

# Oasificación: Solución Forestal para la Desertificación

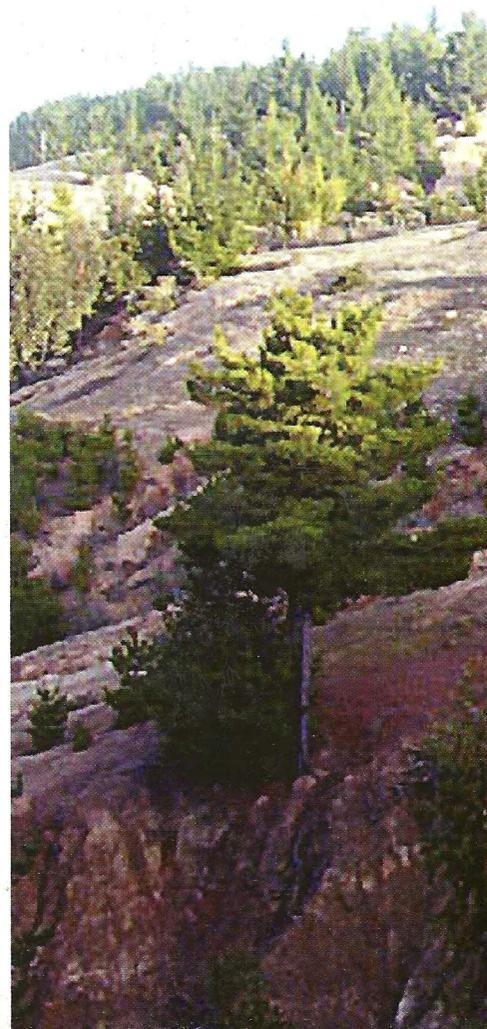
Con un adecuado sistema de recolección de agua, una correcta preparación de los suelos y una apropiada elección de especies vegetales se puede revertir la degradación de un territorio.

por Andrés Martínez de Azagra<sup>1</sup>  
Mauricio Lemus Vera<sup>2</sup>

La desertificación suele definirse como un proceso complejo que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales, en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de variaciones climáticas y actuaciones humanas adversas (UNCCD, 1994). Éste es un grave problema que afecta a Chile. En la actualidad, se estima que incide en el 62% del territorio nacional, lo que corresponde a 47,3 millones de hectáreas (según datos del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación PANCD, 1997). La gravedad de esta situación radica en efectos múltiples, tales como "el deterioro del balance hídrico, el desplazamiento de la cobertura vegetal, su pérdida de productividad y de capacidad colonizadora, el predominio de la escorrentía superficial, el incremento de la erosión hídrica y eólica, así como la sedimentación local, la salinización de los suelos y la pérdida de población y de sus valores socioculturales por incapacidad del territorio para sostener a la población preexistente" (TRAGSA, 2003).

Dentro de la implementación en Chile de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación se establece que este tema corresponde a una responsabilidad nacional y no será posible vencerla sólo con las acciones de una o dos instituciones nacionales. Enfrentar las causas básicas de la desertificación involucra un esfuerzo de toda la sociedad.

Frente al problema de la desertificación se apuesta por su solución: la **oasificación**. Martínez de Azagra (1999 y 2002) ha propuesto el neologismo *oasificación*, como antónimo de desertificación por aridez edáfica. Se trata de densificar y lignificar la cubierta vegetal, o lo que es lo mismo, revertir el proceso de degradación hídrica, edáfica y botánica que padece una ladera, mediante una correcta preparación del suelo e introduciendo las especies vegetales adecuadas. Para cumplir este objetivo se deben realizar sistemas de recolección de agua. Es decir: hay que aprovechar la propia degradación de la ladera para acumular el agua de escorrentía en los puntos de repoblación mediante microembalses (zanjas de infiltración, microterrazas, microcaptaciones tipo negarim, bordos semicirculares, entre otras), que deben ser convenientemente dimensionados.



<sup>1</sup> Unidad Docente de Hidráulica e Hidrología, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, España (amap@iaf.uva.es).

<sup>2</sup> Encargado de Estudios, Convenio Ambiental CONAF VI Región - El Teniente (mlemus@conaf.tie.cl).

Las pequeñas estructuras de tierra que recogen e infiltran la escorrentía (sistematización primaria) mejoran las condiciones de humedad del suelo y posibilitan el desarrollo de una vegetación forestal, invirtiéndose el temido proceso de desertificación por aridez edáfica. *Oasificar* supone combatir la escorrentía superficial; por el contrario, inducir la escorrentía desertiza el territorio.

En la *oasificación* las cosechas de suelo y de nutrientes resultan fundamentales para el proceso restaurador del territorio degradado. Además de cosechar agua, con la *oasificación* se recolectan nutrientes y suelo, por lo que al mismo tiempo se logra el control de la erosión hídrica, tan frecuente en las zonas áridas y semiáridas. Si bien las obras bonificadas por el nuevo marco legal del DL 701 tienen un énfasis en la conservación de suelos, directamente se está realizando una labor de conservación de aguas.

Hay que recuperar las técnicas tradicionales de aprovechamiento agroforestal del territorio y potenciar aquéllas que actualmente están bonificadas por concepto de conservación de

suelo, aplicando -eso sí- los nuevos conocimientos adquiridos: utilización de modelos hidrológicos sobre conservación de suelos y aguas, manejo de sistemas de información geográfica, introducción de especies vegetales con interés ecológico, económico y social, uso e incorporación de nuevos materiales.

### Aridez Edáfica

El empeoramiento de las condiciones hídricas de una ladera (regresión hídrica) conlleva también a una regresión vegetal, edáfica. Se trata de un proceso muy peligroso, especialmente en climas áridos y torrenciales, como el presente en la zona central de Chile, que se retroalimenta, por lo que puede conducir en poco tiempo a laderas desiertas (sin agua, sin suelo y sin vegetación). Esta regresión hídrica, edáfica y vegetal es característica de la desertización por aridez edáfica, que además de ser la más frecuente y extendida a nivel mundial tiene unas consecuencias muy perniciosas: suelos desprovistos de vegetación, totalmente improductivos, sin materia orgánica, con una

baja capacidad de infiltración, una fortísima insolación, una elevada oscilación térmica y una acelerada evaporación física directa tras los aguaceros.

Por el contrario, la mejora de las condiciones hidrológicas de la ladera (progresión hídrica) supone un incremento de la infiltración (como caso ideal: que se infiltre todo lo que llueve), e implica una progresión edáfica, vegetal y productiva (en biomasa). Es decir, al infiltrarse un mayor volumen de agua en el suelo, las disponibilidades de este elemento para las plantas aumentan, lo que posibilita una vegetación cada vez más avanzada. Estas formaciones vegetales protegen al suelo frente a la erosión y le aportan materia orgánica, facilitando su evolución hacia un perfil más fértil, profundo y maduro.

Ambos procesos, el retroceso desde los tres puntos de vista mencionados (que pueden agruparse en los términos desertización o desertificación) y el avance hacia situaciones más favorables (*oasificación*), quedan reflejados en la Figura 1.

La mayor parte de las veces, la desertifi-



» La formación y el avance de cárcavas denota un claro proceso de desertificación (Provincia Cardenal Caro, Secano Costero, Región de O'Higgins).

Gentileza Oficina Provincial Cardenal Caro



Mauricio Lemus

►► La frecuencia con que las zanjas de infiltración aparecen llenas de agua tras las lluvias resultan muy reveladoras de la escorrentía existente en un predio y de la conveniencia de realizar medidas de conservación de aguas y suelos en él (Hda. Loncha, Alhue, Secano Interior, Región Metropolitana).

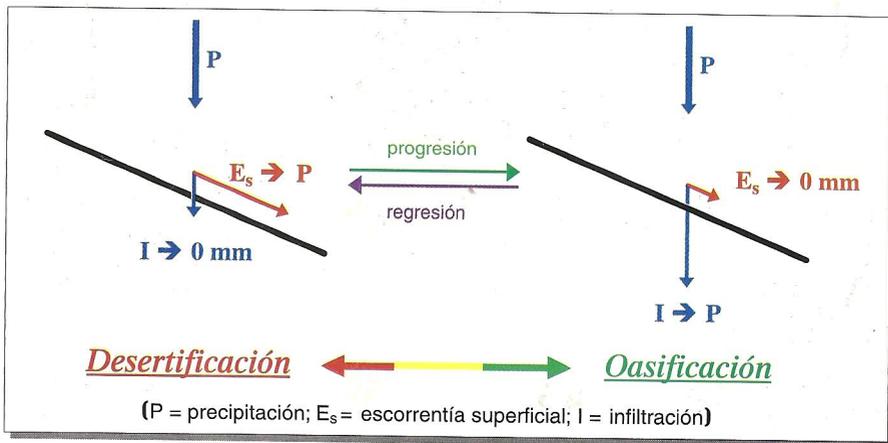
cación por aridez edáfica puede revertirse mediante sencillas operaciones individuales a pequeña escala que terminan por resolver el problema a escala local y regional. Un uso silvoagropecuario adecuado por parte de cada propietario, de cada lugareño, resulta crucial

nuevas o tradicionales técnicas eficientes en la lucha contra la desertificación, aún no incorporadas en el marco legal, será una efectiva herramienta contra la desertificación.

Para iniciar la *oasificación* de una ladera degradada hay que construir sistematizaciones

Figura 1

### Desertificación / Oasificación



para evitar procesos de desertización. Una acertada extensión agraria para la población rural, la formación de agricultores y ganaderos mediante cursos prácticos sobre medidas conservadoras del agua, de la vegetación y del suelo, resulta de gran importancia. Igualmente, una política estatal de incentivos económicos permanente en el tiempo, en la que primen criterios técnicos y que a su vez acoja el uso de

primarias en ella, que consisten básicamente en microcuencas endorreicas (Martínez de Azagra, 1996 y 1998). Para modelar el proceso hay que plantear un balance hídrico local centrado en la economía del agua de la ladera. Los componentes de este balance son, como se muestra en la Figura 2, la precipitación, la intercepción, la escorrentía (tanto la que llega al microembalse como la que escapa de éste,

$E_{s1}$  y  $E_{s2}$ ), la evaporación y la infiltración.

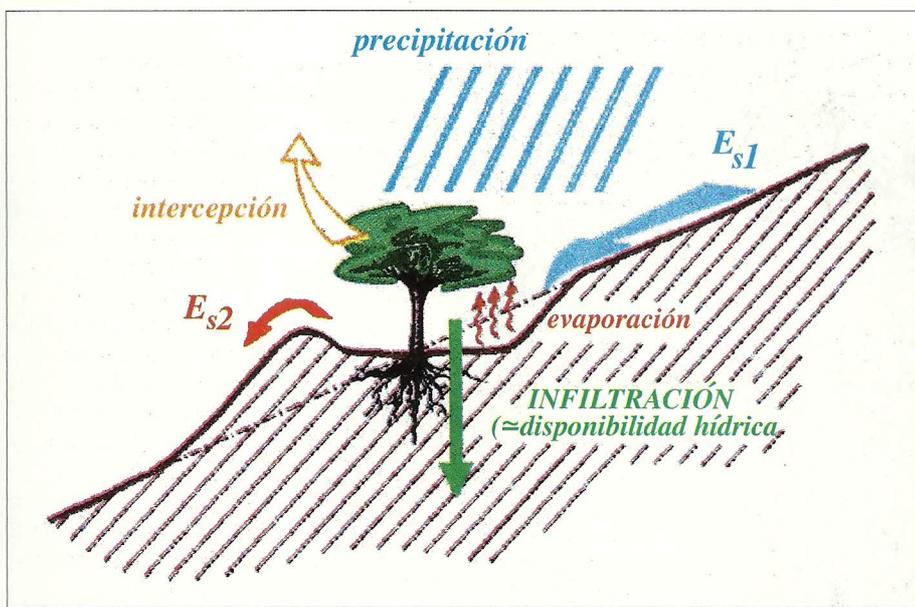
Lo importante para la restauración de una ladera no es el agua que se va (enfoque y preocupación de la Hidrología Clásica, que se centra en la escorrentía), sino el agua que se queda e infiltra, y que -a ser posible- debe coincidir con la lluvia que cae en el lugar. Como objetivo final para restaurar una ladera hay que establecer que la infiltración termine igualándose con la precipitación. Al estar la ladera degradada hay que intervenir en ella (mediante la sistematización primaria) creando áreas de impluvio y áreas de recepción (de superficies  $S_1$  y  $S_2$ , respectivamente), las primeras para que su escorrentía alimente a las segundas, que deberán tener sus correspondientes microembalses bien dimensionados (en cuanto a la altura de su margen o camellón), para que puedan recoger toda el agua que escurre.

### Modelos y Herramientas Informáticas

Antiguamente, las microcuencas (y en general las preparaciones del terreno para repoblación forestal o para cultivo agrícola) se construían según la experiencia del agricultor o proyectista, pero sin hacer cálculos precisos. Los procesos de prueba y error iban mejorando el sistema constructivo.

En la actualidad, la normativa legal vigente (CONAF DL 701, SAG DFL 235) entrega ciertos parámetros para el diseño de las obras de conservación de suelo. La verdad es que no se puede pedir más a una normativa legal, de por sí muy avanzada en medidas de conservación de suelos (si se compara con las existentes en muchos países de nuestro entorno y con las leyes forestales españolas y de la Comunidad Económica Europea). Pero las directrices y criterios generales que emanan del mencionado decreto deben ser complementados y adecuados a cada caso particular.

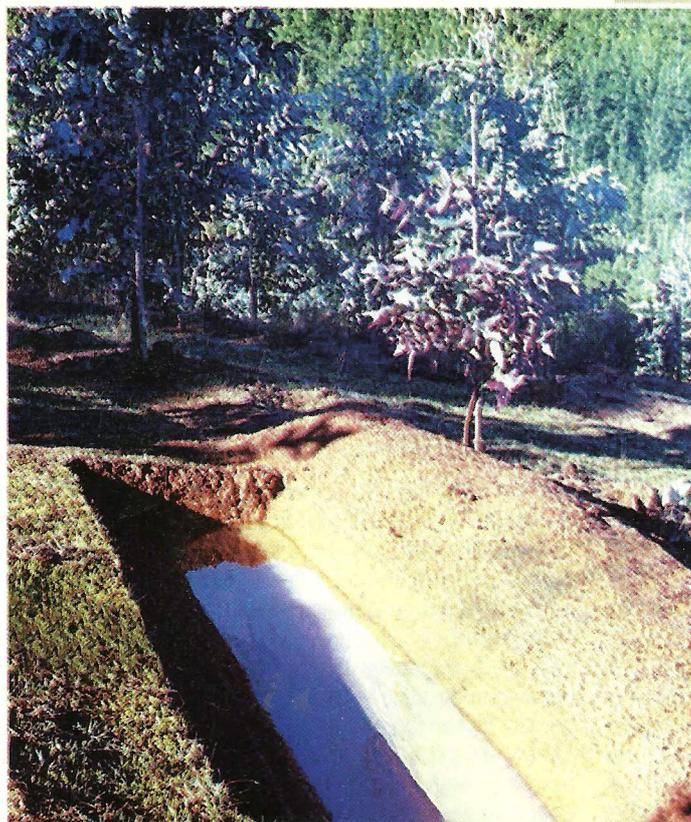
El diseño de sistemas de *oasificación* (= recolección de agua, suelo y nutrientes) puede y debe abordarse con más conocimientos, seguridad y rigor, acudiendo a fórmulas y modelos específicos. Estos cálculos son tanto más necesarios cuanto más degradada esté la zona, cuanto más riesgo de desertificación exista, cuanto más espaciada sea la repoblación, cuanto más grandes sean las unidades sistematizadas y cuanto más agua deban concentrar y acumular los microembalses. Para construir sistemas de *oasificación*, es decir, para dimensionar zanjas de infiltración, microterrazas, bordos semicirculares u otras obras, hay que acudir a modelos hidrológicos. En este sentido, cabe rescatar modelos antiguos, como



el pionero MODIPÉ (Martínez de Azagra, 1996), que permite el diseño de muchos sistemas de recolección de aguas utilizados en repoblación forestal (microcuencas, acaballonados, aterrazados y subso-lados, según la terminología forestal española<sup>3</sup>). Desde el año 2005 puede encontrarse una nueva versión del modelo MODIPÉ en la página web [www.oasificacion.com](http://www.oasificacion.com). Para el diseño específico de zanjas de infiltración y de canales de desviación se han desarrollado en Chile el programa MAUCO (Lemus y Navarro, 2003) y el Simulador EIAS (Pizarro y colaboradores, 2004), herramientas informáticas que pueden ser muy útiles para la correcta aplicación del decreto DL 701 en su lucha contra la desertificación de Chile.

Esta tarea es crucial y muy urgente, si no se quiere vivir la transformación definitiva de los profundos y fértiles suelos en densas corrientes de barro hacia el mar. Con unas pocas décadas o centurias bastan. En un instante ocurre. Una escasa cubierta vegetal predispone a los terrenos a ser erosionados de forma súbita. Permanecen desprotegidos a la espera de ese inevitable aguacero con elevado período de retorno que los arruine y de-

sertice. El riesgo es tanto mayor cuanto más abrupta sea la topografía, y Chile -desde luego- puede presumir de escarpes. 



►► Con zanjas de infiltración bien diseñadas y distribuidas se consigue reducir el escurrimiento y la erosión, infiltrando el agua y reteniendo el suelo y los nutrientes en los lugares deseados (Provincia Cardenal Caro, Secano Costero, Región de O'Higgins).

Gentileza Of. Provincial Cardenal Caro

## Bibliografía

■ Lemus Vera, M.; Navarro Vidal, G. 2003. Manual para el desarrollo de obras de conservación de suelo. Canal de desviación. Sistema de zanja de infiltración. CONAF. San Fernando. Chile.

■ Martínez de Azagra Paredes, A. 1996. Diseño de sistemas de recolección de agua para la repoblación forestal. Mundi-Prensa. Madrid. España.

■ Martínez de Azagra Paredes, A. 1998. Desarrollo de un modelo sobre recolección de agua aplicable a la restauración forestal. *Ecología* 12: 93-104.

■ Martínez de Azagra Paredes, A. 1999. El modelo hidrológico MODIPÉ. *Montes* 55: 77-82.

■ Martínez de Azagra Paredes, A. 2002. Principles for designing endorheic microcatchments. En: J. L. Rubio, R.P.C. Morgan, S. Asins & V. Andreu (eds.). *Third International Congress 2000. Man and Soil at the Third Millennium*; tomo I: 507-520. Valencia. España.

■ PANCD-Chile. 2002. Informe Nacional. Implementación en Chile de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. Santiago. Chile.

■ Pizarro Tapia, R.; Flores Villanelo, J. P.; Sangüesa Pool, C.; Martínez Araya, E. 2004. Zanjas de infiltración. Proyecto FDI-CORFO-EIAS. Universidad de Talca. Chile.

■ Tragsa. 2003. *La Ingeniería en los Procesos de Desertificación*. Tragsa y Mundi-Prensa. Madrid. España.

■ UNCCD. 1994. *United Nations Convention to Combat Desertification*. Secretaría de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. Bonn. Alemania.

<sup>3</sup> De esta lista conviene reparar en un detalle significativo: en la Vieja Europa no suelen contemplar la alternativa de las zanjas de infiltración, al no disponer de suelos profundos, después de milenios de desertificación.