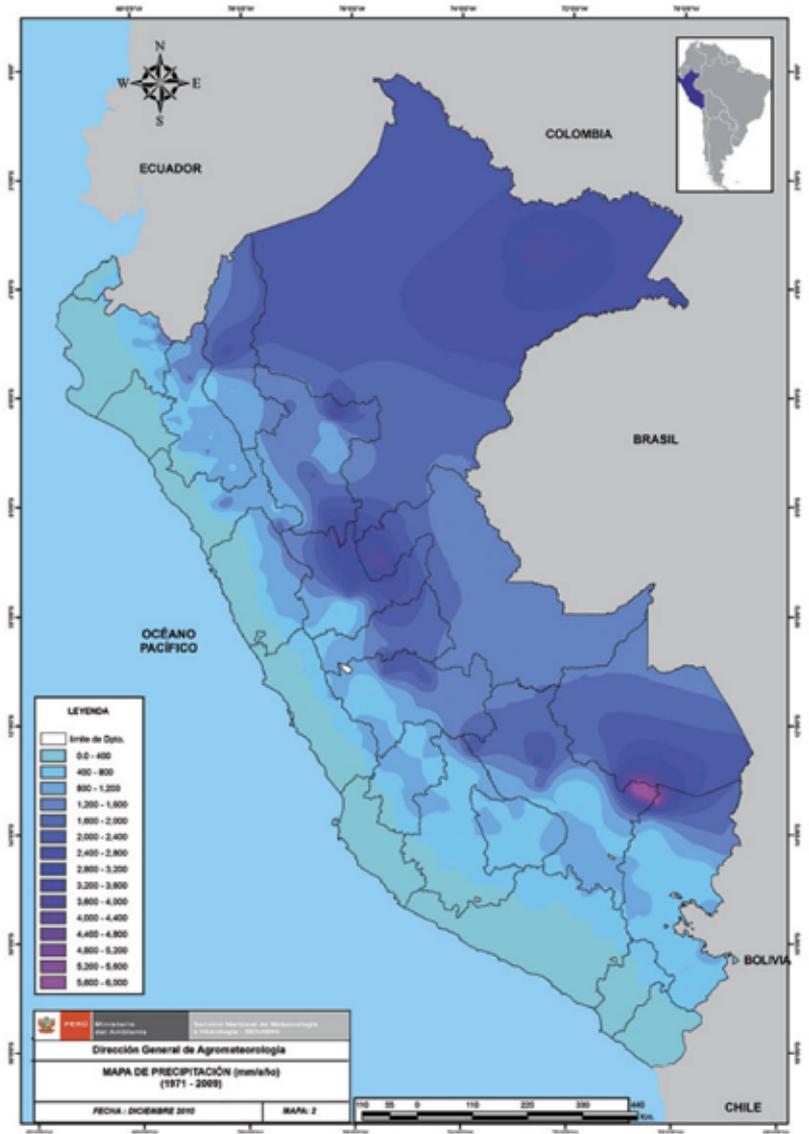
El índice de Aridez definido como la razón entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial anual ($Ia = Pa/ETo$) fue adoptado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1997 a fin de contar con una evaluación unificada de los índices en toda la región.

$$Ia = Pa/ETo$$

- Ia = Índice de aridez
- Pa = Precipitación media anual
- ETo = Evapotranspiración de referencia anual

Como parte del desarrollo metodológico para la elaboración del Mapa de Tierras Secas del Perú, se propuso mejorar la interpretación de la fórmula, considerando el primer término de la ecuación, precipitación, como un mapa que representara la distribución de la vegetación con relación a la precipitación y la altura, partiendo del alto porcentaje de correlación obtenido en la interpolación por regresión lineal y a la fuerte dependencia que existe entre la altura y el tipo de vegetación que se desarrolla.

Figura N° 7
Mapa de Precipitación



7. La anisotropía (opuesta de isotropía) es la propiedad general de la materia según la cual determinadas propiedades físicas, tales como: elasticidad, temperatura, conductividad, velocidad de propagación de la luz, etc. varían según la dirección en que son examinadas. Algo anisótropo podrá presentar diferentes características según la dirección (<http://es.wikipedia.org/wiki/Anisotrop%C3%ADa>).



Los puntos en donde se observó una mala representación se corrigieron partiendo del Mapa de Precipitación previo obtenido con el semivariograma. Aquí también la validación del mapa resultante, además de los métodos estadísticos, se realizó con base en las experiencias de campo y tomando como referencia otros mapas como el Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1975).

Para la estimación de este índice se hizo uso del álgebra de mapas, dividiendo ambos mapas resultantes en ráster⁸ de los procesos anteriores, es decir precipitación anual con evapotranspiración referencial anual, resultando seis categorías climáticas para las zonas áridas: hiperárida, árida, semiárida, sub húmeda seca, sub húmeda húmeda y húmeda (Cuadro N° 5).

Cuadro N° 5
Índice de Aridez de las Zonas Áridas (PNUMA, 1997)

CATEGORÍAS	VALOR DEL ÍNDICE ($I_a = P_a/E_t$)
Hiperárida	0-0.05
Árida	0.05-0.2
Semiárida	0.2-0.5
Subhúmeda Seca	0.5-0.65
Subhúmeda húmeda	0.65-1.0
Húmeda	>1.0

8. Una imagen en mapa de bits, también conocida como imagen matricial, bitmap o rasterimage (estos dos tomados del inglés), o imagen ráster (un calco del inglés), es una estructura o fichero de datos que representa una rejilla rectangular de píxeles o puntos de color, denominada matriz, que se puede visualizar en un monitor, papel u otro dispositivo de representación (http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%A1fico_rasterizado).





RESULTADOS

Como resultado de la elaboración del Mapa de Tierras Secas del Perú (Figura 8), se obtuvieron además el Mapa de Evapotranspiración actualizado y referencial a nivel nacional (Figura N°6), el Mapa de Precipitación anual a nivel nacional (Figura N°7), y se identificaron las zonas hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas alcanzado un total de 32 809 369.81 hectáreas (328 093.70 Km²) para las tierras secas (Cuadro N°6). La escala de trabajo es de aproximadamente 1/2000000.

Es necesario resaltar que esta primera versión del Mapa de Tierras Secas del Perú (2010) muestra una aproximación a nivel nacional, según los métodos utilizados para llegar a su representación espacial sobre nuestro territorio. Sin embargo, debemos tener en cuenta que existen particularidades a nivel regional y que empleando otras variables, además de la climática, van a mejorar la precisión de este tipo de información.

El Mapa de Tierras Secas del Perú identifica cuatro categorías de tierras: hiperáridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas, siendo las tierras hiperáridas (los desiertos) las de mayor extensión ocupando el 9.39% del territorio nacional.

Las zonas hiperáridas se caracterizan por una baja e irregular precipitación (la variación interanual de la precipitación puede ser del 100%), escasa vegetación perenne y la agricultura y el pastoreo en general son inviables. El índice de aridez de esta zona es menor a 0.05.

Las zonas áridas se caracterizan por registrar precipitaciones anuales entre 80-150 y 200-350 mm (la variación interanual de la precipitación está entre 50 y 100%). El pastoreo es

posible pero no la agricultura de regadío. El índice de aridez de esta zona está es de 0.05 a 0.20.

Las zonas semiáridas tienen una precipitación anual de 300-400 a 700-800 mm en verano, y de 200-250 a 450-500 mm en invierno (variación anual de precipitación es de 25-50%). Es posible el pastoreo y agricultura de regadío, aunque con gran variabilidad en las producciones. El índice de aridez es de 0.20 a 0.50.

Las zonas subhúmedas secas tienen una variabilidad interanual de precipitación menor a 25% y la agricultura puede practicarse de manera regular. El índice de aridez es de 0.50 a 0.65.

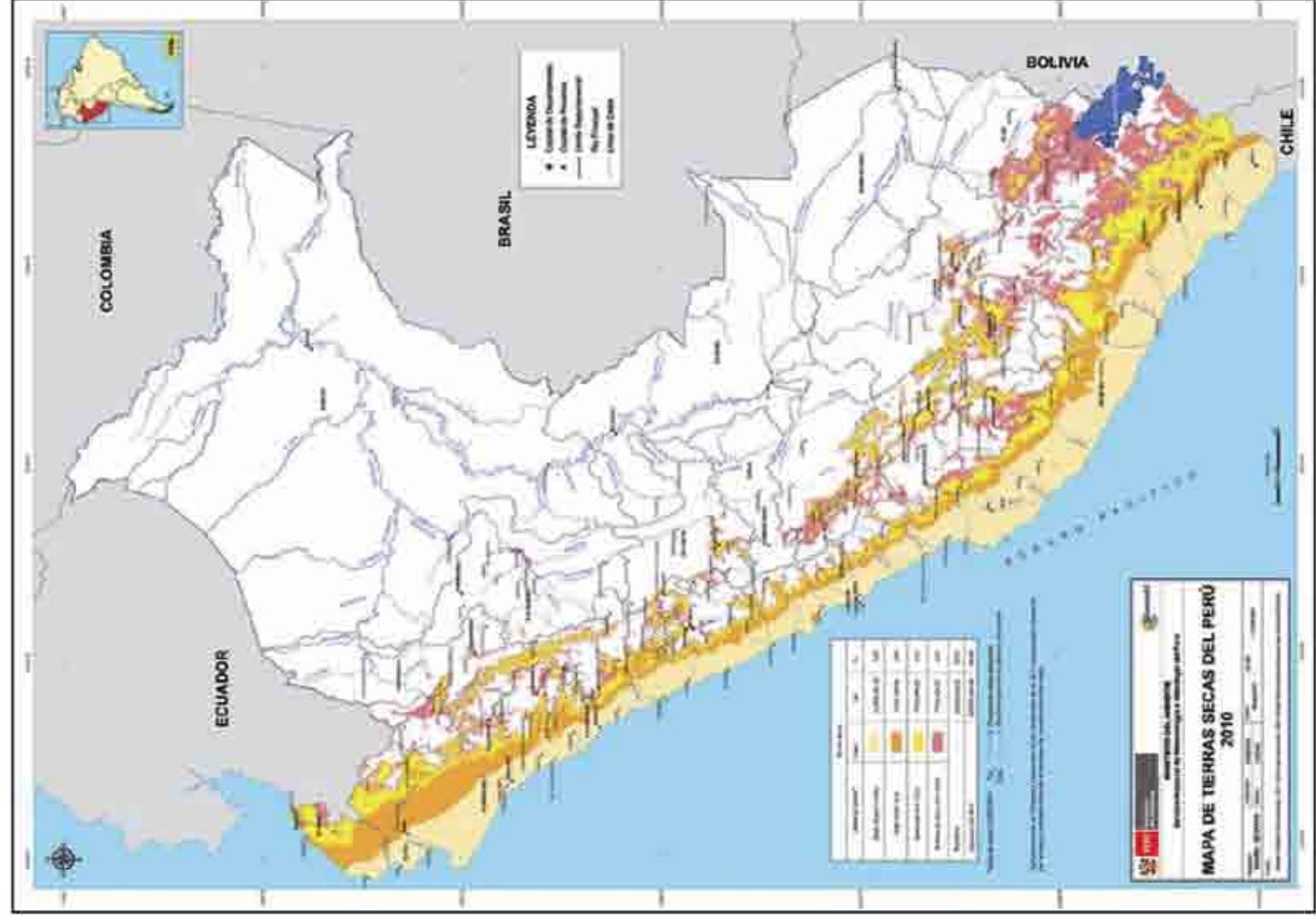
Cuadro N° 6

Índice de Aridez y Total de Tierras Secas del Perú (2010).
La superficie base utilizada es del Mapa del Desierto y Desertificación del Perú, elaborado por INRENA (2006)

CATEGORÍAS DE TIERRAS SECAS	INDICE DE ARIDEZ	EXTENSIÓN	
		Hectáreas	% del territorio nacional
Hiperárida	<0.05	12065161.86	9.39
Árida	0.05 - 0.20	511785.04	3.98
Semiárida	0.20 - 0.50	7873999.62	6.13
Subhúmeda Seca	0.50 - 0.65	7758423.29	6.04
Total Tierras Secas		32809369.81	25.53
Total Perú		128 521 560.00	100.00



Figura N° 8
Mapa de Tierras Secas del Perú (2010)



USOS DEL MAPA: OPINAN LOS EXPERTOS



Stephan Halloy, PhD. Especialista en Cambio Climático, Universidad Nacional de Chilecito, Argentina. Director de Ciencias del Programa Andes del Sur, The Nature Conservancy.

Las tierras áridas forman una porción considerable de las tierras emergentes del mundo, resultando en áreas de baja capacidad productiva, baja densidad poblacional y biodiversidad y culturas particulares adaptadas a estas condiciones. En algunos casos, como en Perú, estas tierras áridas se encuentran vecinas a áreas con excedentes de agua, las cuales se constituyen en fuentes importantes para el desarrollo productivo y una alta densidad poblacional; como es el caso de la costa peruana alimentada por los glaciares y las precipitaciones de alta montaña. El entender la estructura espacial de la interdigitación entre zonas áridas y húmedas permite comprender mejor los vínculos estrechos entre ellas, su interdependencia, y por lo tanto las acciones necesarias para su mejor manejo, protección y aprovechamiento productivo y cultural. El Mapa de Tierras Secas del Perú desarrolla, a través de varios mapas y sus explicaciones, una herramienta para la mejor comprensión y aprovechamiento integrado y holístico del territorio. En el contexto del cambio climático global, tales herramientas se vuelven aún más importantes, dada la sensibilidad particular de las zonas áridas a estos cambios.



Profesor Juan Torres Guevara, Centro de Investigación de Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Los mapas, que vienen del latín mappa, que tiene entre sus acepciones el de "lienzo", "pañuelo", que eran parte de los llamados "Atlas", cuentan con una larga historia hasta llegar hoy a ser un componente de los denominados Sistemas de Información Geográficos (SIG). En esta historia se inscribe el presente Mapa de Tierras Secas del Perú, en cuya Memoria Descriptiva se hace, a modo de antecedentes, un recuento de los diferentes intentos por delimitar desde los años 70 a los desiertos, la desertificación, las zonas áridas y ahora las tierras secas. Este documento es una gran contribución del Ministerio del Ambiente a los diferentes esfuerzos por generar estrategias de uso sostenible de estos valiosos ecosistemas sobre los que se asienta el 80 % de la población de las ciudades más grandes del país y donde se realizan las actividades productivas más importantes de la economía peruana. Su importancia es mayor si tomamos en cuenta que entraremos, en las décadas siguientes, a escenarios en los que la incertidumbre, producto del cambio climático, hará que necesitemos de mucha información de los niveles de vulnerabilidad y riesgos a los que nos expondremos



Dr. Percy Jiménez, Director del Instituto Regional de Ciencias Ambientales (IRECA) - Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú.

El Mapa de Tierras Secas del Perú es un documento importante porque sirve para conocer la extensión y la ubicación de estas tierras; es útil y necesario para las actividades de ordenamiento territorial y para la planificación del desarrollo sostenible a nivel nacional y regional. Se constituye en una herramienta para monitorear y hacer el seguimiento de las modificaciones en la superficie y tomar decisiones para fines inmediatos y futuros del país y de nuestra población. El mapa debe ser un instrumento dinámico y actualizado a la realidad ambiental, apoyado con la tecnología moderna de evaluación de los recursos naturales (sensores remotos, fotografías aéreas, imágenes satelitales, entre otros).



Francisco Medina Castro, Coordinador nacional del proyecto "Promoviendo el manejo sostenible de la tierra en Apurímac".

El Mapa de de Tierras Secas es un insumo importante para el manejo sostenible de la tierra, dado que permite delinear aquellas políticas, estrategias y tecnologías necesarias para optimizar los sistemas productivos en las regiones incluidas, incorporando no solo el tema de la adaptación, sino defendiendo acciones concretas de mitigación al cambio climático que brinden sostenibilidad ambiental, económica y social a los pobladores locales asentados en esos territorios.



BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, R.G., L.S. PEREIRA, D. Raes, and M. SMITH.** 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Irr. & Drain. Paper 56. UN-FAO, Rome, Italy.
- BRACK, A.** 1986. Las ecorregiones del Perú. Bol. Lima 44: 57-70.
- BRUTSAERT, W.** 1982. Evaporation into the atmosphere. Kluwer Academic Publishers.
- CUNLD.** 2011. Manual informativo de la CNULD – en español.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales).** 1975. Mapa Ecológico del Perú escala 1:1000000 con guía explicativa. Lima, Perú.
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales).** 1995. Estudio de Reconocimiento del Uso del Recursos Hídrico por los Diferentes Sectores Productivos en el Perú. Lima.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE.** 2009. Mapa de Cobertura Vegetal Nacional
- MINISTERIO DEL AMBIENTE.** 2011. La Desertificación en el Perú. Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Lima. 73 p.
- NINYEROLA, M., X. PONS and J.M. Roure.** 2000. A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. International Journal of Climatology. Vol.20 (14):1823–1841.
- PONS, X.** 1996. Estimación de la radiación solar a partir de modelos digitales de elevaciones.
- QUEVEDO, K., MARAVI, J.** 2011. Informe de Mapas de Zonas Áridas, Semiáridas y Sub húmedas Secas del Perú.
- TORRES, J.** 2010. Desertificación y cambio climático. Ponencia presentada en el Simposio Eventos Hidrometeorológicos Extremos y Cambio Climático en el Perú. Lima 24 y 25 de marzo de 2010. SENAMHI.
- UNEP.** 2006. Los desiertos: perspectivas 2006.

