

Regionalización ecológica de la llanura costera norte de Nayarit, México

Recibido: 1 de abril de 2008. Aceptado en versión final: 26 de junio de 2008.

Areli González García Sancho*
José Irán Bojórquez Serrano**
Oyolsi Nájera González**
Juan Diego García Paredes**
Alberto Madueño Molina**
Fernando Flores Vilchez**

Resumen. El estado de Nayarit se localiza al noroeste de la República Mexicana; en su territorio confluyen cuatro importantes Provincias Fisiográficas; Sierra Madre Oriental, Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Pacífico. Cada una de ellas tiene un sustrato geológico específico como repuesta a una génesis diferente, estas características favorecen la existencia de marcadas diferencias de altura en distancias cortas y por tanto un potencial en la variedad geomorfológica y climática, estos aspectos son los responsables de la existencia de una diversidad de paisajes.

La Llanura Costera del Pacífico ocupa un pequeño sector localizado al noroeste del estado y representa 445 069 ha, en esta superficie se hace una regionalización ecológica que tiene como punto de partida la caracterización de unidades geomorfopedológicas; de cobertura del terreno y uso del

suelo. Con este fin se desarrolló un sistema de clasificación jerárquica que define ambientes, paisajes y subpaisajes geomorfológicos, a los cuales se asociaron datos edafológicos. Por otra parte, se realizó el levantamiento de cobertura y de uso del suelo mediante el empleo de ortofotos digitales, imágenes de satélite, cartografía temática (1:50 000), verificación de campo y descripción de puntos con barrena. Los resultados obtenidos se integraron y analizaron utilizando un sistema de información geográfica ArcView 3.2, de esta manera fue posible identificar 58 regiones ecológicas, agrupadas en 11 subpaisajes, cuatro paisajes geomorfológicos y dos regiones geomorfológicas.

Palabras clave: Regionalización ecológica, geomorfología, cobertura del terreno y uso del suelo, costa noroeste de Nayarit.

Ecological regionalization of northern coastal plain of Nayarit, Mexico

Abstract. The state of Nayarit is located at NW from the Mexican Republic, in its territory converge four important Physiographic Provinces; Sierra Madre Oriental, Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, Sierra Madre del Sur and the Llanura Costera del Pacífico. Every one of them, has a specific

geological substratum as a response to different genesis, these characteristics favour the existence of outstanding differences in elevation in short distances and therefore a potential for geomorphological and climatic diversities, these aspects are responsables for the existence of different landscapes.

*Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, México, Ciudad de la Cultura "Amado Nervo", 63190, Tepic, Nayarit, México. E-mail: areli@hotmail.com

**Dirección de Fortalecimiento de Investigación, Secretaría de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura "Amado Nervo", 63190, Tepic, Nayarit, México. E-mail: bosi@nayar.uan.mx, oyolsi@nayar.uan.mx, juandieg@nayar.uan.mx, albertom@nayar.uan.mx, vilchez@nayar.uan.mx

The Llanura Costera del Pacífico (Pacific Coastal Plain) occupies a small area located at NW of the state and represent 445 069 ha, in this surface was made an ecological regionalization which has as started point the characterization of geomorphological units; of land cover and use of soil. With this purpose it was developed a system of hierarchic classification which delineate environments, landscapes y geomorphological sub-landscapes, associated with edaphological data. On the other hand, was realized the cover of land and use of soil through the use of digital orthophotos, satellite images, thematic cartography (1:50 000), points verified on the field and site description with soil auger. The results were integrated and analyzed using an ArcView 3.2 geographic information system, in this way it was possible to identify 58 ecological regions, gathered in 11 sub-landscapes, 4 geomorphological landscapes and two geomorphological regions.

Key words: Ecological regionalization, geomorphology, land cover and land use, northwestern coast of Nayarit.

INTRODUCCIÓN

El estado de Nayarit, localizado al noroeste de la República Mexicana, es un territorio accidentado y con marcados contrastes altitudinales que ocupa una superficie de 27 951 5 km². Esta particularidad morfológica resulta de la convergencia en esta región de cuatro provincias fisiográficas, cada una de ellas con un sustrato geológico específico como repuesta a una génesis diferente, característica que favorece la existencia de una variedad climática, de formas de relieve, de procesos modeladores, y por tanto, de una diversidad de paisajes (Figura 1).

La Sierra Madre Occidental (subprovincia Mesetas y Cañones del sur), ocupa 49.7% de la superficie del estado, extendiéndose desde el sur de Durango hasta el cañón formado por el río Grande Santiago y el norte de Tequila, en el estado de Jalisco; esta región se caracteriza por presentar mesetas alargadas, orientadas de norte a sur, sin ramificaciones apreciables; cañones paralelos y alternos a las superficie de meseta y eventualmente interrumpidos por valles que río abajo vuelven a ensancharse.

El Cinturón Volcánico Trans-Mexicano o Eje Neovolcánico, caracterizado como una masa de rocas volcánicas de todo tipo acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos del terciario. En el estado de Nayarit, esta provincia está

representada por la subprovincia Sierras Neovolcánicas Nayaritas ubicada entre las grandes mesetas de la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur, y que cubre 19% del territorio; la porción oriental de esta región presenta estrato volcanes y escudos volcánicos de amplias faldas y de origen reciente, mientras que la porción este presenta una sierra ancha de dirección norte-sur, que integra un puente montañoso entre la Sierra Madre Occidental y la del Sur. Asimismo, la actividad volcánica de esta zona ha dado pie a áreas llanas en Nayarit, Tepic, Compostela y Zacualpan (Figura 1).

La Sierra Madre del Sur, subprovincia Sierras de las Costas de Jalisco y Colima, se localiza en la porción sur del estado y cubre el 7.7% del territorio; se caracteriza por la presencia de sierras escarpadas (Sierra de Vallejo) de litología mixta, lomeríos y laderas tendidas localizadas en la porción sur de la sierra. Un valle ramificado (Valle de Banderas) con salida al mar, una llanura y un delta formado por el río Ameca (INEGI, 2000).

La Llanura Costera del Pacífico ocupa un pequeño sector que se localiza al noroeste del estado, comprende 445 069 ha y representa la zona en estudio. Su origen se relaciona con transgresiones marinas ocurridas durante el Cuaternario y que iniciaron a partir del Pleistoceno tardío y durante el Holoceno. Según criterios de Contreras (1988) y Curray *et al.* (1969), durante la última glaciación, hace aproximadamente 18 000 años, se tuvo una elevación del nivel marino que cubrió toda esta llanura. Ya en el Pleistoceno tardío y a comienzos del Holoceno se mantiene esta situación, hasta que hace 4 750-3 600 años comienza un cambio del litoral, conjuntamente con los movimientos neotectónicos de levantamiento del relieve. Es a partir de este momento que tiene lugar un comportamiento regresivo del mar, fenómeno que perdura hasta nuestros días.

En los inicios del fenómeno regresivo, el río Santiago y el río San Pedro confluyen antes de desembocar en el océano, a la altura de Boca de Camichín; el siguiente cambio más importante ocurre hace unos 1 000 años cuando se desprende del río Santiago un distributario que se hace paso hacia el sur, cuya desembocadura se ubica muy cerca del puerto de San Blas. Posteriormente, hace

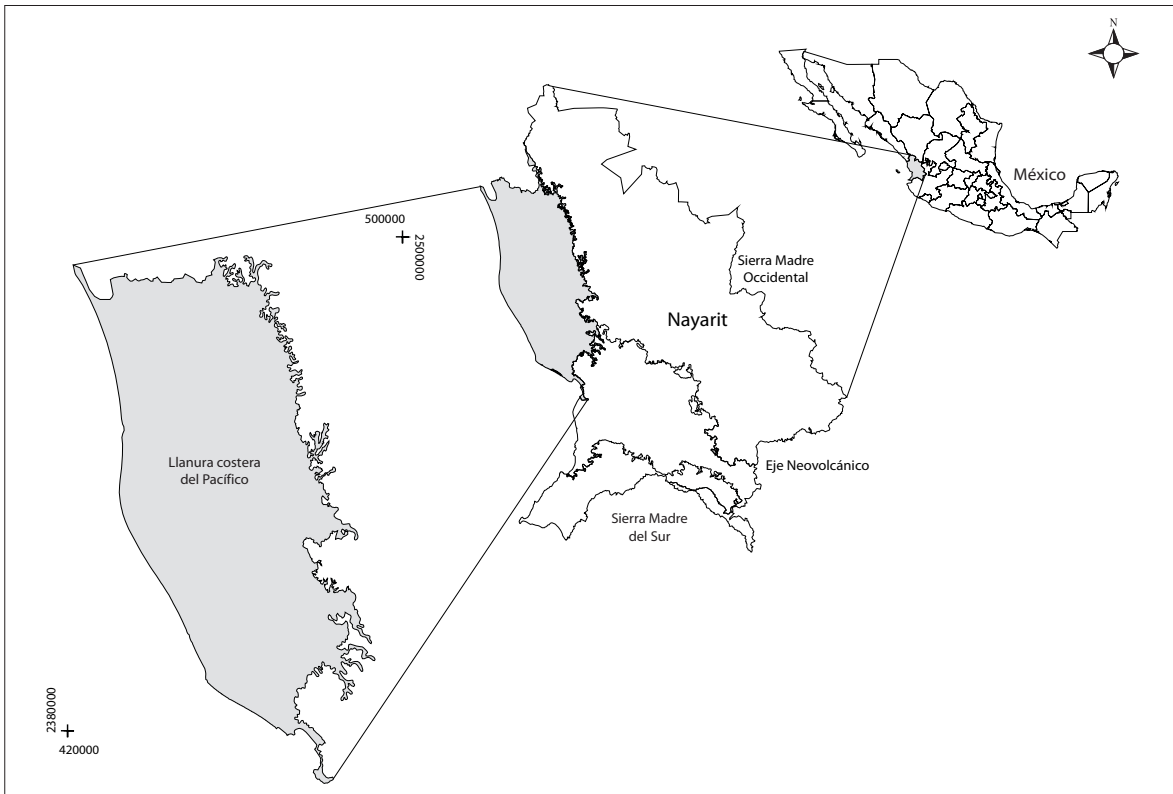


Figura 1. Área en estudio.

unos 500 años, el río Santiago abandona su curso y se separa del río San Pedro, cambiando su flujo en la dirección actual de la corriente, en donde, desde entonces, ha formado el nuevo delta (Ortiz, 1979; Ortiz y Romo, 1994; Romo y Ortiz, 2001).

En las últimas cinco décadas han ocurrido cambios en los patrones de drenaje de los cursos bajos de los ríos Santiago, San Pedro y Acaponeta, derivados de la construcción de bordos de protección de las principales localidades asentadas en las orillas de los ríos, los proyectos hidroeléctricos de Aguamilpa, San Rafael y El Cajón sobre el río Santiago, el canal de Cuautla y algunas obras de manejo acuícola y pesquero; situación que ha permitido un mayor control de las avenidas, cambios actuales en la línea de costa, la intensificación de los procesos erosivos de canales y de acumulación en las lagunas costeras del sistema costero, así como cambios en los patrones de salinización y en las comunidades vegetales de manglar (Bojórquez y López, 1997; Kovaks *et al.*, 2001b; 2005).

Lo anterior ha dado como resultado una diversidad de paisajes que incluyen deltas (llanuras aluviales), humedales (manglares, lagunas costeras y esteros) y barras costeras colindantes a la costa, que están en constante cambio por procesos geomorfológicos y por la presión de actividades agropecuarias, pesca, acuicultura, asentamientos humanos y recientemente el turismo. Esta situación ha sido objeto de diferentes ejercicios de ordenamiento ecológico con regionalizaciones basadas en criterios geomorfológicos.

El objetivo de este trabajo es desarrollar una propuesta alternativa de regionalización integrando en unidades ecológicas los subpaisajes geomorfoedafológicos y grupos de cobertura del terreno.

ANTECEDENTES

El modelo actual de desarrollo económico ha ocasionado grandes deterioros ambientales, daños

a la salud humana y desigualdad en la repartición de recursos. En este esquema existen países con abundante riqueza económica, pero con recursos naturales sobreexplotados; mientras otros en vías de desarrollo con favorables condiciones naturales, están sometidos a una presión ambiental constante y en aumento, como respuesta a una sobrepoblación, marginación y pobreza. Estas condiciones no garantizan la continuidad de los recursos naturales y, por consiguiente, la perpetuidad de la especie humana.

El área en estudio no está exenta de estas presiones; casi en la totalidad de su superficie presenta ganadería semi-extensiva, la mitad es agrícola y 30% está dedicada a la acuicultura y pesca. La población involucrada es de 255 499 habitantes, distribuida en 356 localidades, en su mayoría rurales, con la consecuente demanda de servicios y generación de desechos, que en conjunto impactan en el deterioro de los recursos naturales, en particular el agua, suelo, manglares y bosques tropicales.

En este marco, existen propuestas concretas que tienen como fin modificar las pautas insostenibles de producción, consumo, protección y ordenación de recursos naturales para el desarrollo social y económico (Salinas y Middleton, 1998). Entre éstos, el ordenamiento ecológico territorial tiene como objetivo reorganizar las actividades humanas y el espacio en que éstas se manifiestan, con miras al desarrollo sustentable; sin embargo, para su elaboración es necesario la representación de las interacciones entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales que componen el paisaje, a través de un modelo de regionalización, el cual implica la división del territorio en unidades con características comunes (con base en uno o varios de los elementos que lo componen) con el objetivo de explicar la estructura o arreglo espacial de los elementos ahí presentes y con ello evaluar la aptitud del terreno. La información generada representa un marco georreferenciado para la aplicación de políticas de uso y manejo de los recursos y parte fundamental en el proceso de ordenamiento territorial (Gallant *et al.*, 1989, Mendoza y Bocco, 1998, en Mendoza, 2002).

De acuerdo con Mendoza y Bocco (1998), existen varios enfoques para desarrollar esquemas

de regionalización y evaluación del territorio; *el levantamientos de tierras*, de carácter fisonómico y fisiográfico, reconoce los tipos de paisajes con ayuda de transectos sobre el terreno recopilando información complementaria (tipo de vegetación roca y suelos); *el geomorfológico* se basa en un acercamiento paisajístico y es reconocido como estrategia útil para la delimitación de unidades físico ambientales y fuente de datos para el entendimiento integral del medio; en *el enfoque morfopedológico*, el principio de la delimitación de unidades es el balance morfogénesis-pedogénesis, que permite generar mapas de síntesis con una visión global del paisaje y de los diferentes aspectos que lo componen; *el geopedológico* es un sistema de clasificación jerárquico utilizado como auxiliar en el levantamiento de suelos y por ende de recursos naturales, en el cual los aspectos edáficos y morfológicos tienen relevancia significativa. Finalmente, *la ecología del paisaje* que implica el análisis integrado de los factores formadores del paisaje y los asentamientos humanos asociados. En cada uno de los enfoques varía el componente del paisaje en el cual se basa el estudio, pero en todos ellos la constante es el relieve, que debe ser reconocible y apreciable a diferentes escalas. Por lo regular, las unidades son divididas por su condición de cobertura y uso para definir unidades ecológicas.

Por otra parte, los levantamientos de cobertura y uso de la tierra son definidos como la obtención, análisis y clasificación de los diferentes tipos de cobertura y usos asociados que el hombre practica en una zona o región determinada (Melo, 2003, en Melo y Camacho, 2005). De acuerdo con Forero (1984), se trata de un examen de las clases de cobertura, de la forma en que están siendo explotadas y de las clases que podrían ser útiles al hombre. Las clases o grupos de clases de cobertura y uso se presentan en un mapa y se hace su interpretación en términos de cobertura y usos principales, posibilidades de explotación, extensión, predicción de producción, cambios a través del tiempo, etc. En estos levantamientos, la cobertura del terreno no sólo representa los tipos de vegetación de un área determinada, constituye todos aquellos elementos, atributos u objetos que se encuentran distribuidos sobre la superficie terrestre ocupando un espacio

de ésta, y el uso representa alguna clase de relación del hombre con esa cobertura del terreno, ya sea de manera cíclica o permanente, para satisfacer necesidades materiales. Los datos en estos levantamientos son obtenidos principalmente de la interpretación de fotografías aéreas, imágenes de satélite y trabajo de campo, lo que permite obtener una representación de la cobertura del terreno para una fecha determinada (Gonima y Vargas, 1991) o bien, realizar análisis de dinámica de cambios de cobertura al comparar levantamientos realizados en al menos dos fechas diferentes (Bocco *et al.*, 1999, 2001; Ruiz y Berlanga, 1999; Reyes *et al.*, 2006; Guerra y Ochoa, 2006 y Dupuy *et al.*, 2007).

En México los trabajos sobre ordenación del territorio se han desarrollado bajo los siguientes enfoques: morfogenético (Bocco *et al.*, 1996; 1999, Mendoza y Bocco, 1998; Geissert, 1999, Martínez y López, 2005, Rodríguez y López, 2006); dentro de los trabajos aplicados a la geografía de los paisajes destaca el trabajo de Hernández *et al.* (2006), en el estudio de los manglares de Veracruz; Priego-Santander *et al.* (2004), en los complejos territoriales naturales de la cuenca Lerma-Chapala; Chiappy *et al.* (2000) en el estudio de los paisajes terrestres de la península de Yucatán; en los paisajes de Venezuela, realizados por Cruz (2000) y Rojas (2001). En el área en estudio se han realizado ejercicios de regionalización con fines de ordenamiento ecológico en los que se han aplicado los enfoques geomorfológicos, paisajísticos y morfopedológico (Bojórquez *et al.*, 1997; SEPESCA, 1990; 1994; Bojórquez y López, 1997; Bojórquez *et al.*, 2006; 2007). Asimismo, existen estudios que describen la condición de la cobertura del terreno y el uso del suelo y los cambios particularmente del manglar (Archer *et al.*, 2003; Berlanga y Ruiz, 2007; Kovacs *et al.*, 2001, 2005).

METODOLOGÍA

La regionalización ecológica de la llanura costera norte de Nayarit se obtuvo a partir del análisis de dos mapas temáticos (geomorfo-edafológico y cobertura del terreno y uso del suelo), en este proceso se utilizó el sistema de información geográfica (SIG)

ArcView 3.2 y un sistema jerárquico de clasificación de unidades.

El mapa temático geomorfo-edafológico se obtuvo siguiendo a Zinck (1996), cuyo enfoque metodológico se basa en la descripción de las unidades del relieve en función de su génesis y procesos modeladores actuales, además de identificar los procesos y tipos de suelos formados en cada unidad descrita. Las unidades definidas en este trabajo se agruparon en ambientes, paisajes y subpaisajes geomorfológicos, partiendo del análisis del relieve costero sobre fotografías aéreas digitales (INEGI, 1995). Por otra parte, se utilizaron en el SIG datos georreferenciados de 166 perfiles de suelos descritos para la zona en estudio por el INEGI (2002), a los cuales se les actualizó la clasificación con base en la WRB (IUSS Working Group WRB, 2006), 40 de los perfiles fueron descritos por los autores durante el desarrollo de este trabajo. Posteriormente, los perfiles de suelos fueron asociados en el SIG a las unidades del relieve para identificar los tipos de suelos predominantes en cada unidad.

El mapa temático de cobertura del terreno y uso del suelo se obtuvo a partir de la propuesta metodológica de Vargas (1992), basada en la foto-interpretación de imágenes aéreas, la identificación de los diferentes tipos de cobertura y el arreglo de las mismas en una clasificación jerárquica en niveles categóricos, tomando como criterio de diferenciación la condición o cualidad, dedicación o manejo y la función o identidad de cada tipo de cobertura. En este análisis se utilizó como fuente de información primaria ortofotos digitales con resolución de 2 m (INEGI, 1995), cartografía temática (cartas de uso del suelo, INEGI), material bibliográfico de referencia en cuanto a tipos de vegetación y especies características (Téllez, 1986; Téllez, 1997), y trabajo de verificación en campo de las coberturas. En este trabajo se identificaron coberturas del terreno con dos niveles jerárquicos (gran grupo y grupo) correspondiendo a un análisis de nivel exploratorio (Vargas, 1992; Melo y Camacho, 2005). Finalmente, en el programa ArcView se realizó la sobreposición de los mapas geomorfo-edafológico y cobertura y uso del suelo y se enlazaron las bases de datos para conformar las unidades ecológicas.

RESULTADOS

En la llanura costera norte de Nayarit se logró identificar una importante diversidad de unidades ecológicas derivado de la complejidad del relieve costero, los factores de formación de suelos y las coberturas del terreno actuales. Se obtuvieron un total de 58 unidades ecológicas resultado de la clasificación jerárquica del área en estudio con criterios geomorfo-edaforológicos y de coberturas y usos del suelo, en cinco niveles: *Ambiente geomorfológico*, se consideró a un amplio tipo de medio biofísico, fundamentalmente originado y controlado por un estilo geodinámico interno y externo o la combinación de ambos, que en este trabajo se aplicó mediante la diferenciación de los relieves erosivos o denudativos y los de acumulación aluvial o marina. *El paisaje geomorfológico*, como la porción de espacio tridimensional constituida por una repetición de tipos de relieve idénticos o por una asociación de tipos de relieve diferentes; en este nivel fueron considerados los procesos aluviales, fluvio-marinos y de acumulación marina los que determinaron las formas del relieve. *El subpaisaje geomorfo-edaforológico*, como la geoforma determinada por una combinación dada por la estructura geológica y topográfica, donde intervienen las condiciones morfoclimáticas y procesos morfogenéticos (llanura de inundación actual, llanuras fluvial alta, intermedia y baja, etc.), que han dado como resultado la formación de suelos específicos que fueron descritos en este nivel.

El cuarto nivel jerárquico es *el gran grupo de cobertura*, el cual hace referencia a atributos de la superficie terrestre cuya diferenciación puede ser observada a partir de una imagen (vegetación natural, vegetación inducida, cuerpos de agua y áreas modificadas), y el quinto nivel, *el grupo de cobertura y uso del suelo*, que se refiere a las clases de cobertura y a las actividades o explotaciones que el hombre realiza sobre la tierra.

La clasificación jerárquica aplicada en este trabajo permitió definir unidades ecológicas de la zona en estudio, como se muestra en la Figura 2.

La llanura costera norte de Nayarit se caracteriza por la existencia de dos ambientes geomorfológicos, la llanura costera de acumulación que forma parte de la provincia fisiográfica de la llanura costera

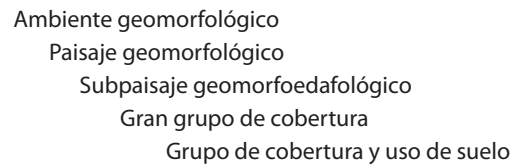


Figura 2. Estructura de la clasificación jerárquica.

del Pacífico, y las estructuras aisladas y lomeríos erosivos que son extensiones en la llanura de la provincia de la Sierra Madre Occidental. Dentro de la llanura costera de acumulación existen cuatro paisajes geomorfológicos identificados por las llanuras deltaicas de los ríos Santiago, San Pedro y Acaponeta; un conjunto de barras o cordones litorales paralelos a la playa; entre estos dos paisajes se distribuye un sistema de marismas y lagunas costeras, y las estructuras aisladas y modeladas incrustadas en la llanura deltaica, entre ellos, los cerros de Peñas y Coamiles.

Se delinearón 11 subpaisajes geomorfológicos a partir de la división de la llanura deltaica en cuatro unidades (llanura fluvial de inundación actual y llanuras fluviales superior, intermedia y baja); la separación de la línea de costa de los cordones litorales (playa y dunas costeras y barras paralelas); dos niveles de inundación de la llanura mareal (llanuras de inundación mareal ordinaria y alta); y por su composición litológica (básica, andesítica y ácida) las estructuras aisladas y modeladas.

En términos de cobertura del terreno, la zona en estudio presenta cinco grandes grupos de cobertura (vegetación natural, vegetación inducida, cuerpos de agua, tierras desnudas y áreas modificadas) y diez grupos de cobertura y uso del suelo. Como vegetación natural asociada a las marismas está el manglar, representado por las especies *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans* y *Conocarpus erectus* y la vegetación halófila (con especies como *Uniola pittieri*, *Cenchrus echinatus*, *Ipomoea pes-caprea*, *Sesuvium portulacastrum* y *Sesuvium sp.*); el bosque tropical caducifolio representado por especies arbóreas de los géneros *Bursera*, *Cyrtocarpa*, *Picus* y *Psidium* y el matorral espinoso (con especies representativas como *Ehretia tinifolia*, *Prosopis juliflora*, *Hibiscus pernambucensis*, *Caesalpinia bonduc*, *Stegnosperma cubense* y *Tournefortia densiflora*) en

relación con llanura deltaica; el palmar (*Orbignya guacoyule*) con bosque tropical subcaducifolio (con especies predominantes en el estrato arbóreo del género *Bursera*, *Ficus*, *Acacia*, *Ayenia*, *Calliandra* y *Salvia*) ligado a la llanura deltaica; la vegetación inducida, referida a cultivos agrícolas en la llanura deltaica y los cordones litorales; los cuerpos de agua, representados por lagunas y esteros del sistema de marismas; como tierras desnudas las playas y dunas costeras, que presentan especies rastreras *Ipomoea pescapre* y *Sesuvium portulacastrum* y zacate malin *Muhlenbergia pectinata*; las tierras modificadas por la infraestructura de acuacultura en los límites de la llanura deltaica y el sistema de marismas, además de los asentamientos humanos distribuidos prácticamente en todos los sistemas, que a continuación se analizan (Figura 3).

Ambiente acumulativo: Llanura costera

Paisaje. Llanura deltaica

Subpaisaje. Llanura fluvial de inundación actual. Se encuentra en los cauces fluviales actuales con suelos sometidos a la acción de la inundación sistemática de los ríos Santiago, San Pedro, Bejuco, San Francisco y Acaponeta; comprende el cauce y al menos dos niveles de terrazas que están expuestas a fuertes procesos de erosión de los taludes y de depositación de materiales fluviales, con cambios significativos en sus sistemas meándricos. Así se tiene que en estas llanuras donde está activo el proceso aluvial (flúvico), solamente se identifican suelos Fluvisoles, lo cual es lógico debido al rejuvenecimiento que hacen los ríos por las inundaciones periódicas, que se manifiestan por la presencia de material flúvico en los primeros 50 cm de espesor del suelo.

En este subpaisaje se identificaron cinco regiones ecológicas, de las que destaca por su extensión superficial la correspondiente a Cultivos (vegetación inducida) con 11 951 ha; le siguen cuerpos de agua con 2 088 ha; asentamientos humanos rurales (áreas modificadas) con 1 260 ha; y bosque tropical subcaducifolio y vegetación halófito (vegetación natural) con representación en este subpaisaje de 73 y 32 ha, respectivamente.

Subpaisaje. Llanura fluvial superior. Comprende terrazas antiguas que ya no están sometidas

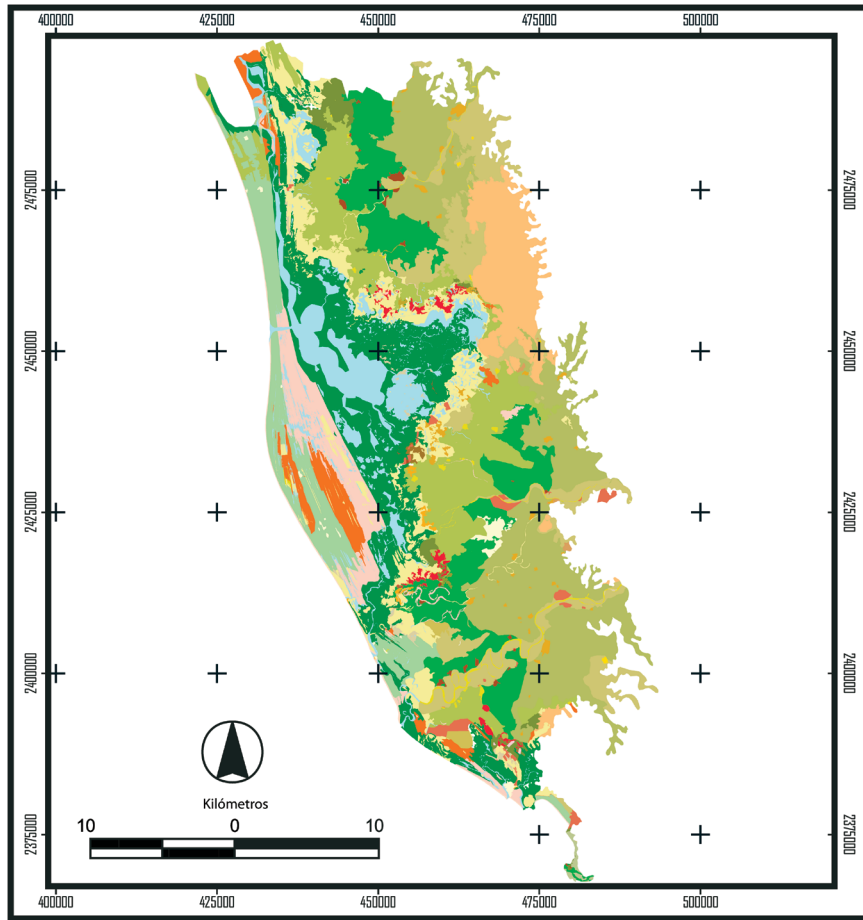
a la acción periódica fluvial, se encuentran a una altura de 10 a 20 m y se pueden ubicar principalmente en la parte inicial de los abanicos deltaicos de los ríos formando extensas planicies con importante formación de arcilla *in situ*.

En las llanuras altas, el lavado de las sales es más intenso y en 3 000 años prácticamente pierde todas las sales en el espesor del suelo, quedando solamente en algunos casos un poco de sodio intercambiable (6-14% de saturación por sodio) en algunos perfiles de suelos. En este caso el carácter AC de formación de suelos inicial (proceso aluvial), pasa a formar un perfil de horizonte ABC (con proceso de formación de arcillas o sialitización), o de suelos con un horizonte A más potente (subdividido en A₁₁, A₁₂, A₁₃), con una fuerte humificación producto de la condición selvática (proceso de acumulación de humus). Además, en las depresiones del relieve es posible encontrar suelos afectados por hidromorfía, que presentan proceso de gleyzación. Los principales suelos en estas llanuras son Cambisoles, Feozems y Fluvisoles, sin sales.

Se caracterizaron cuatro regiones ecológicas en este subpaisaje, donde destacan los cultivos (vegetación inducida) con una superficie de 76 899 ha; le siguen las regiones caracterizadas por asentamientos humanos rurales (1 998 ha), cuerpos de agua (518 ha) y bosque tropical caducifolio, que se presenta como parches dispersos y que en conjunto cubren aproximadamente 292 ha.

Subpaisaje. Llanura fluvial intermedia. Constituye el segundo nivel de terraza fluvial, a partir de la cual los ríos se desbordan en avenidas extraordinarias, dando lugar a la influencia fluvial; se encuentra en alturas de 5 a 10 m. En estas llanuras el proceso de lavado de sales ha ocurrido, los perfiles de suelos estudiados no presentan sales, pero si es notable la manifestación de un poco mayor la acumulación de sodio intercambiable (hiposódico), e incluso hay perfiles que lo presentan debajo de los 100 cm de espesor. Aquí los suelos son también Cambisoles, Feozem y Fluvisoles.

El subpaisaje se subdividió en siete regiones ecológicas, de las cuales los cultivos (vegetación inducida) tienen una representación de 93%; las regiones integradas por asociaciones de manglar, manchones de matorral espinoso, palmar y vegeta-



LLANURA COSTERA NORTE
NAYARIT, MÉXICO

Unidades Ecológicas



REGIONES ECOLÓGICAS

Ambiente geomorfológico	Paisaje geomorfológico	Subpaisaje geomorfológico	Unidades ecológicas
Ambiente acumulativo	Llanura deltaica	Llanura fluvial de inundación actual	1, 2, 3, 4, 5
		Llanura fluvial superior	6, 7, 8, 9
		Llanura fluvial intermedia	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
		Llanura fluvial baja con influencia marina	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24
Llanura costera	Marismas con lagunas costeras	Llanura de inundación mareal ordinaria	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
		Llanura de inundación mareal alta	33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
	Cordones litorales	Barras paralelas	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46
		Playas y dunas costeras	47, 48
Ambiente erosivo Estructuras volcánicas aisladas	Estructuras modeladas y aisladas	Estructuras de composición andesítica	49, 50, 51
		Estructuras de composición ácida	52, 53, 54, 55
		Estructuras de composición basáltica	56, 57, 58

Figura 3. Regionalización ecológica de la Llanura costera norte de Nayarit.

ción halofita representan 4.29%; los asentamientos humanos rurales el 2.5% y los cuerpos de agua sólo el 0.12% del total del subpaisaje.

Subpaisaje. Llanura fluvial baja con influencia marina. Corresponde a una zona de transición entre el sistema continental y el marino, presenta inundación temporal por influencia fluvial de los ríos, e influencia del mar por efecto de marea a través de brazos de crecida (esteros) o de manera freática. Los principales escurrimientos o brazos de crecida presentan zonas deprimidas donde prevalecen condiciones de inundación estacional. En la llanura fluvial baja el lavado de sales es menos intenso, hay subunidades de suelos sálico, endosálico, sódico e hiposódico y prácticamente hay muy poca formación de Feozem, dominan los Cambisoles flúvicos (la sialitización es menos intensa) y Fluvisoles con acumulaciones de sales y/o de sodio cambiante.

Se definieron ocho regiones ecológicas para este subpaisaje: la de mayor extensión superficial (47 785 ha) corresponde a cultivos (vegetación inducida); las regiones de vegetación halofita, matorral espinoso, manglar y bosque tropical caducifolio, cubren un total de 9 657 ha; los cuerpos de agua presentes en este subpaisaje cubren aproximadamente 1 054 ha, mientras que áreas modificadas, representadas por asentamientos humanos rurales e instalaciones acuícolas, cubren 798 ha.

Paisaje. Marismas con lagunas costeras

Corresponde a las llanuras que presentan influencia de agua de marea, las cuales se forman con las corrientes marinas que fluyen hacia adentro o afuera de los estuarios y lagunas, a través de las bocas (canales de marea). Por otro lado, las corrientes de marea o de los ríos llevan en suspensión una carga abundante de materiales finos, que más tarde se colmatan en las lagunas dando lugar a planicies de lodo o fango que quedan al descubierto en bajamar y cubiertas en pleamar. Se identificaron dos subpaisajes:

Subpaisaje. Llanura de inundación mareal ordinaria. Se caracteriza por la presencia de charcos en la época de lluvia y en la época de sequía estos cuerpos de agua desaparecen. La superficie de cuerpos de agua es de 36 656 ha en temporada de sequía y en temporada de lluvias aumenta.

Subpaisaje. Llanura de inundación mareal alta. Complementaria al paisaje anterior, presenta el mismo tipo de suelo y condiciones ambientales pero abarca las áreas de inundación con mayor permanencia en el año.

En estos subpaisajes se identificaron ocho regiones ecológicas, manglar, vegetación halofita, matorral espinoso y bosque tropical caducifolio, que cubren una extensión de 96 671 ha, le siguen los cuerpos de agua con 36 745 ha. Las regiones de cultivos (vegetación inducida) cubren 3 425 ha, mientras que las instalaciones acuícolas y asentamientos humanos (áreas modificadas) lo hacen en una extensión de 741 y 73 ha, respectivamente.

Paisaje. Cordones litorales

Subpaisaje. Barras paralelas. Corresponde a un paisaje de acumulación marina, formado a partir de los sedimentos que llegan al mar aportados por los ríos, los cuales transportan las arenas y demás sedimentos en suspensión hasta formar un depósito alargado a manera de camellón, que se extiende paralelo a la costa por varios kilómetros; depósitos que en esta zona han obstruido parcialmente la salida directa al mar de los escurrimientos de los ríos encerrando parte de los escurrimientos de la costa para formar de esa manera grandes sistemas laguneros (Agua Brava, Mexcaltitán y San Blas). Las geoformas resultado de este proceso son barras costeras con diferente altitud (0-5 m) y suelos de Solonchaks. El subpaisaje se dividió en cuatro regiones ecológicas, la de mayor representatividad en superficie corresponde a cultivos (vegetación inducida) con 52.7% de la superficie del subpaisaje; en ese mismo orden le siguen, instalaciones acuícolas (áreas modificadas) con 23.6%; vegetación halofita con 19.13% y cuerpos de agua con 4.4%.

Subpaisaje. La playa y dunas costeras. Presentan formaciones de Arenosoles, con influencia de un manto freático en profundidad. Las regiones ecológicas de este subpaisaje corresponden a playas y dunas costeras, con una superficie aproximada de 1 441 ha; asentamientos humanos (áreas modificadas) con 263 ha y manglar (vegetación natural) con una representación de sólo 16 ha.

Ambiente erosivo: Estructuras volcánicas aisladas
Paisaje. Estructuras modeladas y aisladas

Subpaisaje. Estructuras de composición an-desítica. Corresponde al ambiente de estructuras volcánicas aisladas localizadas en el municipio de San Blas, formado por rocas ígneas y volcánicas, de composición intermedia y textura afanítica y porfirítica, característico de las áreas de subducción tectónica en márgenes oceánicos marinos. Este subpaisaje se conforma por tres regiones ecológicas correspondientes a cultivos (vegetación inducida), bosque tropical caducifolio y asentamientos humanos rurales (áreas modificadas), con 575, 280 y 115 ha, respectivamente.

Subpaisaje. Estructuras de composición ácida. Se localiza en la región norte de la llanura costera y es el subpaisaje más extenso del ambiente erosivo, en conjunto forman lomeríos con pendientes moderadas a abruptas, con una altitud que va de los 20 a los 70 m con escarpes, topografía característica de las rocas volcánicas ácidas. Las regiones ecológicas de mayor extensión en este subpaisaje corresponde a bosque tropical caducifolio y vegetación halofita con 23 856 y 34 ha, respectivamente; cultivos (vegetación inducida) con 20 974 ha y asentamientos humanos (áreas modificadas), con una superficie de 256 ha, donde se asientan 51 localidades.

Subpaisaje. Estructuras de composición ba-sáltica. Son tres pequeños domos de rocas ígneas de color oscuro y de estructura densa que se ubican en el municipio de San Blas, cerca de los poblados de Chacalilla, San Blas y en las Islitas. Este subpaisaje se divide en tres regiones ecológicas, la de mayor superficie corresponde a matorral espinoso con 556 ha; seguido de bosque tropical caducifolio con 237 ha y asentamientos humanos (áreas modificadas) con 27 ha.

CONCLUSIONES

Se realizó la regionalización ecológica de la Llanura costera norte del estado con criterios geomorfológicos y de cobertura y uso del suelo. La diversidad de esta región del estado de Nayarit quedó reflejada en 58 regiones ecológicas identificadas en 11 subpaisajes, cuatro paisajes geomorfológicos y

dos regiones geomorfológicas. En este mosaico de ambientes la Llanura deltaica representa el subpaisaje más rico o diverso tanto en unidades ecológicas con 24, como en superficie, con 45.47% del total. El paisaje formado por estructuras modeladas y aisladas presenta diez unidades ecológicas, sin embargo, su superficie representa sólo 10.4% del total. El subpaisaje Cordones litorales presenta nueve unidades ecológicas que cubren una superficie de 12.74%, mientras que el subpaisaje de Marismas, si bien con el menor número de unidades ecológicas (8), tiene una representación alta en el área en estudio con 30.94%.

Se espera que los resultados de este trabajo sirvan de base o referencia a futuros trabajos de planeación ecológica en la zona, dado que constituye un modelo de regionalización a partir de criterios geomorfo-edaforológicos y de coberturas de terreno que explican el arreglo espacial de estos elementos, de manera georreferenciada, que posibilitan la evaluación de la aptitud para diferentes usos y servicios ambientales.

REFERENCIAS

- Archer, T. A., J. M. Kovacs and L. P. Aspden (2003), "Monitoring the decline of a tropical forested wetland of the Teacapan estuarine system, Mexico", *Proc. 25th Canadian Symp. Remote Sensing*, Canadian Aeronautics and Space Institute, Canadá.
- Berlanga, R. C. y A. Ruiz-Luna (2007), "Análisis de las tendencias de cambio del bosque de mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite landsat", *Universidad y Ciencia*, vol. 23, núm. 1, México, pp. 29-46 [http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia/junio_2007/4%20-%20237uc.pdf].
- Bocco, G., M. E. Mendoza, A. Velázquez, A. Torres y M. A. Torres (1996), *Regionalización ecológica del estado de Michoacán*, INE (SEMARNAP) - Centro de Ecología UNAM, México [www.oikos.unam.mx/laboratorios/geoecologia/ES/PROYECTOS/REGIONALIZACION_MICH.HTML].
- Bocco, G., M. E. Mendoza, A. Velázquez, A. Torres y M. A. Torres (1999), "La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México; el caso de Michoacán de Ocampo", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 40, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 7-22.

- Bocco, G., M. Mendoza y O. R. Maser (2001), "La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de procesos de deforestación", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 44, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 18-38.
- Bojórquez, I. y J. López (1997), "Levantamiento de suelos del municipio de Tuxpan, Nayarit, México", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 35, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 85-120.
- Bojórquez, I., O. Nájera, A. Hernández, F. Flores, A. González, D. García y A. Madueño (2006), "Particularidades de formación y principales suelos de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México", *Cultivos Tropicales*, vol. 4, núm. 27, La Habana, Cuba, pp. 5-12.
- Bojórquez, I., A. Hernández, D. García, O. Nájera, F. Flores, A. Madueño y R. Bugarin (2007), "Características de los suelos cambisoles y fluvisoles de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México", *Cultivos Tropicales*, vol. 28, núm. 1, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, República de Cuba, pp. 19-24.
- Bojórquez Tapia, L. A., S. Díaz M. y R. Saunier (1997), *Ordenamiento ecológico de la costa norte de Nayarit*, Instituto de Ecología, UNAM, México.
- Chiappy Jhones, C., L. Gamma, L. Giddings, V. Rico-Gray y A. Velázquez (2000), "Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 42, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 28-397.
- Contreras, E. F. (1988), *Las lagunas costeras mexicanas*, 2ª. ed., CECODES-SEPESCA, México.
- Cruz, A. I. (2000), "Consideraciones técnicas y metodológicas en la Ordenación Territorial de Abrae en Venezuela. Caso de estudio: Áreas boscosas bajo protección", *Revista Geográfica Venezolana*, vol. 41, núm. 1, pp. 89-99.
- Curry, J., F. Emmel and P. Crampton (1969), "Holocene history of strand plain, lagoonal coast, Nayarit, Mexico", *Memorias del Simposio Internacional de Lagunas Costeras*, UNAM-UNESCO, México, pp. 63-100.
- Dupuy Rada, J. M., J. A. González Iturbe, S. Iriarte Viver, L. M. Calvo Iribien, C. Espadas Manrique, F. Tun Dzul y A. Dorante Euán (2007), "Cambios de cobertura y uso del suelo (1979-2000) en dos comunidades rurales en el noroeste de Quintana Roo", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 62, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 104-124.
- Forero P., M. C. (1984), "Levantamiento de cobertura terrestre y uso de la tierra", *Revista CIAF*, vol. 9(1), CIAF, Bogotá, Colombia, pp. 67-88.
- Geissert Kientz, D. (1999), "Regionalización geomorfológica del estado de Veracruz", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 40, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 23-47.
- Gonimia G., L. y J. E. Vargas González (1991), "Aplicación de imágenes de Satélite SPOT al estudio de la cobertura vegetal en zonas montañosas", *Revista CIAF*, vol. 012, núm. 0001, Centro Interamericano de Fotointerpretación, Bogotá, pp. 39-47.
- Guerra Martínez, V. y S. Ochoa Gaona (2006), "Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso del suelo en la reserva de la biosfera Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000)", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 59, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 7-25.
- Hernández Trejo, H., Á. Priego Santander, J. A. López Portillo y E. Isunza Vera (2006), "Los paisajes físico-geográfico de los manglares de la laguna de la Mancha, Veracruz, México", *Interciencia*, vol. 31, núm. 003, Caracas, Venezuela, pp. 211-219.
- INEGI (1995), *Ortofotos digitales*, México.
- INEGI (1974), *Carta de uso del suelo*, 1:50 000, F13 C18, 19, 28 y F13 A 78, 79, 88 y 89, México.
- INEGI (2000), *Síntesis de Información Geográfica del estado de Nayarit*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI (2002), *Base Digital de Datos de Suelos*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- IUSS Working Group WRB (2006), *World reference base for soil resources 2006*, 2nd edition, World Soil Resources Reports No. 103, FAO, Rome.
- Kovacs, J. M., M. Blanco and F. Flores (2001), "A logistic regression model of hurricane impacts in a mangrove forest of the Mexican Pacific", *Journal of Coastal Research*, no. 17, pp. 30-37.
- Kovacs, J. M., J. Wang and M. Blanco-Correa (2001), "Mapping disturbances in mangrove forest using multi-date Landsat TM imagery", *Environmental Management*, vol. 27, no. 5, pp. 763-776.
- Kovacs, J. M., J. Wang and F. Flores (2005), "Mapping mangrove leaf area index at the species level using IKONOS and LAI-2000 sensors for the Agua Brava Lagoon, Mexican Pacific", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, no. 62, pp. 377-384.
- Martínez García, F. y J. López Blanco (2005), "Caracterización de las unidades ambientales biofísicas del glacis de Buenavista, Morelos, mediante la aplicación del enfoque geomorfológico morfogenético", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 58, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 34-53.
- Melo, W. L. H. y M. A. Camacho Ch. (2005), *Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra*, Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica, CIAF, Colombia.

- Mendoza, M. y G. Bocco (1998), "La regionalización geomorfológica como base geográfica para el ordenamiento del territorio: una revisión bibliográfica", *Serie Varia*, núm. 17, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 25- 55.
- Mendoza, M. (2002), *Implicaciones del cambio de cobertura y uso del suelo en el balance hídrico a nivel regional. El caso de la cuenca del lago Cuitzeo*, tesis doctoral, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM [http://www.oikos.uanm.mx/laboratorios/geoecologia/ES/TESIS_T.HTML#titulo].
- Ortiz, M. A. (1979), "Fotointerpretación geomorfológica del curso bajo del río grande de Santiago, Nayarit", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 9, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 65-92.
- Ortiz, M. A. y M. de L. Romo (1994), "Modificaciones de la trayectoria meándrica en curso bajo del río Grande Santiago, Nayarit, México", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 29, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 9- 43.
- Priego-Santander, Á., H. Morales-Iglesias y C. E. Guadarrama (2004), "Paisajes físico-geográficos de la cuenca Lerma-Chapala, México", *Gaceta Ecológica, Nueva Época*, núm. 71, pp. 11-22.
- Reyes Hernández, H., M. Aguilar Robledo, J. R. Aguirre Rivera e I. Trejo Vázquez (2006), "Cambios en la cubierta vegetal y uso del suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 59, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 26-42.
- Rodríguez Gamiño, M. de L. y J. López Blanco (2006), "Caracterización de unidades biofísicas a partir de indicadores ambientales en Milpa Alta, Centro de México", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 60, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 46-61.
- Romo, M. y M. A. Ortiz (2001), "Riesgo de inundación en la llanura fluvial del curso bajo del río San Pedro, Nayarit", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 45, UNAM, México, pp. 7-23 [<http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/boletin/bol45/b45art1.pdf>].
- Rojas S., A. (2001). "La dinámica político-territorial de Venezuela, los planes de ordenamiento y el ingreso petrolero", *Revista Geográfica Venezolana*, núm. 42, vol. 2, Venezuela, pp.183-201.
- Ruiz-Luna, A. and C. A. Berlanga (1999), "Modifications in coverage patterns and land use around The Huzache-Caimanero Lagoon System, Sinaloa, Mexico: a multi-temporal analysis using LandSat Images", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, no. 49, pp. 37-44.
- Salinas, C. E. y J. Middleton (1998), *La Ecología del Paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina/Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America*, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba [<http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>].
- SEPESCA (1990), *Estudio para el ordenamiento ecológico de zonas con vocación acuícola. Región Huizache-Caimanero a San Blas*, Secretaría de Pesca, Dirección General de Acuicultura, México.
- SEPESCA (1994), *Estudios especializados de acuicultura y de ordenamiento ecológico en el estado de Nayarit*, Secretaría de Pesca, México.
- Téllez, V. O. (1986), *Flora, vegetación y fitogeografía de Nayarit, México*, tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Téllez, V. O. (1997), "Los recursos vegetales de Nayarit, México y su estado actual. Ensayo temático", *Revista de Investigación*, núm. 1, Universidad Autónoma de Nayarit, pp. 25-30.
- Vargas, G. E. (1992), *Análisis y clasificación del uso y cobertura de la tierra con interpretación de imágenes*, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Zinck, J. A. (1996), "La información edáfica en la planificación del uso de las tierras y el ordenamiento territorial", en Aguilar, J., A. Martínez y A. Roca (eds.), *Evaluación y manejo de suelos*, Junta de Andalucía, Granada, pp. 49-75.