

Artículo de investigación

Los Mochis, Sinaloa: cambio de uso del suelo 2001-2021

Francisco Humberto Valdez Sandoval^{1*}

¹ Unidad Académica de Negocios. Universidad Autónoma de Sinaloa.

* E-mail: valdez.sandoval@uas.edu.mx

Recibido: 21/10/2024; Aceptado: 02/12/2024; Publicado: 23/12/2024

Resumen

La investigación, tiene como objetivo principal describir los cambios y cobertura del suelo que tuvieron lugar en Los Mochis, Ahome, Sinaloa en el periodo 2001-2021 como consecuencia del desarrollo urbano. Para ello se utilizó dos mapas de uso del suelo y vegetación de los años 2001 y 2021, se emplearon los sistemas de información geográfica y el estudio estadístico para examinar las transformaciones presentadas en la ciudad. La metodología se basó en el análisis de la matriz de tabulación cruzada, de la cual fue posible obtener indicadores de cambio para el intervalo de tiempo analizado del año 2001 al 2021, así como la ganancia y pérdida de cada una de las tres categorías contenidas en los mapas. Los resultados obtenidos mostraron: por un lado, la agricultura de riego presentó una disminución en su área; por otro, el área urbana experimentó un aumento en el periodo, mientras el área de pastizal permaneció estable.

Palabras clave: Desarrollo urbano 1; expansión urbana 2; Los Mochis 3.

Los Mochis, Sinaloa: land use change and urban growth, 2001-2021

Abstract

The research describes the land use transformations that took place between 2001 and 2021 as a consequence of urban development; For this purpose, geographic information systems and a statistical study were used to examine the transformations presented in the city of Los Mochis. In order to identify the most relevant changes, the cross-tabulation matrix was used, resulting, on the one hand, that the total population in the period from 2000 to 2020 increased by 48 percent; On the other hand, in terms of land use, the surface occupied by urban space went from 48% to 89% in this city, to the detriment of non-urban use, thus obtaining a decrease in agricultural use.

Keywords: Urban development 1; urban expansion 2; urban space 3.

1. Introducción

El artículo tiene como propósito realizar un análisis a la transformación de la utilización del territorio y la expansión de la ciudad en Los Mochis, Sinaloa. El análisis espacial, identifica las

transformaciones ocurridas entre las diferentes categorías. Este estudio revela un rápido incremento en la expansión de áreas urbanizadas en detrimento de las zonas destinadas a la agricultura, teniendo un impacto directo en los espacios boscosos y los cuerpos de agua. Este crecimiento, evidencia que el fenómeno ha ocasionado la reducción de la cubierta arbórea e incremento de utilización del suelo con propósitos urbanos. En un principio, se observa un cambio de terreno boscoso a tierra destinada a la agricultura, posteriormente, una vez que se ha producido esta transformación, las áreas agrícolas muestran una mayor probabilidad de convertirse en zonas urbanas, especialmente para uso residencial, generando así un impacto ambiental significativo (Ramón y Aguilar, 2021).

Con este estudio, se busca aportar conocimiento al realizar un estudio detallado de los usos del suelo en Los Mochis, Sinaloa, con base en una matriz de tabulación cruzada (Pontius *et al.*, 2004), en el contexto del análisis exploratorio de datos. Es relevante este estudio por examinar los usos de suelo en nivel localidad, pues los trabajos realizados se han enfocado en abordar al territorio a nivel estado (Corrales *et al.*, 2014), o bien, el crecimiento de la ciudad sin analizar los usos del suelo (Armiño, Almazán y Forrat, 2019), es decir, los académicos de la entidad han dedicado poco espacio a discutir la temática abordada.

Las modificaciones en el uso del suelo se asocian con las acciones humanas, ya que estas han emergido como el factor primordial en las alteraciones medioambientales, siendo el crecimiento urbano uno de los principales responsables de dichos cambios (López y Plata, 2009), puesto que, a lo largo del tiempo, la humanidad ha utilizado y modificado de diversas maneras el espacio geográfico, y sus diversas actividades generan alteraciones permanentes en los lugares donde reside (Silva y Rubio, 2014). Por lo tanto, el cambio en el uso del suelo emerge de las acciones económicas y de mecanismos de aglomeración intrínsecos, los cuales se evidencian en el paisaje físico (Ramírez Hernández, 2020).

La postura de Gómez (2021) es semejante a la de López y Plata (2009), en cuanto a que sostienen los efectos negativos generados por el crecimiento urbano; por un lado, López y Plata argumentan que éste genera un impacto negativo en el área y las riquezas naturales, al disminuir el bienestar de los habitantes y el desarrollo territorial; por su parte, Gómez (2021) menciona que dentro de las repercusiones por el desarrollo urbano en aumento incluyen alteraciones en patrones de ocupación del suelo, lo que impacta en el clima, la calidad del suelo, los recursos hídricos y la diversidad biológica. Por esta razón, es esencial llevar a cabo una vigilancia continua para comprender adecuadamente el proceso de urbanización, facilitar la planificación y ordenamiento del territorio.

Por su parte, Apaolaza y Venturini (2021), sostienen que la expansión urbana poco concentrada, liderada por comunidades con sueldos elevados, contrasta con la urbanización popular y precaria caracterizada por terrenos sin cumplir las normativas. Estas diferencias en las formas de distribución del espacio conducen a una marcada disparidad y ventaja económica, social y ambiental derivada del crecimiento urbano. El aumento demográfico y la consiguiente necesidad habitacional ha provocado un rápido crecimiento en la expansión y densificación de las zonas urbanas. El incremento ha llevado simultáneamente a mayor emisión de gases de efecto invernadero, polución atmosférica y terrestre, y a la reducción de la diversidad biológica (Gallardo, 2018). El urbanismo reemplaza las funciones primarias del suelo, creando espacios cohesivos con diferentes lógicas territoriales como el uso urbano y el uso primario del suelo (Vilella y Humacata, 2022).

Las actividades económicas tienden a concentrarse en entornos urbanos debido a las ventajas derivadas de la disponibilidad de mercados para insumos, creación de empleos y la transferencia de saberes, resultados de la urbanización (Asuad, 2016). Las ciudades no solamente contribuyen al crecimiento económico, sino que también estimulan el progreso social. La tasa de urbanización en un

país guarda relación con su desarrollo social (Parnreiter, 2018). Asimismo, las áreas económicas regionales están conformadas por los espacios urbanos y las infraestructuras de comunicación (Asuad, 2018). En síntesis, las ciudades promueven la creación de efectos externos positivos, fomentan la diversidad de manufactura, facilitan comunicación y actúan como puntos de reunión para diversos actores, impulsando el desarrollo creativo o mejora tecnológica (Vázquez, 1999).

En relación con la concentración, Sobrino (2016) centró su análisis en la evaluación de los niveles de centralización espacial, los factores que explican la ubicación industrial y la delimitación espacial se focalizó a nivel de localidad, seleccionando particularmente los centros urbanos más habitados para el año 2010. A diferencia, Cortés (2018) destaca que, la apertura comercial generó aglomeración económica en la zona central de Colombia. En Chile identifica a los indicadores más favorables en términos de competitividad; no obstante, Chile también se enfrenta a desafíos de concentración económica, ya que sus industrias tienden a agruparse en áreas específicas. La perspectiva de Siso y Mac-Quhae (2018) guarda similitudes con la mencionada anteriormente, ya que sitúa a Venezuela en el contexto de los países latinoamericanos, donde el desarrollo económico tiende a concentrarse en una región, perjudicando a las otras áreas, que suelen ser las más distantes de las grandes ciudades.

1.1 Área de estudio

Figura 1. Área de estudio



Fuente: Elaborado con base en el Marco Geoestadístico de INEGI, 2023.

Los Mochis, ciudad principal de Ahome, localizado en Sinaloa y ubicado en el noroeste del país (Bassols, 2012). La ciudad tiene una extensión territorial de 5,779.47 hectáreas, presenta una longitud de 108°59'39.634"W, latitud de 25°47'00.301"N y altitud de 10 metros sobre el nivel del mar. Presentó

298,009 habitantes en el año 2020 de los cuales 143,665 fue población masculina y 154,344 población femenina; y un total de 91,011 viviendas habitadas, mientras que el año 2000 se registraron a 47,282, es decir, las viviendas habitadas aumentaron alrededor del 92 por ciento (INEGI, 2020).

La población ocupada en Sinaloa representó el 38% de la población total para el año 2010 y para el año 2020 fue el 48 por ciento, precisamente los cinco municipios con mayor relevancia en la entidad aglomeran el 79% de los habitantes y el 80% del personal ocupado, es decir, Culiacán reúne el 34% de la población ocupada, Mazatlán el 17%, Ahome el 15%, Guasave el 9% y finalmente Navolato el 5 por ciento.

En el interior de estos municipios con mayor relevancia del territorio de Sinaloa, se localizan las ciudades principales de la entidad y con respecto a las ciudades, afirmamos el argumento de quienes advierten que, algunas ciudades proporcionan beneficios innovadores y adoptan roles que les facilitan una mayor integración y cohesión con su región y otros entornos internacionales (Delgadillo y Torres, 2011).

Tabla 1. Personal ocupado y población total en los municipios de Sinaloa 2020

Municipios	Población ocupada	Población total
Ahome	218,328	459,310
Angostura	19580	44093
Badiraguato	11,197	26,542
Choix	11,956	29,334
Concordia	11,265	24,899
Cosalá	7,108	17,012
Culiacán	498,256	1,003,530
El Fuerte	44,575	96,593
Elota	24,078	55,339
Escuinapa	29,814	59,988
Guasave	131,186	289,370
Mazatlán	252,587	501,441
Mocorito	17494	40358
Navolato	72,264	149,122
Rosario	25,841	52,345
Salvador Alvarado	36,782	79,492
San Ignacio	8,456	19,505
Sinaloa	33,380	78,670
Total estatal	1,454,147	3,026,943

Fuente: Elaborada con base a INEGI, 2020.

Además, las ciudades siguen manifestando una dinámica de concentración, tanto en actividades productivas como en el crecimiento demográfico. Un rasgo destacado puede ser la tendencia a generar varios centros a partir de los núcleos originales, evidenciando así una dinámica de concentración que se manifiesta a través de la expansión de la zona urbana central (Soto Badillo, 2004).

Tabla 2. Población ocupada en las áreas urbanas de Sinaloa

Áreas urbanas	Población ocupada	
	2010	2020
Culiacán Rosales	288,692	409,027
Mazatlán	161,661	222,496
Los Mochis	104,409	146,657
Guasave	28,854	36,634
Guamúchil	24,687	30,566
Escuinapa de Hidalgo	12,065	16,707
Navolato	11,718	14,360
Licenciado Benito Juárez	9,715	18,099

Fuente: Elaborada con base en INEGI, 2010 y 2020.

Para el territorio de Sinaloa, los espacios urbanos se convierten en espacios de atracción al impulsar una dinámica demográfica y económica en sus alrededores. Esto se logra mediante la concentración de la actividad empresarial, la atracción de migrantes procedentes de zonas rurales, la presencia de actividades económicas consolidadas, así como la ubicación estratégica de instituciones educativas destacadas y una oferta significativa de servicios públicos. Por lo tanto, estos centros urbanos, que abarcan desde ciudades medias hasta pequeñas, son importantes en el progreso del estado.

Tabla 3. Población en áreas urbanas de Sinaloa

Áreas urbanas	Población			
	1990	2000	2010	2020
Culiacán	415,046	540,823	675,773	808,416
Mazatlán	262,705	327,989	381,583	441,975
Los Mochis	162,659	200,906	256,613	298,009
Guasave	49,338	62,801	71,196	77,849
Guamúchil	49,635	57,547	63,743	65,215
Juan José Ríos	26,268	28,119	23,553	22,421
Gabriel Leyva Solano	24,672	26,266	24,914	25,157
Costa Rica	20,899	21,661	24,874	28,239
Navolato	20,938	26,095	29,153	30,796
Lic. Benito Juárez	13,453	20,152	24,185	33,496
Escuinapa de Hidalgo	25,086	27,914	30,790	33,924
Población en áreas urbanas	1,057,246	1,340,273	1,606,377	1,865,497
Población estatal	2,204,054	2,536,844	2,767,761	3,026,943

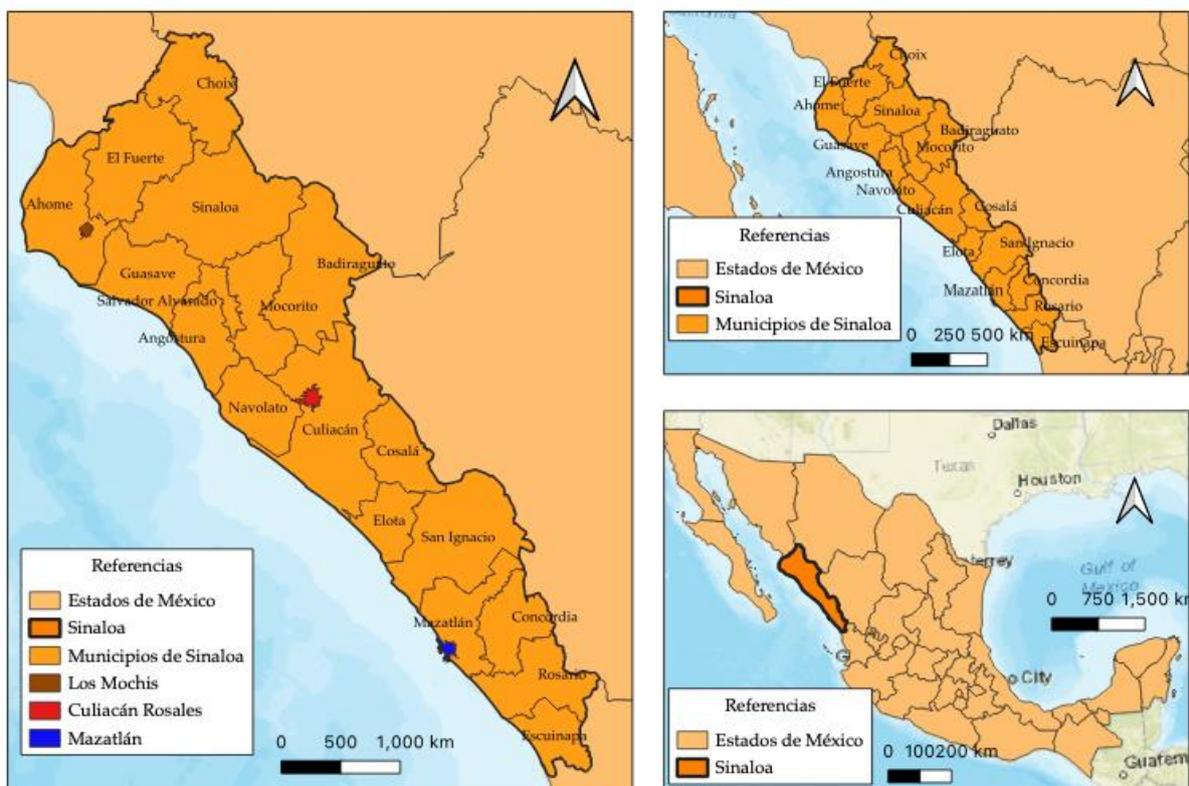
Fuente: Elaborada con base en INEGI, 1990, 2000, 2010 y 2020.

En la entidad se localizan tres de las 71 ciudades medias de México y ocho de las 284 ciudades pequeñas del país. Asimismo, se observa un aumento en la población urbana, ya que en 1990 representaba el 47.96% del total de la población del estado, en el año 2000 ascendió al 52.83%, y continuó en crecimiento, alcanzando el 58.03% durante el 2010. La población no urbana en el año

2020, continuó la reducción en su crecimiento demográfico, ya que constituyó el 38%, en comparación con el 62% de la población urbana (Valdez, 2012).

Al regionalizar el espacio geográfico de Sinaloa, las ciudades medianas se convierten en el centro de atracción en sus respectivas regiones: en la región sur Mazatlán, en la región centro Culiacán Rosales y en la región norte Los Mochis. Adicionalmente, las estadísticas revelan las asimetrías espaciales en la dinámica de la población, con aglomeración poblacional en los tres espacios urbanos con mayor relevancia. Entre los núcleos urbanos, Juan José Ríos y Gabriel Leyva Solano han experimentado despoblamiento, ya que ambas ciudades perdieron población, a diferencia del crecimiento observado en el resto de los centros urbanos de la entidad (Valdez, 2012).

Figura 2. Ciudades medias del estado de Sinaloa



Fuente: Elaborado con base en el Marco Geoestadístico de INEGI, 2023.

Además, en el estado, el progreso territorial se manifiesta de manera desigual y asimétrica. Es decir, los sectores económicos se concentran en determinados espacios debido a la ubicación, los costos de distribución física, el volumen de producción y a la transformación calificada de materias primas. En esta dinámica, las asimetrías espaciales no únicamente continúan, se intensifican en los espacios geográficos históricamente menos desarrollados conforme el territorio se globaliza (Valdez y Sandoval, 2019).

Las ciudades en Sinaloa, centros económicos de las regiones, exhiben notables disparidades en la aglomeración económica territorial. En retrospectiva, la expansión de las ciudades experimentó un incremento más significativo en la región sur del estado; sin embargo, del año 1881 a 1895, los distritos con mayor crecimiento poblacional fueron Sinaloa y Culiacán, mientras los distritos de

Cosalá y San Ignacio presentaron el menor crecimiento, esta tendencia coincidió con un incremento en la actividad agrícola en Sinaloa (municipio) y Culiacán, y una reducción en la actividad minera en Cosalá y San Ignacio. Fue más notoria como al disminuir la actividad minera en los centros poblacionales de Choix, Badiraguato y Cosalá sufrieron una disminución en su número de habitantes (Carrillo Rojas, 2013).

Por su parte, en el estado, el comercio se desarrolló en Mazatlán y Culiacán, mismas que fueron las ciudades más importantes de la entidad. Para el año 1886 el 80% del total de los establecimientos mercantiles en la entidad se concentraron en los distritos de Mazatlán, Culiacán, Cosalá, Concordia y Rosario (Aguilar, López, Román, y Carrillo, 1997). Con relación a la región del sur de la entidad, en el puerto de Mazatlán, la función de los comerciantes extranjeros en el siglo XIX tuvo importancia, ya que la actividad comercial sirvió como punto de entrada para el desarrollo de otras actividades económicas (Román Alarcón, 2009).

También, en el gobierno de Francisco Cañedo que culminó en 1909, con resultados económicos y sociales contradictorios para la entidad: por un lado, se vieron importantes avances en algunos sectores productivos pero, por otro, se acentuaron los desequilibrios regionales internos; pues mientras que se dio mayor importancia al desarrollo de los valles fértiles, se habilitaron puertos y se brindó apoyo a la industrialización de las principales ciudades, al tiempo que se introdujo el ferrocarril en forma longitudinal en la porción central del estado, la región serrana permaneció rezagada (Delgadillo y Orozco, 2015).

La mencionada transformación y reconstrucción también se hizo presente en el perfil económico durante la década de 1920, pues la entidad sinaloense deja atrás su perfil de economía minera, al ser los cultivos de tomate y garbanzo el nuevo mecanismo de reconstrucción de la economía sinaloense (Martínez y Verdugo, 1997). Dado que a principios del siglo XX los principales territorios mineros en Sinaloa como El Fuerte, El Rosario, Guadalupe de los Reyes y Mochis ceden su lugar a otras localidades como resultado del crecimiento agrícola. En esta etapa, Los Mochis, Guasave, Guamúchil, Navolato y Culiacán comienzan a tener protagonismo y ser las ciudades que concentran mayor potencial económico. Para el sur del estado, el Puerto de Mazatlán quedó como el único polo de desarrollo, puesto que localidades con dinamismo durante el Porfiriato como El Rosario, Villa Unión y El Roble decrecieron (Ibarra Escobar, 2003).

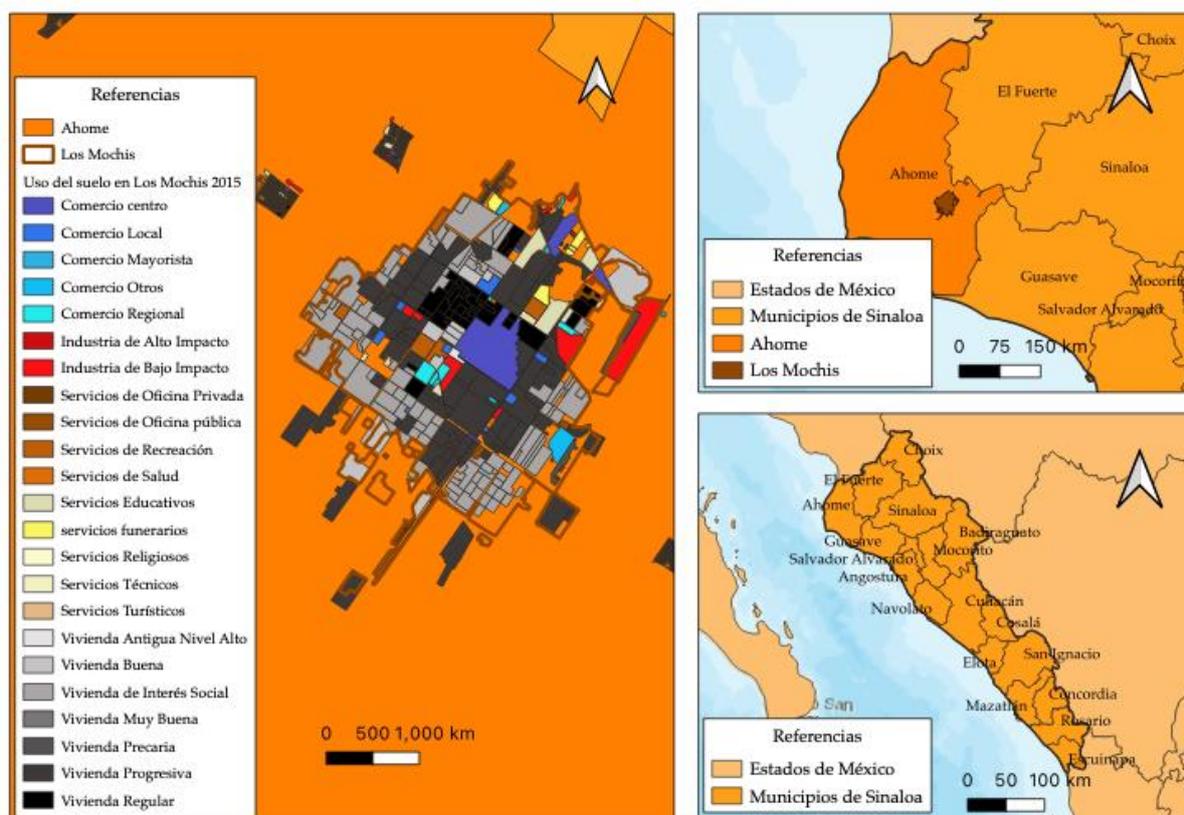
Los créditos otorgados desempeñaron un papel fundamental en la definición y consolidación del perfil agrícola de Sinaloa. Estos fondos se dirigieron principalmente a la región más desarrollada, específicamente en la parte centro-norte del estado y en Los Mochis, Culiacán y Mazatlán, que son los núcleos urbanos más prominentes y también lugares donde se establecieron grupos de influencia vinculados estrechamente a la agricultura de exportación y al sistema bancario regional. Además, en el contexto sinaloense, se evidenció una marcada concentración del crédito otorgado por el Bantecario, ya que más del 80% de este se destinó a los municipios de Ahome, Culiacán y Mazatlán, áreas con una infraestructura y equipamiento urbano más avanzados (Aguilar, 2001).

El cultivo de garbanzo experimentó un período de prosperidad que abarcó desde el año 1925 hasta 1935, aunque no se presentó de manera uniforme en todos los años comprendidos en ese periodo. Por el impulso de la producción las ciudades de Guasave y Angostura empezaron a despegar, junto con los pueblos agrícolas ribereños del centro-norte. La construcción del canal Valenzuela convirtió en realidad el riego, que no sólo favoreció al garbanzo sino también a la producción de tomate, maíz y frijol. Sin embargo, el gobierno español en 1935 implementó la prohibición a la importación del garbanzo mexicano, lo que generó una crisis para los productores en Sinaloa; no obstante, en la región

centro de Sinaloa la agricultura siguió floreciendo por los cultivos de cártamo, soya, trigo y frijol (Ibarra, 1993).

En el caso de Los Mochis, los orígenes del diseño de la retícula cuadrada parecen ser excepcionales. La infraestructura de riego fue el factor determinante que ha guiado su desarrollo, tanto en términos geométricos como materiales, durante casi un siglo. Hasta la década de 1960, la evidencia sugiere que la mayoría de los canales y drenajes formaban una red que coexistía en la superficie con las principales vías de tráfico de la ciudad. Posteriormente, la mayoría de estos elementos fueron colocados en canalizaciones subterráneas y desaparecieron del espacio urbano (Armiño, Almazán y Forrat, 2019).

Figura 3. Uso del suelo urbano en Los Mochis al año 2015



Fuente: Elaborado con base a IMPLAN, 2016.

En Los Mochis, los desarrollos de vivienda de interés social cubren en primer lugar la extensión de la expansión urbana y posteriormente la vivienda progresiva con respecto al año 2015 (IMPLAN, 2016). Complejos residenciales formados por viviendas adosadas de dimensiones mínimas, que también presentan bajos niveles de densidad poblacional, complican la ejecución de programas de inversión apropiados para mejorar la oferta de servicios y equipamientos urbanos. El exceso de viviendas unifamiliares dificulta la incorporación de edificaciones que posibiliten cierto nivel de inclusión con otras actividades urbanas (Armiño, Almazán y Forrat, 2019).

2. Materiales y métodos

Para analizar los cambios ocurridos en el uso de suelo en Los Mochis, Sinaloa, se utilizó la metodología desarrollada por Pontius *et al.* (2004), llamada Intensity analysis, con ella se elaboró una matriz de cambios, resultado de cruzar el mapa del año 2001 con el mapa correspondiente al año 2021, se emplearon los mapas cartográficos de uso del suelo y vegetación a escala 1:250000, serie II continuo nacional y serie VII continuo nacional de INEGI, publicados en el portal de información geoespacial (CONABIO, 2021). En la tabla; por un lado, las filas expresan las categorías del mapa en el tiempo 1, por otro, las columnas simbolizan las categorías del mapa en el tiempo 2. Posteriormente, con base a López y Plata (2009), los espacios que permanecieron constantes, es decir, las áreas sin cambios entre el tiempo 1 y el tiempo 2, aparecen en la diagonal de la matriz (P_{ij}); los aspectos que no se encuentran en la diagonal representan los cambios que tuvieron lugar entre las diferentes categorías. La fila Total T2, proporciona información sobre el área total ocupada por cada categoría en el tiempo 2 (P+n), mientras que la columna Total T1 indica el espacio total de cada categoría en el tiempo 1 (P+n).

Luego, la fila 5, identificada como ganancia bruta (G_{ij}), expone el espacio del entorno que experimentó un incremento durante el periodo comprendido entre 2001 y 2021, es decir, la diferencia entre la suma total en la fila 4 y lo que se mantuvo constante. En la quinta columna, se muestra la pérdida bruta (L_{ij}) que cada categoría experimentó entre el tiempo 1 y el tiempo 2, es decir, la diferencia entre los valores iniciales y los valores de la diagonal. Por otra parte, el cambio en la configuración o posición de las categorías se conoce como intercambio y representa la cantidad de área que ha experimentado modificaciones entre las clases (López y Plata, 2009).

Por lo tanto, la elaboración de esta matriz establece los cimientos para recolectar datos que cubran desde un nivel de análisis general hasta un nivel más exhaustivo de las transformaciones sucedidas en el espacio. Además, permite establecer si las modificaciones detectadas son producto de una transición sistemática o si son consecuencia de una transición aleatoria. El cambio neto refleja el nivel general, se determina como la diferencia entre el total en T2 y el total en T1 para cada categoría, expresado como $D_j = | T2 - T1 |$ (López y Plata, 2009: 91).

Tabla 4. Matriz de tabulación cruzada para dos mapas de diferente fecha

	Tiempo 2			Total tiempo 1	Pérdidas
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3		
Tiempo 1					
Categoría 1	P11	P12	P13	P1+	P1+ - P11
Categoría 2	P21	P22	P23	P2+	P2+ - P22
Categoría 3	P31	P32	P33	P+	P3+ - P33
Total tiempo 2	P + 1	P + 2	P + 3	P	
Ganancias	P + 1 - P11	P + 2 - P22	P + 3 - P33		

Fuente: Poinius *et al.* (2004).

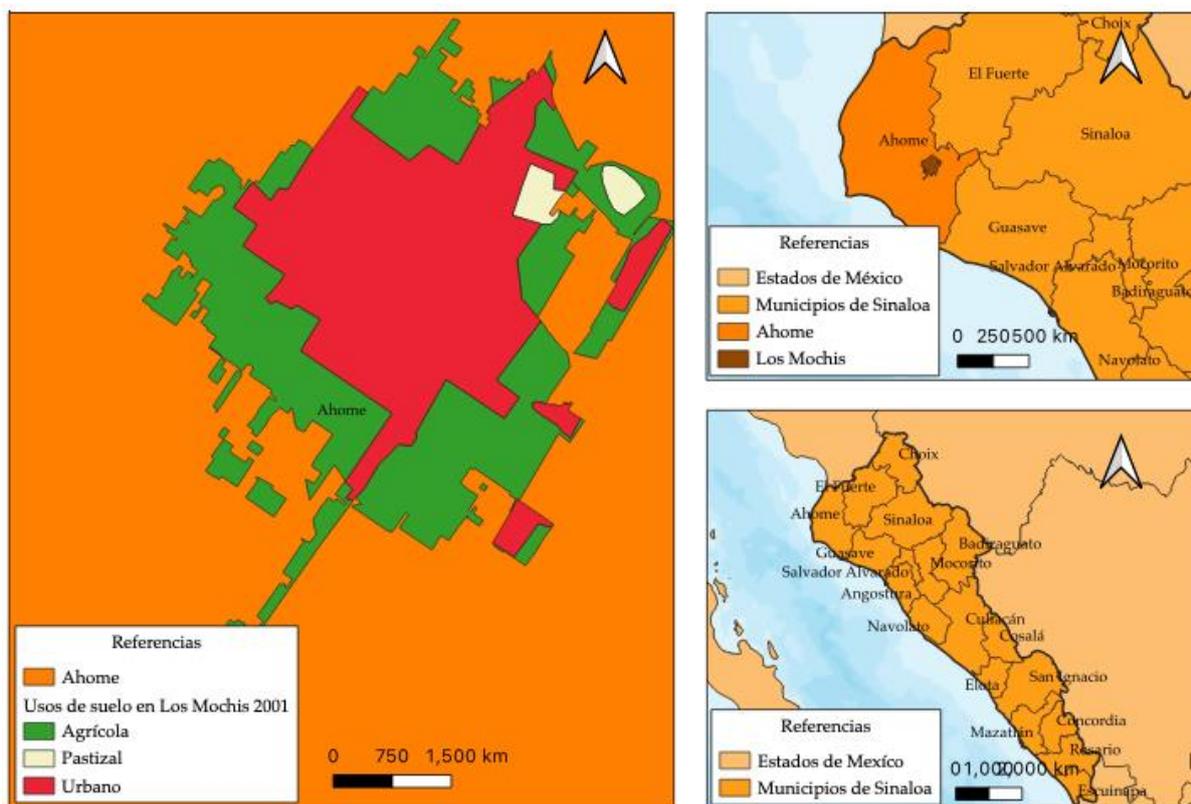
Además, para determinar si los cambios entre las categorías representan transiciones sistemáticas, es esencial evaluar la significancia de estas ganancias y pérdidas. Para esto, se construyen dos matrices conocidas como matrices de transición sistemática: una para las ganancias y otra para las pérdidas. Estos registros exponen la proporción de las ganancias o pérdidas de las categorías, considerando la dimensión esperada de la categoría en el tiempo dos si la transformación se originara debido a un proceso al azar (López y Plata, 2009). Por último, el determinar la importancia de los valores en la

tabla de transición sistemática, consiste en examinar la discrepancia entre los resultados observados y los resultados previstos, $G_{ij} = (P_{+j} - P_{jj}) (P_{i+} / (1 - P_{j+}))$, donde G_{ij} representa la transición prevista de la categoría i a la categoría j mediante un proceso aleatorio de ganancia, $P_{+j} - P_{jj}$ representa la ganancia total percibida de la categoría j , P_{i+} representa el tamaño de la categoría i durante el tiempo 1 y $1 - P_{j+}$ representa la suma de los tamaños de todas las categorías, excluyendo a la categoría j durante el tiempo 1.

3. Resultados

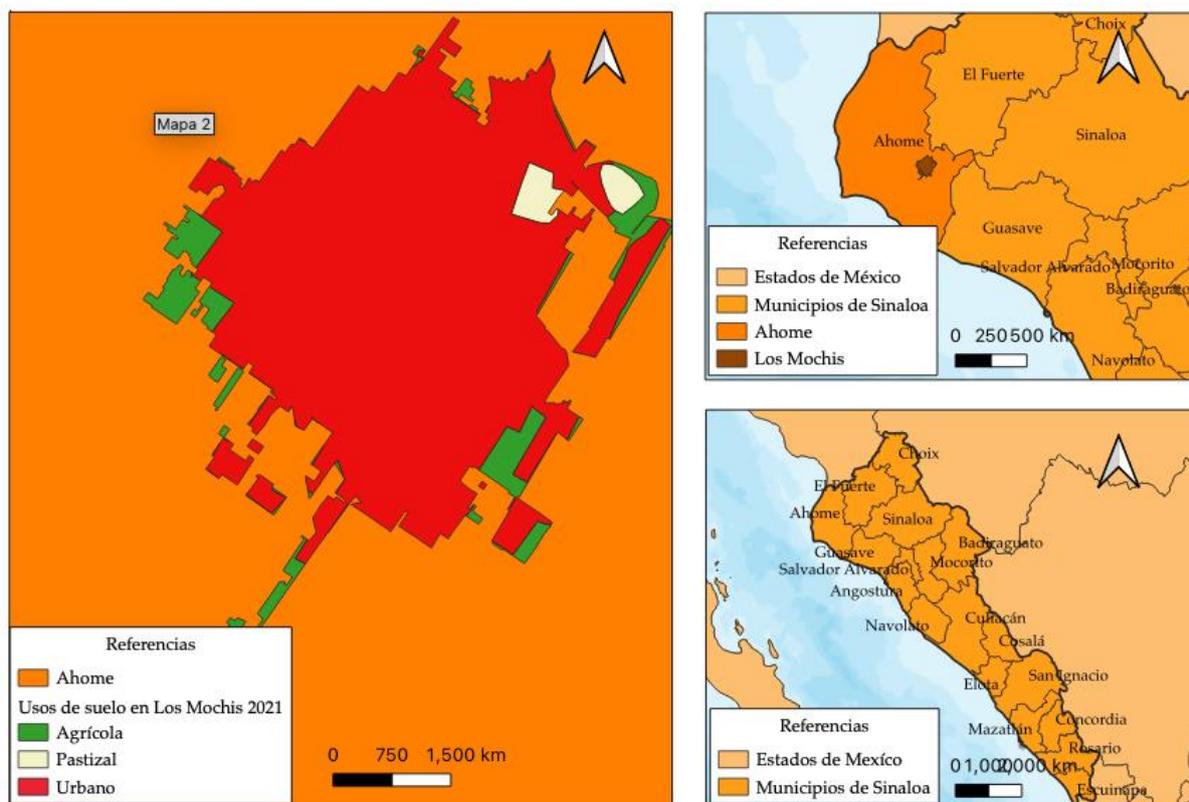
Debido a la metodología empleada en QGIS 3.18, se generaron dos mapas que muestran las coberturas del suelo correspondientes a los años 2001 y 2021. Estos mapas constituyen la base para analizar las transformaciones derivadas del crecimiento urbano, entendido como el incremento de los habitantes que viven en áreas urbanas (Torres *et al.*, 2009). De acuerdo con esta evaluación, se estableció que, en el año 2001, el área dedicada a uso urbano abarcó 2,696.9 hectáreas, y se evidenció un crecimiento aproximado del 85 por ciento entre 2001 y 2021, alcanzando una extensión de 4,982.6 hectáreas de superficie construida. Por lo tanto, la expansión urbana de la ciudad de Los Mochis ha experimentado un desarrollo en el periodo analizado.

Figura 4. Uso del suelo en Los Mochis 2001



Fuente: Elaborado con base a INEGI, 2001 en CONABIO, 2001.

Figura 5. Uso del suelo en Los Mochis 2021



Fuente: Elaborado con base a INEGI, 2021 en CONABIO, 2021.

Tabla 5. Matriz de tabulación cruzada para cambio de uso del suelo en Los Mochis

Uso del suelo	Agrícola	Pastizal	Urbano
	1	2	3
10	11	12	13
20	21	22	23
30	31	32	33

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 6. Matriz de tabulación cruzada para los dos mapas de los años 2001 y 2021

2001	2021			Total 2001	Pérdidas
	Agrícola	Pastizal	Urbano		
Agrícola	489.078	0.305	2,287.379	2,776.762	2,287.684
Pastizal	0.281	126.523	0.474	127.278	0.755
Urbano	1.559	0.553	2,694.76	2,696.872	2.112
Total 2021	490.918	127.381	4,982.613	5,600.912	

Ganancias	1.84	0.858	2287.853
------------------	------	-------	----------

Fuente: Elaborado con base a INEGI, 2001 y 2021 en CONABIO, 2021.

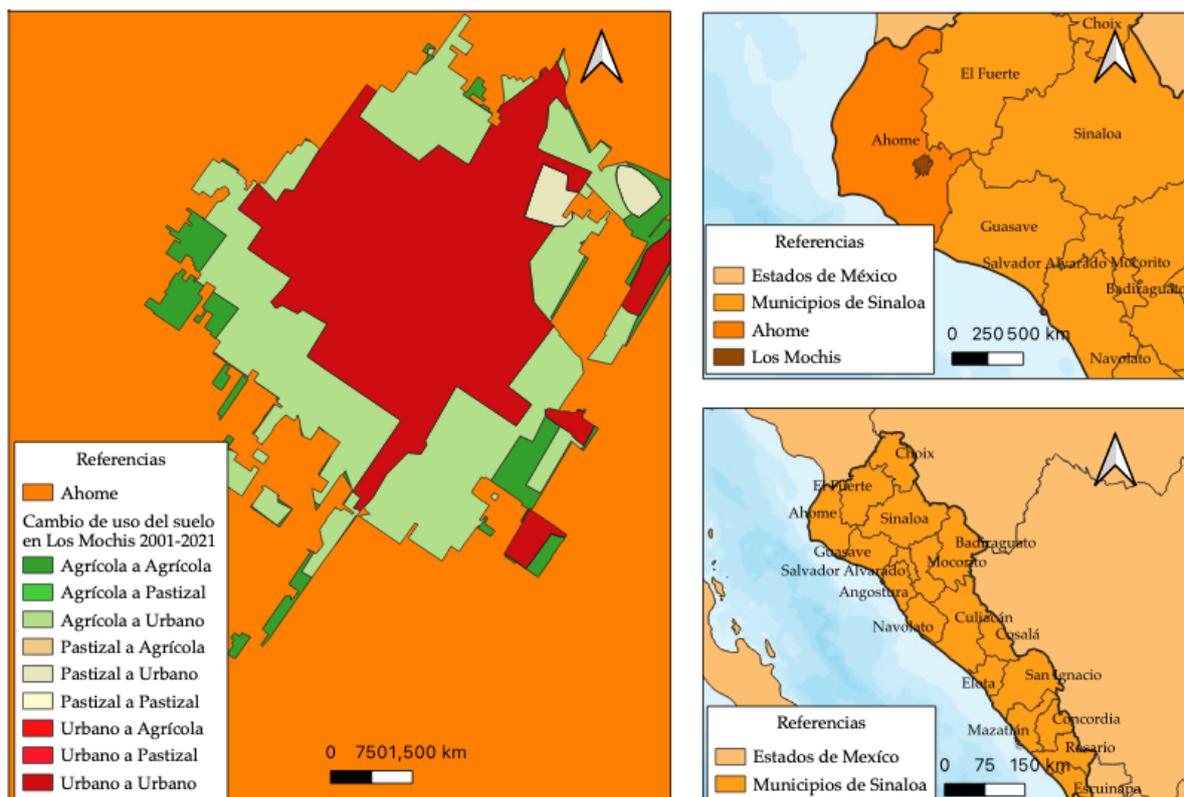
El propósito fundamental de delimitar el área urbana de Los Mochis fue analizar en qué medida el crecimiento impactó a los distintos usos del suelo. Con base a los mapas para los años 2001 y 2021, se generó una matriz de tabulación cruzada, esta matriz permitió examinar la extensión de cada categoría en ambas fechas, así como identificar las áreas persistentes, los intercambios, las ganancias y pérdidas en las categorías (López y Plata, 2009).

Tabla 7. Transiciones entre categorías

Código	Transición
12	Agrícola a Pastizal
13	Agrícola a Urbano
21	Pastizal a Agrícola
23	Pastizal a Urbano
31	Urbano a Agrícola
32	Urbano a Pastizal

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Cambio de uso del suelo de 2001 a 2021 en Los Mochis, Sinaloa



Fuente: Elaborado con base a INEGI, 2001 y 2021 en CONABIO, 2021.

El análisis se centra en los datos fuera de la diagonal principal, particularmente en Los Mochis, donde se identifican 6 transiciones entre categorías (ganancias y pérdidas). Se observa que el área destinada a uso urbano experimentó ganancias en la ciudad, mientras que las demás categorías experimentaron intercambios. Esto sugiere una dinámica de cambio significativa en la ciudad. El cambio neto revela que el uso urbano aumentó en un 85 por ciento en comparación con su extensión en 2001. Por otro lado, la zona agrícola experimentó una disminución de más del 80%, y la zona de pastizal se mantuvo prácticamente sin cambios, con un aumento del 0,08 por ciento.

Tabla 8. Valores de transición entre categorías en hectáreas

	2001	2021	Diferencia	Ganacias	Pérdidas	Intercambio	Cambio neto	Cambio total
Agrícola	2776.8	490.9	-2285.8	1.8	2287.7	3.6	2285.8	2289.5
Pastizal	127.3	127.4	0.1	0.9	0.8	1.6	0.1	1.6
Urbana	2696.9	4982.6	2285.7	2287.9	2.1	4.2	2285.7	2290.0

Fuente: Elaborado con base a INEGI, 2001 y 2021 en CONABIO, 2021.

En las categorías de usos agrícolas y urbanos, se puede notar que la variación total es superior a la variación neta, debido a que la variación total se calcula sumando las ganancias y las pérdidas. Por otro lado, la variación neta, no permite reconocer las transformaciones dado que la estimación se fundamenta únicamente en la diferencia entre las superficies de los años 2001 y 2021 (López y Plata, 2009). El espacio urbano tuvo más cambios en el territorio de Los Mochis, Sinaloa.

Tabla 9. Transiciones sistémicas para el área urbana

Categoría	Ganancia observada	Ganancia esperada	Diferencia Go-Ge	Tasas (Go-Ge)/Ge
Agrícola	2287.379	2,187.58	99.79	0.04562551
Pastizal	0.474	100.26	-99.79	-0.9952723

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

El crecimiento urbano de Los Mochis tiene como principal resultado una tendencia a la disminución del área agrícola para transformarse en viviendas de interés social en mayor proporción y las viviendas habitadas del año 2000 al 2020 aumentaron alrededor del 92%. El contexto evidencia la carencia de políticas urbanas con el objetivo de reducir la marcada aglomeración de la población y la economía en determinados territorios.

La mencionada concentración propicia el aprovechamiento excesivo de los bienes no renovables, manifestándose como un problema evidente en los territorios. En el plano económico, agudiza los problemas de la contaminación, de la alteración de los ecosistemas, de la saturación vial y del transporte urbano y, en lo social, provoca la polarización de las clases sociales, en el proceso la marginación se expande hacia la periferia de las ciudades (Delgadillo y Torres, 2011).

La metodología seleccionada para examinar las modificaciones en la cobertura del espacio geográfico establecido en la ciudad de Los Mochis, permitió detectar: ganancias, pérdidas, cambios netos, cambios totales e intercambios realizados por las categorías de uso en el periodo de 20 años. Estos resultados se convierten en información para los tomadores de decisiones, debido a que la ciudad de Los Mochis no ha dejado de crecer y en un futuro, ¿Cuál sería el tamaño de la ciudad y por lo tanto cuáles serían las necesidades más apremiantes de la población? Asumiendo este escenario, las autoridades deberían de adelantarse en atender los posibles problemas del futuro como la movilización de habitantes de zonas rurales hacia entornos urbanos resultado de desplazamientos forzados derivados del narcotráfico, la insostenibilidad del sector agrícola en sus procesos productivos, las inundaciones como consecuencias de lluvias intensas, la demanda en materia de vivienda, agua potable, energía eléctrica y empleo.

Finalmente, para investigaciones futuras se requerirá explorar factores que expliquen el crecimiento urbano, buscando elementos influyentes en dicho crecimiento. Esto facilitará la realización de simulaciones de transiciones entre categorías mediante el uso de SIG, también será útil para la planificación del espacio urbano. Además, se pretende aplicar esta metodología en los espacios geográficos de Culiacán y Mazatlán, con el fin de realizar una comparación de su expansión urbana y los usos del suelo.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, G. (2001). *Banca y desarrollo regional en Sinaloa 1910-1994*. Universidad Autónoma de Sinaloa; Dirección de Investigación y Fomento de la Cultura Regional, Plaza y Valdés.
- Aguilar, G., López, A., Román, R. y Carrillo, A. (1997). Siglo XIX. En J. Verdugo. (Ed.). *Historia de Sinaloa*. Tomo II. Gobierno del estado de Sinaloa, Secretaría de Educación Pública y Cultura; Colegio de Bachilleres del Estado de Sinaloa; Dirección de Investigación y Fomento de la Cultura Regional, México.
- Apaolaza, R. & Venturini, J. (2021). Cambios de usos del suelo en la periferia del área metropolitana de Buenos Aires. Aportes para una teoría de la rent gap periurbana. *Geograficando*, 17 (1), 1-15. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe087>
- Armiño, L., Almazán, G. & Forrat, J. (2019, del 18 al 20 septiembre). La manzana en Los Mochis, Sinaloa: Apuntes sobre densidad habitacional, parcelación y forma de vivienda [Ponencia]. III ISUF-H Congreso Internacional, Guadalajara, México. https://www.academia.edu/66874884/La_manzana_en_Los_Mochis_Sinaloa_Apuntes_sobre_densidad_habitacional_parcelación_y_forma_de_vivienda
- Asuad, N. (2018). Configuración territorial de la economía y políticas regionales y urbanas en México. En J. Calva. (Coord.), *Desarrollo territorial y urbano*. Juan Pablos Editor; Consejo Nacional de Universitarios.
- Asuad, N. (2016). *Desarrollo regional y urbano, tópicos selectos*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bassols, Á. (2012). *Geografía socioeconómica de México, Aspectos físicos y económicos por regiones*, (8va ed.). Trillas.
- Carrillo, A. (2013). *Agua, agricultura y agroindustria en Sinaloa en el siglo XX*. Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Corrales, G., Plata, W., Hinojoza, G. & Aguilar, J. (2014, del 25 al 27 de junio). Análisis de los cambios de uso y cobertura del suelo para el Estado de Sinaloa mediante Sistemas de Información Geográfica [Ponencia]. XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, Alicante, España.
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/46509/1/2014_CorralesBarraza_etal_Congreso_TIG.pdf
- Cortés, R. (2018). ¿Qué tan competitivos son los países miembros de la Alianza del Pacífico en infraestructura de transporte? *EAN Escuela de Administración de Negocios Institución Universitaria*, (85), 143-162. <https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2055>
- Delgadillo, J. & Orozco, E. (2015). Procesos históricos y cambios territoriales. En C. Maciel, & M. Aguilar, (Coord.). *Historia temática de Sinaloa. Región, población y salud*. Gobierno del Estado de Sinaloa; Instituto Sinaloense de Cultura; Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Delgadillo, J. & Torres, F. (2011). *Nueva geografía regional de México*. Trillas.
- Gallardo, M. (2018). MULTIPLICIDAD DE CAMBIOS DE USOS DEL SUELO. ESTUDIO DE CASO EN LA COMUNIDAD DE MADRID, *Finisterra Revista Portuguesa de Geografía*, 53 (109). 95–112. <https://doi.org/10.18055/Finis14745>
- Gómez, L. (2021). Análisis de indicadores de cambio de usos del suelo y vulnerabilidad de cambio en la ciudad de Goya, Corrientes, Argentina, entre 1990 y 2016. *Huellas*, 25 (1), 31-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2021-2503>
- Ibarra, G. (2003). Sinaloa en el periodo de los caudillos. Política y economía en la década de los veinte. En G. Ibarra, y A. Carrillo, *Sinaloa, 100 años, La gran aventura del siglo XX*. Facultad de Historia; Escuela de Estudios Internacionales y Políticas Públicas; Universidad Autónoma de Sinaloa; Periódico Noroeste.
- Ibarra, G. (1993). *Sinaloa: tres siglos de economía*. Dirección de Investigación y Fomento de la Cultura Regional.
- Instituto Municipal de Planeación Ahome [IMPLAN]. (2016). *Programa municipal de desarrollo urbano*. <https://implanahome.gob.mx/datosabiertosshp.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2023). *Marco Geoestadístico*. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#descargas>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional). Catálogo de metadatos geográficos. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Portal de Geoinformación 2023, Sistema Nacional de Información sobre biodiversidad (SNIB)*. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/inegi/usv250s7gw
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/#microdatos>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2001). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie II (continuo nacional) Catálogo de metadatos geográficos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Portal de Geoinformación 2023, Sistema Nacional de Información sobre biodiversidad (SNIB). http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/inegi/usv250ks2gw
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2000). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/#microdatos>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (1990). *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/1990/>
- López, V. & Plata, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000, *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (68): 85-101. <https://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/18000/17141>
- Martínez, A. y Verdugo, J. (1997). Revolución, contrarrevolución y reforma. En J. Verdugo, (Coord.). *Historia de Sinaloa*. Gobierno del estado de Sinaloa; Secretaría de Educación Pública y Cultura; Colegio de Bachilleres del Estado de Sinaloa; Dirección de Investigación y Fomento de la Cultura Regional.
- Parnreiter, C. (2018). *Geografía económica: una introducción contemporánea*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pontius, R., Shusas, E. & McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, (101). 251-268.
- Ramírez, R. (2020). *Zona Metropolitana de la Ciudad de México: crecimiento y expansión al 2040, Prospectiva territorial usando modelos de simulación urbana*. Instituto de Investigaciones Económicas; Universidad Nacional Autónoma de México; Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad PUEC.
- Ramón, J. y Aguilar, A. (2021). Expansión urbana irregular, cambio de uso del suelo y deterioro ambiental en la periferia norte de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala: el caso del Parque Nacional La Malinche. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30 (2): 441-458. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n2.89849>
- Román, R. (2009). *Mazatlán en el siglo XIX*. Universidad Autónoma de Sinaloa; Juan Pablo Editor, S. A.
- Silva, A. & Rubio, M. (2014). Análisis de cambios de uso del suelo en la Delegación Municipal de Ingeniero White (Buenos Aires, Argentina): aplicación de geotecnologías. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 23 (1): 133-146. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281829103015>
- Soto, O. (2004). Crecimiento urbano y conflictividad en la periferia surponiente de la ciudad de Puebla. En A. Álvarez, y F. Díaz (Coord.). *Ciudad, territorio y patrimonio, materiales de investigación II*. Universidad Iberoamericana Puebla; Instituto Universitario de Urbanística Universidad de Valladolid.

- Siso, C. & Mac-Quhae, R. (2018). Desigualdad Territorial en Venezuela. Una aproximación a través de indicadores socioeconómicos. *Terra Nueva Etapa*, 34 (55). 118-136. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/721/72156172013/index.html>
- Sobrino, J. (2016). Localización industrial y concentración geográfica en México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, México, 31 (1). 9-56. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102016000100009
- Torres, F., Rozga, R., García, A. & Delgadillo, J. (2009). *Técnicas para el análisis regional. Desarrollo y aplicaciones*. Trillas.
- Valdez, F. (2012). *Desarrollo regional y desigualdad económica en el norte de Sinaloa* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa]. [https://pociso.uas.edu.mx/repositorio%20generacion%20\(2010-2012\).html](https://pociso.uas.edu.mx/repositorio%20generacion%20(2010-2012).html)
- Valdez, F. & Sandoval, B. (2019), *Distribución territorial de la actividad económica en el espacio geográfico de Sinaloa*. Instituto de Investigaciones Económicas UNAM. <http://ru.iiec.unam.mx/4689/1/4-085-Valdez-Sandoval.pdf>
- Vázquez, A. (1999), *Desarrollo, redes e innovación. Lecciones sobre desarrollo endógeno*, España, Pirámide
- Villella, M. y Humacata, L. (2022). Crecimiento urbano y cambios de usos del suelo en el municipio de Moreno (1990-2010). Análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica. *Posición. Revista Del Instituto De Investigaciones Geográficas* (7), 1-11. <https://posicion-inigeo.unlu.edu.ar/posicion/article/view/26/24>



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.