

Cambio de uso de suelo y estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en la sierra de la India en Durango.

Land use change and tree and shrub vegetation structure in the mountains of the India in Durango.

Uriel Calderón-Villegas¹, Luis Manuel Valenzuela-Nuñez¹, Ulises Romero-Méndez¹,
Cristina García de la Peña¹, Quetzalli Karmi Siller-Rodriguez¹ y Julio Cesar Rios-Saucedo^{2*}

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N.

Fracc. Filadelfia, C. P. 35010.

² INIFAP. Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5. C. P. 34170 Durango, Durango.

*Autor para correspondencia: rios.julio@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el planeta existe una gran diversidad de ecosistemas, sin embargo, existe un desconocimiento de la diversidad vegetal presente en muchas de las regiones, por lo que es esencial su estudio con la finalidad de desarrollar planes de manejo para una mejor conservación y manejo sostenible de estos recursos. Por otra parte, el estado de la vegetación, así como los usos de suelo determinan el funcionamiento de los ecosistemas, ya que, al presentarse cambios en el sistema, surgen otros procesos de deterioro como la deforestación y fragmentación. El presente trabajo generó información sobre el cambio de uso de suelo, la estructura y la pérdida/ganancia de vegetación arbustiva y arbórea en la Sierra de la India. Se analizó el cambio de uso de suelo y vegetación mediante sistemas de información geográfica utilizando las capas de INEGI g13d84 de los años 1997 y 2013, la estructura de la vegetación de acuerdo a la exposición de la ladera, además de determinar el valor de importancia y la pérdida/ganancia de especies de acuerdo a la presencia de aquellas reportadas y no reportadas en la carta de uso de suelo y vegetación g13d84 de 1977. Los resultados mostraron que a pesar de presentarse un cambio en la superficie de los tipos de vegetación, dicho cambio no es significativo de acuerdo a la prueba de Mann-Whitney, siendo la agricultura y el pastizal los tipos de suelo que más superficie ganó y perdió respectivamente. De igual manera de acuerdo al I.V.I la especie *Acacia schaffnerii* es la especie que da mayor estabilidad a la estructura de la Sierra y se observó la pérdida de una sola especie, mientras que se encontraron trece especies que no habían sido reportadas en el año 1977.

Palabras clave: bióxido, café, carbono

ABSTRACT

On the planet there is a great diversity of ecosystems, however, there is a lack of knowledge of the plant diversity present in many of the regions, therefore, its study is essential in order to develop management plans for better conservation and sustainable management of these resources. On the other hand, the state of vegetation as well as the land uses determine the functioning of ecosystems, since, when changes in the system arise, other processes of deterioration such as deforestation and fragmentation arise. On the other hand, the state of vegetation as well as the land uses determine the functioning of ecosystems, since, when changes in the system arise, other processes of deterioration such as deforestation and fragmentation arise. The present work generated information on land use change, structure and loss/gain of shrub and tree vegetation in the Sierra de



la India. Land and vegetation use change was analysed using geographic information systems using the INEGI g13d84 layers of 1997 and 2013, vegetation structure according to slope exposure, in addition to determining the value of importance and loss/gain of species according to the presence of those reported and not reported in the soil and vegetation use chart g13d84 of 1977. The results showed that despite a change in the surface area of vegetation types, this change is not significant according to the Mann-Whitney test, with agriculture and grassland being the types of soil that gained most and lost respectively. Similarly according to the I.V.I the species *Acacia schaffnerii* is the species that gives greater stability to the structure of the Sierra and the loss of a single species was observed, while thirteen species were found that had not been reported in 1977.

Key words: Land use change, vegetation profiles, danserogram.

INTRODUCCIÓN

La diversidad de ecosistemas son el resultado de un proceso evolutivo largo y de la influencia de condiciones climáticas y ambientales (Castillo, 2003). México no es la excepción, pues gracias a su topografía, variedad de climas e historia geológica, presenta un amplio mosaico de condiciones ambientales y micro ambientales que han promovido una gran variedad de hábitats y formas de vida, sin embargo, aún existe un desconocimiento de la diversidad presente en muchas de estas regiones (Challenger y Soberón, 2008). El conocimiento de la flora es de suma importancia para el desarrollo de la investigación y planes de conservación, así como de manejo sostenible de los recursos. Actualmente, existen factores que atentan contra la diversidad biológica como el crecimiento demográfico, la pobreza, el uso de tecnologías contaminantes y las prácticas productivas insostenibles entre los principales; elementos que provocan disminución y pérdida de diversidad. El conocimiento de la estructura, ayuda a clasificar y entender la influencia de los procesos que se han presentado, por lo que es necesario definir la composición de especies, densidad arbórea, estratos presentes e incluso la estimación del crecimiento potencial (Benavides y Fernández, 2012) que nos permitan conocer la composición vegetal, la forma en que están distribuidas y su fisionomía de acuerdo a las

características físicas del lugar. La forma en que se emplea la cubierta vegetal y el terreno se conoce como uso de suelo y vegetación y es uno de los principales problemas dentro de los ecosistemas. Cuando se elimina totalmente la cubierta vegetal para dedicar el terreno a zonas urbanas y actividades agrícolas o pecuarias, se conoce como cobertura antrópica (SEMARNAT, 2005). A partir de lo anterior se habla del cambio antrópico, que no es otra cosa que un indicador de la relación entre las cubiertas del terreno natural original con respecto a las coberturas que resultan de la actividad humana, permitiendo una aproximación al grado de impacto global sobre el área de interés en un periodo de tiempo establecido (Palacio et al., 2004). Por tal motivo, la importancia de este trabajo radica en que constituye un primer conocimiento que será la base para posteriores estudios de diversidad, que puedan ser utilizados para planes futuros de conservación y manejo. De igual manera los estudios sobre el cambio de uso de suelo y vegetación se hacen necesarios, debido a las implicaciones que estas conllevan en relación a la pérdida de diversidad biológica, la pérdida de hábitat y servicios ambientales. Dicho lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar los cambios de uso de suelo y vegetación y la estructura de vegetación arbórea y arbustiva en el estrato arbustivo y arbóreo en la sierra de la India, Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. La sierra de la India se ubica en el municipio de Cuencamé, Durango, hacia el noroeste y se encuentra dentro del Desierto Chihuahuense. El área presenta una altitud que va de los 2110 msnm en la planicie a los 2250 msnm en la parte alta de la Sierra. Presenta un clima predominante semiseco templado, con una temperatura anual de 21.1 °C, consiste en superficies de terreno con comunidades vegetales en su mayoría de porte arbustivo.

Análisis espacial. Para evaluar los cambios de uso de suelo y vegetación se utilizaron Sistemas de Información Geográficas (SIG) este análisis se basa en la identificación de los cambios en los componente espaciales y temáticos. Así como los procesos espacio-temporales empleando las capas de uso de suelo y vegetación g13d84, serie I (1997) y serie V (2013) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en una escala 1: 250,000 (INEGI 2009).

Técnica de muestreo de vegetación arborea y arbustiva. El muestreo se llevó a cabo mediante el método de punto cuadrante (Franco-López, 1998) en seis áreas localizadas en las localidades Emiliano Zapata y Héroes de Chapultepec del polígono que corresponde a la Sierra de la India. En cada una de las localidades se muestrearon 10 puntos en transecto a una distancia de 50 metros entre cada uno de ellos, cada uno de los puntos establecidos se dividió en cuadrantes y se midió un individuo para cada cuadrante, obteniendo un total de cuatro individuos por punto y cuarenta individuos por área. A cada uno de los individuos se le midió altura total en metros, el diámetro uno y diámetro dos también en metros con una

cinta métrica de 30 metros, y el diámetro del tronco en centímetros con un flexómetro y se realizó el registro de especies presentes.

Registro de especies en el área de estudio. Teniendo la cartografía de uso de suelo y vegetación se realizaron muestreos sistematicos en todo el macizo de vegetación arboreo y arbustivo presente en la sierra de la India, Cada ejemplar se colectó y proceso de acuerdo al procedimiento de Lot y Chiang (1986). Se colectaron cuatro juegos de cada ejemplar y fueron depositados en el Herbario JAAA de la FCB de la UJED. La identificación hasta especie se usó la bibliografía especializada de las claves taxonómicas de "A Flora the Chihuahuan Desert Region" de Henrickson et al., 1997. Guías de campo y libros de la Flora de Durango (Agaves-magueyes, lechuguillas y noas del Estado de Durango y sus alrededores; Plantas medicinales del estado de Durango y zonas aledañas) y de especialistas en diversas familias. Adicionalmente, se revisaron bases de datos, voucher y ejemplares de Herbario JAAA FCB y CIDIIR-IPN Unidad Regional Durango (Rzedowski, 1978; González et al., 2007). Se determinó el estado de conservación usando el criterio de la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT, 2010).

Características estructurales de la vegetación. Con los datos obtenidos se aplicaron las fórmulas para obtener el área basal media y la dominancia, frecuencia y densidad tanto absolutas como relativas y a partir de los resultados se obtuvo el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) que nos muestra la especie que tienen mayor importancia dentro de la estabilidad del ecosistema como se muestra a continuación:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de puntos en los se encontró la } sp}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta de cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$



$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de la sp}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada sp.}}{\text{Densidad absoluta de todas las spp}} \times 100$$

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Área basal sp}}{\text{Área muestreada}}$$

Donde:

Área basal= $\pi/4$ DAP²

DAP: Diámetro al Altura del Pecho.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por sp}}{\text{Dominancia absoluta de todas las spp}} \times 100$$

I.V.F. = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa.

Donde.

I.V.I. = Índice de Valor de Importancia

Perfil semirrealista y danserogramas . Con las medidas obtenidas de la vegetación se realizó un perfil semirrealista (Richard, 1952) y un danserograma obtenido a partir de los símbolos para la descripción estructural de las comunidades propuestos por Dansereau (1951), que nos muestran la estructura de la vegetación presente en el área de estudio (Figura 1).

CARACTER	TIPO	SÍMBOLO	TIPO	SÍMBOLO
BIOTIPO	Árboles (T)		Arbustos (F)	
	Herbáceas (H)		Brioides (M)	
	Herbáceas (H)		Lianas (L)	
TAMAÑO	Alto (T)	Árboles: > 25 m. ; Arbustos: 2-5 m. ; Herbáceas: > 2 m.		
	Medio (M)	Árboles: 10-25 m. ; Arbustos: 0,5-2 m. ; Herbáceas: > 0,5-2 m.		
	Bajo (L)	Árboles: 8-10 m. ; Arbustos: < 0,5 m. ; Herbáceas: < 0,5 m.		
CUBIERTA	Muy escasa (b)		En grupos (p)	
	Discontinua (i)		Continúa (c)	
FUNCIONALISMO DE LAS HOJAS	Caducifolios (d)		Marcescentes (s)	
	Perennifolios (d)		Sin hojas (j)	
TAMAÑO Y FORMA DE LAS HOJAS	Acícula (n)		Graminoide (g)	
	Mediana o corta (a)		Ancha o grande (h)	
	Hoja compuesta (v)		Sin hojas (q)	
TEXTURA DE LAS HOJAS	En película (f)		Membranosa (z)	
	Esclerófila (x)		Suculenta (k)	

Figura 1. Símbolos para la descripción estructural de la comunidad propuestos por Dansereau, 1957.



Pérdida o ganancia de la diversidad vegetal en el estrato arbustivo y arbóreo.

Para determinar la pérdida o ganancia de 1:50000) 1977 de INEGI, donde se localizaron los puntos de verificación marcados. Se ubicaron un total de doce puntos dentro del polígono de interés para el análisis de la estructura y distribución de la vegetación arbustiva y arbórea. Aquellos que se localizaron en zonas agrícolas se descartaron durante el muestreo, pues es evidente la desaparición de vegetación nativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

para el año 1997 con 754.68 hectáreas, mientras que para el año 2013 fue el cuerpo de agua con 343.57 hectáreas, sin embargo tanto el cuerpo de agua, como zona urbana no se reportaron para el año 1997, por lo que la comparación podría no ser tomada como

vegetación se utilizó la carta de uso de suelo y vegetación G13D84 (

Cambo de uso de suelo y vegetación. Los tipos de vegetación con mayor extensión en superficie en ambos años analizados fueron el pastizal y la agricultura, con 112,273.33 y 68,554.15 hectáreas respectivamente para el año 1997, mientras que para el año 2013 presentaron superficies de 98,954.90 y 82,024.00 respectivamente. A diferencia de la vegetación con la menor superficie, que fue el mezquital

válida, siendo el tipo de vegetación chaparral el que le sigue por lo que se podría decir que es el que ocupa la menor superficie con 362.44 hectáreas (Tabla 1).

Tabla 1. Cambio de uso de suelo y vegetación en un periodo de 16 años en la sierra la India, Cuencame, Dgo.

Comunidades vegetales y uso de suelo	1997		2013		Tasa de cambio
	ha	%	ha	%	ha
Agricultura	68,554.15	37.21	82,024.00	44.42	13,469.85
Bosque	977.97	0.53	466.21	0.25	-511.76
Chaparral	550.05	0.3	362.44	0.2	-187.61
Cuerpo de agua***	----	----	343.57	0.19	----
Matorral crasicaule	1,125.26	0.61	1,133.80	0.61	8.54
Mezquital	754.68	0.41	748.32	0.41	-6.36
Pastizal	112,273.33	60.94	98,954.90	53.59	-13,318.43
Zona urbana***	----	----	610.91	0.33	----

Puede observarse que la disminución en la superficie de pastizal se debió principalmente a la transformación de estas áreas a zonas agrícolas y a la extensión de los asentamientos humanos, tal como lo reportan Cuevas et al., (2010) y Barraza (2016), de igual manera también se observó un cambio de la superficie de pastizal hacia los cuerpos de agua. Así mismo refleja que tal como lo observo Barraza (2016) en la sierra de Gamón, el bosque perdió más del 25 por ciento de su superficie debido a la abertura de tierras agrícolas y el 20 por ciento se convirtió en pastizal, esto nos indica que de

seguir esta tendencia de cambio de uso de suelo para el año 2029 el Bosque podría desaparecer en su totalidad.

En el caso del matorral crasicaule a diferencia de lo reportado por Rosete et al., (2017) para la Península de Baja California y Hernández (2005) para el municipio de Álamos, Sonora, en la Sierra de la India se presentó un aumento del matorral, sin embargo, tal como lo reportan Rosete et al., (2017) se observó que dicho aumento se debió principalmente a la superficie



ganada a la agricultura, debido al abandono de tierras agrícolas.

El grado de antropización para 1997 se reportó una superficie de 685.54 km² (37.21%) de cobertura antrópica, mientras que la cobertura natural fue de 1,156.81 km² (62.79 %) para toda el área estudiada, presentándose un grado de antropización de 592.61 m², esto significa que por 1 km² (1000 m²) de cobertura natural existían 592 m² de cobertura antrópica. En cambio, para el 2013 se presentó un incremento en la cobertura antrópica, de los 685.54 Km² reportados para 1997 aumento a 823.34 (44.75% del área total), provocando que se presentara una disminución en la cobertura natural de 1,156.81 km² a 1,020.09 km² (55.24% del área total). Mostrando para este año un grado de antropización de 810.07 m², es decir por cada 1 km² (1000 m²) de cobertura natural existen 810.07 m² de superficie antrópica efecto típico por el crecimiento de la población en todo el mundo.

Índice de Valor de Importancia (I.V.I) de la vegetación arbórea y arbustiva. Como resultado del muestreo en el área correspondiente a la Sierra de la India se

registraron un total de veinticuatro especies, donde la especie con la mayor frecuencia relativa fue *Acacia schaffnerii* (10.47 por ciento), seguida de *Quercus chihuahuensis* (9.88 por ciento) y *Yucca elata* (8.14 por ciento), en el caso de la dominancia y la densidad relativa también fue la *A. schaffnerii* (23.41 por ciento) quien obtuvo los datos más elevados, sin embargo no se observó la misma tendencia anterior en cuanto a las especies que obtuvieron el segundo y tercer valor más alto. Este resultado se deriva del número de individuos para cada especie y su cobertura, más que en su presencia en el mayor número de sitios de muestreo. El análisis para obtener el índice de valor de importancia (I.V.I) arrojó que la especie que más contribuye al carácter y estructura general del ecosistema estudiado es *A. Schaffnerii* seguida de *Yucca elata* y *Quercus chihuahuensis*, como puede observarse en la Figura 1. Entre otras especies importantes para el área se encuentran *Opuntia robusta*, *Yucca filifera* y *Dasyllirion duranguensis* (Figura 2).

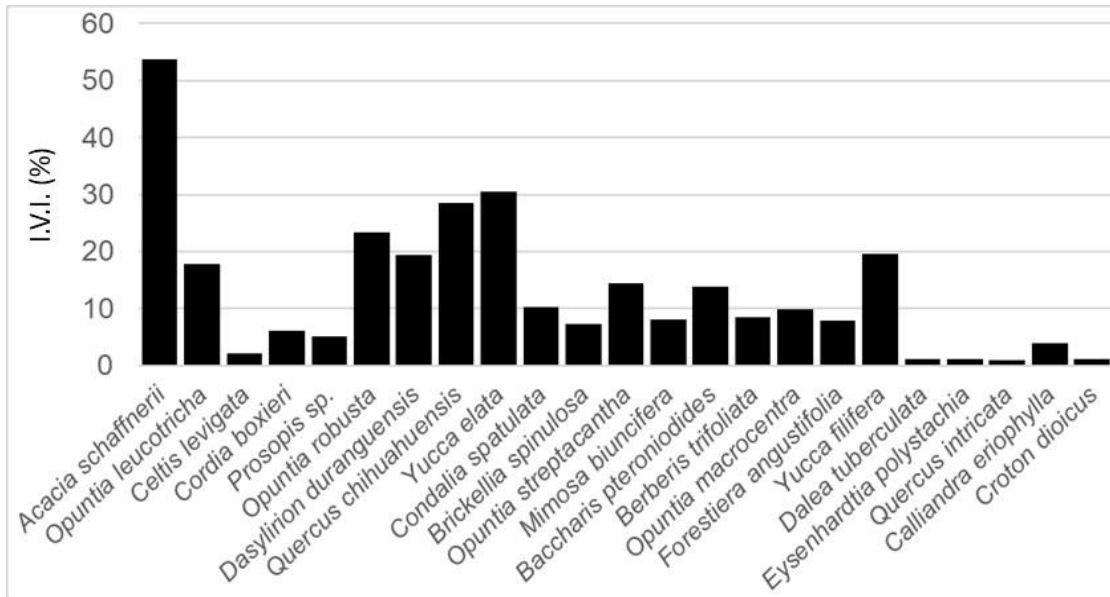


Figura 2. Índice de Valor de Importancia por especie para la Sierra de la India, Cuencame, Dgo.

La distribución de las especies no se presentó de manera uniforme en toda el área de muestreo, sino que se observó una mayor predominancia de algún tipo de especie según la orientación del sitio de muestreo. El primer sitio de muestreo presentaba orientación Norte y se observó *Acacia schaffnerii*, *Celtis levigata*, *Cordia boissieri*, *Cylindropuntia imbricata*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia robusta* y *Prosopis laevigata*; el sitio dos era un área plana y en él se encontró *Acacia schaffnerii*, *Cordia boissieri*, *Opuntia leucotricha*, *Opuntia robusta* y *Prosopis laevigata*. A pesar de las diferencias en la exposición de la luz solar, las especies se distribuyen en diferentes exposiciones, sin embargo no se presentan en todas las altitudes, como es el caso de *Acacia schaffnerii* que se presentó en la exposición Norte y Plano los cuales se realizaron en las partes más bajas de la sierra (2110, 2150 msnm), esto nos lleva a pensar que estas especies se encuentran solo en los lugares de menor altitud, mientras que las especies de *Quercus chihuahuensis* y *Quercus intricata* se encontraron en la parte más alta de la sierra (2250 msnm), lo que nos lleva a pensar que tal como lo mencionan Poulos y Camp (2005), así como lo descrito por Álvarez-Moctezuma *et al.*, (1999) en el caso de los

Quercus, es la altitud el factor que interviene en la distribución de las especies en la Sierra de la India. De manera general *Acacia schaffnerii* fue la especie que obtuvo el I.V.I. más alto y de acuerdo con Brower y Zar (1978), Este I.V.I. se utiliza para darle estructura a la asociación vegetal. De acuerdo con González (2006) este tipo de asociación se nombra como Matorral de clima templado dominado por *A. schaffnerii*. Anteriormente Shreve (1942) y Leopold (1950) consideraron este tipo de vegetación como pastizal con cactus-*Acacia* y mezquite-grassland respectivamente.

Perfiles semirealisata y danserogramas de la vegetación presente en la Sierra de la India, Durango.

En la Sierra de la India se tiene una dominancia de *Acacia schaffnerii* en todas las exposiciones, a pesar que los locatarios la ven como una planta invasora en zonas de pastizales y es subutilizada solo para hacer postes para cerco, esta planta tiene muchas bondades como es astringente en medicina casera, fiebre tifoidea, hemorragias, problemas menstruales, artritis y dolores reumáticos, tónico digestivo, diarrea, irritación de mucosas, conjuntivitis y malaria. Otros usos: La esencia extraída de las flores da un perfume conocido en

Europa como cassie. Otro patron muy claro que se puede identificar en estos perfiles estructurales de vegetación es la esposición norte es el que cuenta el menor número de especies con predominancia arubistva. Segui por la exposicion zenital otra de las exposiciones con baja presencia de especies vegetales arboreas y arbustivas (Figura 3,4,5 y 6). En promedio la vegetación aborea presenta cobertura de 8 m² con una altura y diametro del tocon de 1.67m y 10.9 cm respectivamente esto nos explica que es una vegetación joven o incementos muy bajos.

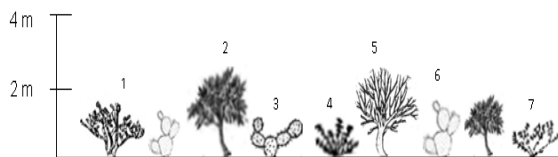


Figura 3. Perfil semirrealista de la exposición Norte en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Cyllindropuntia imbricata*, 2. *Acacia schaffnerii*, 3. *Opuntia leucotricha*, 4. *Celtis laevigata*, 5. *Prosopis laevigata*, 6. *Opuntia robusta*, 7. *Cordia boissieri*.

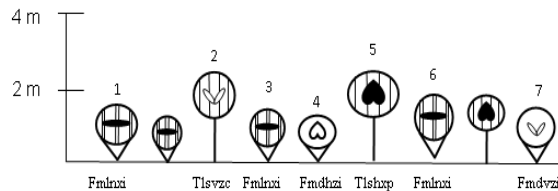


Figura 4. Danserograma de la exposición Norte en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Cyllindropuntia imbricata*, 2. *Acacia schaffnerii*, 3. *Opuntia leucotricha*, 4. *Celtis laevigata*, 5. *Prosopis laevigata*, 6. *Opuntia robusta*, 7. *Cordia boissieri*.

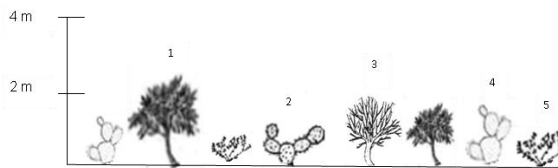


Figura 5. Perfil semirrealista de la exposición zenital en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Acacia schaffnerii*, 2. *Opuntia leucotricha*, 3. *Prosopis laevigata*, 4. *Opuntia robusta*, 5. *Cordia boissieri*.

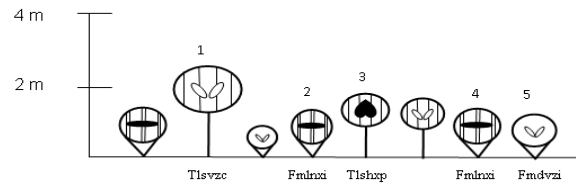


Figura 6. Danserograma de la exposición Zenital en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Acacia schaffnerii*, 2. *Opuntia leucotricha*, 3. *Prosopis laevigata*, 4. *Opuntia robusta*, 5. *Cordia boissieri*.

La exposición Oeste presento especies principalmente del matorral rosetofilo, crasicuales y de matorral microfila las pincipales especies identificadas fueron : 1. *Dasyllirion duranguensis*, 2. *Baccharis pteronoides*, 3. *Opuntia robusta*, 4. *Condalia spatulata*, 5. *Brickellia spinulosa*, 6. *Quercus chihuahuensis*, 7. *Opuntia streptacantha*, 8. *Yucca elata*, 9. *Cylindropuntia imbricata*, 10. *Mimosa biuncifera*, 11. *Berberis trifoliata*. Esta vegetación presenta en promedio una cobertura de 1.13 m², una altura de 2.13 m con un diametro del tocon de 19.8 para *Quercus* y *Yucca* (Figura 7 y 8).

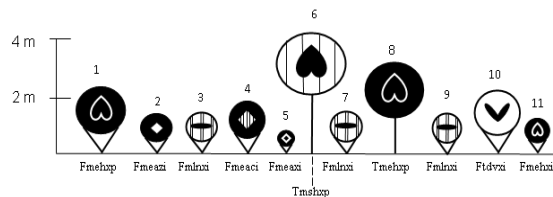


Figura 7. Perfil semirrealista de la exposición Oeste en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Dasyllirion duranguensis*, 2. *Baccharis pteronoides*, 3. *Opuntia robusta*, 4. *Condalia spatulata*, 5. *Brickellia spinulosa*, 6. *Quercus chihuahuensis*, 7. *Opuntia streptacantha*, 8. *Yucca elata*, 9. *Cylindropuntia imbricata*, 10. *Mimosa biuncifera*, 11. *Berberis trifoliata*.

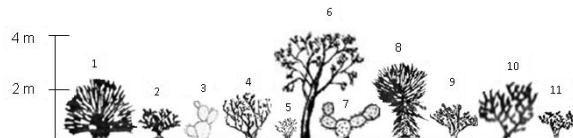


Figura 8. Danserograma de la exposición Oeste en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Dasyllirion duranguensis*, 2. *Baccharis pteronoides*, 3. *Opuntia robusta*, 4. *Condalia spatulata*, 5. *Brickellia spinulosa*, 6. *Quercus chihuahuensis*, 7. *Opuntia streptacantha*, 8. *Yucca elata*, 9. *Cylindropuntia imbricata*, 10. *Mimosa biuncifera*, 11. *Berberis trifoliata*.

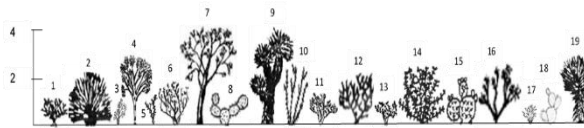


Figura 9. Perfil semirrealista de la exposición Este en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Baccharis pteronodides* 2. *Dasyliiron duranguensis*, 3. *Croton dioicus*, 4. *Quercus intricata*, 5. *Eysenhardtia polystachia*, 6. *Condalia spatulata*, 7. *Quercus chihuahuensis*, 8. *Opuntia streptacantha*, 9. *Yucca filifera*, 10. *Calliandra eriophylla*, 11. *Cyllindropuntia imbricata*, 12. *Mimosa biuncifera*, 13. *Berberis trifoliata*, 14. *Forestiera angustifolia*, 15. *Opuntia macrocentra*, 16. *Dalea tuberculata*, 17. *Brickellia spinulosa*, 18. *Opuntia robusta*, 19. *Yucca elata*.

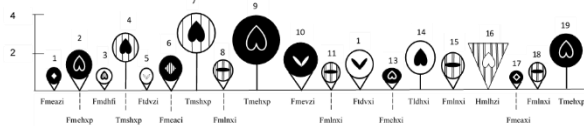


Figura 10. Danserograma de la exposición Este en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Baccharis pteronodides* 2. *Dasyliiron duranguensis*, 3. *Croton dioicus*, 4. *Quercus intricata*, 5. *Eysenhardtia polystachia*, 6. *Condalia spatulata*, 7. *Quercus chihuahuensis*, 8. *Opuntia streptacantha*, 9. *Yucca filifera*, 10. *Calliandra eriophylla*, 11. *Cyllindropuntia imbricata*, 12. *Mimosa biuncifera*, 13. *Berberis trifoliata*, 14. *Forestiera angustifolia*, 15. *Opuntia macrocentra*, 16. *Dalea tuberculata*, 17. *Brickellia spinulosa*, 18. *Opuntia robusta*, 19. *Yucca elata*.

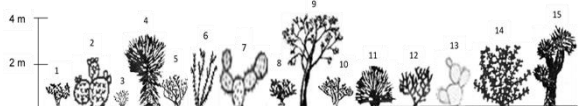


Figura 11. Perfil semirrealista de la exposición Sur en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Berberis trifoliata*, 2. *Opuntia macrocentra*, 3. *Brickellia spinulosa*, 4. *Yucca elata*, 5. *Condalia spatulata*, 6. *Calliandra eriophylla*, 7. *Opuntia streptacantha*, 8. *Baccharis pteronodides*, 9. *Quercus chihuahuensis*, 10. *Cyllindropuntia imbricata*, 11. *Dasyliiron duranguensis*, 12. *Mimosa biuncifera*, 13. *Opuntia robusta*, 14. *Forestiera angustifolia*, 15. *Yucca filifera*.

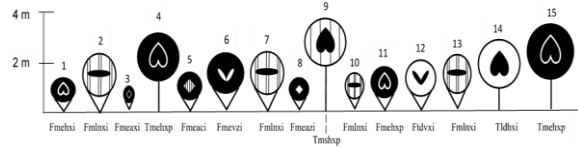


Figura 12. Danserograma de la exposición Sur en la Sierra de la India, Durango, México. 1. *Berberis trifoliata*, 2. *Opuntia macrocentra*, 3. *Brickellia spinulosa*, 4. *Yucca elata*, 5. *Condalia spatulata*, 6. *Calliandra eriophylla*, 7. *Opuntia streptacantha*, 8. *Baccharis pteronodides*, 9. *Quercus chihuahuensis*, 10. *Cyllindropuntia imbricata*, 11. *Dasyliiron duranguensis*, 12. *Mimosa biuncifera*, 13. *Opuntia robusta*, 14. *Forestiera angustifolia*, 15. *Yucca filifera*.

Por ultimo puede observarse que algunas especies están presentes en diferentes exposiciones, es decir que se distribuyen a pesar de las diferencias en la exposición de la luz solar, sin embargo no se presentan en todas las altitudes, como es el caso de *Acacia schaffnerii* que se presentó en la exposición Norte y Zenital los cuales se realizaron en las partes más bajas de la sierra (2110 - 2150 msnm), esto nos lleva a pensar que estas especies se encuentran solo en los lugares de menor altitud, mientras que las especies de *Quercus chihuahuensis* y *Quercus intricata* se encontraron en la parte más alta de la sierra (2250 msnm), lo que nos lleva a pensar que tal como lo mencionan Poulos y Camp (2005), así como lo descrito por Álvarez-Moctezuma *et al.*, 1999 en el caso de los *Quercus*, es la altitud el factor que interviene en la distribución de las especies en la Sierra de la India.

CONCLUSIONES

En la Sierra de la India no hubo un cambio significativo de uso de suelo y vegetación. La Agricultura presentó el mayor aumento de superficie, el Pastizal fue el tipo de vegetación que más disminuyó. El Bosque presentó la mayor pérdida de superficie. La vegetación presente en la sierra de la India corresponde a un Huizachal asociado con matorral crasicaule. Se registró la presencia de 13 especies que no estaban reportadas para el año 1977, solo una especie de las 17 reportadas no se encontró en las listas botánicas revisadas, la mayor



diversidad de especies en el perfil semirrealista fue en la exposición este y sur encontrando la mayor asociación vegetativa arbórea y arbustiva.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Moctezuma, J.G., S. Ochoa-Gaona, B.H.J. de Jong y M.L. Soto-Pinto, 1999. "Hábitat y distribución de cinco especies de *Quercus* (Fagaceae) en la Meseta Central de Chiapas". *Biología Tropical*, 47: 351-358 pp.
- Barraza., M. S.P. 2015. Cambio de uso de suelo y vegetación de la Sierra de Gamón, Durango, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas-UJED. México.
- Benavides M., H.M., Fernández G., D.Y. 2012. Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. *Maderas y Bosque*. Vol. 18, núm. 2. 51-71 pp.
- Castillo., M.H. 2003. Introducción a la fitogeografía. Biblioteca virtual, Editorial del cardo. Universidad de Chile 10 p.
- Challenger, A. y J. Soberón, 2008. "Los ecosistemas terrestres de México". In: *Capital natural de México*, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad, J. Soberón, G. Halfter y J. Llorente (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad-CONABIO-, México. ISBN 978-607-7607-03-8. 87-108 pp..
- Cuevas M. L., Garrido. A., Pérez. J. y González. D. 2010. Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural. En: Cotler, H. (coord.). *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. Semarnat, INE y Fundación G. Río Arronte IAP México, DF., México. 96-103 pp.
- Dansereau, P. 1951. Description and recording of vegetation upon a structural basis. *Ecology* 32: 172-229 pp.
- Franco López Jonathan, y coautores. 1985. *Manual de ecología*. Ed. Trillas. México.
- González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., López-Enríquez, I. L., Tena-Flores, J. A., González-Gallegos, J. G., Ruacho-González, L., & Estrada-Castillón, A. E. (2017). Diagnóstico del conocimiento taxonómico y florístico de las plantas vasculares del norte de México. *Botanical Sciences*, 95(4), 760-779 pp.
- Gonzalez E. M.S., Gonzalez E. M., Marquez L. M. (2006). *Vegetación y ecorregiones de Durango*, primera edición, CIIDIR-Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional, 164 p.
- Henrickson, J., & Johnston, M. C. (1997). *A flora of the Chihuahuan Desert Region*. Los Angeles, California.
- Hernández., G. C. 2005. Diagnóstico de la vegetación y el cambio de uso de suelo mediante el análisis de imágenes de satélite en el municipio de Álamos, Sonora. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2009). *Cartas digitales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V, escala 1: 250 000*.
- Leopold, A. S. (1950). *Vegetation zones of Mexico*. *Ecology*, 31(4), 507-518 pp.



- Lot A. y Chiang F. Comps. 1986. Manual de Herbario. Administración y Manejo de Colecciones, Técnicas de Recolección y Preparación de Ejemplares Botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. A.C. México, D.F.
- Palacio P. J.L., Sánchez S. M.T., Casado I. J.M., Propin F. E., Delgado C. J., Velázquez M. A., Chias B. L., Ortiz A. M.I., González S. J., Negrete F. G., Gabriel M. J., Márquez H. R. 2004. Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio. 1a edición. Jiménez Editores e Impresores. México, D.F. 161 p.
- Poulos, H.M. y A.E. Camp., 2005. "Vegetation-Environment Relations of the Chisos Mountains, Big Bend National Park", Texas USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-36. 6 p.
- Richards., P.W. 1952. The tropical rain forest, an ecological study. Cambridge Univ. Press. 450 pp.
- Rosete., V. F.A., Pérez., D. J.L., Bocco., G. 2008. Cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California. México, Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. ISSN 0188-4611. Núm. 67. 39-58 pp.
- Rzedowski., J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA. México.
- SEMARNAT., 2005. Vegetacion y uso de suelo. Disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/02_vegetacion/cap2.html. Consultado: 3 de noviembre 2020.
- SEMARNAT [Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestres - Categorías de Riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación 2a Sección, 28 de octubre del 2010. www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/SEMARNAT%20DOF/Norma%20Oficial%20Mexicana%20NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf
- Shreve, Forrest, 1942. The desert vegetation of North America. Bot. Rev., v. 8, pp. 195-246.

