

Características esenciales de la Reserva de la Biosfera

Grünberger O.

El clima

Aspectos generales

El desierto chihuahuense no es, de acuerdo con ciertos autores, un “verdadero” desierto, sino un “semidesierto tropical templado”, debido a la altitud. El clima es descrito por Cornet, (1986) como “un clima tropical árido continental de altitud media con lluvias en verano e inviernos frescos” (Tabla 5). Durante el año se alternan dos regímenes climáticos dominantes que son alterados, de manera irregular, por mecanismos atmosféricos secundarios.

Tabla 5
Resultados estadísticos de observaciones efectuadas en la estación climática de la Reserva durante el periodo 1979-1994

Parámetros medidos Principales estadísticas de las medidas de la estación Reserva (1979-1994).	Lluvia diarias (mm d ¹)	Temperaturas diarias			Evaporación Tanque (mm d ¹)
		máximas (°C)	mínimas (°C)	medias (°C)	
Medias diarias	0.74	28.30	12.20	20.20	7.77
Desviaciones estándar	3.50	6.50	6.80	6.30	3.90
Mínima observada	0.00	2.00	-9.00	-2.00	0.00
Máxima observada	68.00	42.00	32.00	34.80	3.90
10% de las obs. < a:	0.10	19.30	-2.50	11.20	2.90
20% de las obs. < a:	0.40	22.50	5.30	14.00	4.20
50% de las obs. < a:	2.30	29.10	12.90	21.00	7.40
Número de observaciones,	5844 d-813 d*	5844 d	5844 d	5844 d	4086 d

* días de lluvia

obs.=observaciones

De octubre a mayo un flujo zonal de viento del oeste, vinculado con presiones subtropicales elevadas, puede ser alterado por invasiones de frentes continentales fríos que producen heladas y lloviznas (Hill, 1969), o por la formación de zonas de presiones bajas en el Pacífico Oriental que, al desplazarse hacia el interior del continente, producen lluvias más importantes.

De junio a septiembre un flujo de aire tropical con dirección noreste-suroeste, vinculado con los alisios pero atenuado por los relieves, puede ser alterado por las

depresiones tropicales ciclónicas del Golfo de México o del Pacífico, produciendo los eventos pluviales más importantes. Hasta ahora, las características climáticas eran establecidas con base en observaciones de la estación climática de Ceballos, ubicada a 42 km del centro de la Reserva, durante el periodo 1956-1987 (Delhoume, 1992b, 1995). El laboratorio de la Reserva de la Biosfera de Mapimí funciona desde marzo de 1978. Estos dieciséis años de crónica han permitido definir las características intrínsecas (Tabla 5 y Tabla 6).

Tabla 6
Resultados anuales de las mediciones de datos efectuados en la estación climática del Laboratorio del Desierto durante el periodo 1979-1994

Valor anual Años calendario (1979-1994) (Lab. del desierto de Mapimí)	Precipitaciones (mm a ⁻¹)	Evaporación Tanque (mm a ⁻¹)	Temperaturas (°C)
1979	268.9	-	20.5
1980	273.5	-	21.2
1981	311.9	-	20.6
1982	254.1	-	21.1
1983	202.8	3170.9	20.3
1984	273.7	2712.1	20.1
1985	328.3	2586.1	20.4
1986	402.4	2480.9	20.2
1987	325.8	2571.5	19.3
1988	204.9	-	20.1
1989	168.3	3049.6	20.5
1990	325.1	2795.6	20.1
1991	372.7	2736.7	19.6
1992	214.4	2878.8	19.4
1993	238.4	3121.5	19.9
1994	149.1	3256.1	20.7
Media interanual	269.64	2850.89	20.25
Desviación estándar	69.58	252.37	0.53
Coefficiente de variación	0.26	0.09	0.03

Escalas anuales e interanuales

Se registró un promedio anual de 269 mm durante el periodo estudiado. La evaporación en un tanque de tipo A es de 2850 mm por año. En un lapso de 16 años llovió durante 813 días, es decir, un promedio de 50.8 días por año. La evaporación es, en promedio, más de diez veces superior a las precipitaciones, lo que explica el carácter árido del clima. Los totales anuales de las precipitaciones oscilan entre 149 mm (1994) y 402 mm (1986). Sin embargo, estos resultados basados en los límites del calendario reflejan mal las variaciones reales de los aportes pluviales sobre 365 días. Los totales móviles de las lluvias, en un lapso de doce meses, revelan que la altura de lluvia, acumulada sobre 365 días consecutivos oscilan entre un mínimo de 60.3 mm (durante el periodo julio de 1988-julio de 1989) y un máximo de 495.8 mm (para el periodo mayo de 1991-mayo de 1992). La evaporación varía en función inversa de la pluviometría, de un valor de 3256 mm en 1994 a 2480 mm en 1986. Las temperaturas medias varían poco. Una desviación de tan sólo 1.9° C separa los años extremos de 1980 (21.2° C) y 1987 (19.3° C). En la serie de la estación de Ceballos, que es más larga (31 años registrados), es aparentemente posible distinguir periodos secos de 7 a 8 años (Delhoume, 1992b).

Contraste estacional

El contraste estacional es importante. Durante los meses de verano (junio-julio-agosto-septiembre) se acumula en promedio 64.6%

de las lluvias del año. El mes de julio es, en promedio, el más caliente (26.7° C) y el mes de enero el más frío (11.5° C). La temperatura más baja es de 9° C, registrada dos veces en enero y en diciembre. La temperatura más elevada es de 42° C, registrada tan sólo un día del mes de mayo.

Distribución espacial

La distribución espacial de las precipitaciones es muy irregular, lo cual se observa incluso en las precipitaciones pluviométricas estacionales acumuladas. Esto se debe a los tipos de precipitación a menudo con características de tempestad. Delhoume (1992b) observó para la temporada de lluvias de 1988, diferencias relativas superiores a 300% entre pluviototalizadores separados por una distancia de 5 km, y de 179% para una distancia inferior a los 2 km. A pesar de este carácter tempestuoso de las precipitaciones, las alturas diarias de lluvia inferiores a 10 mm representan 40.9% del volumen total de las precipitaciones, en tanto que las alturas diarias superiores a 40 mm representan menos de 5% del total.

Comparación con otros climas

La comparación del clima del desierto de Chihuahua, con el clima saheliiano (Tabla 7), se ve justificada por la similitud entre los promedios interanuales, comprendidos entre 200 y 400 mm, así como por la presencia de una estación seca durante ocho o nueve meses.

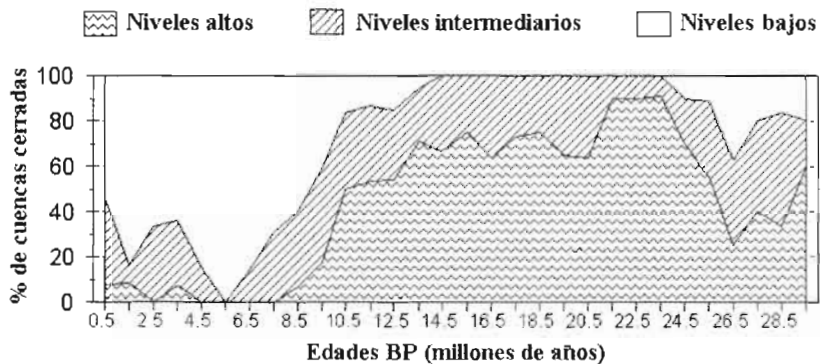
Tabla 7

Comparación entre el clima de la Reserva de la Biosfera de Mapimí y tres estaciones africanas

Desiertos	Sahara	Chihuahua	Sahara	Kalahari
País	Senegal	México	Tchad	Botswana
Estaciones	Podor	Lab. del desierto	Bol	Tsabong
Altura anual (mm a ⁻¹)	222	269	330	278
Temperatura	29.3°C	20.2°C	28°C	19.1°C
Evaporación en Tanque Bac (mm a ⁻¹)	3546	2850	3231	-
Las máximas mensuales de lluvias ocurren en los meses de:	agosto y septiembre	junio y agosto	julio y agosto	diciembre y enero
Latitud	16°39N	26°40N	13°27N	26°03S
Invierno calificado como:	caliente	fresco	caliente	fresco

Basándose en estas precisiones, se observa que los promedios de temperaturas, así como la evaporación medida en tanque, son generalmente más elevadas bajo clima saheliiano, en donde los inviernos son generalmente calientes. El clima del desierto chihuahuense guarda mayor similitud con el clima del desierto de Kalahari³, en donde los inviernos (del Hemisferio Sur) son igualmente secos y frescos y las precipitaciones son del mismo orden (Cuny, 1961).

Figura 6. Nivel de los lagos en el suroeste de los Estados Unidos. Datos tomados de Smith y Street-Perrot (1983).



Paleoclimas

En lo que se refiere a los paleoclimas, los mejores registros provienen del centro de México. Sin embargo, Van-Devender y Spaulding (1979) señalan que hay una convergencia con los niveles lacustres del suroeste de los Estados Unidos, en donde el número de niveles altos alcanza un máximo de entre 24 ka BP y 22 ka BP, y se estabiliza posteriormente entre 20 ka y 10 ka, para decrecer más tarde hasta alcanzar un mínimo de 5 ka BP (Figura 6). Las pequeñas fluctuaciones que se producen después no cuestionan el nivel esencialmente árido del clima.

³ El desierto de Kalahari comprende partes del norte de África del Sur, del sur de Botswana y del este de Namibia.

La geología

La geología de la Reserva fue descrita por Bartolino (1988). El contexto geomorfológico regional es el de un altiplano ubicado entre dos cadenas montañosas, la Sierra Madre Occidental, en la que dominan las rocas volcánicas terciarias, y la Sierra Madre Oriental, en la que dominan las calcáreas y los esquistos cretáceos.

Desde el punto de vista tectónico (Peterson, 1985 en Bartolino, 1988), la Reserva está situada en el “geosinclinal mexicano”, limitado por la “plataforma de Aldama” y la “isla de la plataforma de Coahuila”. El área de estudio no presenta afloramientos de rocas posteriores al límite Cretáceo-Terciario.

Historia geológica de la zona de estudio

Las rocas cretácicas al sur y al este del área de estudio revelan una etapa marina de caliza y lutitas (Cetnal-INEGI, 1976), en tanto que la presencia de un “pre-flysch”⁴ en el Cretáceo Superior, indica el inicio de la regresión marina que afecta toda la región. Un confinamiento del medio se produce después de la orogénesis Laramide (Eoceno Antiguo y Medio) por los movimientos horizontales y los derrames volcánicos. Se forma una cuenca endorreica, en la que se acumulan, hasta el Mioceno, sedimentos fluviolacustres y corrientes de basalto, de

andesitas y emisiones de riolitas. Durante el Plioceno, el movimiento de varias capas hacia el este originan la falla conocida como Cerro Bola, y con ello se delimita entonces un graben o relleno. Posteriormente, la erosión diferencial pone de relieve las partes más resistentes, lechos de conglomerados y rocas volcánicas, que van a formar los puntos elevados del paisaje que culminan en los puntos bajos creados por la actividad tectónica (Tabla 8).

Estructuras geológicas

La mayor parte de los afloramientos está constituido por depósitos cuaternarios que recubren, bajo una franja más o menos gruesa, una muy importante serie terciaria que aparece en relieve, en lo que se refiere a los puntos más resistentes a la erosión, o bien en el corte de los arroyos⁵, en lo que se refiere a los puntos más sensibles a la erosión.

El buzamiento general de esta serie está orientado hacia el este, aun cuando localmente surge una estructura anticlinal (Cerro Amarillo). Esta formación merece el calificativo de vulcano-sedimentaria, en la medida en que se alternan rocas volcánicas, conglomerados, asperones, lutitas y margas, sin poder establecer con facilidad continuidades espaciales por capas. La falla de Cerro Bola, que bordea la cuenca de hundimiento tiene una orientación sur-norte.

⁴ Flysch: Formación sedimentaria terrígena, compuesta por un apilamiento de turbiditas similares a los depósitos actuales de los deltas submarinos profundos.

⁵ Arroyo: Término local que describe un río de curso (flujo) intermitente.

Tabla 8

Estratigrafía, facies y polos geoquímicos de los afloramientos de la zona de estudio (modificado y completado de Bartolino, 1988).

Estratigrafía	Formación (espesor máximo)	Facies	Polos geoquímicos
Cuaternario	Depósitos eólicos (20 m)	Arenas yesosas Arenas volcánicas	Disolución del CaSO_4 Hidrólisis de los minerales silicatados
	Pie de montes y aluviones de cuencas (20 m)	Silts con arcillas Arenas	Disolución de CaSO_4 , CaCO_3 Hidrólisis de los minerales silicatados
Transición Terciario-Cuaternario	Formación de Mohovano (30 m)	Basaltos, gravas, arenas.	Hidrólisis de los minerales silicatados
Terciario	Formación de las Quiotentas (1 km)	Arenisca, lutitas y marnas	Disolución NaCl , CaSO_4 , CaCO_3 Hidrólisis de los minerales silicatados
		Conglomerados con matriz calcárea	Disolución CaCO_3 , Hidrólisis de los minerales silicatados
		Basaltos, andesitas, riolitas	Hidrólisis de los minerales silicatados
Límite Terciario-Cretácico	Lechos de La Soledad (120 m)	Cuarsitas, areniscas, silts, arkosas	Hidrólisis de los minerales silicatados

Polos geoquímicos⁶

Proviene de la disolución de carbonatos, de yeso y de halita, presentes durante el Terciario en un medio confinado. La hidrólisis de los minerales silicatados afecta las facies volcánicas o los conglomerados. Debido a la discontinuidad de los afloramientos, vinculada

con el contexto vulcano-sedimentario, los polos geoquímicos se diferencian poco en función de las formaciones. Cabe señalar que la fuente primaria de yeso y de cloruro de sodio se sitúa muy probablemente en la formación de Quiotentas, aun cuando se hayan reconocido mucho más al norte, evaporitas del

⁶ Los polos geoquímicos son definidos, para las aguas naturales, por el agrupamiento de ciertas etapas de mineralización en función de una causa genética. Se habla entonces de polo de superficie o de polo carbonatado cálcico.

periodo Pérmico, mediante sondeo profundo en la parte este del desierto de Chihuahua (Lefond, 1969).

Conclusión

La Reserva de la Biosfera de Mapimí tiene como sustrato subyacente una importante serie terciaria volcano-sedimentaria que contiene evaporitas. Esto representa una diferencia esencial de contexto geológico con el Sahel, en donde sobre un basamento Precámbrico (magmáticos, grauwackas, esquistos arcillosos e intrusiones volcánicas) y en una serie primaria (cuarcitas, arcillitas, arcosas, esquistos), descansa sobre el Continental Terminal (arcillas ferrosas, de arenas finas, de asperones).

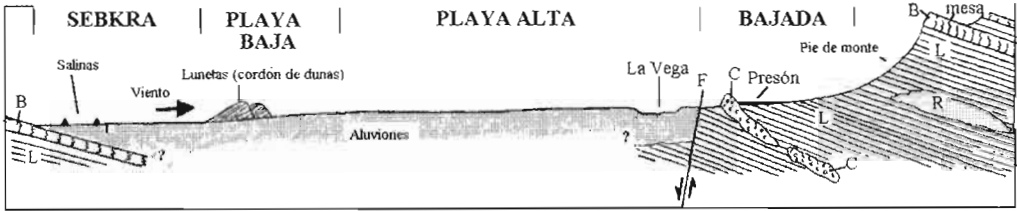
Geomorfología

Con el fin de describir de la manera más simple el medio, desde el punto de vista geomorfológico se adopta la noción de toposecuencia⁷ (Figura 7). Los puntos altos de la toposecuencia están formados por relieves volcánicos; se habla de mesa cuando el aspecto horizontal de las capas es el que prevalece. El buzamiento generalizado de las capas hacia el este provoca que las vertientes occidentales sean generalmente más abruptas. En esas partes altas, cuando la pendiente es superior a 15%, se habla de

relieve. Para pendientes de 3 a 15%, se utiliza el término de pie de monte. De 1 a 3% de pendiente, se trata de bajada (o glacis) y, finalmente, en el caso de pendientes inferiores a 1%, se habla de playa. Debido a que la pendiente influye en la disponibilidad de agua, la susceptibilidad a la erosión, a la acumulación de sales, o por el contrario a la lixiviación a escala del paisaje, permiten distinguir unidades geomorfológicas a lo largo de la toposecuencia con cierta homogeneidad desde el punto de vista de los suelos y de los mosaicos vegetales⁸. El vocabulario geomorfológico presenta la ventaja de ser retomado por las diferentes disciplinas de las ciencias naturales. En el marco de este estudio, resulta más fácil dividir la zona plana en playa baja y playa alta. La primera corresponde a la zona de sumergimiento temporal del manto freático, con pendientes ente 0.1 y 1% (situación geográfica: cercanías del fondo de laguna y de la desembocadura del cauce principal); la playa alta: zona de estancamiento temporal de agua de escurrimiento, con pendientes medias similares a la playa baja (0.1 a 1%) (Demangeot, 1981; Shaw *et al.*, 1989) (Figura 7). La sebkra lleva en México el nombre de laguna. Se utiliza para designar el punto bajo de la toposecuencia, en donde se acumulan las aguas (fondo de laguna).

⁷ Serie de elementos organizados en función de la altitud; para el edafólogo, serie de tipos de suelos; para el ecólogo, serie de mosaicos vegetales; para el geomorfológico, serie de elementos del paisaje.

⁸ Siempre y cuando el sustrato siga siendo el mismo.



B: basalto, L: lutita, C: conglomerado, F: falla de Cerro Bola, R: rielito.

Figura 7. Esquema que ilustra las unidades geomorfológicas utilizadas, así como su situación geológica.

Hidrología

Más de la mitad de la Reserva forma parte de la cuenca hidrológica de la laguna⁹ de Las Palomas. Este lago temporal, de 38.8 km² de extensión, es alimentado esencialmente por un arroyo, La Vega, de dirección clara nortesur. Se estima que la superficie de la cuenca cercana a la laguna mide 8484 km², y aunque La Vega es la continuación de otro arroyo¹⁰, La India, drena una cuenca lejana que mide 11 146 km². El llenado de la laguna es episódico. En 1991 se observaron alturas del nivel del agua del orden de 1 m. Las fotografías aéreas de 1971 revelan una situación similar a la de 1991 y se observa, en 1959, una profundidad del orden de los 4 m. Esto permite suponer que, con base en los totales anuales de las precipitaciones, el llenado se produce a partir de una altura anual de cerca de 370 mm, lo que representaría una frecuencia de llenado de uno de cada cinco años.

La hidrometría de la Reserva no es tan conocida ya que no se dispone de

mediciones de los caudales de los principales arroyos, La India y La Vega. Debemos señalar que la experimentación en estas zonas de relieves poco marcados y de flujo escaso, resulta compleja (Drake y Bryant, 1994). La cuenca de la laguna Las Palomas representa en el mapa a escala 1:250 000, una superficie de 19 630 km². Sin embargo, debido a que las lluvias varían a escala de 1 kilómetro, la cuenca tan sólo funciona en su totalidad durante eventos pluviales ocurridos en grandes extensiones que son excepcionales (frentes). Además, los arroyos no tienen siempre lechos bien definidos, por ejemplo: La India termina en una planicie de inundación que debe llenarse antes de verterse en La Vega. En este caso, la cuenca depende de la intensidad de la lluvia. De manera empírica sabemos que varios días de lluvias generalizadas son necesarios para que La Vega fluya. De igual manera, debido a las importantes evaporaciones, a menudo los flujos no alcanzan los puntos bajos de las cuencas. Finalmente, la

⁹ El término laguna, es utilizado para designar los lagos temporales que se encuentran en los puntos más bajos de las cuencas endorreicas. El equivalente norteamericano es *lagoo*, en tanto que *lagune*, en francés, es generalmente reservado para los cuerpos de agua costeros.

¹⁰ En México, el término arroyo designa los ríos temporales.

importante superficie (38.8 km²) y las escasas pendientes de los márgenes de la laguna Las Palomas no permiten obtener datos precisos en relación con los volúmenes indispensables para un balance hídrico del arroyo.

Dado que en la cuenca vertiente de la laguna Las Palomas se cuenta con escasas mediciones hidrométricas cercanas al laboratorio, diversas cuencas pequeñas y parcelas experimentales fueron objeto de mediciones durante la temporada de lluvias de 1987 a 1992 (Delhoume, 1992c, 1995; Asseline, 1992). El conjunto de estas mediciones, resumidas en la tabla siguiente, describe un escurrimiento constante de la parte alta a la parte baja de las vertientes; no obstante, no debemos olvidar que las mediciones fueron realizadas a escala de parcelas cerradas y no describen la organización del escurrimiento global (Tabla 9). Por ejemplo, en la cuenca de El

General, de una superficie de 11.5 km² tan sólo 3% de las precipitaciones llegan al presón de la parte baja de la cuenca (Delhoume, 1997). Este déficit de escurrimiento entre las escalas puntuales y globales se debe probablemente a la organización espacial de los mosaicos de vegetación con posibilidades de captar agua (cf. p. 43) (Tarin, 1992; Reyes Gómez, 1996).

Es importante resaltar la importancia de esta graduación en el escurrimiento, que se incrementa en el caso de las pendientes escasas para todos los parámetros que analizaremos posteriormente, organizaciones superficiales, vegetación y salinidad.

Para la playa, debido a las pendientes escasas, los seguimientos de parcelas presentan grandes dificultades. Sin embargo, mediciones de mini simulaciones efectuadas por Reyes Gómez (1995) indican coeficientes elevados de escurrimiento siempre superiores a 50%.

Tabla 9

Coeficientes de escurrimiento obtenidos en parcelas y microcuencas experimentales, de las mediciones durante 1987-1989 (Viramontes-Pereida, 1992)

Unidades morfológicas	% de escurrimiento
Relieve	1.5
Pie de monte	21.4
Bajada superior	21.7
Bajada inferior	43.1

Vegetación

La vegetación de las zonas endorreicas del norte de México presenta un gran número de características comunes en los medios

naturales áridos y desérticos del mundo, pero algunas son específicas del medio estudiado (Demangeot, 1981; Gould y Shaw, 1992; Rzedowski, 1994). En la Tabla

10 se presenta una síntesis global de la distribución de especies en la zona de Reserva, tomada del estudio de Montaña (1988). En el Anexo 2 se muestra una lista de las especies vegetales reportadas en todo el libro, incluyendo los binomios latinos, autores y algunos cambios relacionados a la nomenclatura, por lo que por facilidad de lectura, dentro del texto se emplearán solamente los nombres comunes y los binomios latinos.

Las principales especies vegetales de la Reserva

La lista florística provisional de la Reserva incluye 313 términos, entre los que destacan las siguientes familias: *Gramineae* (62

especies), *Compositae* (38 especies) y *Cactaceae* (30 especies) (Ruiz de Esparza, 1988). Las especies dominantes se organizan en función de las unidades geomorfológicas (ver Tabla 10). En México se distingue el matorral, en el cual dominan los arbustos (formación abierta), con ocasionalmente la presencia de árboles y el pastizal, en el que el estrato herbáceo es dominante. Estas dos denominaciones sustituyen el término de estepa¹¹. Los siguientes cuatro estratos se mantienen bien diferenciados: muscináceo, herbáceo, arbustivo y arbóreo. Como está indicado en la Tabla 10, las especies vegetales se distribuyen principalmente en función de los términos de la toposecuencia.

Tabla 10
Distribución de las especies dominantes por unidad geomorfológica en la Reserva

Unidades geomorfológicas	Mesa	Relieve	Pie de monte	Bajada	Playa	Duna
Especies dominantes						
<i>Prosopis glandulosa</i>			+	++	++	+
<i>Larrea tridentata</i>	++	+	++	++	+	++
<i>Hilaria mutica</i> *				++	++	+
<i>Fouquieria splendens</i>	+++	+++	+++	+		+
<i>Acacia constricta</i>			+			+++
<i>Flourensia cernua</i>			+	++		+++
<i>Cordia parvifolia</i>			+++	++		+
<i>Atriplex acanthocarpa</i>				+	+++	
<i>Acacia greggii</i>						+++
<i>Opuntia rastrera</i>	+++			++		++
<i>Dalea scoparia</i>						+++
<i>Yucca elata</i>						+++

+ poco frecuente, ++ frecuente, +++ muy frecuente.

*El nombre científico actualizado es *Pleuraphis mutica* Buckley (Arévalo García, 2002); en esta obra seguiremos adoptando el antiguo nombre.

¹¹ Estepa: formación discontinua de vegetales xerófilos, a menudo herbáceos, de las regiones tropicales y de clima continental semiárido.

La contracción de la vegetación

En la playa y la bajada, la vegetación está generalmente agrupada y separada por zonas de suelo desnudo. En el interior de esos “islotos” de formas y superficies muy diversas, se presenta una organización vegetal cuya descripción y funcionamiento ya fueron estudiados por diversos autores. La organización espacial de la vegetación tiene generalmente una directriz de distribución en el paisaje, que permite un aprovechamiento más eficaz del agua, reflejado en la interface suelo-vegetación (zona de escurrimiento-infiltración). Diversas formas de organización vegetal fueron señaladas por Delhoume (1988, 1995); Delhoume *et al.* (1992b), Mauchamp y Janeau (1993) y Montaña (1988), entre las que destacan el matorral atigrado o mogotes¹², las formaciones poligonales y la zona de matas.

La vegetación atigrada (mogotes)

A escala de 100 m, los mogotes (o matorral atigrado) son ya bien conocidos debido a que han sido estudiados por un gran número de autores, desde el punto de vista de la vegetación (Mauchamp y Janeau, 1993), como desde el punto de vista de la hidrodinámica (Cornet *et al.*, 1992; Tarin, 1992) y del suelo (Delhoume, 1992b). Se trata de bandas de vegetación, perpendiculares a la pendiente, ubicadas en la bajada. Estas bandas se

alternan con bandas de suelos desnudos, o peladero, que les sirven de impluvio¹³. Una organización interna de la vegetación proviene de la distribución desigual del agua en la banda. El mezquite desempeña en este caso una función crucial¹⁴, al lado de *Hilaria mutica* y *Flourensia cernua*. El matorral atigrado es también conocido en África y en Australia bajo climas similares, aun cuando los arcos de vegetación de la Reserva desconciertan por su tamaño más reducido (Leprun, 1989).

Las organizaciones poligonales

En ciertas zonas de la playa se distinguen, en las fotografías aéreas, franjas de vegetación que constituyen polígonos (Delhoume, 1988). Se trata de franjas monoespecíficas de arbustos de *Suaeda nigrescens*. Estas alineaciones, con un promedio de 20 m de largo, se desarrollan en un yermosuelo yesoso, sobre aluviones arcillosos, halomorfos, con fases vérticas que detallaremos en el Capítulo 4. En la zona de franjas de vegetación se distingue una depresión que, de acuerdo con Delhoume (1988), representa zonas privilegiadas de concentración y acumulación de agua de lluvia. La formación de los polígonos se atribuye, por una parte, a los fenómenos de retiro y alternancias de depósitos así como a disoluciones de yeso y de sales y, por otra, a las variaciones

¹² Término local de referencia a la formación de este tipo de vegetación.

¹³ Zona sin cubierta vegetal considerada como una zona de captación de agua de lluvia.

¹⁴ Sin embargo, se han encontrado “mogotes” sin arbustos en la playa de Laguna de la Leche, en el norte de la Reserva. Este hecho demuestra que la organización de la vegetación en bandas no es exclusiva de la bajada y que los arbustos no son indispensables en este tipo de organización.

de volumen de los minerales hidratados durante la desecación (Delhoume, 1988).

Las matas

Son reconocidas como las más pequeñas unidades de contracción de vegetación, *Sporobolus airoides* e *Hilaria mutica* se adaptan particularmente bien a este tipo de formación. Los estudios de Delhoume (1992c, 1995) revelan la importancia dominante en la infiltración de esta concentración de la vegetación. Las mediciones de humedad, realizadas en forma vertical con respecto a las matas de *Hilaria mutica*, indican que el agua de las precipitaciones penetra de manera más profunda por debajo de las matas.

Las principales especies vegetales de playa y sebkra

Cuatro especies vegetales están particularmente representadas en la playa y la sebkra: dos pastos forrajeros, un arbusto halófito y una arbórea muy frecuente en zonas de playa y sebkra.

Sporobolus airoides

Sporobolus airoides (Torr.) Torr. (Zacatón alcalino) es la gramínea perenne predilecta de los bovinos en cría extensiva. Nunca dominante en la bajada, en la que está ocasionalmente presente; constituye a veces en la playa una pradera monoespecífica.

► Ocupa preferentemente las áreas de inundación durante las lluvias fuertes. Su curva de potencial osmótico indica una evolución muy acelerada después de la lluvia. Éste alcanza 70 bares en 30 días (Besnard, 1992). Esta planta halófito se establece en suelos con extracto saturado de conductividad comprendida entre 8 y 32 dS m⁻¹ (González-Barrios, 1986).

Hilaria mutica

Hilaria mutica (Buckl) Benth. (*Tobossa grass*) es una gramínea perenne preferida, en segundo lugar, por los bovinos, debido a que contiene nódulos calcáreos microscópicos capaces de desgastar los dientes de los rumiantes. Su curva de potencial (Besnard, 1992) revela una evolución más lenta después de la lluvia; alcanza 60 bares en 50 días; está presente en la bajada y en la playa; constituye a menudo la parte esencial de la cobertura del suelo.

Sueda nigrescens y *S. suffrutecens*

Sueda nigrescens I.M. Johnst. var. *glabra* I.M. Johnst, es una planta halófito de la familia de las Chenopodiaceae. Este arbusto no es consumido por el ganado; es en ocasiones dominante en la playa; se establece en suelos con extractos de saturación con conductividad de 16 a 64 dS m⁻¹. La especie *suffrutecens* se encuentra en el lecho mayor de La Vega.

Prosopis glandulosa

Prosopis glandulosa Torr. (mezquite) es de la familia de las Leguminosae (Mimosoideae).

Se trata de un arbusto espinoso de tamaño muy diferente en función de sus condiciones de crecimiento. Cerca de los pequeños presones y de los arroyos temporales alcanza frecuentemente varios metros de altura.

► En la región, raramente se usa para postes de alambrado en ranchos¹⁵ y su madera se usa para calentar la vivienda y para la cocina. El ganado consume sus vainas y hojas (Barral, 1988) durante la primavera. Prolifera del pie de monte a la playa y constituye un importante recurso para las aves, los reptiles y los raedores. Sus raíces son reconocidas por su capacidad de buscar agua a grandes profundidades. Además de las gramíneas citadas anteriormente, puede estar asociado a algunos vegetales no consumidos o muy poco consumidos por el ganado: *Flourensia cernua*, *Koeberlinia spinosa*, *Larrea tridentata*, *Acacia greggii*, *Acacia constricta*.

Además de estas cuatro especies principales, por mucho las más frecuentes, existen, aunque en menor grado, otras especies: *Larrea tridentata*, arbusto poco apetitoso desprovisto de espinas, planta perenne, presente incluso en las zonas más áridas. *Atriplex acanthocarpa* y *Atriplex canescens*, que son especies arbustivas forrajeras.

► En cantidades menores se encuentran alrededor de la sebkra, en el fondo y en las cercanías de los bordos temporales dos especies:

Allenrolfea occidentalis, adaptada a un índice de yeso importante y *Sesuvium verrucosum*, ambas adaptadas a salinidades muy elevadas (32 a 128 dS m⁻¹) (González Barrios, 1986). En las dunas yesosas la vegetación es hasta cierto grado específica y está compuesta por *Yuca* sp., *Opuntia* sp., *Haplopappus heterophyllus* y *Larrea tridentata*. Localmente se han descubierto pequeñas cantidades de *Lycium berlandieri* y de *Panicum obtusum*, debido a que se adaptan difícilmente al medio salino. A nivel del estrato muscinal, la asociación de algas con el suelo se encuentra en un gran número de sitios poco salinos en el seno de las zonas desnudas de inmersión temporal y sobre las dunas (algas cianofíceas y crisófitas, principalmente).

Edafología de la Reserva

Un mapa edafológico de la Reserva fue realizado por Breimer (1988), basado en las unidades morfológicas. Posteriormente, los trabajos realizados por Delhoume (1988, 1992b, 1995), Viramontes (1991), Reyes Gómez (1998) y Tarin (1992) enriquecieron los conocimientos relacionados con los suelos de la Reserva. Por otra parte, González-Barrios (1986, 1992) efectuó estudios específicamente relacionados con la playa.

► Cabe señalar que estos autores se refieren a clasificaciones diversas, cuyos términos registraron cambios significativos en el tiempo. La utilización de las unidades pedológicas del mapa mundial de

¹⁵ En México, rancho (*ranch* en inglés de Norteamérica) designa una explotación agrícola de ganadería extensiva. En el desierto chihuahuense se trata generalmente de unidades de producción de más de 20 000 ha (200 km²).

suelos FAO-UNESCO, de 1970 y 1988, es la más difundida, con adiciones ocasionales de elementos de la clasificación francesa (CFS, de 1990), así como de la clasificación americana (*Soil Survey, S Staff*, 1994). En lo que se refiere a las correspondencias y evoluciones de las diferentes nomenclaturas, habrá de referirse al Anexo 4 de esta publicación.

Los tipos de suelos de la Reserva se diferencian esencialmente por el tipo de material en el que se desarrollan y por el modo de depositarse de dicho material (Delhoume, 1988). Esta observación permite prácticamente asociar a cada elemento de la geomorfología a un tipo de suelo, de donde se desprende el término *toposecuencia representativa* utilizada en este trabajo. Sin embargo, de manera general los suelos revelan ciertas características zonales. Se trata, en todos los casos, de suelos poco evolucionados. Los contenidos de materia orgánica son de escasos a muy escasos (entre 2 y 0.1%) y tienden a disminuir de la superficie hacia la profundidad. El yeso está frecuentemente presente en todos los suelos en los cuales se encuentra (entre 4.8 y 69%). Asimismo, la calcita está siempre presente (entre 5.2 y 36.7%). Debido a la presencia

constante de calcita, los valores del pH_{agua} se mantienen en torno a 8.2.

- En las zonas de relieve y de pie de monte, los Litosoles¹⁶ están situados sobre rocas duras y los Regosoles¹⁷ se desarrollan en los coluviones de pendientes. La salinidad es muy baja y los extractos de pastas saturadas presentan conductividades eléctricas (CE_e) muy inferiores a 1 dS m⁻¹. Estos suelos contienen una fuerte proporción de elementos gruesos.

► Los Litosoles desaparecieron de la clasificación FAO (ver Anexo 2) y han sido parcialmente sustituidos por los Leptosoles.

- En la bajada y la playa los Yermosoles¹⁸ dominan. Se distinguen por la presencia de un horizonte en superficie, duro y macizo en estado seco (ócrico).

► Los Yermosoles desaparecieron de la clasificación FAO (ver Anexo 2) y son parcialmente sustituidos por la denominación Gypsisoles (yermosoles yesosos). Sin embargo, el término es utilizado por todos los autores que han trabajado en la zona.

¹⁶ Litosol. Para la FAO de 1970: suelo limitado en profundidad por una capa coherente, dura y continua a menos de 10 cm de profundidad. Para la CFS de 1990: suelo mineral bruto de los desiertos calientes.

¹⁷ Regosol. Para la FAO de 1970: suelo formado sobre materiales no consolidados, con excepción de los depósitos aluviales recientes, y que no contiene horizontes diagnosticados fuera de un horizonte ócrico. Para la CFS de 1990: suelo mineral bruto, no climático, de erosión sobre roca blanda, loess, o arenas procedentes de dunas.

¹⁸ De yermo (castellano): desierto. Un Yermosol se diagnostica debido a la presencia del horizonte ócrico y de un horizonte B cámbrico, arcilloso, cálcico o yesoso (FAO, 1970).

- En la bajada, la salinidad es más fuerte ($CE_s \sim 1 \text{ dS m}^{-1}$). Una diferenciación local de los suelos se produce en las zonas en donde los flujos superficiales se ven alterados y atrapados en sus recorridos. Se forman Argids¹⁹ y la fracción arcillosa está esencialmente conformada por esmectitas. El horizonte de arcilla resulta de la transformación de la arcilla preexistente de la roca madre en arcilla de tipo montmorilonita (Delhoume, 1995).
- En la playa la salinidad es mucho más elevada ($CE_s > 2.5 \text{ dS m}^{-1}$). Las fracciones finas dominan, pero los suelos conservan siempre una fuerte proporción de limos, con excepción de los que se desarrollan en arenas eólicas. En función del modo de depósito y de la salinidad, se describen como:

► El término Vertisol es retomado en las tres principales clasificaciones y corresponde a suelos arcillosos que presentan importantes fenómenos de contracción-expansión (propiedades vérticas), observado por la presencia de una importante red de fisuras, hasta profundidades que varían en función de la clasificación seleccionada.

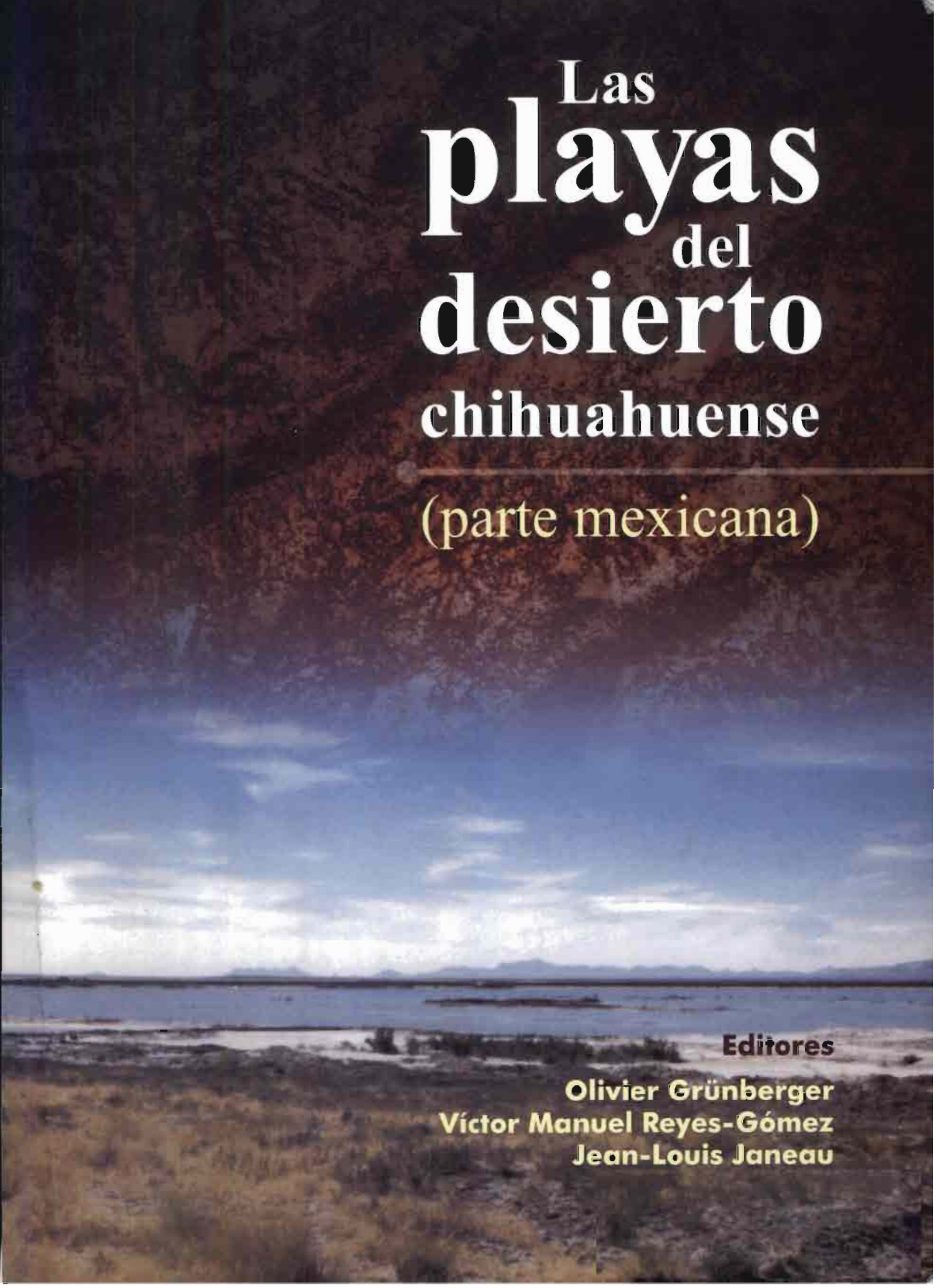
Solonchaks, cuando existe un manto salino de escasa profundidad.

Para la FAO, 1989, son suelos que presentan, en determinado momento del año, una conductividad eléctrica superior a un cierto valor: 15 dS m^{-1} , si $\text{pH} < 8.5$; 8 dS m^{-1} si el $\text{pH} > 8.5$.

El término similar de Solontchak es utilizado por la clasificación CRF de 1970, con un sentido ligeramente diferente.

Vertisoles crómicos, en las planicies de flujo.

¹⁹ Suborden de los Aridisoles que presentan un horizonte arcilloso o nátrico (este último con una CIC de más de 15%). Los grandes grupos que pertenecen a este suborden son los *durargids*, *haplargids*, *nadurargids*, *natrargids* y *paleargids* (USDA, 1998). Este término es utilizado por Delhoume, 1995.



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