

El montículo: ejemplo de una interacción entre los estados de superficie, la fauna y *Prosopis glandulosa*

***Janeau J.-L., Aragón-Piña E.,
Reyes-Gómez V. M. y García-Arévalo A.***

Introducción

El montículo es un elemento importante del ecosistema que sobresale enormemente del marco de contracción en manchón, debido a que es frecuentemente encontrado en los pastizales. Este trabajo tiene como meta la definición de las interacciones entre este elemento de superficie de este ecosistema y la fauna micromamífera y de algunos artrópodos. Se complementa con el estudio de las características hidrodinámicas del arbusto que genera el montículo.

Metodología

- Se seleccionaron dos transectos de 500 metros de largo donde se registraron los cambios del aspecto morfofisiológico del medio, los estados de superficie del suelo (la superficie del suelo, la vegetación y las reorganizaciones superficiales) y la actividad de la fauna (roedores). El primer transecto fue seleccionado perpendicularmente, en sentido de la pendiente más importante del paisaje, y el segundo paralelamente, con el fin de observar la eventual incidencia del escurrimiento de agua sobre este ecosistema, a esta escala de estudio. Las reorganizaciones superficiales fueron definidas de manera visual según la tipología de Casenave y Valentin (1989). Su distribución espacial fue definida en función de los elementos encontrados que son: la mancha propiamente dicha, el contacto mancha-zona desnuda, la zona desnuda y el montículo. En lo que respecta

a los micromamíferos, su presencia se determinó por dos tipos de medios. Los directos, que consistieron en la identificación de las especies por captura, utilizando las trampas convencionales (tipo Sherman, Tomahawk y Cepos), y los indirectos, que fue la identificación de excrementos, huellas y tipo de montículo, madriguera o morada. Estos últimos elementos son identificados sobre los transectos en función de las características de los hoyos de entrada a las cámaras de la madriguera (talla, pendiente y forma), excrementos (talla y forma) y huellas. La actividad fue determinada por la ausencia de tela de araña, la presencia de huellas y de excrementos frescos y la acción de raspadura y pisoteo del suelo. La talla de las madrigueras fue definida en tres categorías (pequeña, mediana y grande), con base en una decena de muestras tomadas al azar, de cada categoría, en el área de estudio.

- Una madriguera activa de rata canguro, correspondiendo a un montículo de talla media, fue abierta para definir su arquitectura (forma, talla, tipo de orificios, niveles y profundidad) y su composición (materiales vegetales transportados y depositados).
- Finalmente, una simulación de lluvia fue usada para estudiar las modalidades de captación por un arbusto de *Prosopis glandulosa*. Una parcela de 1 m² fue

dispuesta alrededor de un tronco de *Prosopis glandulosa*. La superficie del suelo de la parcela fue cubierta por cemento. Alrededor del tronco se instaló un tubo colector de agua. Los flujos de agua, tanto de la parcela como del tubo proveniente del tronco, fueron seguidos de manera simultánea. Cuatro simulaciones fueron hechas sobre el mismo arbusto: a) arbusto completo con una intensidad de 41,28 mm h⁻¹ durante 15 minutos, b) de 28 mm h⁻¹ durante 45 minutos, c) arbusto sin hojas con una intensidad de 14.16 mm h⁻¹ durante 45 minutos y d) arbusto sin ramas (sólo persiste el tronco) con una intensidad de lluvia de 44.16 mm h⁻¹ durante 15 minutos. Enseguida, las hojas y las ramas fueron cuantificadas midiendo sus dimensiones para evaluar las superficies y volúmenes.

Resultados

Superficie relativa de los montículos

Las superficies relativas encontradas en los dos transectos fueron coherentes con las informaciones deliberadas en el estudio de los estados de superficie realizadas precedentemente (Capítulo 4). La evaluación del porcentaje de superficie cubierta por los montículos y las manchas fueron ligeramente superiores a las evaluaciones precedentes (Tabla 36).

Tabla 36
Porcentaje de ocupación de los estados de superficie encontrados

Estados de superficie	Transecto núm. 1	Transecto núm. 2	Media
Montículos	6.74	3.80	5.27
Manchas de vegetación	39.02	40.38	39.70
Decantación (DEC)	36.12	24.58	30.35
Decantación con bioderma	3.28	10.16	6.72
Erosión	12.90	13.58	13.24
Estructural con fisuras	1.94	7.50	4.72

Relaciones del estado de superficie/ montículo con los otros parámetros

El análisis de componentes principales del ecosistema permite observar los parámetros en cada elemento del ecosistema, Figura 76. Los principales parámetros fueron: presencia de organismo capturado u observado (roedor, lagomorfo, arácnido o insecto), el diámetro del montículo o de la mancha,

orientación y número de entradas en la madriguera para el caso de los roedores, tipo de organización del estado de superficie, especie vegetal asociada a la madriguera o a la mancha, tamaño de los arbustos de *Prosopis glandulosa* asociados a montículos. Los dos primeros ejes reagrupan 26.85% de la varianza.

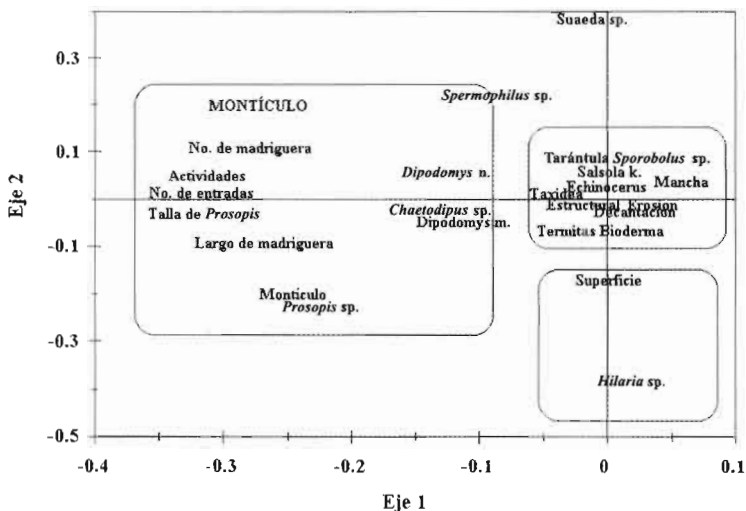


Figura 76. Ejemplo de resultados del análisis de componentes principales de datos colectados en los dos transectos. Espacios de variables según los dos ejes mayores de la nube de puntos.

A partir de este análisis de componentes principales, se observó que en la intersección de los ejes están reagrupados los parámetros de las costras de superficie demostrando una aproximación de la zona desnuda (erosión) y la acumulación del agua de escurrimiento al pie del montículo (costras de decantación). El montículo es puesto en evidencia notablemente por los parámetros de cobertura del mezquite (*Prosopis* sp.).

La fauna de los montículos

Lo esencial de la fauna que constituye los micromamíferos es dependiente de la localización de las madrigueras y de los montículos, lo que había que probar por el estudio de la organización espacial de las madrigueras. La organización al interior del

hábitat del montículo es presentada por la descripción de un corte.

Las especies y su distribución espacial

Las especies encontradas directamente o indirectamente son:

cuatro roedores, *Dipodomys nelsoni* y *Dipodomys merriami* (ratas canguro), *Chaetodipus penicillatus* (ratón pequeño), *Spermophilus spilosoma* (ardilla terrestre); **un lagomorfo**, *Lepus californicus* (liebre); **un carnívoro**, *Taxidea taxus*; **un arácnido** (tarántula); **un nido de isópteros** (termitas).

El transecto núm. 1 posee 13 montículos con 18 madrigueras de roedores y el transecto núm. 2, 6 montículos con 8 madrigueras. La mancha de vegetación tiene una madriguera (Tabla 37).

Tabla 37
Especies encontradas en función de su área de distribución

Número de madrigueras por zona Número de transecto	Peladero	Mancha	Montículo	
	1 y 2	1 y 2	1	2
Especies				
Roedores				
<i>Dipodomys nelsoni</i>			5	1
<i>Dipodomys merriami</i>			7	2
<i>Chaetodipus penicillatus</i>			4	5
<i>Spermophilus spilosoma</i>			1	
Liebre				
<i>Lepus californicus</i>		1		
Carnívoro				
<i>Taxidea taxus</i>		1	1	
Otros				
Arácnido	1			
Termitas			1	
Total	1	2	19	8

Observando la fauna en los diferentes transectos se encontró que: los roedores se encuentran fuertemente asociados a los montículos, la talla de las madrigueras de los roedores está perfectamente adaptada a la talla del montículo. Los lagomorfos y los carnívoros están asociados a las manchas, es ahí donde se encuentran sus guaridas. Las termitas han adoptado el montículo y los arácnidos la zona de peladero.

Los roedores están fuertemente asociados a las formaciones tipo montículo, dado que las especies más comunes de la zona son principalmente granívoras y consumen preferentemente los granos de mezquite y los pequeños granos de herbáceas de las manchas. Sabemos que la distribución espacial de los roedores de la Reserva de la Biosfera de Mapimí está dada principalmente por el régimen alimentario y la talla del animal, sin olvidar otros factores del medio pero de menos importancia que son: tipo de suelo, heterogeneidad del medio, complejidad de la fisonomía vegetal, producción primaria, competencia y comportamiento interespecífico.

Los otros elementos de la fauna tienen regímenes alimentarios diferentes: los lagomorfos son herbívoros. Según los invertebrados observados, los insectos, termitas y saltamontes son fitófagos; las hormigas y los arácnidos omnívoros (Rivera y Viggers, 1991).

En el marco de nuestra zona de estudio, se pudo observar también, en un número mucho menor, otros roedores: una rata

nopalera, *Neotoma albigula*; dos pequeños roedores *Perognathus flavus* y *Peromyscus eremicus* (Capítulo 5), y numerosos invertebrados dentro de las manchas de vegetación: diplópodos, ortópteros y gasterópodos.

Descripción de una madriguera

Se abrió una madriguera de talla mediana correspondiendo a una *Dipodomys nelsoni*, el roedor con mayor impacto en la zona de estudio. Las dimensiones fueron las siguientes (longitud, ancho y profundidad): 3.85 m x 2.40 m x 1.15 m, con 17 orificios externos y 3 niveles internos (Figura 77). Se observó que las ramas del mezquite son un soporte ideal para su elaboración, creando un micromedio particular con una temperatura ambiente interna decreciente en función de la profundidad, de 42°C a 30 cm del suelo hasta 35°C a la entrada de las galerías y 27°C en las cámaras más profundas y ramificadas. La utilización de las galerías puede ser diferente, se observan cámaras de alimentación y galerías de seguridad (evacuación de urgencia en caso de peligro). La rata canguro es granívora según lo constatan para ambientes de playa Grenot y Serrano, 1982. La rata acumula preferentemente semillas de mezquite, así como granos de chamizo (*Atriplex canescens*) y de algunas gramíneas (sabaneta: *Hilaria mutica* y pajón: *Sporobolus airoides*). Estos productos de colecta le sirven de alimento y de material de nidificación. También se observó una separación del material acumulado (galerías

de granos, de vainas y de gramíneas); y dentro de la galería más profunda con 15 cm de diámetro eran acumuladas ramas de paja

indicando que eran utilizadas con fines de reposo y de refugio.

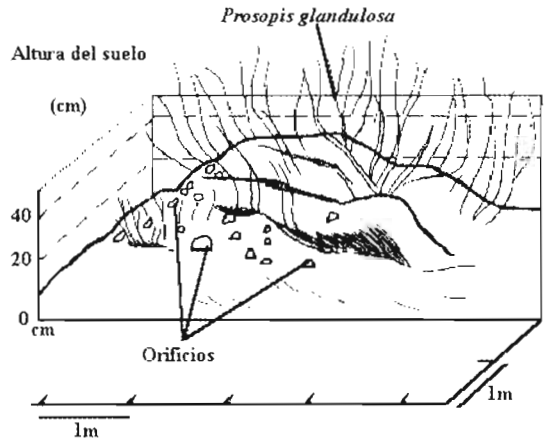
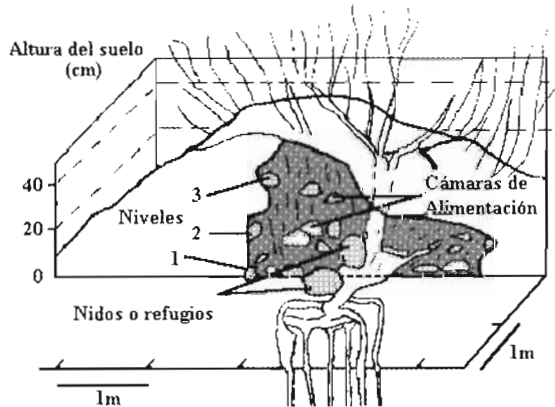


Figura 77. Aspecto externo e interno de una madriguera de rata canguro (*Dipodomys nelsoni*), la más importante en la zona.



Incidencia de madrigueras sobre el montículo

La media de la superficie cubierta por los orificios de las madrigueras de roedores sobre los montículos es diferente en los dos transectos (TR1= 47% y TR2 = 31%; Mann-Whitney : U=15, Z=-2.14, P=0.03), mientras que para las manchas, sólo un sitio de carnívoros fue observado. La actividad de

madrigueras muestra que existe una dinámica proporcional similar en los dos transectos (2.2 a 1.8, respectivamente), para esto se tomó en cuenta el número de madrigueras y el de orificios (entradas) presentes en los transectos paralelos situados en sentido del escurrimiento (TR2), ya que fue mínimo (U=5.4, Z=-0.41, P=0.68), Tabla 38.

Tabla 38

Porcentaje de la superficie cubierta por los orificios (entradas) en los montículos y de las manchas para las madrigueras activas por especies

Madrigueras Número de transecto	Orificios		Actividad	
	1	2	1	2
Especies				
Montículos	% de superficie		(número de individuos)	
<i>Dipodomys nelsoni</i>	50.0	25.0	3	1
<i>Dipodomys merriami</i>	47.5	37.5	3	1
<i>Chaetodipus penicillatus</i>	50.0	30.0	3	4
<i>Spermophilus spilosoma</i>	25.0		1	
Manchas de vegetación				
<i>Taxidea taxus</i>	50.0	10.0	1	1

Tabla 39

Clasificación de las madrigueras por clase de tallas en relación con las especies concernientes y la importancia del montículo

Clase de tallas de madrigueras	Alturas del montículo (m)	Longitudes del montículo (m)	Anchos del montículo (m)	Especies concernientes (nombre científico)
Pequeñas (n=12)				
Media	0.14	2.24	1.79	<i>Dipodomys merriami</i>
Desviación	0.01	0.17	0.11	<i>Chaetodipus penicillatus</i>
				<i>Dipodomys nelsoni</i>
				<i>Spermophilus spilosoma</i>
				<i>Taxidea taxus</i>
Medianas (n=12)				
Media	0.25	3.25	2.41	<i>Dipodomys nelsoni</i>
Desviación	1.02	0.19	0,17	<i>Dipodomys merriami</i>
				<i>Chaetodipus penicillatus</i>
Grandes (n=12)				
Media	0.36	4.70	3.86	<i>Dipodomys nelsoni</i>
Desviación	0.02	0.27	0.21	

La clasificación de las madrigueras sobre los montículos demuestra que el roedor es el elemento de la fauna más activo en su elaboración; notablemente las ratas canguro

(*Dipodomys*) que son los animales con más grandes influencias sobre las más grandes madrigueras (en volumen) y el pequeño roedor (*Chaetodipus*) sobre los montículos

de talla pequeña. Esto debido a la relación entre la talla de las madrigueras y la talla del cuerpo del roedor (Tabla 39).

De igual forma, la formación y sobre todo el desarrollo de montículos está en función del número de madrigueras y consecuentemente de la abundancia de especies. De acuerdo a esto, se observa un

número más importante de madrigueras y de montículos en el primer transecto ($U=15.12$, $Z=-1.91$, $P=0.05$; Tabla 40). Existe un modelo de distribución espacial de las madrigueras respondiendo a la necesidad de una adaptación de estos mamíferos al escurrimiento.

Tabla 40
Número de madrigueras según su talla y las especies encontradas sobre los transectos

Transecto	Transecto núm. 1			Transecto núm. 2		
	Pequeño	Medio	Grande	Pequeño	Medio	Grande
Tallas del orificio						
Especies						
Montículo						
<i>Dipodomys nelsoni</i>	1	1	3	0	0	1
<i>Dipodomys merriami</i>	4	2	1	0	2	0
<i>Chaetodipus penicillatus</i>	2	1	1	3	1	1
<i>Spermophilus spilosoma</i>	1			0		
Mancha						
<i>Taxidea taxus</i>	1		0	0		1
Total	9	4	5	3	3	3

Interacción entre el escurrimiento superficial y la situación de las madrigueras

Los orificios de las madrigueras están sobre las pendientes o en la cúspide de los montículos con el fin de evitar la inundación y aprovechar la sombra y la alimentación proporcionada por el vegetal dominante

(generalmente el mezquite *Prosopis glandulosa*). Sin embargo, no hay diferencias en la orientación sobre los dos transectos ($U=54.9$, $Z=-0.46$, $P=0.64$). Las entradas son perpendiculares al eje de la pendiente general del medio y en la mayoría de los casos del lado contrario a la llegada del escurrimiento (IRE), más especialmente del

lado paralelo al oeste del escurrimiento ($U=32.9$, $Z= -3.02$, $P=0.003$) y del lado este ($U=32.9$, $Z=-2.68$, $P=0.007$). De igual forma, se observan numerosas entradas del

lado paralelo este, en el sentido del escurrimiento (PEE), más numerosas que del lado paralelo ($U=31.15$, $Z=-2.17$, $P=0.03$).

Tabla 41
Orientación, en medias, de los porcentajes de los orificios de madrigueras

	Número de madrigueras		Lado derecho (%)		Pendiente abajo (%)		Lado izquierdo (%)		Pendiente arriba (%)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Número de transecto										
Especies										
<i>Dipodomys nelsoni</i>	5	1	60	20	15	80	11		14	
<i>Dipodomys merriami</i>	7	2	21	20	3	50	20		17	
<i>Chaetodipus penicillatus</i>	4	5	25	4	32, 5	56	7,5	20	30	30
<i>Spermophilus spilosoma</i>	1		100							7
<i>Taxidea taxus</i>	1	1	30	20	70	70	10			

Hidrodinámica en los montículos

Como lo habíamos visto en el estudio de las organizaciones superficiales, el área relativa de los montículos no rebasa 6%. Sin embargo, adquiere importancia por las características muy particulares, reveladas en el capítulo precedente. De hecho, después de la simulación efectuada en estado seco inicial del suelo sobre el montículo, a pesar de las fuertes pendientes, son observadas intensidades de infiltración de más de 67 mm h⁻¹. La soltura del montículo, la falta de una organización superficial de los primeros centímetros del suelo protegidos por una cobertura aérea de *Prosopis glandulosa* y el estado del montículo, perforados de parte en parte por la madriguera, nos permite

comprender esas tasas de infiltración tan fuerte en esa zona. Sin embargo, esta simulación fue realizada retirando la cobertura de vegetación arbustiva del montículo. Fue conveniente definir la influencia de esta cobertura sobre el escurrimiento superficial. Las Figuras 78 y 79 muestran el tipo de curvas obtenidas. Después de un tiempo que depende de la intensidad de la lluvia, el agua que fluye a través del tronco se estabiliza según un régimen permanente. Esto permite calcular, para cada evento en régimen permanente, los valores medios de las intensidades absolutas (mm h⁻¹) y relativas (% de lluvia) características.

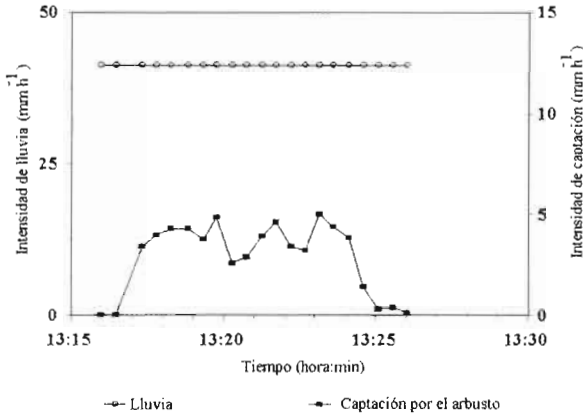
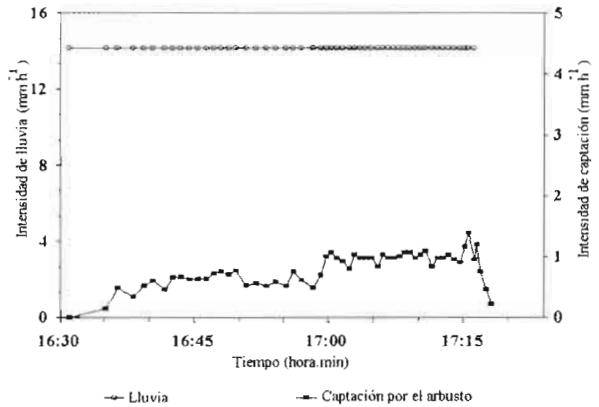


Figura 78. Captación por *Prosopis* de una lluvia de fuerte intensidad.

Figura 79. Captación por *Prosopis* de una lluvia de baja intensidad.



La superficie del canal, alrededor del tronco, es de 0.78% del total de la parcela de 1 m². La influencia del tronco concierne aproximadamente a 4% del escurrimiento de las dos intensidades de lluvia aplicadas. Las ramas producen una cierta concentración del agua que se conduce después al tronco. Las hojas tienen también cierta influencia sobre el escurrimiento en la base del tronco, pues dicho volumen aumenta de 3 a 4% cuando las hojas están presentes. Sin embargo, en régimen estacionario, no más de 10% de la lluvia descende por el tronco. El efecto más

importante es la conducción del agua al exterior de la parcela en forma de escurrimiento. Para intensidades bajas, por rebote sobre el tronco y el cemento, más de 4.3% del agua de lluvia sale de la parcela mientras que el efecto de las hojas es de aumentar esta cantidad hasta en un 18%. Para las fuertes intensidades de lluvia el efecto de conducción de hojas es probablemente contradictorio por la violencia del impacto de las gotas de lluvia, y solo una diferencia de 5% de la lluvia es observada (Tabla 42).

Tabla 42

Resultados sintéticos de los eventos de simulación sobre *Prosopis* sp., considerando las intensidades medias a régimen permanente (en mm h⁻¹ y % de la lluvia aplicada)

Repartición de agua en régimen permanente de simulación de lluvia	Agua del collar del tronco	Agua de la parcela	Lluvia	Lluvia que cae al exterior de la parcela
Pequeñas intensidades (14 mm h⁻¹)				
Sin hojas				
(mm h ⁻¹)	0.56	12.98	14.16	0.611
(% de la lluvia)	(4.0%)	(91.7%)	(100%)	(4.3%)
Arbusto completo				
(mm h ⁻¹)	1.03	9.52	14.16	3.611
(% de la lluvia)	(7.2%)	(67.2%)	(100%)	(22.3%)
Fuertes intensidades (41 mm h⁻¹)				
Sin hojas				
(mm h ⁻¹)	1.03	39.23	44.16	3.90
(% de la lluvia)	(2.3%)	(88.8%)	(100%)	(8.8%)
Arbusto completo				
(mm h ⁻¹)	3.85	32.47	41.28	4.964
(% de la lluvia)	(9.3%)	(78.6%)	(100%)	(12%)

Conclusiones

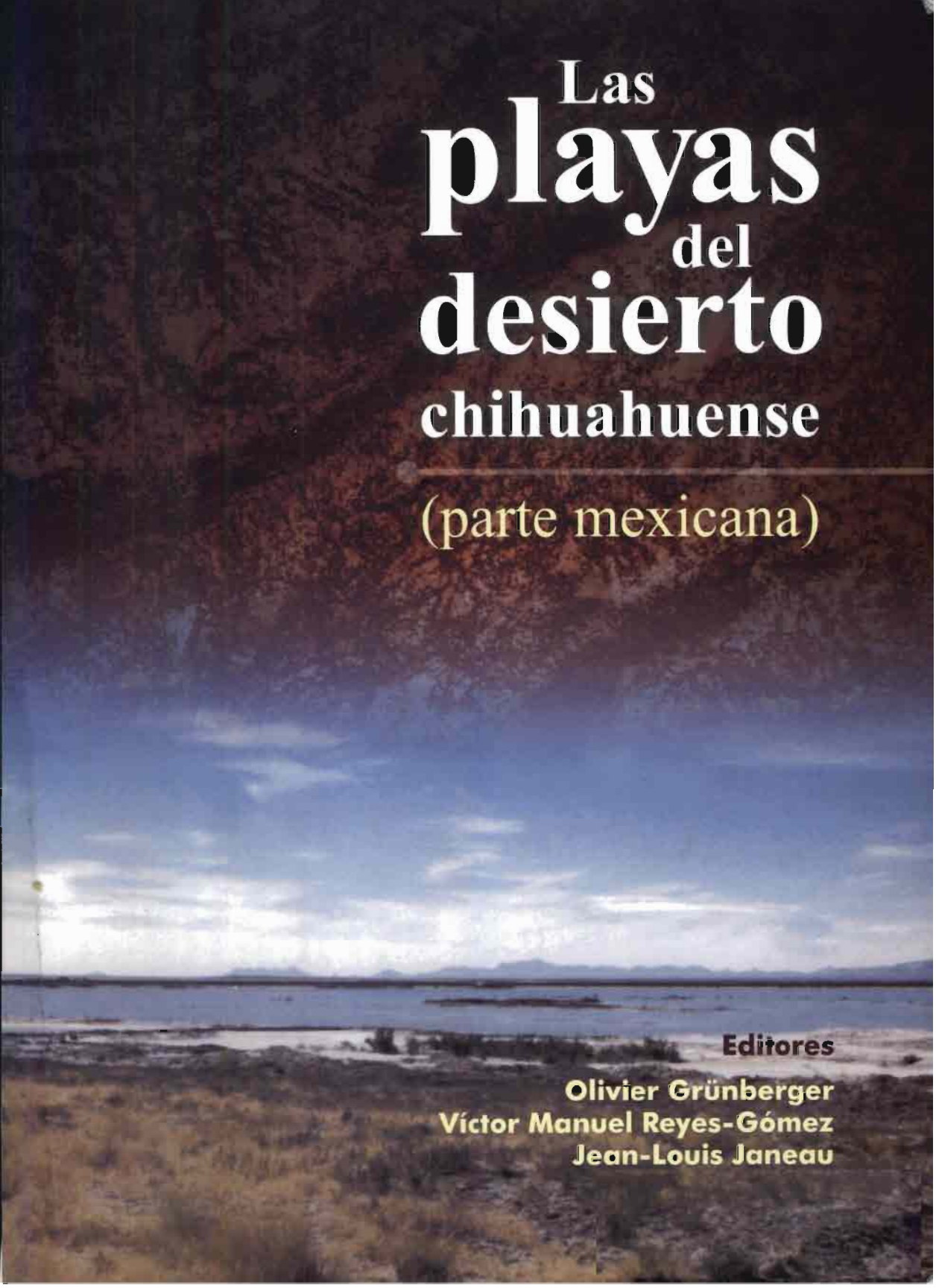
Los mamíferos, y especialmente los roedores, tienen una gran importancia en el mantenimiento de la estructura de la vegetación como fue estudiado ya en otros desiertos (Beardsley, 1992; Brown y Heske, 1990) y en particular en el sistema estudiado: montículo-mancha-peladero. Las diferentes organizaciones espaciales por grupo de mamíferos se deben principalmente a los diferentes regímenes alimentarios y a la talla corporal, como había sido constatado por otros autores, y en menor medida por su posición en la cadena alimentaria y su

comportamiento (Grenot y Serrano, 1982; Mac Mahon, 1976). Las galerías, principalmente de ratas canguro, permiten una infiltración preferencial del agua justo a las raíces más profundas, permitiendo una alimentación hídrica rápida y manteniendo una higrometría ideal para las raíces superiores del arbusto. En contraparte, el roedor se beneficia del soporte de raíces para elaborar su madriguera, de la sombra, de los granos y los frutos que le ofrece el mezquite. Estamos pues ante interacciones para cada especie (simbiosis). El *Prosopis* concentra poca agua en su parte basal, presentándose

una tendencia a difundir el agua sobre los lados del montículo. Tomando en cuenta 18% de la lluvia a intensidades bajas, este efecto contrarresta un poco las facilidades de infiltración del suelo, produciendo una distribución sobre todo el montículo.

Se presenta así un microecosistema en equilibrio compuesto de montículos, donde la alimentación hídrica y la disminución de la salinidad del suelo son posibles gracias a

las zonas desnudas que juegan un papel de zona de captación de agua y producción de escurrimiento. El mantenimiento de la estructura está fuertemente inducido por la actividad de los roedores que dispersan los granos, acumulan los materiales necesarios en los montículos y activan la hidrodinámica interna. Sus orificios de penetración a las madrigueras parecen jugar un papel activo en la evolución del montículo.



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