

Conclusiones generales

Grünberger O.

Las playas del norte de México constituyen ecosistemas bien definidos y sus fronteras con las otras unidades geomorfológicas son muy claras. Las coberturas vegetales presentes en las planicies de playa son muy variadas, la media se establece en un 25% con una predominancia muy marcada de dos pastos perennes: *Hilaria mutica* y *Sporobolus airoides*, la principal especie arbustiva es *Prosopis glandulosa*. La costra de decantación es el principal estado de superficie, pero una vez que la pendiente disminuye se presentan costras estructurales y de erosión que pueden dominar en el paisaje y donde el escurrimiento se vuelve importante. Exceptuando la zona de sebkra propiamente dicha, donde la infiltración produce variaciones sensibles del nivel del acuífero de base, ninguna evidencia de infiltración profunda (más allá de los 50 cm) ha podido ser detectada. Por su topografía plana las playas dan al observador una apariencia de monotonía difícil de eliminar a la vista, donde largas distancias y ciertos efectos negativos bien conocidos¹ contribuyen a esa ilusión óptica. Sin embargo, los datos reflejan una gran heterogeneidad en la mayor parte de los medios de playa para todas las escalas espaciales estudiadas. Importantes contrastes de las propiedades hidrodinámicas superficiales son observados según las organizaciones superficiales de los suelos. En especial, la presencia de superficies cubiertas con vegetación son los indicadores de zonas susceptibles de infiltración (limitada a los horizontes superficiales).

¹ Por ejemplo: la cubierta vegetal siempre parece más importante a lo lejos que cerca del observador.

Esta heterogeneidad se traduce por diferencias de proporción de los estados de superficie (especies vegetales y reorganizaciones superficiales) que están, en la mayoría de los casos, ligados a diferencias de contenidos en elementos extractables en agua en los horizontes de suelo poco profundos (salinidades diferentes), originando con ello también una diferencia de las características de funcionamiento hídrico presentes o pasadas en el suelo. Esta característica puede ser considerada como el principal factor de variabilidad que se expresa a varios niveles de organizaciones entrecruzadas y que es conveniente jerarquizar las escalas espacial y temporal.

Es difícil diferenciar entre la distribución de salinidad que determina las implantaciones de la vegetación, y las condiciones hidrodinámicas particulares debidas a la vegetación, que por su parte induciría varios gradientes de contenidos. Sin embargo, es posible concluir sobre funcionamientos como la heterogeneidad espacial y las poblaciones de animales, además de dar algunas recomendaciones sobre la gestión de recursos en las playas.

Los funcionamientos hídricos y salinos de suelos de playas

En los suelos de playa del desierto chihuahuense, fueron encontradas varias salinidades que están ligadas a estados de superficie particulares, así como a funcionamientos hídricos superficiales diferentes. Los distintos estudios de salinidad, que se

expresan por la conductividad eléctrica de los extractos de suelos, repercuten sobre todos los parámetros medidos, ya sea los parámetros fisicoquímicos del suelo, la vegetación o los estados de superficie. Estas mediciones permiten reconocer ciertas clases de conductividad con relación a los extractos de suelo 1:16. Tres principales funcionamientos tipo se pueden describir.

1. El carbonato de calcio está en todos los suelos de playa y determina el carácter cálcico de las soluciones de lixiviación (las menos concentradas) en combinación con una fase arcillosa que permite la liberación de iones de Na^+ . Conviene subrayar que aproximadamente la mitad de las muestras son de este tipo. Se trata de suelos de playa provistos de una cobertura de *Hilaria* sp. y/o de algunas cactáceas y/o algunos ejemplares de *Prosopis* sp. Estos suelos presentan horizontes superficiales con contenidos bajos de iones de sodio y en productos de disolución del yeso. Tienen por consecuencia una conductividad de extracto inferior a $500 \mu\text{S cm}^{-1}$. Estos son los suelos que pueden ser los más productivos en biomasa, siempre y cuando su inundación no sea muy frecuente y sus características vérticas no sean muy marcadas. Estos suelos se sitúan en depresión topográfica relativa y están frecuentemente asociados a costras de decantación. Sus capacidades de infiltración permiten un flujo de las aguas de superficie no saladas en dirección del acuífero salado que no se mantiene próximo de la superficie,

ya sea porque el nivel es muy profundo o porque la infiltración es suficientemente fuerte para empujar hacia abajo el agua de ascenso de las aguas saladas por capilaridad (casos particulares de zonas bien drenadas y alimentadas). Son suelos donde por simulación de lluvia se puso en evidencia su baja capacidad de escurrimiento, inferior a 20%. Sin embargo, cierta salinidad puede mantenerse a profundidad, ya que estos suelos reciben periódicamente un cierto depósito de sedimentos.

2. Para los suelos donde las aguas de extractos 1:16 mostraron una conductividad eléctrica comprendida entre 500 y 4000 $\mu\text{S cm}^{-1}$, los contenidos de iones de Ca^{2+} y SO_4^{2-} son los que dominaron la mineralización. Se trata de muestras de horizontes superficiales que contienen yeso con sales poco solubles. En superficie, el suelo está desprovisto de *Hilaria* sp., con raras cactáceas, pero que presentan una cobertura relativa importante de *Sporobolus* sp. y/o de *Suaeda* sp. Son suelos que pueden ser productivos en biomasa, luego que los aportes en agua sean suficientes y se combinen con las capacidades de infiltración necesarias (sobre yeso eólico por ejemplo). Sin embargo, en playa alta, estos suelos se originan en zonas donde un fuerte escurrimiento laminar se asocia a costras estructurales y de erosión con capacidades de infiltración casi nulas debido a la persistencia de un horizonte

yesoso heredado bajo un horizonte superficial de muy baja solubilidad y de aportes. En este último caso los coeficientes de escurrimiento son frecuentemente superiores a 40% y una salinidad muy importante caracteriza los horizontes inferiores, a pesar de que no se observan acuíferos próximos a la superficie. Estos suelos evolucionan sobre todo por disolución lenta del yeso. Son el producto de la modificación lenta de estructuras heredadas.

3. Para los suelos donde las aguas son muy saladas, la mineralización por cloruro de sodio es netamente dominante². Se trata de suelos de playa desprovistos de *Hilaria* sp. y de cactáceas; presentan una superficie significativa de costras de sal con fuertes contenidos de sodio; la conductividad del extracto 1:16 es superior a 4000 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Los horizontes superficiales frecuentemente están húmedos, fuertemente afectados por la sal y eventualmente contienen una cierta proporción de yeso. Son los suelos menos productivos, situados en las cercanías de la sebkra bajo la influencia de un acuífero superficial salado.

La heterogeneidad espacial en las playas

Los tres tipos de funcionamiento hidrosalino tienen una repartición espacial que está lejos de ser homogénea. Considerando las escalas espaciales en este estudio: el m^2 , el mosaico vegetal [10-500 m^2], la playa [10-100 km^2] y

² Con excepción de la playa Santa María, que dispone de una mineralización carbonatada sódica debido a su posición en el interior de la Sierra Madre Occidental. Así como otros suelos de irrigación con facies sulfato sódicas (Loyer *et al.*, 1992)

el desierto [$355 \times 10^9 \text{ km}^2$], se llegó a las siguientes conclusiones por escala:

El metro cuadrado

Esta escala que representa la superficie más pequeña considerada en los estudios de playa, corresponde también a estudios detallados del suelo poco profundo. Los contrastes son generalmente superficiales dado el hecho de que la selección de parcelas es basada en aspectos homogéneos; la principal fuente de variabilidad en la superficie es la presencia o ausencia de matas de vegetación y/o la disposición de una o dos organizaciones superficiales particulares. La organización del medio se reduce a la asociación de pequeñas matas en otras más grandes. Sin embargo, la variabilidad es particularmente reforzada en el caso de un trabajo del suelo donde un contraste muy fuerte aparece entre el bordo y el interbordo, debido a las diferencias provocadas por el relieve y los aportes distintos de suelo con calidad diferente. En medio natural, la variabilidad de concentraciones salinas y de contenidos en agua es relevante debido a los contrastes de una infiltración mucho más importante cerca de la mata y en las costras de decantación que las acompañan, definiéndose un efecto “semilla o pepita” no despreciable para los contenidos de sodio y calcio del extracto, ocasionando una baja correlación aún para las muestras más próximas. El agua de escurrimiento que sale de una parcela sometida a una lluvia está muy próxima del equilibrio, dependiendo de

los principales minerales presentes en las reorganizaciones superficiales consideradas (calcita y yeso); sin embargo, el comportamiento particular de sales extremadamente solubles (halita en este caso), bloquea el lavado lateral. En esta situación, la simulación de lluvia, y a pesar de las bajas pendientes el agua alcanza raramente una profundidad importante de suelo.

Los mosaicos vegetales

Esta escala representa los medios considerados a través de transectos de estados de superficie, de los estudios de suelo poco profundos sobre parcelas de 100 m^2 , con un mallado de 30 y de 100 cm, de los cortes de suelos entre 3 y 8 m de largo y de los estudios comparativos de simulación de lluvia. La organización espacial es muy frecuente y se traduce por los medios tan contrastados desde el punto de vista del total de las características estudiadas. La organización tiende a producir estructuras espaciales periódicas de tallas inferiores a los 50 m, que permiten la concentración y la infiltración del agua de escurrimiento en ciertos puntos. Con un efecto positivo de retroalimentación (*feed back*), los actores de estas organizaciones están íntimamente ligados a los productos; por ejemplo, la instalación de la vegetación herbácea o arbustiva, la constitución en matas, la instalación de gradientes espaciales de contenidos salinos, la disolución de yeso y o de halita, los cambios de propiedades físicas e hidráulicas del suelo, la posición topográfica baja y la intervención

de la fauna (roedores, ganado, etc.) son causas-efectos no apreciables que traducen esa organización espacial del medio. Una heterogeneidad espacial fuerte se observa a este nivel de escala donde dos medios muy distintos pueden estar en contacto, se trata del contraste entre un medio productor de escurrimiento (peladero) y un medio colector (con vegetación). Se notará que esta organización espacial es destruida por el trabajo del suelo que tiende a homogeneizar las condiciones de la infiltración, al final, cabe señalar que esa organización es muy difícil de imitar por fomentos o estructuras lineares de manejo en función de la pendiente, debido a su carácter esencialmente radial.

Heterogeneidad en las playas

Las playas fueron estudiadas por transectos descriptivos y toma de muestras regularmente distribuidas, así como por la descripción de suelos. En las playas existen diferentes fuentes de variabilidad, pero la heterogeneidad es diferente según la tipología.

1. Para las playas yeso-halinas del tipo Mapimí, un gradiente general de salinidad es observado en lo alto de la playa y en dirección a la sebkra sometida a un acuífero salado. En detalle, los suelos de esas playas son el resultado de una pedogénesis que se traduce principalmente por la disolución de horizontes gypsicos originados en periodos pasados donde el paleoacuífero afloraba en una gran parte de la unidad geomorfológica.

La conservación, el hundimiento o la disolución de esos horizontes regula el flujo hídrico vertical y la posibilidad para las plantas de instalarse debido a las modificaciones de la salinidad. La proximidad de lugares con nivel del acuífero salado (menores de 1 m) mantiene una salinidad elevada que impide que la vegetación se instale.

2. En las playas no yesosas ni saladas, la sebkra es relativamente grande y domina una homogeneidad más marcada de contenidos, generalmente bajos en las aguas de superficie y los suelos. El acuífero es siempre profundo (más de 20 m); los procesos de depósitos parecen determinantes sobre el funcionamiento del suelo. La vegetación debe adaptarse a condiciones muy variables temporalmente: sumergimiento y sequía. Los fenómenos de vegetación contractada (manchones), raramente rebasan la escasa vegetación de la mata y no son dependientes de gradientes de contenidos. La cobertura de la vegetación, paradójicamente parece menos fuerte.

Heterogeneidad a la escala del desierto chihuahuense

Las playas del desierto chihuahuense corresponden a la definición que da Cooke y Warren (1992), sin embargo se puede apreciar un rasgo regional, esta característica es el fruto del quimismo, debido a la serie terciaria, del tectonismo y del clima. Si se clasificaran las diferentes playas según la

secuencia definida por Bowler (1986) (Capítulo 1), sin duda se reportarían sobre los estados B al D definidos por ese autor como un producto de las diferentes condiciones climáticas que es posible describir por el índice empleado. Sin embargo, la homogeneidad climática del desierto chihuahuense parece impropia para caracterizar los estados de las playas del norte de México. Al contrario, después del estudio de la playa de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, parece que el juego combinado de la subsidencia y el remplazamiento sedimentario, en relación con el nivel del acuífero, era un factor susceptible de modificar en mucho la morfología de las playas y de explicar una parte importante de su diferenciación y de sus evoluciones a través de las captaciones de cuencas diferentes, como lo muestran los numerosos paleo-exutorios posibles del cauce del Nazas. Otra hipótesis sería en relación con la importancia del acuífero, en el contexto general de playa, sin embargo, se pueden objetar una parte no despreciable de situaciones como primeras causas del funcionamiento del contexto sedimentotectónico de la playa. Por ejemplo, las playas no yesosas ni saladas de la parte norte serían fruto, o bien de un marco geoquímico diferente (menos contenidos en sales de las rocas circundantes), o de un equilibrio dinámico entre la alimentación del acuífero y sedimentación en favor del “hundimiento” del nivel piezométrico. De lo cual dos casos son discernibles:

1. En el caso de una subsidencia importante que produzca una fuerte sedimentación en el fondo de la cuenca, el espesor medio anual de los depósitos puede exceder el ascenso capilar del acuífero por la recarga anual actual, en consecuencia el nivel piezométrico se profundiza desde el último periodo húmedo (10,000 años). La subsidencia importante produce una sebkra muy extendida y sin muchos pastizales debido a que las zonas planas están predisuestas a la inundación temporal, sin salinidad superficial. Los depósitos de fondo de cuenca son más bien limosos que arcillosos debido a las fuentes de erosión próximas (costado de la cuenca), la infiltración se ve favorecida, no hay o casi no hay diferenciación de los suelos debido al hundimiento rápido, y los testigos del último episodio húmedo son enterrados.

2. En el caso de poca subsidencia de la cuenca endorreica que produzca un espesor de depósitos de fondo de cuenca despreciable, en comparación al ascenso anual del nivel piezométrico debido a la recarga actual, el acuífero se mantiene cerca de la superficie de la sebkra a partir del último periodo húmedo, produciéndose una salinidad superficial importante debido a que el nivel es sobre todo regulado por la evaporación próxima a la superficie. Esta evaporación trae como consecuencia depósitos eólicos de yeso, la formación de dalas o placas de horizontes petrogypsicos heredados o actuales en el lecho de los

horizontes testigos del último episodio húmedo que se encuentran todavía en las capas superficiales del suelo. Las fuentes de erosión próximas no se ven favorecidas por la lejanía de las fuentes que permiten una dominancia arcillosa en los depósitos de sebkra, lo que muestra una tendencia a favorecer el funcionamiento superficial de ésta. En los dos casos precedentes es posible imaginarse etapas intermediarias

- Una playa construida con una subsidencia baja vería una aceleración reciente de esta última; testigos de la época antigua deben enterrarse poco a poco bajo otros nuevos depósitos.
- En el caso de una subsidencia importante, el acuífero afloraría en el fondo de una sebkra sin playa alta.

Bajo estas reflexiones parece necesario modificar un poco el concepto de Bowler (1986) desarrollado para las playas australianas, para poder afirmar que en el norte de México es posible definir una secuencia, pero que no tiene una significación climática temporal entre los estados, es solamente producto de contextos tectónico-sedimentarios diferentes y por consecuencia su distribución queda ajustada en el marco geológico.

Debido a que los distintos autores no privilegian esta hipótesis de trabajo, la comparación con playas de otros continentes es difícil. Cabe señalar que lo que ocurre a la escala del desierto chihuahuense (un millar de kilómetros de distancia), donde el clima varía muy poco, no es aplicable a nivel del continente australiano o del sur de los

Estados Unidos, sobre distancias de varios millones de kilómetros; el cuadro climático es susceptible de variar considerablemente.

En el desierto chihuahuense del norte de México el marco geoquímico de las playas es decididamente cloruro sódico y sulfatado cálcico, con raros puntos experimentales carbonatados sódicos y sulfatados sódicos en los márgenes de la Sierra Madre Occidental, lo que diferencia muy claramente de las depresiones carbonatadas sódicas del Rift Africano y de las cuencas de México central sobre potentes series volcánicas. Si se obvian los aspectos particulares del clima en tendencias mediterráneas; varios *chots* y sebkra de Túnez o de Algeria presentan, a nuestro parecer, mucho más afinidades con el cuadro del norte de México y más notablemente con las cercanías de una cadena de montañas.

Poblaciones animales

Si se considera la biodiversidad, el estudio de las poblaciones de roedores, lagartijas e invertebrados acuáticos, ha demostrado que la playa es un ecosistema particular con un mínimo de especies de densidades bajas, con relación a la bajada, por ejemplo. Esta aseveración no disminuye el interés de su estudio, porque las diferencias en biodiversidad son mucho más bajas que lo que se suponía antes de este estudio. Si bien las densidades encontradas son más bajas, la interacción de la fauna con el medio parece mucho más pronunciada que en la bajada, sobre todo para los roedores, debido a que

esas poblaciones son un elemento decisivo en la construcción del relieve en asociación con el *Prosopis* sp. a nivel de montículos.

Algunas sugerencias de gestión

Las playas del norte de México constituyen un medio frágil que no está desprovisto de recursos naturales aprovechables. Presentan ciertas dificultades de manejo y de compromisos de gestión muy propias del medio. Las reglas de gestión que se les pueden aplicar deben ser particulares y apoyarse en un conocimiento real del medio.

Lo esencial de la cubierta vegetal es debido a la presencia de plantas perennes que son muy apreciadas por el ganado, a pesar de las bajas tasas de cobertura, del orden del 25%, son pastizales que pueden ser muy productivos en ciertas circunstancias. La dificultad de usos de este recurso para el ganado proviene esencialmente de la rareza de puntos de agua en las zonas de pastizal y de la ausencia de especies vegetales provisoras de sombra. Para remediar parcialmente una falta de puntos de agua para abrevadero se puede intentar la creación de pequeños cuerpos de agua temporales construidos en esta zona geomorfológica. De hecho, en comparación con los pies de montes donde se instalan la mayor parte de los presones actuales, el escurrimiento es más importante en esas zonas, incluso si se pone a discusión la influencia relativa de los estados de superficie

y de su arreglo en el espacio. Existe una pequeña obra en la playa de la Reserva de este tipo³, desafortunadamente su diseño no permite asegurar más de tres meses de almacenamiento de agua (con 7.8 mm d⁻¹ de evaporación). La mayor dificultad de la selección del sitio de instalación proviene de la debilidad de las pendientes naturales que frecuentemente no permiten la delimitación precisa de una pequeña cuenca funcional cálcica, para reducir este inconveniente es posible determinar una cuenca de captación artificial por placas que guiarán el escurrimiento en dirección del bordo de contención del presón.

Las medidas de manejo del agua para los fomentos en pastizales realizados para mejorar la producción forrajera de las playas, son en la mayoría de los casos un fracaso debido a lo inadecuado de los métodos. Los manejos postulan que la pendiente sea lo suficientemente perceptible para que los trabajos permitan orientar el escurrimiento hacia los sitios deseados, contrario a lo que en el medio natural se puede observar, salvo para distancias que sobrepasan la talla del tipo de fomento. En este documento se recomienda que las obras de manejo de agua en zonas de pastizal sean construidas sin depender del medio natural cuando la pendiente sea imperceptible. Es importante mencionar que sólo los ensayos de campo pueden demostrar la eficiencia de soluciones propuestas en este documento y

³ Los Tildillos.

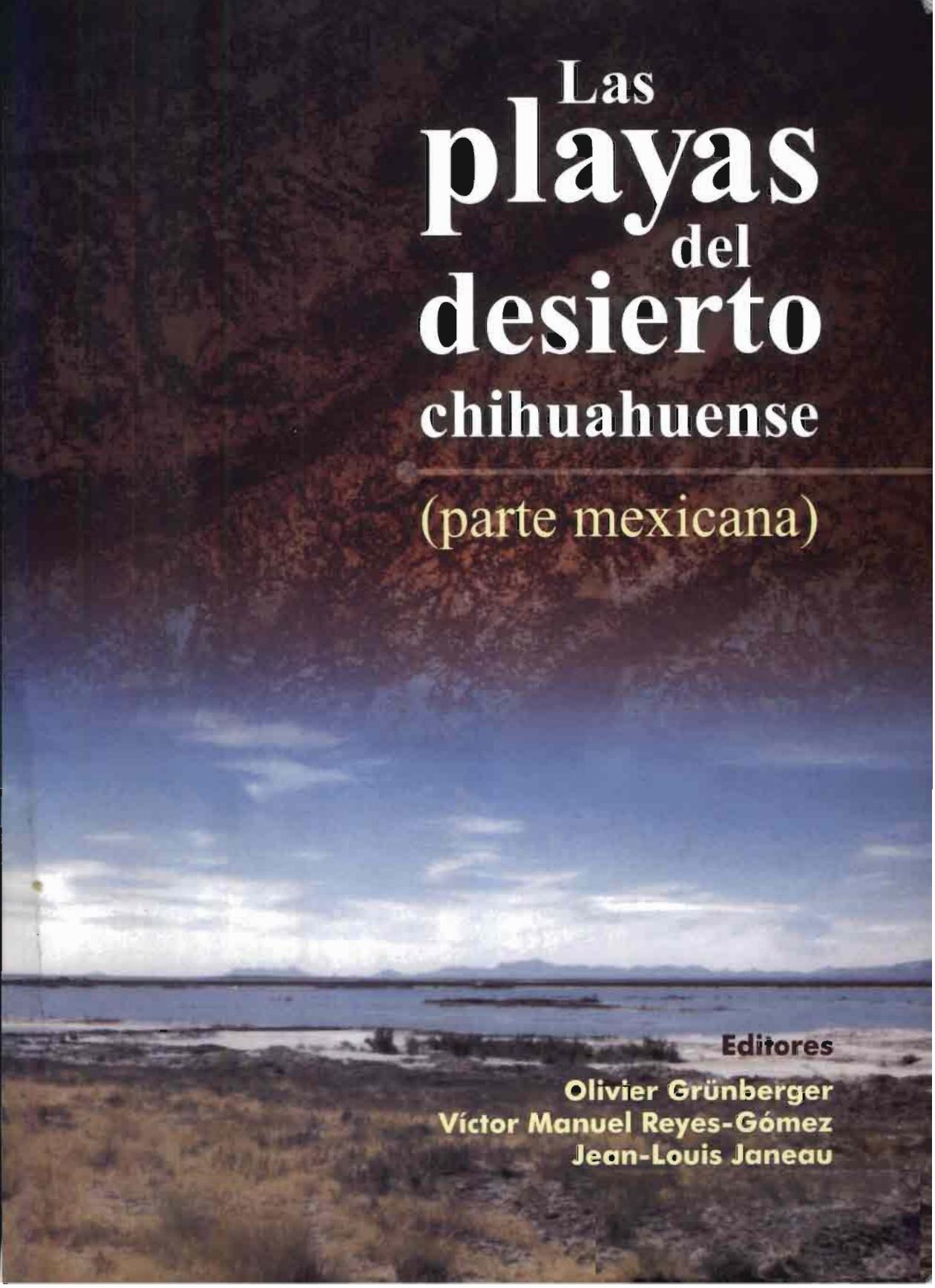
dentro de la bibliografía especializada que recientemente se está generando en la captación de agua de lluvia en zonas áridas y semiáridas.

En las playas, son posibles cultivos oportunistas, ya sea que se aproveche del remplazamiento episódico de la sebkra o de un presón de colina (término usado en África del norte para designar a un presón) previsto para un doble uso. Sin embargo, las incidencias actuales de los cultivos y de los manejos es de más de 30 años, por ello una programación más estricta de esos ensayos debe ser definida, sobre todo en los marcos de zonas protegidas como la Reserva de la Biosfera de Mapimí.

Si la explotación es posible a mediano plazo, como en el caso donde los recursos en

agua subterránea y de superficie estén disponibles como en el sector de irrigación de la laguna Mayrán, precauciones particulares de explotaciones deben ser consideradas para evitar una salinización y una sodificación de los horizontes útiles, los cuales pueden ser rehabilitados parcialmente aunque en largos periodos.

Finalmente, los autores y editores esperamos haber contribuido para avanzar en el conocimiento, y que los conceptos tratados ayuden en la definición de reglas de gestión de estos ecosistemas suficientemente frágiles, “desheredados” y “enriquecidos”, que son las playas del desierto chihuahuense en el norte de México.



Las
playas
del
desierto
chihuahuense
(parte mexicana)

Editores

Olivier Grünberger
Víctor Manuel Reyes-Gómez
Jean-Louis Janeau



Primera edición, 2004

D.R. © 2004

Instituto de Ecología, A.C.

Km 2.5 carretera antigua a Coatepec No. 351

Congregación El Haya, C.P. 91070

Xalapa, Ver., México

e Institut de Recherche pour le Développement

Calle Cicerón No. 609

Col. Los Morales, C.P. 11530

México, D.F., México

ISBN 970-709-048-0

Impreso en México - *Printed in Mexico*

Título: Las playas del desierto chihuahuense (parte mexicana). Influencia de las sales en ambiente árido y semiárido

Editores: Olivier Grünberger, Víctor Manuel Reyes-Gómez y Jean-Louis Janeau

Coordinación editorial: LDG. Liliana Sánchez Vallejos

Diseño: Iván Flores Hernández y Fernando Rodríguez Hipólito

Revisión de estilo: Aída Pozos Villanueva

Traducción de textos en francés: Annie Soubic de Carrillo

Ilustraciones y fotografías de interiores: Jean-Louis Janeau

Fotografía de la portada: fotografía compuesta, imagen superior tipo LANSAT-TM (1996), imagen inferior Jean-Louis Janeau.

Forma sugerida para citar este libro: Grünberger O., V. M. Reyes-Gómez y J.-L. Janeau (eds). *Las playas del desierto chihuahuense (parte mexicana). Influencia de las sales en ambiente árido y semiárido*. 2004. IRD-INECOL, Xalapa, Veracruz, México, pp. 360.

D.R. © Ninguna parte de esta publicación, incluyendo el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, traducida, almacenada o transmitida de forma alguna ni por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia, sin permiso previo del editor. Párrafos pequeños o figuras aisladas pueden reproducirse, dentro de lo estipulado en la Ley Federal del Derecho de Autor y el Convenio de Berna, o previa autorización por escrito de la editorial.

Las
playas
del
desierto
chihuahuense

(parte mexicana)

Influencia de las sales en ambientes
árido y semiárido

Editores

Olivier Grünberger
Víctor Manuel Reyes-Gómez
Jean-Louis Janeau

Instituto de Ecología, A.C.

Xalapa, Veracruz, México

Institut de Recherche pour le Développement

Paris, Francia

2004