Cambios en la Vegetación Natural y el Uso del Suelo en la Comarca Lagunera entre 1968-86 a 2018.

Changes between Natural Vegetation and Land Uses in Comarca Lagunera between 1968-86 to 2018.

Mario A. García-Aranda*[1], Antonio Moreno-Talamantes[1], Eduardo-Estrada Castillón[2] y Juan José Flores[1]

[1]Especies, Sociedad y Hábitat, A. C., José Clemente Orozco 441, Misión real, Apodaca, Nuevo León, C. P. 66640, México
[2]Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Km 145 Carretera Nacional 85, Linares, Nuevo León, México

Autor para correspondencia: mgarcia_20@yahoo.com.mx

Palabras clave:
Cambio,
Vegetación,
Uso de Suelo,
Comarca Lagunera.

Keywords:
Change,
Vegetation,
Land use,
Comarca Lagunera.

RESUMEN

Con el uso de las Series 1 y 7 INEGI de vegetación y Uso de Suelo se analizo el cambio en vegetación natural y usos antrópicos en un período de 50 años. Mas del 60 % de la superficie no tuvo cambios. Se ha degradado el 3.2% de la vegetación natural; marcando una tendencia de cambio reducida. El principal cambio entre usos antrópicos fue la reducción de vegetación inducida seguido por nuevas áreas con urbanización.

ABSTRACT

With the use of vegetation and land use INEGI Series 1 and 7, the change analysis of Natural Vegetation and anthropic uses over a period of the last 50 years. More than 60% of the surface remained unchanged. 3.2% of Natural Vegetation has been degraded; marking a reduced trend of change. The main change between anthropogenic uses was the reduction of induced vegetation followed by new areas with urbanization.

INTRODUCCIÓN

En México, la Comarca Lagunera es una región ubicada en la parte norte de la mesa central de México. La conforma una serie de municipios de los estados colindantes de Coahuila y Durango. Se la denomina así debido a que históricamente había trece lagunas, formadas en cuatro cuencas endorreicas que la conforman, al noreste Laguna de las Palomas, una porción que se ubica de este a oeste llamada Río Nazas, al sur de la región la parte norte del Río Aguanaval y una parte al sur de la Laguna El Coyote. La disponibilidad de agua y suelos profundos la hicieron una región de importancia económica por su actividad agrícola, cultivos como el algodón han marcado una tendencia de uso del suelo desde 1851 (Miranda, 2008), también destaca la producción de una variedad de productos alimenticios. Factores ambientales como la disponibilidad de agua y el cambio climático suelen afectar el precio de los productos cosechados, lo que provoca una variación en las superficies utilizadas como uso agrícola en años recientes (Miranda, 2008; Pontifes *et al*., 2018). Por otro lado, algunos terrenos usados en la producción han presentado problemas de desertificación por agricultura mecanizada y sobreexplotación (Muro, *et al*. 2007). La utilidad de este tipo de análisis de cambio es que permite hacer comparativas de un mismo sitio en diferente época

utilizando análisis geográfico espacial que aporta una herramienta para entender dónde y cómo se dan las transiciones y tendencias de cambio en el tiempo en un sitio; llegando a entender estas tendencias haría posible establecer algunas estrategias de manejo (Villegas *et al*., 2021); tanto de la vegetación natural y perturbada existente, como de los usos de suelo más adecuados en la región. El objetivo del estudio fue detectar los principales cambios ocurridos en las comunidades de vegetación natural o perturbada y los usos antrópicos del suelo en la región de la Comarca Lagunera, al norte de México, basado en las series I (INEGI, 1997) y VII (INEGI, 2021) provenientes del continuo digital de vegetación y uso de suelo escala 1:250,000 de INEGI.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio.- La zona de análisis se ubica en la meseta central o altiplano, es una cuenca endorreica donde existieron trece lagunas, una zona tradicionalmente de uso agrícola conformada por siete municipios del estado de Coahuila y quince de Durango, cubre una superficie aproximada de 68,309 kilómetros cuadrados, se encuentra en la zona central de la ecorregión del Desierto Chihuahuense, también denominado Bolsón de Mapimí, región que le da características particulares en clima (INEGI- CONABIO-INE, 2008). Figura 1.

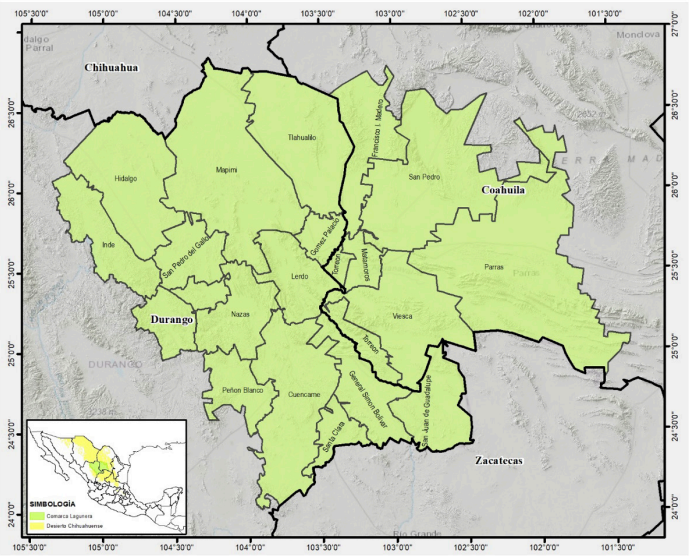


Figura 1. Ubicación de municipios de la Comarca Lagunera.

Cubiertas geográficas

Del geoportal de CONABIO se descargó la división política municipal a escala 1:250,000 de 2022 (INEGI, 2022). A partir de este archivo vectorial se extrajo a una nueva cubierta geográfica con los municipios correspondientes a la Comarca Lagunera, de Coahuila: Francisco I. Madero, Matamoros, Parras de la Fuente, San Pedro, Torreón y Viesca; y de Durango: Cuencamé, Gral. Simón Bolívar, Gómez Palacio, Hidalgo, Indé, Lerdo, Mapimí, Nazas, Peñón Blanco, Rodeo, San juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo, Santa Clara y Tlahualilo. Las cubiertas geográficas de uso de suelo y vegetación seleccionadas para el análisis de cambio son el continuo nacional, Serie I con información obtenida en los años setenta a 1986 (INEGI, 1997); y la más reciente, continuo nacional serie VII, que se compone de información generada en 2018 (INEGI, 2021).

Para establecer el límite de recorte de información donde se analizó el cambio (área de interés), inicialmente se generó un polígono vectorial único donde se incluyen los 22 municipios que conforman la Comarca Lagunera, éste se proyectó de Geográfica WGS 1984 al DATUM UTM Zona 13 Norte, posteriormente se recalculó la superficie en metros cuadrados y hectáreas para posteriores análisis. Las cubiertas de vegetación correspondiente a las Series I y VII también fueron proyectadas de una proyección Geográfica WGS84 a la proyección correspondiente al DATUM UTM Zona 13 Norte; posteriormente se hizo un recorte de polígonos de cada continuo nacional de vegetación a los límites del área de interés usando el polígono AOI (área de interés).

Unificación de claves INEGI

Las Series I y VII se componen de polígonos interpretados vía fotografía aérea en las primeras series al uso de imágenes satelitales Landsat para las series más recientes, delimitando visualmente los distintos tipos de vegetación y usos de suelo presentes en la temporada de su creación. El INEGI ha creado una clave única para cada tipo de cobertura presente, los cuales en ocasiones pueden variar entre si conforme mayor es la diferencia en años de las series existentes, para poder hacer comparaciones entre ambas series se unificaron los criterios de interpretación y claves entre las series, procedimiento que facilita hacerlas comparables.

Recorte e Intersección de cubiertas de vegetación

En ArcGIS 10.8.1™ se recortaron los continuos nacionales (Series I y VII) usando el AOI polígono límite del área de la Comarca, generando dos nuevas cubiertas, posteriormente se recalculo la superficie en hectáreas de las cubiertas para actualizar esta información. Se utilizó el geoproceso denominado Intersect de ArcGIS™ para cruzar la información de las dos series dejando como resultado del cruce la información de ambas cubiertas interceptadas; para ello se procuró que los campos de la serie del tiempo uno (serie I) se colocaran en primer lugar o por delante del recorte de los campos de serie del tiempo dos (Serie VII), con ello se pudo tener un control de los cambios en orden cronológico

correcto. Se creó un campo en cada serie para capturar el estado de la conservación al momento de su creación, considerando las categorías Vegetación primaria para las comunidades vegetales sin alguna perturbación, Vegetación secundaria para las comunidades registradas con alguna perturbación el alguno de sus estratos y Usos antrópicos para las coberturas sin vegetación aparente, en condición inducida, usos agrícolas, cuerpos de agua y áreas urbanizadas.

Al archivo producto de la intersección, se le generó un campo adicional nuevo en la tabla de atributos del archivo vectorial shapefile para crear una etiqueta única de cambio directo entre el tiempo inicial y el tiempo final donde se conservan las claves provenientes de ambas series. Debido a las diferencias existentes en cuanto a precisión por efecto de la escala en la digitalización producto de la interpretación visual de ambas cubiertas, como producto de su creación, existe un grado de desfase entre las cubiertas, generando así pequeños polígonos menores a una hectárea que generan una cantidad alta de polígonos; para corregir este efecto se corrió un geoproceso en ArcGIS™ de generalización denominado "Eliminate", que fusiona todos aquellos polígonos de baja superficie hacia polígonos vecinos de mayor área, reduciendo así este efecto logrando así redondear de manera más adecuada el cálculo de la superficie.

Al campo de la base de datos con las diferentes combinaciones producto de la intersección, en el estado de conservación se le aplicó un proceso de sumarización con el módulo de ArcGIS para tablas de atributos denominado sumarización para generar una lista única de cambios de cada tipo producto de la intersección, análisis que incluye un cálculo de la superficie en hectáreas.

Análisis de cambio entre usos antrópicos.

Se creo un campo adicional en la base de datos que considero con mayor detalle las clases de uso antrópico detectadas en ambos tiempos, considerando seis clases principales. 1. Cubierta de Vegetación, donde se incluyó toda comunidad vegetal en cualquier estado de conservación en ambos tiempos. 2. Inducidos, todas aquellas áreas con condición inducida (al pastoreo). 3. Sin vegetación aparente, áreas que fueron detectadas sin alguna clase de cobertura vegetal natural o artificial. 4. Agrícola, espacios dedicados al manejo agrícola anual, permanente, de riego o temporal. 5. Cuerpos de agua, y 6. Áreas de uso urbano. Como en el análisis de cobertura con vegetación natural, los datos de cambio de usos contra vegetación generan una serie de combinaciones que fueron calculadas a hectáreas y kilómetros cuadrados, generando porcentajes en relación con el total de la superficie de cambio. Se calculó a su vez la tasa de cambio anual por tipo de cambio registrado basado en los años transcurridos entre las fechas analizadas.

RESULTADOS

En la Figura 2 se muestra la distribución de vegetación natural primaria, secundaria y de los usos antrópicos presentes en la Serie 1 que representa cobertura existente de finales de los sesenta hasta mediados de los ochenta, la superficie se detalla en la Tabla 1. Por otro lado, la Figura 3 muestra el mapa de vegetación natural, primaria, secundaria y los usos antrópicos existentes en el año 2018 correspondiente a la Serie 7, la superficie se indica en la Tabla 1 y los porcentajes se muestran en la Figura 4.

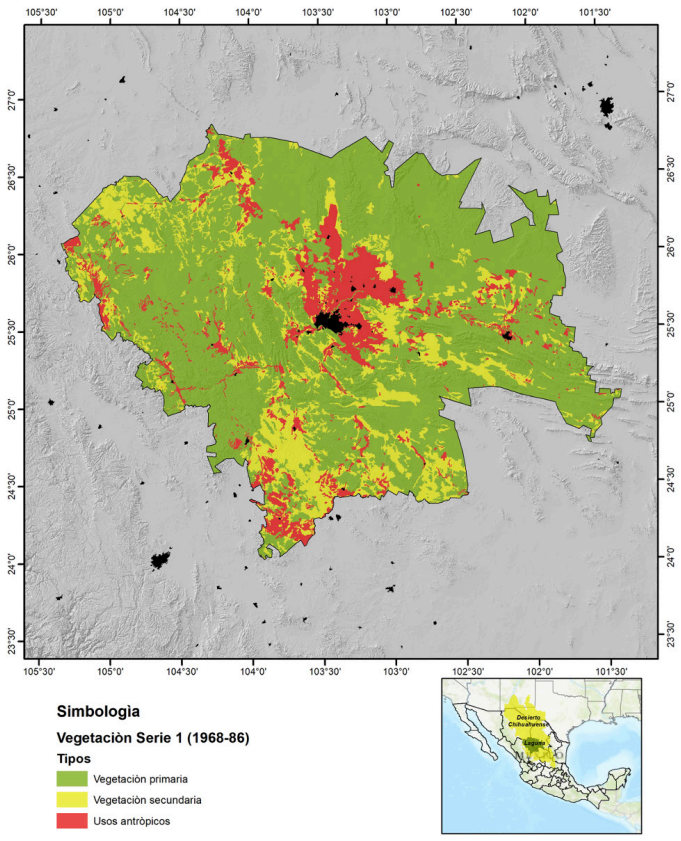


Figura 2. Mapa de vegetación primaria, secundaria y usos antrópicos de la Serie 1 (1968-86) en la Comarca Lagunera. En tono verde la vegetación Primaria, en amarillo la vegetación secundaria y en rojo los usos antrópicos, INEGI (1997).

Tabla 1. Superficie en hectáreas y porcentaje de vegetación natural, primaria, secundaria y usos antrópicos entre las Series 1 y 7 en la Comarca Lagunera

Cob. vegetal	Serie 1 (1968) ha (%)	Serie 7 (2018) ha (%)
Vegetation natural	60,004 (87.5%)	59,403 (86.6%)
Vegetación primaria	47,979 (70%)	46,206 (67.4%)
Vegetación secundaria	12,668 (18.5%)	13,197 (19.2%)
Usos antrópicos	7,914 (11.5%)	9,156 (13.4%)

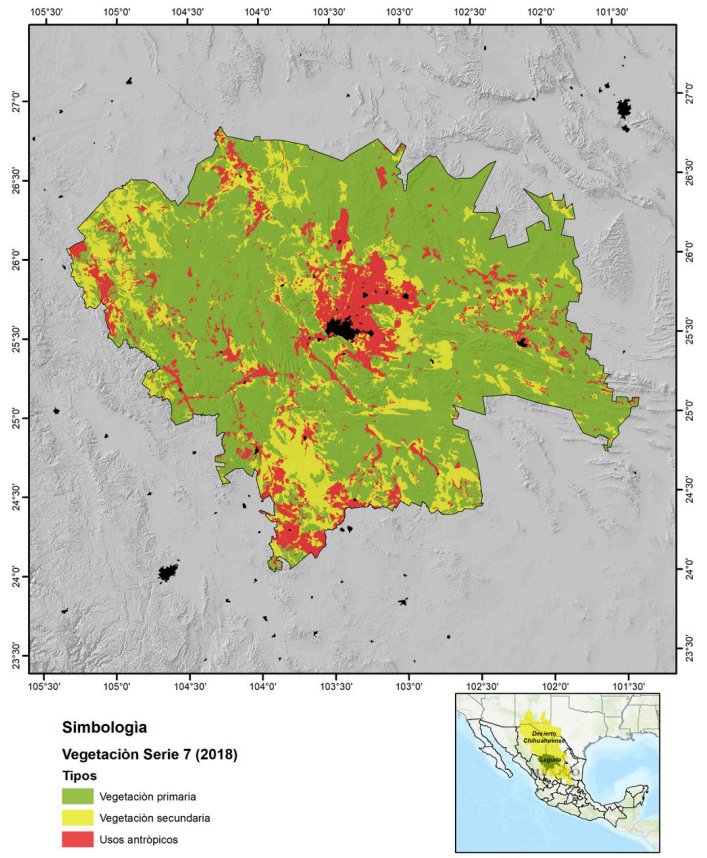


Figura 3. Mapa de vegetación primaria, secundaria y usos antrópicos de la Serie 7 (2018) en la Comarca Lagunera. En tono verde la vegetación Primaria, en amarillo la vegetación secundaria y en rojo los usos antrópicos, INEGI (2021).

Cambio de tipos de vegetación y usos antrópicos.

El análisis de cambio directo entre todas las coberturas diferentes, comunidades vegetales y usos registró una combinación de más de 635 cambios y permanencias. La Figura 5 muestra el mapa de los tipos de cambio ocurridos entre las series 1 y 7 donde los tonos de rojo representan pérdidas de vegetación natural, las tonalidades naranjas representan degradaciones y los tonos verdes representan recuperación hacia vegetación natural. La superficie y porcentaje de cambio total de la región de la Comarca Lagunera fue de 606,421,918 ha en 18,643 polígonos generados en combinaciones de cambio. En el aspecto más generalizado del análisis de cambio, 405,337,485 ha (66.9%) de la superficie en la zona de estudio permanece sin cambio; mientras que 200,584,129 ha (33.1%) registraron cambios relacionados ya sea cambios de vegetación natural a secundaria, o hacia el uso agrícola, urbanización, etc.; El tipo de cambio más frecuente y con mayor superficie fue de uso agrícola a cobertura vegetal primaria con 70,988,128 ha (11.7%) de la superficie total, seguido por cambio de cobertura vegetal a uso agrícola con 17,145,874 ha (2.8%); 12,206,875 ha (2%) pasaron de vegetación inducida a cobertura vegetal primaria; 987,929 ha (0.2%) pasaron de vegetación inducida a uso agrícola y 491,549 ha (0.1%) de vegetación primaria a terreno urbanizado (Figura 5.0).

Cambio de la vegetación.

La superficie que no experimentó cambios entre ambas fechas fue de 396,274,125 ha (65.3%), considerada como permanencias; en el área de estudio, se registra una pérdida de 9,611,184 ha (3.2%) de vegetación natural; por otro lado, la vegetación de condición primaria ha disminuido un 2.59%, la vegetación en condición secundaria ha tenido un incremento del 0.77%; mientras que la cobertura de usos antrópicos en general se incrementó el 1.81% (Cuadro 1). El 65.3% de la superficie no presenta cambios, unos 396,274,125 ha. La pérdida total de vegetación fue de 285,824 ha (4.17%), de estas el principal cambio de pérdida fue de vegetación primaria a usos antrópicos con el 2.13% seguido por el cambio de vegetación secundaria a uso antrópico con el 2.04%. La degradación de vegetación primaria a secundaria se calculó en 371,286 ha (5.4%). En cuanto a la recuperación hacia vegetación natural fue de 443,382 ha (6.5%), de éstas el principal cambio fe de vegetación secundaria a vegetación primaria con 281,760 ha (4.1%).

Figura 4. Datos en porcentaje de Cambio en Vegetación natural, Vegetación Primaria, Vegetación Secundaria y Usos antrópicos en La Comarca Lagunera entre la Serie 1 y Serie 7.

En relación con las clases de cambio en el aspecto de conservación, el 5.4% de la superficie tubo una degradación con una tasa anual del 0.11%; la pérdida total de cobertura natural fue de 4.2% con tasa anual de 0.08%; la recuperación de vegetación natural total fue de 6.5% a una tasa anual de 0.13% Tabla 2.

Cambios entre vegetación y uso antrópico

En referencia a los cambios registrados entre los usos antrópicos ocurridos entre la Serie 1 y 7, los terrenos con vegetación inducida se redijeron de 1.87% a 0.73%, mientras que los suelos desprovistos de cobertura vegetal tienen un incremento de 0.03% a 0.6%, la

superficie de cuerpos de agua se incremento de 0.15% a 0.23% y la urbanización se incrementó de 0.09% a 0.7%, ver Figura 6a. La cobertura de vegetación natural no experimentó cambios significativos mientras que los terrenos de uso agrícola experimentan una reducción muy baja pasando de 11.3% a 11.1%, Figura 6b.

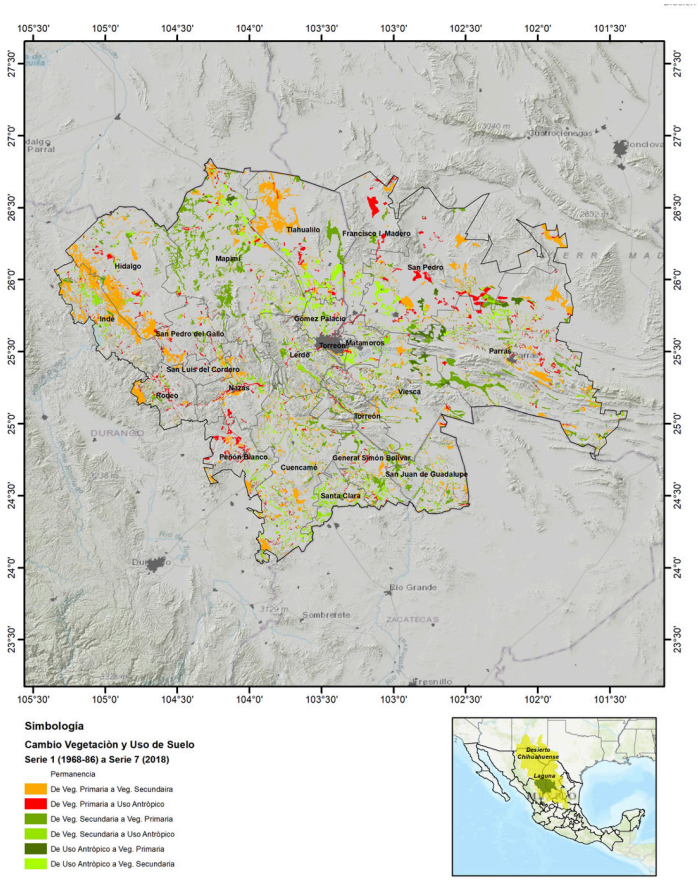
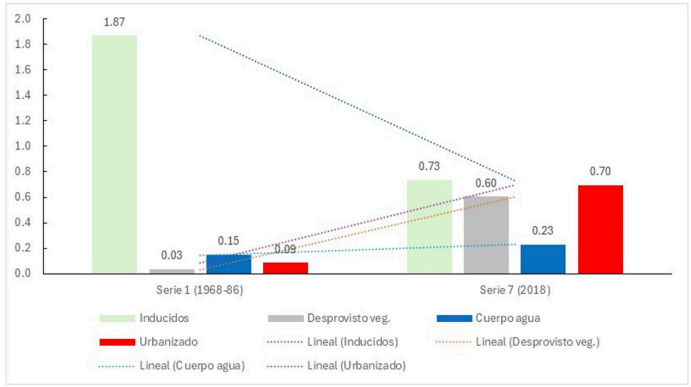


Figura 5. (a) Mapa de los tipos de Cambio en la vegetación y uso de suelo entre las Series 1 (1968-86) y Serie 7 (2018) en la Comarca Lagunera. Las tonalidades rojas representan pérdida a degradación en anaranjado, las tonalidades en verde indican recuperación; espacios son color son permanencias o áreas sin cambio.

Tabla 2. Cobertura en hectáreas y porcentaje de los tipos de cambio en la Comarca Lagunera entre las Series 1(1968) y 7 (2018)

Cambio	Ha	% Comarca	ha/anual	%/ anual
Degradación	19,252,691	3.2	385,054	0.063
Pérdida	9,611,184	1.6	192,224	0.032
Recuperación	171,720,254	28.3	3,434,405	0.566



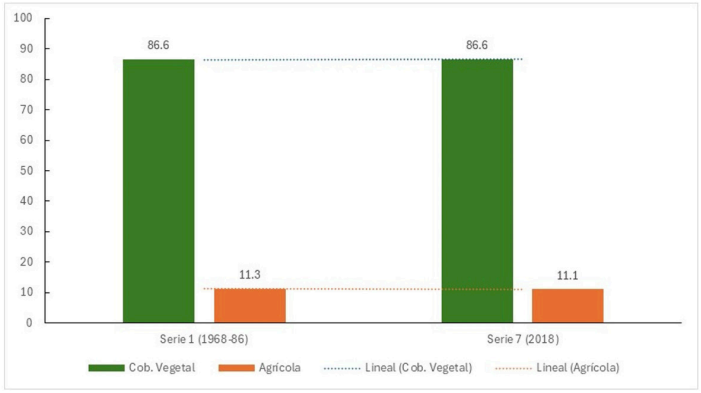


Figura 6. Porcentajes de cobertura entre Usos Antrópicos y Cobertura vegetal entre las Series de Vegetación y uso de suelo 1 y 7 en La Comarca Lagunera. (a) Uso de suelo: Vegetación inducida, Suelo desprovisto de vegetación, Cuerpos de agua y Urbanizado. (b) Cobertura vegetal y Suelo de uso agrícola.

DISCUSIÓN

Vegetación primaria

En el período de 50 años la vegetación natural a tenido una disminución de 0.9%, de ésta un 2.6% de condición primaria y 0.8% condición secundaria. Los usos antrópicos se incrementaron en 1.8%. La superficie sin cambios considerada como permanencia fue de 65.3% en contraste a la superficie con cambios de 33.1%, de éstos el 1.6% fueron pérdida de vegetación natural, 3.2% degradación; en contraste un 28.3% fueron cambios de recuperación. En estudios cercanos al Desierto Chihuahuense en hubo registro de disminución en superficie de vegetación natural arbórea y disminución de matorrales y cárcavas al norte en Guanajuato (Trucíos-Caciano, *et al.* 2011).

Cambio en Uso de Suelo y Vegetación

El reducido cambio observado en la región es debido principalmente al manejo histórico en la región, donde predomina el uso agrícola ya presente desde la 1968 – 1986 (Serie 1), donde usos antrópicos ya cubrían el 11.5% llegando al 13.4% en el 2018 (Figuras 2.0 y 3.0, Tabla 1).

Sobre el análisis de cambio entre las fechas, los

reducidos cambios observados en la Vegetación Natural y Primaria indican que no hay más terreno para anexar a la frontera agrícola arable, con clima y suelos adecuados, además del importante factor de la disponibilidad de agua en la región (Figura 5), donde existe un ligero incremento de la vegetación secundaria y de los usos antrópicos.

Permanencia y cambios

La superficie total de vegetación natural que se registró como pérdida en La comarca Lagunera fue de 9,611,184 ha (1.6%) con tasa anual de 192,224 ha (0.032%). Se registró una degradación de vegetación de 19,252,691 ha (3.2%) con una tasa anual de 385,054 ha (0.063%). Los procesos de recuperación de la vegetación natural tienen una cobertura de 171,720,254 ha (28.3%) con tasa anual de 0.56%.

Sobre el cambio registrado en la cobertura de usos antrópicos, los espacios de vegetación inducida tienen una reducción de 1.87% en Serie 1 a 0.73% en la Serie 7 posiblemente recuperados a través del abandono y su transformación; la cobertura de suelos desprovistos de vegetación registra un incremento de 0.03% a 0.6% indican un incremento de suelo desnudo por reducción de vegetación natural y vegetación secundaria; la superficie de cuerpos de agua tiene un ligero incremento 0.15% a 0.23%; las áreas urbanizadas reflejaron un incremento de 0.09% con la Serie 1 hasta el 0.7% con la Serie 7, indicando el reflejo del desarrollo en urbanización de la región sobre espacios nuevos.

Con relación a los usos agrícolas se registra una leve reducción de 11.3% a 11.1% marcando un reflejo del uso intensivo de los espacios ya existentes para cultivo y cosechas, sin crecimiento o apertura de nuevos espacios mas allá de las áreas óptimas para el uso antrópico que requieren de pendiente, suelo y disponibilidad de agua para el riego. De acuerdo con López L. A. y Sánchez Crispín (2010) existe un crecimiento espacial del área metropolitana hacia las zonas de Matamoros, San Pedro y Lerdo.

CONCLUSIONES

Durante los últimos 50 años la vegetación natural ha tenido una degradación anual hacia vegetación segundaria de 385 ha total de 19,252,691 ha, representando el 3.2% de la Comarca Lagunera; y una pérdida de 192,224 ha totalizado el 1.6%.

Dentro de los cambios entre antrópicos, los espacios con vegetación inducida a pastizal se han reducido de 1.87% a 0.73%. Las áreas de urbanización han crecido casi en un 0.5% del total del área de análisis confirmando la tendencia al crecimiento de estos espacios.

Las tendencias de cambio en sobre áreas con vegetación natural de Comarca Lagunera son reducidas considerando que los espacios presentes desde inicios de los años setenta con la Serie 1 ya estaban impactados históricamente con relación al 2018 con la Serie 7. Estableciendo que más del 60% de la superficie de La Comarca no ha presentado cambios, dadas las condiciones de aridez y un reducido acceso de agua para riego, situación que puede ser un reflejo de no utilizar nuevos espacios para uso antrópico dentro de matorrales micrólfilo y rosetófilo, que son las comunidades de mayor superficie en la región.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal del Laboratorio de Botánica de la Facultad de Biología de la UJED y de Botánica en la Facultad de Ciencias Forestales de UANL por el apoyo académico en la generación del estudio.

LITERATURA CITADA

Aznar-Sánchez José A., Piquer-Rodríguez M., Velasco-Muñoz J. F. and Manzano-Agugliaro. (2019). Worlwide research trends on sustainable land use in agriculture. Land Use Policy Vol. 87, Sept. 104069. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104069.

Duraisamy, Vijayasekaran, Bendapudi, Ramkumar and Jadhav Ajit (2018) Identifying hotspots in land use land cover change and the drivers in a semi-arid region of India. Environmental Monitoring and Assessment. 190 (9) 190:535. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-018-6919-5.

INEGI, CONABIO e INE (2008). Ecorregiones terrestres de México. Geoportal CONABIO http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/ecort08gw, fecha de consulta 15 de marzo 2023.

INEGI (1997). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie I (continuo nacional). Geoportal CONABIO http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/inegi/usv250s7gw. fecha de consulta 15 de marzo 2023.

INEGI (2021). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional). Geoportal CONABIO http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/inegi/usv250s7gw. fecha de consulta 15 de marzo 2023.

INEGI (2022). Marco Geoestadístico 2022.

Geoportal INEGI https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas. fecha de consulta 15 de marzo 2023.

Miranda W. R. (2008). Caracterización de la producción del cultivo de algodonero (*Gossipium hirsutim*, L.) en la Comarca Lagunera. Revista Mexicana de Agronegocios. Vol. 23. Pp 696 – 705. DOI: 10.22004/ag.econ.45848.

Muro-Pérez G., Sánchez-Salas J. y Alba-Ávila J. (2007). Desarrollo agroindustrial: Reseña y perspectiva en la Comarca Lagunera, México. Revista Chapingo, Serie Zonas Áridas. Vol. XI, Num. 1. Pp 1-7.

López L. A. y Sánchez C. A. (2010). Comarca Lagunera. Procesos regionales en el contexto global. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Primera Edición. 436 p. http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/20.

Pontifes P. A., García-Meneses P. M., Gómez-Aiza L., Monterroso-Rivas A. I. and Caso-Chávez M. (2018). Land use/land cover change and extreme climatic events in the arid and semi-arid ecoregions of Mexico. ATMOSFERA. 31 (4): 355 – 372. DOI: https://doi.org/10.20937/ATM.2018.31.04.04

Trucíos-Casiano R., Estrada Ávalos J., Cerano-Paredes J. y Rivera-González M. (2011). Interpretación del Cambio en Vegetación y Uso de Suelo. TERRA LATINOAMERICANA, Vol. 29 No. 4, pp 359-367. https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v29n4/2395-8030-tl-29-04-00359.pdf.

Villegas O.C. O., Muro-Pérez G., Jurado E. et al. (2021). Trends of climate change at the mid-low Nazas-Aguanaval inland basin based on a geographical approach. *Ecosist. Recur. Agropec*. 8(3): e2704. DOI: https://doi.org/10.19136/era.a8n3.2704.