

Los estados de superficie de playa y de sebkra: su distribución en la Reserva de la Biosfera

Janeau J.-L. y Grünberger O.

Introducción

En la zona semiárida, la descripción de los estados de superficie tiene gran interés, ya que aporta información sobre la mayoría de los procesos fundamentales que se verifican en la superficie del suelo, tales como escurrimiento, erosión, depósito sedimentario y dinámica vegetal del medio.

La parte baja de la cuenca de la laguna Las Palomas fue seleccionada como marco para el estudio de los estados de superficie sódicos y salinos. La superficie cubierta es de 367.5 km² e incluye las subunidades siguientes:

Una sebkra, de 38.8 km², constituida por una zona de inundación sin vegetación.

Una playa baja⁴ de 102.6 km² que presenta muy escasa pendiente dotada de un microrelieve que permite asociaciones de vegetación particulares o, por el contrario, una vegetación monoespecífica.

Una playa alta de 215.7 km² que presenta una pendiente ligeramente más pronunciada que provoca flujos más organizados y la presencia local de macrodepresiones.

Una pequeña duna de yeso y arena de 7.3 km².

Una serie de cimas de antiguas dunas de yeso y arena de 3.1 km².

El estudio morfológico visual de los estados de superficie se llevó a cabo en más de 1000 puntos de observación distribuidos en 47 transectos (17 de 0.2 km, 2 de 2 km, 4 de 18 km, 24 de 0.1 a 0.5 km), en 15 estaciones experimentales (11

⁴ La distinción playa baja-playa alta fue definida tanto para los estados de superficie como para la profundidad, por un gradiente de salinidad que tiene como límite la cota topográfica de 110 m. Este límite marca un cambio importante en cobertura y, sobre todo, en una disminución del número de especies encontradas.

de 100 m² y 4 de 10 000 m²). Se obtuvo información complementaria de diversas descripciones de parcelas instaladas por simulación de lluvias.

Definiciones y métodos

Como se mencionó en la introducción, un estado de superficie particular se describe, por su composición en tres tipos de elementos: vegetación, superficie del suelo y reorganizaciones superficiales. La descripción del estado de superficie muestra, por lo tanto, la importancia relativa y la organización de estos tipos de superficies, información que se ve complementada por el análisis del relieve. El relieve general es considerado naturalmente, pero es sobre todo el microrelieve inducido por los componentes del suelo, la actividad fánica, la erosión, las condiciones climáticas y la actividad antrópica el que se describe de manera más detallada, ya que es capaz de modificar de forma considerable el escurrimiento.

La cobertura vegetal

El análisis de la cobertura vegetal en el estado de superficie se lleva a cabo por estimación cuantitativa del área ocupada por cada especie. Se trata por lo tanto de determinar las plantas y de caracterizar su ocupación relativa al suelo. Es evidentemente una cuantificación visual, puntual en el tiempo y que además, se efectúa en un periodo variable del año. Por lo tanto, no se toman generalmente en cuenta las especies no perennes, tales como las especies

anuales, por ejemplo. Para la descripción de las características específicas de cada especie de playa, nos referiremos a la descripción que aparece en la parte dedicada a la vegetación, en el Capítulo 1.

La superficie del suelo

La superficie agrupa los parámetros no incluidos en la rúbrica "cobertura vegetal" o "reorganizaciones superficiales". Es posible distinguir:

La descripción de las piedras y rocas cuando ninguna reorganización superficial es visible. Se puede tratar de una roca masiva que aflora, o de acumulaciones de arenas (estratificación granulométrica de las arenas).

El efecto de la mesofauna, especialmente de las termitas (plaqueado de cosecha) y de las hormigas (filas y hormigueros), así como de los pequeños mamíferos (roedores).

El efecto de las actividades antrópicas, como el trabajo del suelo, por ejemplo, el franjeado o el paso de placas para nivelar, los caminos, los desechos, etcétera.

Las reorganizaciones de superficie

Las reorganizaciones superficiales son a menudo llamadas costras.

Una clasificación inspirada en la tipología establecida en 1989 por Casenave y Valentin en zona sudano-saheliana de estas costras de superficie, en función de sus características morfológicas, fue adaptada a nuestro terreno de estudio. De esta manera,

► Puede haber ambigüedad entre el término costra de superficie y el primer horizonte del suelo con mayor o menor grado de endurecimiento, llamado encostramiento (Halitim et al., 1987) o *hard pan* en inglés. Cuando las costras presentan características particulares de cimentación se utiliza otra tipología. Es así como las costras de yeso son llamadas “crestas de yeso” (*deb deb* formada *per ascensum*, en Túnez), las costras ricas en carbonatos son llamadas “calcrestas” y las cimentadas por el sílice “silcrestas”. El término costra es, en esta publicación, utilizado como sinónimo de “reorganizaciones superficiales de algunos milímetros a algunos centímetros de espesor”, aun cuando algunas de las características de endurecimiento corresponden a un horizonte subyacente.

si bien es cierto que fue posible reconocer costras de superficie idénticas a las del Sahel, también fue posible identificar otros tipos. La clasificación de las reorganizaciones de superficie es una clasificación genética. Es decir, que la identificación de los procesos y factores de formación de las costras es la que permite su clasificación. Diversos autores (Le Bissonnais, 1988, 89; Le Souder, 1990; Mc Intyre, 1958; Casenave y Valentin, 1989) describieron con precisión los principales mecanismos de formación de las costras de superficie. Aquí tan sólo llevaremos a cabo un breve recuento, con las abreviaturas correspondientes utilizadas en el texto y las tablas de este estudio.

Definición, procesos y factores de las reorganizaciones superficiales

La acción del viento provoca la deflación y la corrosión, que son los dos modos de desprendimiento de las partículas del suelo. Una vez que éstas son arrancadas del suelo, pueden ser transportadas por suspensión, saltación o reptación, y se depositarán, en función de una selección granulométrica, formando una costra de depósitos eólicos.

La movilización de las partículas por humectación genera tres procesos: el estallido, la dispersión y la fisura de los bloques de suelo endurecido (como el tepetate). Su relativa importancia varía considerablemente en función del tipo de humectación, el tamaño y la naturaleza de los materiales.

El impacto de las gotas de lluvia provoca la desintegración y fragmentación de los bloques. Se produce por lo tanto un acarreo, por salto, posteriormente un depósito y finalmente un asentamiento.

Estos dos factores producen la costra de erosión (ERO) y la costra estructural (ST), entendiéndose por estructural a la “caída *in situ* de la estructura”. Las cifras vinculadas con el código ST determinan el número de capas sobre la costra estructural.

El escurrimiento genera un desprendimiento mecánico, de mayor o menor intensidad, en función de su velocidad y turbulencia. El acarreo generado por el escurrimiento es de dos tipos: transporte de materiales en suspensión y transporte por acarreo en fondo de corriente. Produce depósitos que, con excepción de los que son

sometidos a flujos turbulentos (Mücher y De Ploey, 1977), generan una selección granulométrica bien marcada. La costra obtenida, llamada costra de escurrimiento (siglas en francés RUI), corresponde a un depósito bajo flujo laminar.

La sedimentación se produce si una porción de agua cargada de sedimentos cubre la superficie del suelo. Los depósitos constituyen una costra de decantación (DEC), con una variable posible si esta DEC recubre una superficie no reorganizada con anterioridad (DEC N.R.).

El ascenso del manto produce, por evaporación, costras de sales más o menos endurecidas y fugaces, en función de las inundaciones y de la acción del viento. Se distinguen las costras de eflorescencias salinas (CS); igualmente se observan costras salinas de yeso (CGS siglas en francés) y costras de yeso (CG).

En la alternancia humectación-deseccación de los materiales; la contracción genera una disminución del volumen de ciertos componentes del suelo, especialmente las arcillas y la materia orgánica (Tessier, 1978; Bruand, 1986; Braudeau, 1987) provocando fisuras. El endurecimiento aumenta con la desecación y genera una costra de desecación (DES).

Resultados

Repartición de la cubierta vegetal

Independientemente del índice de cobertura de cada especie, la mayor densidad de familias ocupa la zona de playa alta (Tabla 12), en donde la salinidad en superficie (0-35 cm) es todavía relativamente escasa, 4 a 8 dS cm^{-1} en promedio. El orden de frecuencia de las especies encontradas en el conjunto de la playa y de la sebkra es el siguiente: *Suaeda*

Tabla 12
Tasa de presencia de las principales especies vegetales en las unidades geomorfológicas, expresada en %.

Unidades geomorfológicas	Borde de sebkra	Playa baja	Playa alta	Luneta	Totales
Especies vegetales					
<i>Sporobolus airoides</i> (H)	-	4.6	8.6	1.0	14.2
<i>Hilaria mutica</i> (H)	-	1.9	11.5	-	13.4
<i>Atriplex</i> sp. (LB)	-	-	7.7	-	7.7
<i>Suaeda</i> sp. (LB)	2.9	1.9	17.3	1.0	23.1
<i>Yucca</i> sp.	-	-	-	1.9	1.9
<i>Opuntia</i> sp. y cactáceas	-	1.0	4.8	2.9	8.7
<i>Haplopappus heterophyllus</i>	-	-	-	4.8	4.8
<i>Salsola kali</i>	-	3.9	2.0	-	5.9
<i>Prosopis glandulosa</i> (LB)	-	2.9	14.5	1.0	18.4
<i>Larrea tridentata</i> (LB)	-	-	-	1.9	1.9
Totales	2.9	16.2	66.4	14.5	100

H: herbácea; LB: leñosa baja.

sp., *Prosopis glandulosa*, *Sporobolus airoides*, *Hilaria mutica*, *Opuntia* sp. y cactáceas, *Atriplex* sp., *Salsola kali*, *Haplopappus heterophyllus*, *Yucca* sp., *Larrea tridentata*. Las cuatro primeras especies acumulan un índice de presencia de 69.1%.

► La descripción de los diagramas de las figuras siguientes no corresponden a una descripción de láminas delgadas, según la terminología de Brewer (1964), sino más bien una representación simplificada del tipo de porosidad.

En el corte de la Figura 13, que proviene de una muestra de borde de duna, un gran número de cristales pequeños de sales constituye la “matriz” de esa costra salina. Cúmulos de yeso y calcita en forma de agujas representan el 30% del conjunto y varios granos de yeso, bajo forma de microgranos son adheridos a la matriz de NaCl. Estos microgranos son comunes en las dunas de yeso (Hachicha *et al.*, 1987).

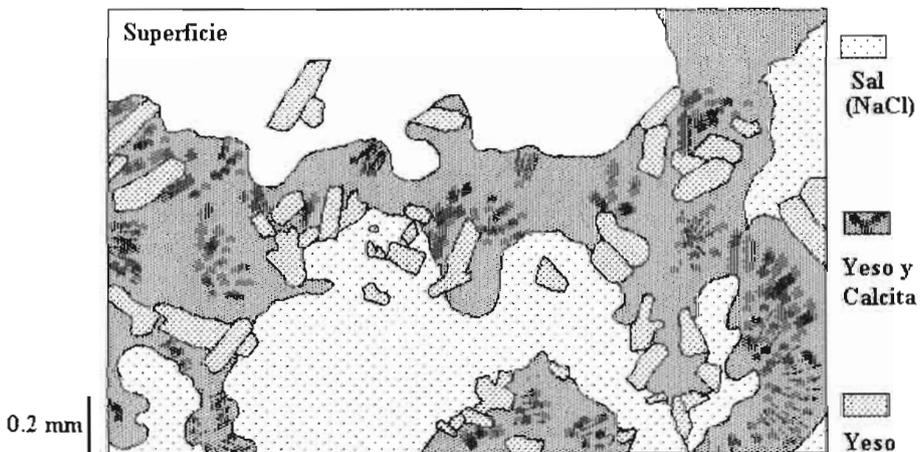


Figura 13. Esquema de la estructura superficial de las costras de afloramientos salinos y de fuerte concentración en cristales de yeso.

Las costras de erosión (Figura 14) son de escaso espesor y de porosidad fácilmente visibles al microscopio (Valentin *et al.*, 1987). Esta lámina, obtenida a partir de un suelo de yeso de playa, permite observar una fina película arcillo-limosa continua que limita fuertemente toda infiltración. Ciertos óxidos (minerales opacos) y cristales de yeso están presentes en una matriz de porosidad escasa.

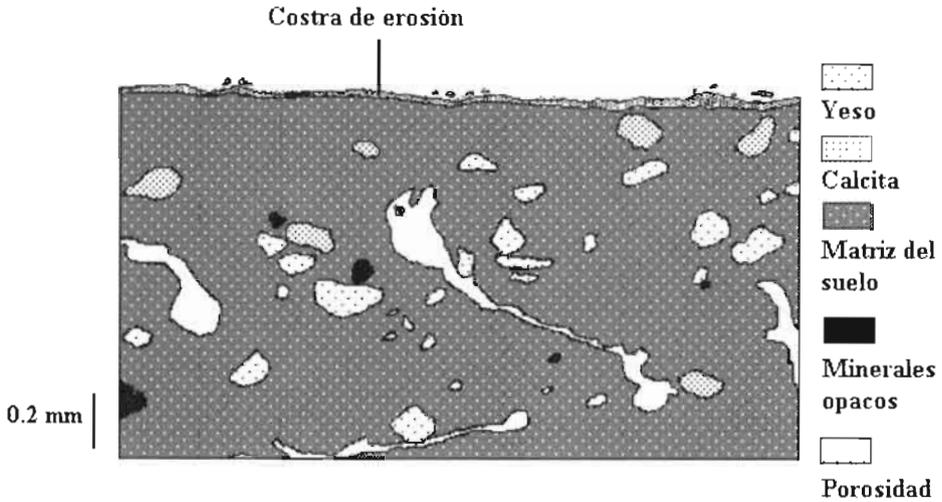


Figura 14. Diagrama esquemático de una costra de erosión sobre un Gypsisol.

En el caso de costras de decantación, la película superficial está formada de escamas (Figura 15). Se observa una porosidad fisular paralela a la superficie del suelo; corresponde al escurrimiento laminar observado en el terreno. La porosidad vertical es un punto de ruptura entre dos escamas. Algunos granos de yeso asociados con acumulaciones de calcita están diseminados en la matriz carbonatada.

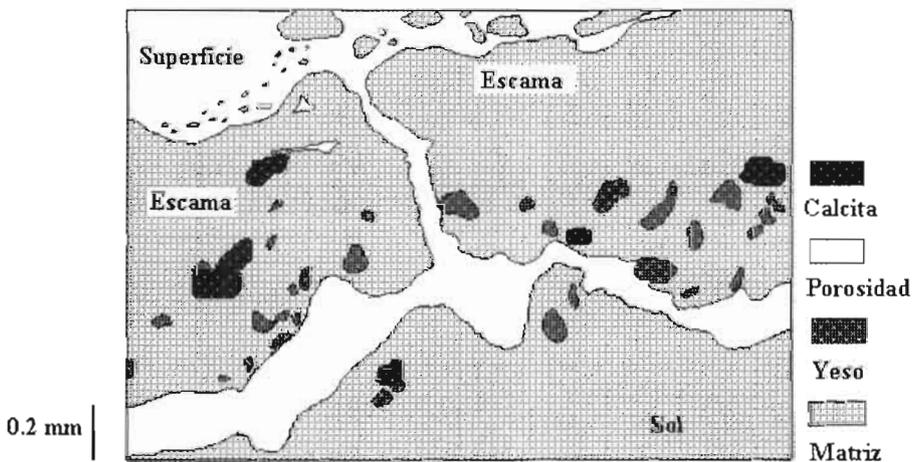


Figura 15. Diagrama de una costra de decantación sobre un Solonchak.

En conclusión, los cortes muestran que las costras encontradas son comparables a las del Sahel, en cuanto a los elementos esenciales se refiere. Sin embargo, la presencia más frecuente de costras salinas, con proporción de yeso más importante, es capaz de modificar ciertas características hidrodinámicas.

Estudio de la distribución de las reorganizaciones superficiales

Los estados de superficie se organizan en función de las unidades geomorfológicas siguientes:

Sobre las dunas

Dominan dos tipos de costras superficiales procedentes de depósitos eólicos.

- Las costras de yeso y arena, en las que el yeso procede esencialmente de la sebkra. No obstante, un poco de arena de andesita poligénica debido a que fue remodelada por el agua entre el momento en que fue arrancada de la roca madre y su acarreo por el viento está presente y es visible debido a su tono más claro.
- Las costras de yeso y arena asociadas a bioderma son idénticas a las precedentes, pero la costra está consolidada debido a la presencia de algas y o líquenes presentes, sobre todo en las depresiones de deflación en el corazón de las dunas, pero igualmente en las bajadas.

En la sebkra

Las reorganizaciones superficiales son provocadas por los mecanismos de depósi-

tos sedimentarios y de ascenso capilar.

- Una costra de decantación, con polígonos de alta porosidad fisural, se sitúa en el fondo de la sebkra. En función del periodo del año y del nivel del acuífero subyacente, esta costra se transforma en una costra de sal durante la estación seca. Esta transformación se produce sobre todo en la parte más baja de la sebkra, que podría denominarse el “kewir de las Palomas”.
- Una placa de yeso (o cresta de yeso) de más de 50 cm se ubica en el borde oeste de la sebkra. Cristales de yeso aparentes, pero discontinuos, aparecen en la superficie.

Aun cuando las placas no pertenecen a las organizaciones superficiales, son descritas como soporte de éstas.

En las playas baja y alta

La vegetación permite distinguir las dos unidades en el plano de la cobertura, pero sobre todo en el número de especies y su disposición espacial.

Las organizaciones superficiales reflejan una posible acción clara de los fenómenos de erosión, de desagregación de la estructura y de decantación.

- Una costra de erosión es visible en las zonas de erosión regresiva; está asociada a microbloques más o menos disecados (estructura particular).
- Una costra estructural está presente con dos microhorizontes constituidos por una película plásmica de porosidad vesicular discontinua y también por arenas libres en superficie.

Cuando la pendiente es muy escasa se produce una alternancia de costras de erosión y de costras de decantación, asociadas con costras estructurales de uno, dos o tres microhorizontes.

El glacis inferior o bajada

Constituye el límite geomorfológico de nuestro estudio.

La placa de yeso endurecido está igualmente presente en el límite de la bajada en la parte noroeste de la zona de estudio.

- Una costra estructural con dos microhorizontes y constituida por una película plásmica de porosidad vesicular discontinua, incluye arenas libres en superficie.
- Una costra estructural de tres microhorizontes, está constituida por una película

plásmica de porosidad vesicular discontinua, por arenas finas blanqueadas, por arenas gruesas libres y/o de pequeñas gravillas en superficie.

Montículos de arena con yeso se constituyen bajo el viento de una mata o de un matorral

Comparación de las características hidrodinámicas con el Sahel

Las experimentaciones realizadas por Reyes-Gómez (1998) han permitido comparar los coeficientes de infiltración obtenidos en el Sahel (Cazenave y Valentin, 1989) con los de la parte baja o laguna de la cuenca de Las Palomas (Tabla 13), respecto a ciertas reorganizaciones superficiales comunes a ambas zonas de estudio.

Tabla 13

Comparación de los coeficientes de infiltración entre las costras encontradas en México y en el Sahel (África)

Toposecuencia Costras Coeficientes	Playa alta		Duna yesosa		Playa baja		Sebkra
	ST 3	ERO	CG	DEC	DEC	DEC N.R.	CGS
Ki Sahel	15-25	15-20	-	20-35	20-35	45-55	-
Ki Norte de México	21	16.3	70.6	28.3	34.2	44.7	65.3

Ki: coeficiente de infiltración en % sobre suelo seco; ST3: costra estructural 3; ERO: costra de erosión; CG: costra gruesa yesosa; DEC: costra de decantación; DEC: sobre un horizonte N.R.: no organizado; CGS: costra salina de yeso.

Se puede observar que los coeficientes de infiltración son similares, en consecuencia, el método utilizado para caracterizar los esta-

dos de superficie es confiable tanto para las zonas áridas como para las semiáridas, en ambos continentes.

Geoquímica de los estados de superficie del suelo

El endorreísmo de las cuencas genera una fuerte salinidad y hace necesario el estudio geoquímico de las reorganizaciones superficiales. Éste se realiza de manera paralela y permite caracterizar las cualidades físico-químicas de las costras (Tabla 14) y la dinámica salina actual de la superficie.

En la playa y la sebkra de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, los índices de las reorganizaciones varían mucho para los parámetros que expresan salinidad, tales como la C.E., los iones sodio y cloruros. Los coeficientes de variación de estos parámetros son los más importantes y son superiores a los que se registran en los suelos. El pH es el pará-

metro más estable y parece estar regulado por la presencia de carbonatos de calcio, en la medida que el valor promedio es similar al valor de equilibrio durante la disolución con apertura sobre el CO₂ atmosférico.

Las cantidades de carbonatos disponibles durante la disolución, se ven fuertemente limitadas por la saturación con respecto a la calcita, que se alcanza rápidamente. Los valores son por lo tanto relativamente estables. La humedad es muy baja y varía poco, aun cuando se trate del fondo de la sebkra (máximo 13.5%). En el grupo de parámetros intermedios se encuentran contenidos de yeso, así como contenidos de iones calcio, potasio y magnesio.

Tabla 14

Promedio, coeficiente de variación, mínima y máxima, de los análisis de las organizaciones superficiales en la playa y la sebkra de la laguna Las Palomas

Valores estadísticos Parámetros	Media	C.V.	Máximo	Mínimo
C.E. ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	7,877.00	1.89	56,600.00	185.00
%55° C	1.69	0.47	5.09	0.48
% 55° C a 105° C	4.14	0.74	13.46	1.44
% yeso estimado	15.60	0.04	50.85	5.40
PH	8.30	2.11	9.11	7.40
Na ⁺ (meq l ⁻¹)	85.18	2.54	653.04	0.10
Cl ⁻ (meq l ⁻¹)	13.10	1.26	185.90	0.17
Ca ²⁺ (meq l ⁻¹)	14.18	0.44	80.61	0.68
HCO ₃ ⁻ (meq l ⁻¹)	1.60	1.69	3.37	0.11
Mg ²⁺ (meq l ⁻¹)	1.33	0.86	10.30	0.18
K ⁺ (meq l ⁻¹)	0.37		1.67	0.11

C.E.: conductividad eléctrica del extracto al 1:16 en S·cm⁻¹. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻ contenidos en meq del extracto al 1:16 (multiplicados por 16 se estima el número de meq l⁻¹ disponibles durante la disolución por kg de suelo seco). % 55°C: contenido de agua ponderal del suelo a temperatura de 55° C. %C a 105° C: pérdida de agua ponderable del suelo entre 55° C y 105° C, reportado a 26.46%, da una estimación del contenido relativo de yeso. C.V. Coeficiente de variación.

Los límites de conductividad, en función de los principales estados de superficie se muestran en la Tabla 15, y resumen los principales límites que la salinidad de superficie impone al medio. Por lo tanto se cuenta, para la playa y la sebkra de la Reserva de la Biosfera de Mapimí, con un referencial capaz de permitir, sin medición, una primera estimación del orden de importancia de la conductividad del extracto 1:16, es decir, una aproximación de la salinidad superficial del suelo.

La tabla da lugar a las observaciones siguientes: la aparición de costras salinas corresponde a la desagregación de las costras de decantación o estructural a través del desarrollo de los cristales de sal ($16\ 910\ \text{S cm}^{-1}$) y finalmente, las reorganizaciones superficiales son menos sensibles a la salinidad que la vegetación. Las especies vegetales presentan límites interesantes para la determinación de la salinidad.

Tabla 15

Límites impuestos por la salinidad a los diferentes estados de superficie dominantes de la playa y la sebkra de la laguna Las Palomas

Escala de las conductividades del extracto 1:16 de la costra superficial	Límites de presencia de los diferentes estados de superficie
S cm^{-1}	La conductividad más baja del extracto 1:16°.
185	Límite superior de <i>Hilaria mutica</i>
574	Límite superior de las cactáceas
2,070	Límite superior de <i>Sporobolus airoides</i>
2,680	Límite superior de <i>Prosopis glandulosa</i>
2,930	Límite superior de costras estructurales
13,550	Aparición de costras salinas
16,910	Límite superior de <i>Suaeda</i> sp.
35,100	Límite superior de los polígonos y de las costras de decantación
56,500	Conductividad más alta del extracto 1:16 (ausencia de vegetación)

Por ejemplo, *Hilaria* sp. está limitada a las conductividades inferiores a $574\ \text{S cm}^{-1}$, en tanto que *Sporobolus* sp. es un poco más tolerante a la salinidad y *Suaeda* sp. está realmente adaptada a un alto índice de salinidad. En lo que se refiere al pH, una escala puede igualmente ser establecida (Tabla 16), en

donde *Hilaria* se distingue, como para la conductividad eléctrica, por una zona de pH muy restringida. Si ciertos pH parecen excluidos, para algunos estados de superficie es al contrario, un pH de equilibrio con la calcita y la atmósfera (8.25) es compatible con todos los estados de superficie.

Tabla 16

Límites impuestos por el pH sobre los estados de superficie dominantes de la playa y la sebkra de la laguna Las Palomas

Escalas de pH	Límites de estados de superficie
7.4	pH más bajo
7.7	Límite inferior en costras estructurales
7.9	Límite inferior en <i>Sporobolus</i> sp.
8.0	Límite inferior de <i>Prosopis</i> e <i>Hilaria</i>
8.8	Límite superior de <i>Hilaria</i> sp.
8.9	Límite superior para costras salinas
9.1	pH más alto

Hilaria mutica, principal gramínea utilizada por el ganado no se adapta a un medio en el que la concentración de yeso sobrepasa el 20% en superficie, pero por el contrario, un contenido medio de yeso de 15% es compatible con todos los estados de superficie dominantes (Tabla 17).

En conclusión, la geoquímica no está vinculada con los estados de superficie y traduce ciertas limitaciones del medio. La salinidad juega el papel más determinante, después del contenido en yeso y el pH. Sin embargo, de manera general las costras superficiales son menos sensibles a las variaciones geoquímicas que las especies vegetales.

Tabla 17

Límites impuestos por el contenido de yeso a los estados de superficie dominantes de la playa y la sebkra de la laguna Las Palomas

Escala de contenidos en yeso	Límites en los estados de superficie
5.4%	Contenido más bajo en yeso
19.8%	Límite superior para <i>Hilaria mutica</i>
26.5%	Límite superior en <i>Prosopis glandulosa</i>
33.8%	Límite superior para <i>Sporobolus</i> sp. y costras estructurales
42.2%	Límite superior para costras salinas y de decantación
50.5%	Contenido más alto en yeso

Conclusiones

La fuerte salinidad y las escasas precipitaciones generan tres principales asociaciones de vegetación-reorganizaciones superficiales:

Superficie asociada a una costra de decantación dominante

Representada por vegetación halófitas, con cobertura aérea superior a 40% (unidad núm. 6 del mapa anexo). Las principales herbáceas son: *Hilaria mutica* (dominante), *Sporobolus airoides*. Localmente existen las arbustivas: *Suaeda nigrescens*, *Suaeda suffrutescens* y *Prosopis glandulosa*. Las arbustivas bajas predominantes son: *Atriplex acanthocarpa*, *Atriplex canescens* (especie arbustiva forrajera) y *Haplopappus heterophyllus*. El relieve y el microrelieve son inducidos por la vegetación, pero su tamaño sigue siendo relativamente pequeño. Localizada en la playa baja es la unidad más importante del medio, en donde las condiciones salino-sódicas y las características hidrodinámicas superficiales son similares. Estamos en presencia de una vegetación con distribución aleatoria obtenida por vía animal (Beardsley, 1992; Brown y Heske, 1990; Hernández, 1994), eólica y/o hídrica.

Superficie de costra de erosión eólica e hídrica

Localmente contiene costra de decantación asociada a una vegetación dispuesta en manchones y montículos o en polígonos (unidad núm. 5 del mapa). Las principales

gramíneas son *Hilaria mutica* y *Sporobolus airoides*. Las arbustivas bajas son *Prosopis glandulosa* y *Suaeda nigrescens*. El relieve y el microrelieve son marcados. Las manchas de vegetación están ubicadas en depresiones, lo que permite una acumulación de agua y limita la evaporación directa de la superficie y, por consiguiente, el ascenso de sales. La unidad se encuentra en zona de playa baja. En algunos sitios la vegetación está distribuida en polígonos o en manchas y montículos, lo que refleja una adaptación importante al medio semiárido y salino-sódico. Estas distribuciones particulares son estudiadas en la parte correspondiente de este libro (Capítulos 4.2 y 4.3).

Superficie de microrelieve pronunciado y con costra de decantación de intermatas

Vegetación herbácea monoespecífica de cobertura aérea superior a 80% (unidad núm. 13 del mapa). La vegetación está principalmente constituida por gramíneas: *Hilaria mutica* o *Sporobolus airoides*. El relieve y el microrelieve son de 15 a 30 cm, debido a las matas. El agua de lluvia y de escurrimiento es fácilmente recolectable. Esta unidad se encuentra en el delta interior del río no permanente llamado Arroyo de la India, sobre el río arriba de la laguna Las Palomas y sobre la depresión del río llamado La Vega. La vegetación se distribuye en función del grado de salinidad, formando praderas muy apreciadas por el ganado. Esta unidad se ve beneficiada por una sobrecarga hídrica vinculada con su posición

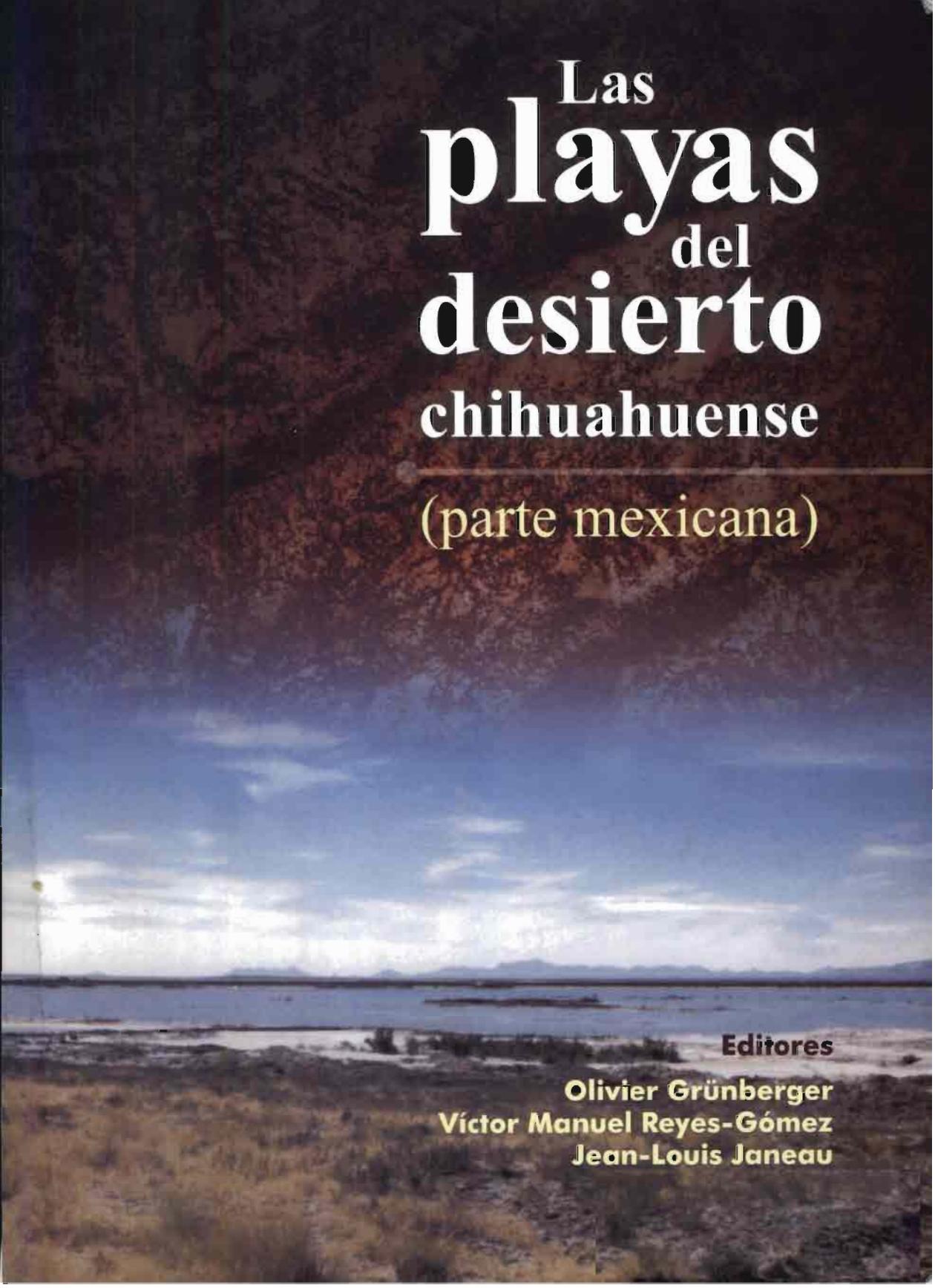
geotopográfica (en las cercanías de las depresiones y del río).

La parte baja de la cuenca de Las Palomas está compuesta por una playa semiárida cubierta por una estepa de vegetación halófila subinermé y con hojas frondosas. Los tipos de reorganizaciones superficiales son escasos y, por otra parte, las costras de erosión y de decantación dominan. Esta cuenca endorreica tiene una sebkra prácticamente desnuda, en la que son mayoritarias las costras de eflorescencias salinas. Los bordes de dunas son ricos en costras salinas de yeso y las dunas son, a su vez, depósitos de arenas de yeso.

Dos interacciones muy particulares favorecen la vida en el seno de este medio vulnerable. Se trata de alternancias de zonas

desnudas y manchas de vegetación asociadas con montículos de suelo y polígonos de vegetación. Estas dos adaptaciones tienen un principio de funcionamiento idéntico, a nivel de los estados de superficie. Una costra de erosión prácticamente impermeable permite la recepción y el flujo del agua de lluvia hacia zonas de acumulación de agua en donde se observa la concentración de vegetales y la actividad fáunica, asociadas con costras de decantación ricas en partículas finas.

Finalmente, la comparación entre los estados de superficie encontrados y los que fueron estudiados en el Sahel, permite concluir que la metodología utilizada para estas zonas semiáridas del norte de México es confiable.



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