

Investigación

González, P.A. y Sosa, C.M. 2003. Análisis de la vegetación del área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena (desierto chihuahuense, México) utilizando Modelos Digitales de Elevación. *Ecosistemas* 2003/2 (URL: <http://www.aet.org/ecosistemas/032/investigacion1.htm>)

Análisis de la vegetación del área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena (desierto chihuahuense, México) utilizando Modelos Digitales de Elevación.

Armando González Palma¹ y Manuel Sosa Cerecedo².

¹ Universidad Autónoma de Chapingo, URUZA. Bermejillo, Durango. México.

² Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia. Chihuahua, Chihuahua, México.

Las áreas naturales protegida, se han convertido en una oportunidad para preservar nuestros recursos naturales y sirven como laboratorio para estudiar sus diferentes componentes. En el área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena, situada en la frontera de México y Estados Unidos, dentro del desierto chihuahuense, se realizó una investigación de su composición botánica a lo largo del gradiente altitudinal, desde los 600 a los 2.400 msnm. Se usaron técnicas multivariantes para agrupar los diferentes tipos de vegetación y posteriormente se generaron mapas utilizando Modelos Digitales de Elevación. Se obtuvieron siete grupos de vegetación y se identificaron las especies dominantes y subdominantes en cada grupo, así como su distribución geográfica y superficie que ocupan dentro del área protegida representativa del ecosistema estudiado.

Introducción

Los ecosistemas de las regiones áridas presentan condiciones de fragilidad extrema, en donde los factores climáticos, fisiográficos, edáficos y de vegetación están íntimamente relacionados, condicionando la utilización de sus recursos naturales (LGEEPA, 1996). El área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena se encuentra localizada dentro del ecosistema conocido como Desierto Chihuahuense, el más grande de los desiertos de Norteamérica, y es una de las tres áreas áridas y semiáridas con mayor diversidad biológica en el mundo. Con una superficie de 630,000 km² en dos países, el desierto chihuahuense se extiende a lo largo de Chihuahua, Tamaulipas, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Zacatecas, y Durango en México y Arizona, Nuevo México y Texas en Estados Unidos de Norteamérica (**Figura 1**), flanqueado a ambos lados por las cordilleras Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental, las cuales ejercen una influencia notable sobre sus condiciones ecológicas.

El área de protección de flora y fauna Cañón de Santa Elena tiene una superficie de 277.210 ha, y fue declarada Área Nacional Protegida en 1994 por su representatividad del desierto chihuahuense. La vegetación principal es matorral micrófilo dominado por *Larrea tridentata* (**Foto 1**) y matorral espinoso de *Acacia constricta*, así como por bosques de yuca.

Las áreas naturales protegidas tienen como finalidad conservar y proteger los recursos naturales, principalmente los ecosistemas frágiles, como es el caso del desierto chihuahuense, y el área protegida Cañón de Santa Elena pretende ejercer esta función. Para ello es necesario conocer la estructura de su vegetación, resultando de utilidad la utilización de sistemas de información geográfica. El objetivo de este trabajo es determinar la distribución de las especies vegetales a lo largo del gradiente altitudinal utilizando modelos digitales de elevación.

Los Sistemas de Información Geográfica son un conjunto de herramientas para la colección, almacenamiento, recuperación, transformación, análisis y representación de datos espaciales (Burrough, 1986). Los sensores remotos y en general los sistemas de información geográfica facilitan información crítica para el estudio de los recursos naturales (Chuvieco, 1990). Los análisis de datos multi-temporales de satélite permiten identificar y evaluar aspectos de cobertura, uso de suelo, composición botánica, densidad y tipos de vegetación (Descroix y Moriaud 1995), Landa y col. 1995), Luna y Watts 1995). Así, Cervera (1995), al trabajar en el diseño de un Parque Ecológico en Nogales (Sonora, México), utilizó un SIG con diferencias de cotas de altitud de 1 metro para generar un Modelo Digital de Elevación del terreno que permitiera ubicar espacialmente las distintas características del parque.



Figura 1. Localización del Desierto Chihuahuense, señalado en rojo.



Foto 1. Desierto chihuahuense con presencia de *Larrea tridentata*.

La variable altitud para caracterizar a los ecosistemas

El área de estudio se encuentra localizada a lo largo de un gradiente altitudinal desde los 600 m a las orillas del río Bravo hasta los 2.400 m en la cordillera Sierra Rica. Según Cervantes y Alfaro (2001), la circulación regional y local influenciada por las variaciones en la altitud diversifica los mesoclimas y microclimas, generando con ello una variedad de ecosistemas (desierto, selvas, sabanas, bosques templados, bosques boreales, páramos de altura y glaciares).

La clasificación fisionómica de la vegetación ha sido relacionada con características fisiográficas tales como la altitud para definir con mayor claridad la cubierta vegetal (OEA 2001). En este estudio se utilizaron 5 transectos (repeticiones) localizados de manera aleatoria sobre el terreno. Las especies de plantas se inventariaron en los distintos transectos cada 100 m de altitud, lo que proporcionó un total de 18 niveles de altitud y 90 inventarios. Esto permitió la identificación de un total de 118 especies. De ellas se utilizaron 24 de acuerdo a su mayor importancia para la determinación de grupos basados en su composición botánica y altitud, y se aplicó el criterio de al menos un 5% de contribución de la composición botánica a la generación de los grupos. Estas 24 especies incluyen 8 especies herbáceas, 10 arbustivas y 6 arbóreas.

Las muestras se clasificaron por su altitud y composición botánica el análisis de conglomerados de SAS (Statistical Analysis System, 1985), obteniéndose 9 grupos de vegetación con diferentes rangos de altitud (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Grupos de vegetación basados en su altitud y composición botánica en el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena.

N°	Grupo de vegetación	Altitud (msnm)	Rangos de aparición (m)	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	<i>Larrea tridentata</i> <i>Jatropha dioica</i> <i>Prosopis glandulosa</i>	600-900	300	96.311,7	34.603
2	<i>Jatropha dioica</i> <i>Porlieria angustifolia</i> <i>Larrea tridentata</i>	900-1000	100	52.611,8	18.902
3	<i>Jatropha dioica</i> <i>Acacia constricta</i> <i>Larrea tridentata</i>	1000-1200	200	53.670,4	19.203
4	<i>Jatropha dioica</i> <i>Acacia constricta</i> <i>Parthenium incanum</i>	1200-1300	100	14.084,1	5.060
5	<i>Acacia constricta</i> <i>Viguiera stenoloba</i> <i>Mimosa wherryana</i>	1300-1600	300	48.266,05	17.341
6	<i>Heteropogon contortus</i> <i>Bouteloua curtipendula</i> <i>Dasyliirion leiophyllum</i>	1600-1800	200	9.969,8	3.582
7	<i>Bouteloua gracilis</i> <i>Pinus cembroides</i> <i>Juniperus monosperma</i>	1800-2100	300	2.622,3	0.942
8	<i>Bouteloua gracilis</i> <i>Pinus cembroides</i> <i>Quercus grisea</i>	2100-2300	200	731,6	0.263
9	<i>Muhlenbergia monticola</i> <i>Pinus cembroides</i> <i>Quercus grisea</i> <i>Bouteloua gracilis</i>	2300-2400	100	65,1	0.023

La especie de mayor importancia jerárquica por composición botánica fue *Larrea tridentata*, dominante en el nivel de 600 a 900 m y presente hasta una altitud de 1600 m, lo que demuestra su amplitud ecológica. Otra especie importante fue *Jatropha dioica*, que aparece como subdominante en el nivel de 600 a 900 m y como dominante en los grupos de 900-1.000, 1.000-1.200 y 1.200-1.300 m. *Acacia constricta* aparece desde los 600 m, es dominante en el grupo de 1.300-1.600 m y no apareciendo en altitudes superiores a este rango. A partir de los 1.600 msnm y hasta los 2.400 m las especies dominantes son gramíneas: en el grupo de 1.600-1.800 m domina *Heteropogon contortus* y *Bouteloua curtipendula*; de 1.800 a 2.100 y de 2.300 a 2.400 m la especie dominante es *Muhlenbergia monticola*. *Pinus cembroides* es subdominante de los 1.800 a los 2.400 m.

Modelos Digitales de Elevación

La georeferencia

En el Área de estudio se llevó a cabo la georeferencia utilizando el programa IDRISI para microcomputadoras. Esta área de protección se encuentra delimitada por 404 puntos ó coordenadas geográficas que fueron obtenidas como resultado de la información que acompaña al decreto de su fundación, además de un proceso de digitalización a lo largo del Río Bravo. Se utilizaron 70 puntos de referencia para 18.791 Km², obteniéndose una resolución de 80.3 m y un RMS de 0.19 lo cual indica un nivel de precisión muy aceptable (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Georeferencia del modelo digital de elevación (MDE), para el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena.

Datos:

Columnas = 1951

Renglones = 1301

Largo = 156682 m

Ancho = 119929 m

Superficie = 18.790.715.578 m²

1.879.071,56 ha

18.790,72 Km²

Nombre del MDE sin georeferir: W2AREASP.IMG

Nombre del MDE georeferido: DIC1SE-1.IMG

Número de puntos de referencia: 70

Polinomio de superficie linear

	X	Y
Bo	- 6957.3307591547436500	35693.4389327098434000
b1	-0.0124490489411651	0.0000015148710976
b2	-0.0000022856419084	-0.0108381366896157

Resolución: 80.3085632 m.

RMS: 0.1985628

Elaboración de Mapas

Para asociar las clases de vegetación generadas en SAS a los rangos altitudinales y generar mapas que incluyen estas clasificaciones, se utilizó el procedimiento de reclasificación de IDRISI (Instituto IDRISI, 1993). Ello permitió también conocer la superficie que ocupa cada una de las clases de vegetación. La comparación con la cartografía del INEGI (1984) así como las observaciones de campo *in situ* permitieron validar los resultados previamente obtenidos.

El mapa obtenido se muestra en la **Figura 2**, e incluye las diferentes asociaciones vegetales encontradas y su distribución dentro del Área de Protección. Éstas coinciden con los grupos descritos en el **Cuadro 1**. Esta información permite ubicar geográficamente las especies presentes con un nivel de confiabilidad superior al 80%, tal y como se pudo validar en recorridos de campo posteriores a la elaboración de los mapas

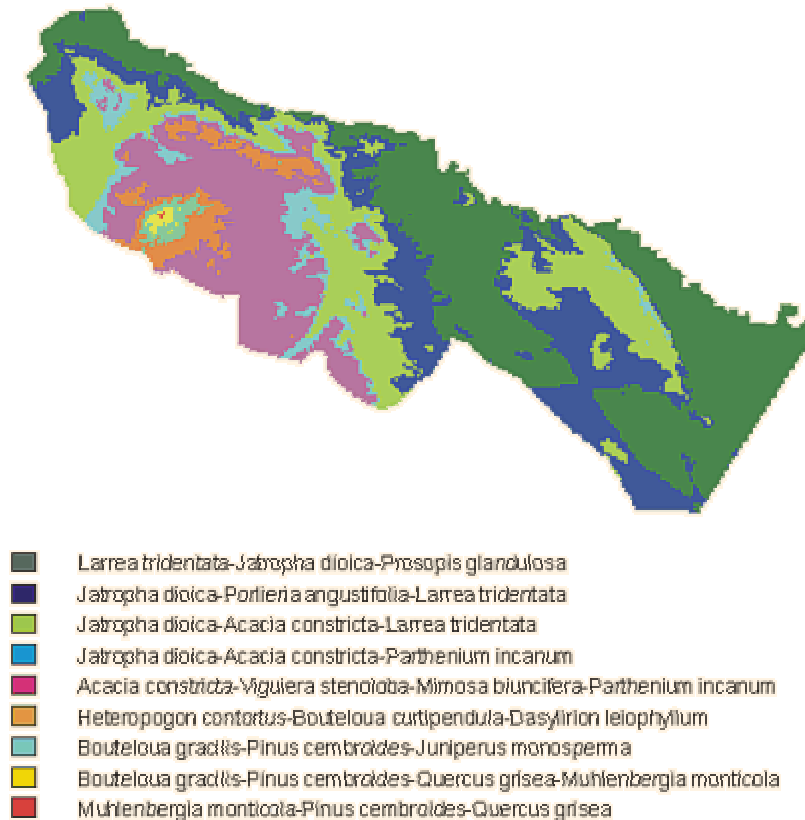


Figura 2. Grupos de vegetación por altitud y composición botánica en el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, Chihuahua, México.

Conclusiones

El gradiente altitudinal es el principal factor que determina las asociaciones vegetales y permite conocer su distribución espacial. Los análisis multivariantes, en particular el de conglomerados, permitió agrupar las principales especies vegetales de una forma muy satisfactoria, lo cual resulta útil para conocer su distribución espacial y la estructura de la vegetación. Los Modelos Digitales de Elevación son una herramienta útil para identificar los cambios de la composición botánica del desierto chihuahuense, así como la superficie y distribución de las distintas especies.

Referencias

Burrough, P.A. 1986. *Principles of information systems for land resources assesment*. Clarendon Press, Oxford, UK.

Cervantes B., J.F. y G.Alfaro, S. 2001. *La Ecología del paisaje en el contexto del desarrollo sustentable*. CIAU-Facultad de arquitectura. Instituto de Geografía. UNAM. Disponible en: <http://www.brocku.ca/epi/lbek/borja.html>.

Cervera G., L.E. 1995. Uso de los sistemas de información geográfica en el diseño de un parque ecológico en Nogales, Sonora. En *VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Latinoamérica evaluada desde el espacio*. Programa y resúmenes. Volumen 1. Ecología 11.

Chuvieco, E. 1990. *Fundamentos de teledetección espacial*. Ed. RIALP, S.A., Madrid, España.

Descroix, L. y Moriaud, S. 1995. Evolución de la cobertura vegetal en la Sierra Madre Occidental (norte de Durango). En *VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Latinoamérica evaluada desde el espacio*. Programa y resúmenes. Volumen 1. Ecología 3.

INEGI. 1984. *Cartas Temáticas*. 1:250000. Ojinaga H13-8. SPP. México, D.F. México.

Instituto IDRISI. 1993. *Update manual. Version 4.1*. Clark University. Graduate school of geography. Worcester, Massachusetts, U.S.A.

Landa R., Mur P. y González C. 1995. Sensores remotos y pérdida de recursos naturales: el caso de La Montaña de Guerreo, México. En *VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Latinoamérica evaluada desde el espacio*. Programa y resúmenes. Volumen 1. Ecología 7.

LGEEPA. 1996. *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales. Gobierno de México. México.

Luna G. y Watts C. 1995. Análisis de cambios en el uso de suelo usando imágenes Landsat MSS: La Sierra de Mazatlán, Sonora, México. En *VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Latinoamérica evaluada desde el espacio*. Programa y resúmenes. Volumen 1. Ecología 12.

Organización de los Estados Americanos. 2001. *Plan Integral de desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. Republica del Ecuador*. Disponible en: <http://www.oas.org/usde/publications/unit/oea02s/ch20.htm>.

SAS Institute. 1985. *SAS User's guide: Statistics*. SAS Institute Incorporation, Cary, NC, USA.