

III Foro Electrónico sobre Páramos
Tema: FORESTACION (del 17 al 23 de mayo, 2004)

MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS HÍDRICOS EN LAS ZONAS ÁRIDAS DE ISRAEL CON ÉNFASIS EN ACTIVIDADES DE FORESTACIÓN¹

Por: Raanan Katzir²
Director, Sustainable Agriculture Consulting Group (SACOG)
4 Efter St. Tel Aviv, 69362, ISRAEL.
Tel: (-972-3)-6991381. Celular: (-972-58)-727-976
Fax: (-972-3-) 6990152. E-mail: rannan@inter.net.il

RESUMEN

El desierto de Negev en Israel ocupa más del 60 % del territorio nacional. Esta área es de naturaleza muy variable con diferentes zonas en cuanto a su potencial agrícola. Se requieren conocimiento y técnicas específicas para desarrollar estos potenciales para proveer ventajas comerciales o ambientales. En algunas zonas se ha podido establecer una agricultura muy desarrollada y significativa como resultado del manejo de los recursos hídricos. Algunos de estos recursos son externos, tale como el Transporte Nacional de Aguas, que trae agua desde el Mar de Galilea y agua servidas recicladas provenientes de las áreas urbanas del país. Otros recursos hídricos son de origen local, tales como reservorios construidos para captar aguas lluvia desde los usualmente secos lechos de río y los depósitos de aguas subterráneas salinas que subyacen en todo el desierto. El agua proveniente de todos estos diversos recursos, lo cual constituye un aspecto muy costoso, se emplea en riego generalmente mediante el sistema por goteo, el cual posee las ventajas de ser ahorrativo en agua y permitir el uso de agua salina en aquellos cultivos que lo toleran.

En algunos sectores del desierto la cosecha de aguas lluvia de emplea en paralelo con actividades de conservación del suelo. Esta acumulación de aguas lluvia mejora la capacidad de retención de agua por parte del suelo y posibilita el crecimiento y la sobrevivencia de árboles en estas duras condiciones. Estas actividades conllevan al establecimiento de bosques y empastadas.

1.- INTRODUCCION

Un 60 % del territorio israelí, denominado Negev, clasifica como desierto. La precipitación media anual oscila entre 50 mm en el extremo sur a 300 mm en el sector norte. La pluviometría se presenta sólo durante el invierno: Octubre a Abril. Estos promedios tienen una variación anual de +/- 30 %, lo cual explica porqué se presentan años muy secos.

Este desierto puede ser tipificado como una región con baja densidad poblacional, mucho sol, abundante radiación solar, vastas áreas de terreno, recursos hídricos

¹ Un seminario organizado por Fundacion Chile, Universidad de Concepcion, Diciembre 2000.

² "SACOG, " Sustainable Agriculture Consulting Group"/ 4 Efter St. Tel Aviv, 69362, ISRAEL.
Tel: (-972-3)-6991381. Celular: (-972-58)-727-976 / Fax: (-972-3-) 6990152. E-mail: rannan@inter.net.il

muy limitados, una alta evapo-transpiración y la ocurrencia de fenómenos climáticos muy desfavorables.

En condiciones desérticas, el agua se considera como el factor más limitante, pero cuando los recursos hídricos son explorados, desarrollados y manejados en forma sustentable, su potencial permite considerarlo un factor positivo. Bajo las condiciones israelíes, este potencial se expresa en su contribución al establecimiento de agricultura, piscicultura y silvicultura en áreas desérticas.

El agua en Israel es escasa y se considera un recurso muy costoso, dado que se han realizado grandes inversiones de recursos económicos para desarrollar su uso. El precio real del agua es de aproximadamente US\$ 1.- por metro cúbico. El precio del agua es subsidiado para usos agrícolas y cada agricultor tiene derecho a una cuota valorizada a aproximadamente US\$ 0,25 por metro cúbico m³.

Desde un punto de vista agrícola, varios usos del suelo son posibles :

(a) La agricultura desértica tradicional, empleada por los Beduinos (tribus árabes nómades del Negev). Esta agricultura abastecida por la lluvia, se basaba en el cultivo del trigo y el pastoreo de ovejas y chivos en el rastrojo del trigo luego de la cosecha. Este tipo de agricultura prevalece en el área norte del Negev, donde la lluvia durante el invierno alcanza un promedio de 200-300 mm. Sólo en años con lluvias que superen los 200 mm y una buena distribución durante la estación para mantener una adecuada humedad del suelo, se logran rendimientos del trigo por sobre los 2000 kg/há. En años de sequía, los cuales tienen una probabilidad estadística del 30 %, el cultivo del trigo se puede emplear sólo para proveer pastoreo a ovejas y chivos.

(b) En las áreas desérticas donde los recursos hídricos han sido desarrollados y manejados, como describiremos posteriormente, existen modalidades de una agricultura intensiva y sofisticada. Verduras y flores se cultivan en invernaderos y existen cultivos de fruta tropical y subtropical, cítricos, pistacho, uvas, aceitunas y dátiles. Igualmente cultivos abiertos proveen forraje, verduras, papas, flores, hierbas y cultivos industriales tales como algodón y maní. Esta agricultura intensiva es realizada por unidades familiares (moshav) y unidades de grupos cooperativos (Kibbuz) y logran una muy alta rentabilidad.

Bajo las actuales circunstancias, la tendencia es la de trasladar la agricultura desde las áreas norte y centro del país, donde la densidad poblacional es alta y principalmente urbana, hacia las áreas menos pobladas del Negev.

(c) En el noreste del Negev, en las pendientes oeste y sur de los cerros de Judea, donde las precipitaciones son de 250 - 300 mm, se establecieron forestaciones a principios de los años 60 del siglo XX. Este tipo de forestación se basa en la cosecha de escorrentía de lluvias, la cual puede ser lograda mediante trabajos de conservación de suelos, los cuales permiten incrementar la humedad del suelo para cultivar especies como pino, ciprés, azufaifo, acacio, prosopis, eucalypto, tamarindo, parkinsonia y otros. El Fondo Nacional Judío (JNF) dirige las actividades de forestación en el Israel.

2.- REGIONES

El área desértica de Israel denominada Negev es variable e incluye varias Sub-Regiones definidas. Las variaciones se apoyan en varios factores e incluyen elevación y distancia respecto del mar, tipos de suelo, vegetación natural y, especialmente, diferencias climáticas y la relación entre precipitación y evapotranspiración.

(a) El Negev del norte es la región hacia la cual el Transporte Nacional de Agua, construido en Israel a fines de los años 50, se extendió a principios de los 60. Este acueducto transporta agua desde el Mar de Galilea al área central del país donde es usada principalmente como agua potable y continúa en dirección sur al área norte del Negev, el área de Lachish. Las áreas oeste y centro, denominadas Meseta del Negev, también se benefician del Transporte Nacional de Agua, abarcando una distancia de aproximadamente 400 km desde su punto de origen. El área de Lachish se ha convertido en una zona fértil en la cual se desarrollan los siguientes cultivos: hortalizas, flores, trigo, algodón, maní, forraje, fruta, cítricos, viñedos y cultivos de invernadero. Esta es en realidad una zona desértica en la cual el desierto fue desplazado 40 km hacia el sur, exclusivamente gracias al transporte de agua desde el norte.

(b) El suelo característico del Negev occidental comprende loes y arenas mezcladas en diversas proporciones. En el este es principalmente loess y en el oeste son primordialmente dunas de arena con un amplio rango de situaciones intermedias. El sector occidental se encuentra próximo al Mar Mediterráneo, lo cual minimiza la ocurrencia de heladas. En este sector los lechos de río habitualmente secos, drenan el agua lluvia ya sea hacia el este hacia el Mar Muerto y hacia el oeste al Mediterráneo. La erosión y formación de cárcavas son habituales en este sector. Para prevenir la erosión se realizan labores de conservación de suelos y la plantación de árboles en las cárcavas. Los recursos locales de agua de este sector incluyen manantiales y reservorios de agua recolectada proveniente de las lluvias. El principal recurso hídrico lo constituye el Transporte Nacional de Agua. Los principales cultivos aquí son algodón, trigo, papas, hortalizas, flores, paltas, mango, uvas e invernaderos.

(c) El Negev central es una meseta con una elevación de 600 - 800 m sobre el nivel del mar. El clima en este sector es más moderado durante el verano y más fresco en invierno. El principal recurso de agua lo constituye el Transporte Nacional de Agua más algunos recursos locales, tales como reservorios de agua lluvia y pozos profundos de aguas termales salobres. Los cultivos en este sector comprenden verduras, flores, flores de bulbos, melones, sandías, cultivos de invernadero aceitunas, uvas y pistacho. La crianza del pez Tilapia aprovecha las aguas termales.

Esta es un área de lomajes, en la cual históricamente hace 2000 años una tribu llamada Nabateanos aplicaron un sistema agrícola basado en la cosecha de aguas lluvia para abastecer pequeñas parcelas donde se cultivaban fruta, hortalizas y pastos.

(d) La región denominada el Valle de Arava se extiende desde el Mar Muerto hasta el Mar Rojo a lo largo del límite con Jordania. Su elevación oscila entre - 400 m bajo el nivel del mar junto al Mar Muerto pasando a 100 m sobre el nivel del mar en la parte central hasta el nivel del mar en el sector próximo al Mar Rojo.

Los recursos hídricos en esta región, hasta donde no se extiende el Transporte Nacional de Agua, comprende pozos de agua salobre. Las actividades agrícolas

incluyen dátiles de palmera, mango, pez Tilapia y especialmente, invernaderos para hortalizas y flores. La producción se realiza durante el invierno entre Octubre y Mayo. Este está programado así para aprovechar las condiciones desérticas especiales para producir hortalizas y flores para exportar a Europa durante el frío período del invierno.

(e) Las pendientes suroeste de los cerros de Judea en la región norte del Negev, inicialmente fueron forestadas a principios de los años 60 y hoy en día, este sector demuestra cómo la forestación realizada a una escala relativamente grande puede ser exitosa en condiciones áridas.

La agricultura en este sector es limitada y presenta el estilo nómada ya mencionado. Existen algunas plantaciones de frutales ubicadas en los limitados lugares de suelo profundo en áreas topográficamente bajas.

3.- RECURSOS HÍDRICOS

La agricultura, piscicultura y silvicultura en la Región del Negev dependen fundamentalmente del manejo sustentable de los recursos hídricos externos provenientes del norte y aquellos locales existentes en el desierto.

El recurso del norte más conocido es el acueducto del Transporta Nacional de Agua que traslada el agua desde el Mar de Galilea y se extiende hasta 400 km desde aquel lago. Cada año aquella instalación transporta 250 millones de metros cúbicos de agua de riego hacia el sur, permitiendo con ello el cultivo de 36.000 há de suelo regado.

El volumen de agua de riego asciende a aproximadamente 7.000 metros cúbicos por há. La calidad de este recurso en términos de contenido salino es de 300 mg de NaCl. Esta agua se emplea como suplemento durante el invierno, mientras las labores de riego se realizan preferentemente durante el verano.

Otro importante recurso externo de agua lo constituyen las aguas servidas recicladas desde el área central urbana de Tel Aviv y sus ciudades satélites, la cual comprende cerca de 1,2 millones de habitantes. El volumen de agua aportada por este modalidad es de unos 150 millones de metros cúbicos anuales, permitiendo el cultivo de 20.000 há. La salinidad de esta agua es de aproximadamente 400 mg NaCl/litro, sin embargo su calidad es próxima a la del agua potable. Esta calidad se obtiene filtrando las aguas recicladas a través de dunas de arena durante un año y luego bombeándolas de vuelta a la superficie desde una profundidad de 100 m.

Un recurso hídrico local importante para el riego es una napa subterránea de agua salobre con un contenido salino de 800 - 2.500 NaCl/litro.

Esta napa subterránea se ubica a aproximadamente a 1.000 m de profundidad. Los pozos del tipo artesiano, en los cuales el agua puede alcanzar 300 m de altura debido a su propia presión para luego tener que ser bombeada desde una gran profundidad de 700 m. El gasto de perforar este tipo de pozos es muy alto, hasta US\$ 1 millón, razón por la cual se ejecutan muy pocos.

Otro recurso local de aguas está constituido por las escorrentías de aguas lluvias acumuladas en grandes reservorios. A pesar del hecho que la precipitación es baja,

el suelo tipo loess cual es el predominante en este sector, es limoso; se origina en las tormentas de polvo provenientes del desierto del Sahara y posee una alta capacidad de retención. La capacidad de infiltración de este tipo de suelo es muy baja, formándose una costra impenetrable para el agua cuando se moja, de manera que la acumulación de agua es alta y los aluviones ocurren frecuentemente a pesar del bajo nivel de precipitaciones. Estas corrientes de aluviones se dirigen hacia el este al Valle Arava y el Mar Muerto o hacia el noroeste al Mar Mediterráneo. El número de aluviones depende de la cantidad de tormentas de lluvia. Estas tormentas de lluvia pueden precipitar unos 20 mm o más por día y su cantidad varía desde 0 a aproximadamente 7 al año. Tales aluviones pueden ser capturados en grandes reservorios con capacidad de 500.000 a 1 millón de metros cúbicos.

Estos reservorios son cubiertos en el fondo con plásticos pesados para prevenir la pérdida de agua por infiltración. Son costosos y demandan una alta inversión pero también pueden ser empleados para acumular agua proveída por el Transporte Nacional de Agua durante el período de invierno, cuando no son requeridas para riego.

Esta agua acumulada en los reservorios se emplea en labores de riego principalmente durante la primavera e inicios del verano.

El sistema predominante de riego en esta región es por goteo, lo cual permite aplicar agua salobre a cultivos tolerantes al agua salada además de aplicar fertilizantes a través del sistema. También ahorra agua, dado que el sistema es muy preciso.

El riego por goteo se basa en la aplicación de bajos volúmenes de agua durante largos períodos de tiempo, lo cual causa el lixiviado de las sales fuera del área radicular dando como resultado una baja concentración de sal en esa zona.

4.- FORESTACIÓN

La superficie forestada en el área norte del Negev es de unas 2.000 há. La finalidad básica de la forestación son labores de conservación de suelos, la acumulación de aguas lluvia, la plantación de especies botánicas apropiadas para zonas áridas y la plantación de plántulas preparadas especialmente para la sobrevivencia en las duras condiciones desérticas. Este tipo de silvicultura se aplica desde inicio de los años 60. Tales bosques no son comerciales y sus objetivos son los siguientes :

Seguridad: el bosque se emplea para marcar límites y proteger unidades militares
Nacional: para mejorar la soberanía del estado en áreas limítrofes bajo disputa territorial

Paisaje: creación de "pulmones verdes" en el desierto, para mejorar el paisaje

Social: proveer áreas de descanso para la población local y visitantes

Erosión: las labores de conservación del suelo y la forestación son primordiales para prevenir la erosión del suelo

La planificación de la forestación se basa en inspecciones físicas y un GIS con el fin de ubicar lugares aptos para la forestación conforme al siguiente criterio : precipitación anual, topografía, fauna silvestre, tipo de suelo, potencial de escorrentía y acumulación de agua.

Aparte de los criterios físicos, se consideran los objetivos sociales, de seguridad y otros ya mencionados.

Se emplean los siguientes tipos de forestación :

(a) Bosques

El área principal forestada en el Negev se ubica en las pendientes suroeste de los cerros Judea. Esta es un área árida con una precipitación media anual de 250mm. Estos cerros han sufrido degradación durante generaciones como resultado de la erosión, sobre-pastoreo y el fuego.

El suelo es del tipo loess pero muy superficial, la superficie está constituida principalmente por piedra caliza.

La técnica de forestación se basa en labores de conservación de suelos, incluyendo la aradura de líneas perimetrales, la construcción de cercos de piedra y la formación de terrazas. El objetivo fundamental es la reducción de la escorrentía superficial de las aguas para mejorar el contenido de humedad del suelo en las hileras de plantación capturando el agua lluvia.

Labores adicionales de conservación de suelos tales como cercos de piedra se construyen en los lechos secos de río para disminuir la velocidad del agua de los aluviones y así prevenir la erosión. La planificación de todas las labores de conservación de suelos se basa en cuencas hidrográficas locales y la topografía del área.

Los primeros árboles plantados fueron principalmente pinos y cipreses, los cuales tienen actualmente 45 años de edad y cumplen una función paisajística agradable.

En fecha más reciente se descubrió que estas especies son muy vulnerables al fuego y se han empleado especies adicionales, tales como acacia, prosopis, azufaifo y otras.

Los árboles jóvenes para su plantación se obtienen de viveros especiales del Fondo Nacional Judío, en los cuales se ha aplicado un sistema único para desarrollar una planta con un sistema radicular relativamente grande y una parte aérea de menor tamaño. Estas plántulas se adaptan mejor para resistir las duras condiciones del desierto.

(b) Praderas

En sectores con una precipitación media anual de aproximadamente 200 mm, la cantidad de escorrentía es más limitada: no resulta suficiente para plantar bosques y por ello sólo el sistema de pradera puede ser aplicado. Una pradera es un área en la cual los árboles se plantan a una menor densidad.

Las especies empleadas son eucalyptus, tamarindo, azufaifo, acacio, parkinsonia y otras.

En estos casos también se realizan primero labores de conservación de suelo con la finalidad de acumular agua lluvia. Las praderas además mejoran el crecimiento de la vegetación anual existente, además de proveer pastoreo para ovejas y chivos bajo un estricto control.

Las empastadas mejoran el paisaje y crean áreas de descanso para los habitantes locales y visitantes.

(c) Limanes

En la vasta región del Negev se han establecido muchos limanes. Un liman (del griego : puerto de mar) es un área limitada de aproximadamente 0,1 - 2,0 há en la cual se plantan árboles de variadas especies : eucalyptus, tamarindo, acacia, ciprés y otras.

Con una ubicación topográfica baja hacia la cual fluyen las aguas lluvia, se le construye un pequeño cerco de tierra tipo dique para detener el flujo del agua. El agua acumulada mejora el contenido de humedad del suelo, lo cual permite que los árboles sobrevivan y crezcan.

Muchos limanes han sido establecidos a los costados de los caminos principales. Mejoran el paisaje, proveen refugio y sombra para los animales, ofrecen lugares de descanso para los viajeros y persiguen fines de seguridad, tales como esconder unidades y equipamiento militar.

(d) Agroforestería

Un proyecto amplio de acumulación de aguas lluvia y plantación de árboles para servir a la población local puede ser considerado como agroforestería. Un buen ejemplo de ello en el Negev es el Proyecto Vadi Mashash. El drenaje de las aguas lluvia de las pendientes próximas se acumula mediante canales secos ubicados en sectores topográficamente bajos. Las labores de conservación de suelos instaladas en las riberas de los lechos de río secos proveen los lugares destinados a la acumulación de agua. Especies tales como eucalyptus se plantan para la producción de madera de construcción y leña, olivos para la alimentación y producción de aceite y una especie leguminosa (*Leucaena sp.*) para forraje. La experiencia adquirida por intermedio de este proyecto podría ser transferido con éxito a otras zonas áridas de países en desarrollo.

(e) Viveros

Los árboles jóvenes plantados en estas duras condiciones desérticas requieren características especiales para permitirles la sobrevivencia en las condiciones climáticas extremas de un desierto.

Las especies botánicas empleadas para ello fueron evaluadas bajo las condiciones desérticas locales y fueron sometidas a una selección para su adaptación a las condiciones desérticas.

Los viveros JNF emplean un sistema único de cultivo destinado para mejorar la tolerancia a las condiciones áridas de las plántulas. Las plantas se cultivan en recipientes altos de plástico perforados en su parte inferior e instalados en banquetas altas de madera. El extremo de la raíz que llega a la perforación se secará, lo cual posteriormente dará origen en un sistema radicular bien desarrollado dentro del recipiente y a una parte aérea más pequeña. Una planta de este tipo sobrevivirá mejor como árbol ante las duras condiciones desérticas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Agricultura de escorrentía en terrenos áridos y semiáridos. Publicación de la Universidad Ben Gurion. 1987.
- 2.- Combate a la desertificación: la experiencia israelí. Publicación MASHAV. 1998
- 3.- Plan de acción Negev. Publicación JNF. 1987.
- 4.- Formación de empastadas, una respuesta a la desertificación. Publicación JNF. 1992.
- 5.- R. Katzir: Israel, una experiencia agrícola con recursos naturales desfavorables. UNCTAD, Ginebra. 1996.
- 6.- R. Katzir: El uso de agua salina en riego y cultivos agrícolas. Tianjing, China. 1999.
- 7.- R. Katzir: Ventajas del desierto para el desarrollo de la agricultura bajo las condiciones isrealíes. Lenzhou, China. 1999.