



Acta universitaria

ISSN: 0188-6266

ISSN: 2007-9621

Universidad de Guanajuato, Dirección de Investigación y
Posgrado

Flores Casamayor, Horacio; Morales Martínez, Jorge
Luis; Tagle Zamora, Daniel; Delgado Galván, Xitlali V.
El modelo económico y su influencia en el desarrollo sustentable de cinco municipios de Guanajuato
Acta universitaria, vol. 30, e2493, 2020, Diciembre
Universidad de Guanajuato, Dirección de Investigación y Posgrado

DOI: <https://doi.org/10.15174/au.2020.2493>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41669751022>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

El modelo económico y su influencia en el desarrollo sustentable de cinco municipios de Guanajuato

The economic model and its influence in the sustainable development in five municipalities in Guanajuato State

Horacio Flores Casamayor^{1*}, Jorge Luis Morales Martínez¹, Daniel Tagle Zamora², Xitlali V. Delgado Galván¹

¹Departamento de Ingeniería Hidráulica y Geomática, División de Ingeniería, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato. Av. Juárez No. 77, Zona Centro, 36000, Guanajuato, Gto. *Correo electrónico: hfloresc100@hotmail.com

²Departamento de Estudios Sociales, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Campus León, Universidad de Guanajuato.

*Autor de correspondencia

Resumen

El actual modelo de desarrollo económico en el Bajío guanajuatense, basado en la producción industrial y manufacturera, fue implementado por el gobierno estatal buscando hacer más eficiente el uso de sus recursos bióticos y abióticos para obtener productos de mayor valor agregado respecto a los agropecuarios. Sin embargo, los supuestos beneficios de esta política generan serias dudas en muchos especialistas respecto a su viabilidad. Por lo tanto, este trabajo busca determinar cómo ha impactado esta industrialización en diferentes parámetros ambientales, sociales, económicos e hidrológicos en los municipios de Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao a través de un estudio de sus datos históricos para observar su comportamiento en el tiempo, con la intención de determinar las posibles mejoras y desbalances ocasionados en ellos. Los resultados mostraron los diferentes niveles de deterioro que presentan los municipios en muchos parámetros, especialmente los hídricos, concluyendo en la necesidad de replantear este modelo de desarrollo.

Palabras clave: Desarrollo; economía; Bajío; deterioro; parámetros.

Abstract

The current model of economic development in the Bajío of Guanajuato, based on industrial and manufacturing production, was implemented by the state government seeking to make the use of its biotic and abiotic resources more efficient, to obtain products of greater added value than agriculture and livestock. However, the supposed benefits of this policy generate serious doubts in many specialists about its viability. Therefore, this work seeks to determine how this industrialization has impacted on different environmental, social, economic, and hydrological parameters in the municipalities of Celaya, Irapuato, Leon, Salamanca and Silao through a study of their historical data to observe their behavior over time, with the intention of determining the possible improvements and imbalances generated in them. The results obtained, allow to conclude the need to rethink this model of economic development due to the various levels of deterioration that municipalities have in many parameters, especially in hydric parameter.

Keywords: Development; economy; Bajío; deterioration; parameters.

Recibido: 28 de enero de 2019

Aceptado: 13 de septiembre de 2019

Publicado: 5 de febrero de 2020

Como citar: Flores-Casamayor, H., Morales-Martínez, J. L., Tagle-Zamora, D., & Delgado-Galván, X. V. (2020). El modelo económico y su influencia en el desarrollo sustentable de cinco municipios de Guanajuato. *Acta Universitaria* 30, e2493. doi. <http://doi.org/10.15174/au.2020.2493>

Introducción

El objetivo de este trabajo es mostrar un mecanismo para evaluar los avances y retrocesos que ha ocasionado la implementación del sistema económico neoliberal en la sustentabilidad de cinco municipios del Bajío guanajuatense, considerando un conjunto de parámetros. Dicho mecanismo puede ser extendido al resto de los municipios del estado, y que puede ser realizado por individuos con cierta habilidad en la obtención, manejo, organización y análisis de datos disponibles en las fuentes oficiales.

En estudios anteriores realizados por Delgado-Galván, Izquierdo, Benítez, Pérez-García & Martínez (2012) y Flores, Morales, Mora-Rodríguez, Carreño & Delgado-Galván (2018), se aplicó la metodología de análisis jerárquico de procesos para determinar los diferentes niveles de importancia de un conjunto de parámetros que podían afectar la disponibilidad de agua en ciertas localidades de Guanajuato, siendo necesaria la participación de expertos en cuestiones hídricas y realizar un análisis un tanto complejo de la información para la obtención de los resultados.

En el mecanismo que se propone, la evaluación se realiza estudiando el comportamiento histórico de los datos en los diferentes parámetros de forma directa, lo cual ofrece una perspectiva de su evolución futura, así como de las alteraciones que los cambios económicos podrían ocasionar en ellos.

En cuanto a la zona de estudio, la región conocida como el Bajío es una región que ocupa porciones de diferentes estados en la parte centro-norte del país y entre sus principales características están el presentar un terreno más bien llano, con elevaciones poco importantes y ubicarse sobre el curso del río Lerma desde su origen en el Estado de México hasta el estado de Michoacán, a la altura de la ciudad de La Piedad (Álvarez, 1998; Macías, 2009).

Los tipos de suelo y las condiciones pluviales e hidrológicas en el Bajío hicieron que durante la Colonia fuera un importante centro de producción agropecuaria, destinada al abastecimiento de las diferentes ciudades y minas que se fundaron durante dicho periodo.

El estado de Guanajuato (figura 1) destacó gracias a su infraestructura productiva que permitió el cultivo de granos como trigo, maíz, sorgo y la cría de ganado, a lo que posteriormente se agregaron las artesanías y la producción de calzado en la ciudad de León, y desde este tiempo ya se reportan fricciones entre los colonos por el uso y aprovechamiento de las fuentes de agua (Seligmann, 1988).

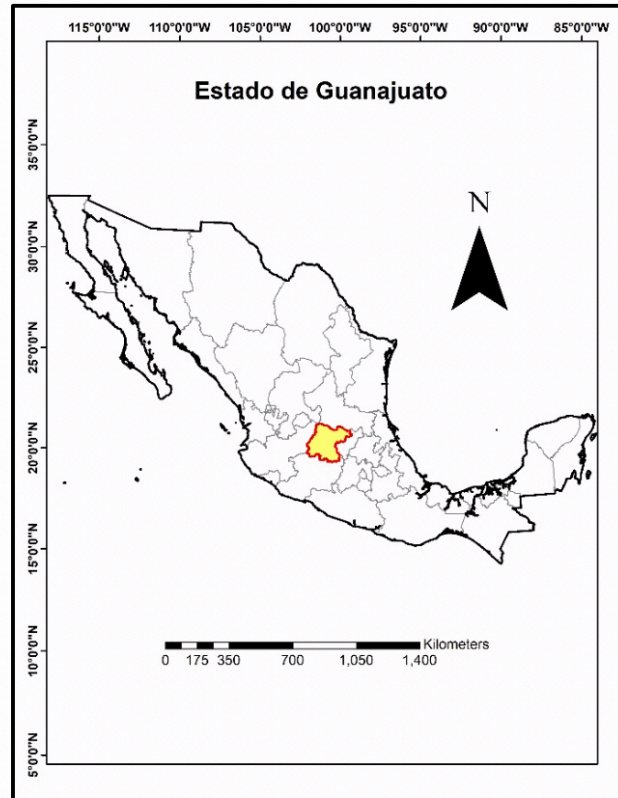


Figura 1. Localización del estado de Guanajuato.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2006). 'División Municipal de México, 2005', escala: 1:250000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de Marco Geoestadístico Municipal, II Censo de Población y Vivienda 2005. Versión 1.0. México.

La situación anterior se mantuvo hasta el siglo XX, debido a las afectaciones causadas por las epidemias y las guerras en la zona, cuando se comenzaron a decretar restricciones y vedas por la sobreexplotación de las diferentes fuentes de agua (Diario Oficial de la Federación [DOF], 1931; 1948), mismas que, con actualizaciones, se mantienen hasta la fecha.

A partir de los años 90s del siglo pasado, hubo un cambio en la política económica de Guanajuato a raíz de las modificaciones promovidas desde el gobierno federal que implantaron un sistema económico de tipo neoliberal, especialmente después de 1994.

En esta política se justificaba la preponderancia de los entes económicos, representados por los grandes capitales nacionales y extranjeros principalmente, como factores de desarrollo y progreso, restringiendo la participación de los gobiernos, los habitantes y los pequeños y medianos productores, en la toma de decisiones respecto al uso y gestión de los insumos productivos en el área de influencia de dichos entes, así como en su acceso a los posibles beneficios generados hacia las comunidades y siendo, muchas veces, omisos en las consecuencias medioambientales y sociales que el sistema productivo pudo ocasionar en su entorno, prevaleciendo los beneficios económicos por sobre todo (Tagle-Zamora, Caldera-Ortega & Fuente-Carrasco, 2019).

Una vez que el gobierno de Guanajuato aceptó la nueva política económica, se comenzó a favorecer la llegada de capitales nacionales y extranjeros con el fin de establecer industrias en diferentes municipios, siendo Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao quienes han recibido una parte considerable de dichas

inversiones, como se puede ver en la tabla 1 y figura 2, lo que propició la construcción de parques industriales en ellos para hacer más eficiente su producción.

Tabla 1. Inversión extranjera en municipios del corredor industrial de Guanajuato

Empresa	Municipio	Inversión (mdd)	Empleos
Honda	Celaya	800	3200
Danone	Irapuato	290	250
Procter & Gamble	Irapuato	250	5000
Mazda	Salamanca	500	3000
Daltile	Salamanca	111	400
Volkswagen	Silao	550	770
Pirelli	Silao	210	700

Fuente: Tagle, Caldera & Rodríguez (2017).

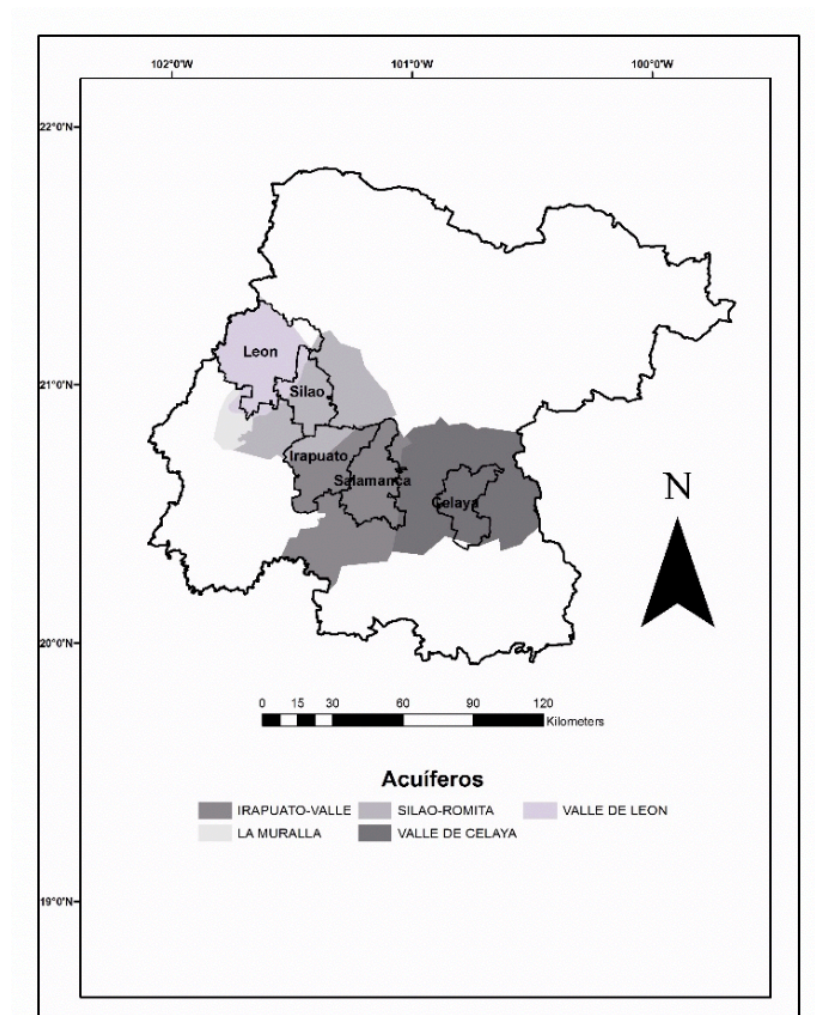


Figura 2. Municipios de estudio.

Fuente: INEGI (2006). 'División Municipal de México, 2005', escala: 1:250000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de Marco Geoestadístico Municipal, II Censo de Población y Vivienda 2005. Versión 1.0. México.

Una de las principales razones esgrimidas para justificar esta política en Guanajuato ha sido el hacer un uso más eficiente del agua disponible, escasa y de fuentes sobreexplotadas, al utilizarla en actividades que generan productos con mayor valor agregado, esperando que las industrias proporcionaran una mejora en la economía de los municipios y de sus trabajadores al contratarse en ellas, además de reducir la sobreexplotación de los recursos hídricos.

Ahora bien, dada la gran importancia que tiene el agua en el contexto actual a nivel nacional y estatal, se cuenta con un andamiaje de instituciones responsables de cuidar y administrar el recurso en todos sus aspectos. En la figura 3 se muestran, de forma general, los principales órganos responsables de la administración del agua en el país y los estados (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2010).

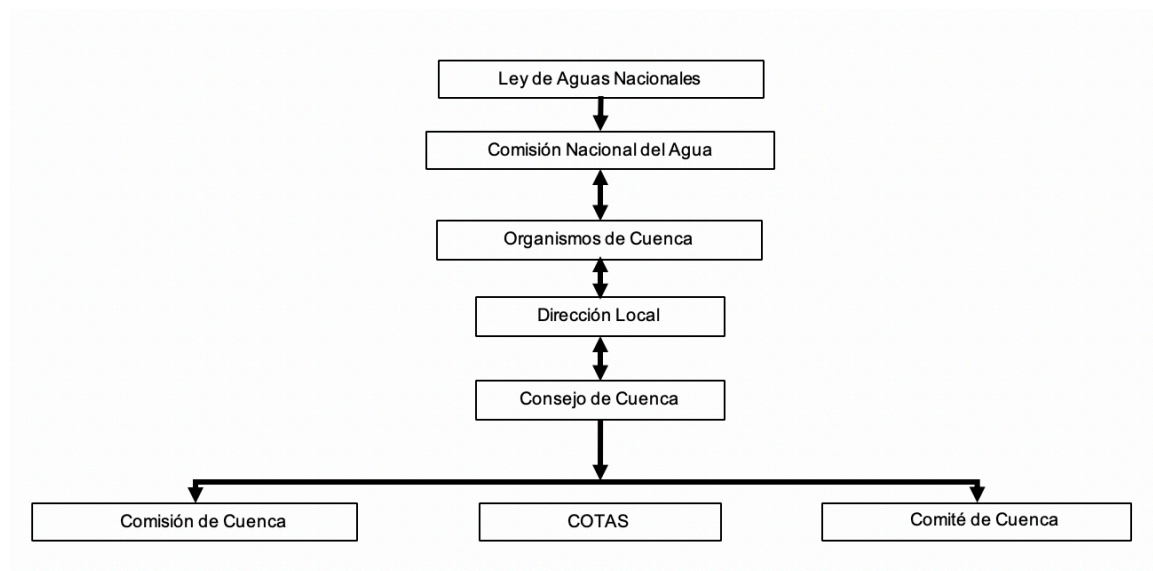


Figura 3. Entidades responsables del manejo de los recursos hídricos.
Fuente: Elaboración propia con datos de *Documentos básicos de los consejos de cuenca* (Conagua, 2010).

Se puede apreciar que la política hidrológica del país se rige a partir de lo especificado en la Ley de Aguas Nacionales (LAN); a continuación, se encuentra la CONAGUA como el máximo órgano encargado de gestionar todas las aguas en el país, vigilar su protección y recuperación, elaborar leyes y reglamentos, ratificar funcionarios dentro del sector, etc.

Por otro lado, Guanajuato cuenta con la Comisión Estatal del Agua (CEAG), creada por el gobierno estatal y sectorizada a la Secretaría de Desarrollo Social, como responsable de gestionar el agua en el estado y vigilar la aplicación de lo dispuesto en la Ley de Aguas del estado y lo acordado en el Programa Hídrico estatal, según lo publicado en el periódico oficial del estado (Periódico Oficial del Gobierno del Estado [POGE], 2005). También funciona como un foro para la capacitación de los usuarios del agua y para la resolución de los problemas que surjan en la materia.

Ahora bien, a dos décadas de la implementación del actual modelo económico en Guanajuato, en el presente documento se hace un análisis de información considerando cuatro criterios: hidrológicos, ambientales, sociales y económicos, con sus correspondientes parámetros; buscando determinar la viabilidad de continuar aplicando este modelo a la zona del Bajío, tomando como puntos de referencia a los municipios de Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao, los cuales han recibido importantes inversiones por esta política de gobierno.

Método y análisis

Se reunió información de diferentes fuentes oficiales a nivel federal, estatal y municipal como la Conagua, la CEAG, el INEGI, organismos operadores, entre otros, para los municipios de Celaya, Irapuato, León, Salamanca y Silao, buscando abarcar el periodo de 2000 a 2016, si era posible, para tener valores previos o cercanos al inicio de la aplicación de la actual política económica y, de esta forma, hacer comparaciones entre los valores de inicio y finales en cada uno de los parámetros considerados y observar su evolución a lo largo de este periodo.

La información se reunió y analizó con base a cuatro criterios: a) Criterios ambientales: las características naturales y medioambientales; b) Criterios sociales: las características educativas e ingreso económico; c) Criterios económicos: son las empresas establecidas y las facilidades otorgadas para su llegada; y d) Criterios hidrológicos: las fuentes de agua aprovechables.

A su vez, cada criterio quedó conformado por un conjunto de parámetros (subcriterios) que indican las condiciones generales en que se encuentra el criterio correspondiente, con base en la información obtenida para cada parámetro.

Tanto los criterios como los parámetros considerados en este trabajo fueron tomados de Flores *et al.* (2018), donde se proponen como elementos relevantes para decidir la instalación de las industrias en las localidades.

Los datos obtenidos de las diferentes fuentes oficiales para cada parámetro se analizaron, y a través de sus promedios o haciendo comparaciones directas entre sus valores o porcentajes de inicio y finales, se encontró su diferencia y así se determinaron los cambios sufridos desde la llegada de las industrias en los municipios estudiados, buscando mostrar los beneficios y/o perjuicios originados a raíz de su establecimiento (figura 4).

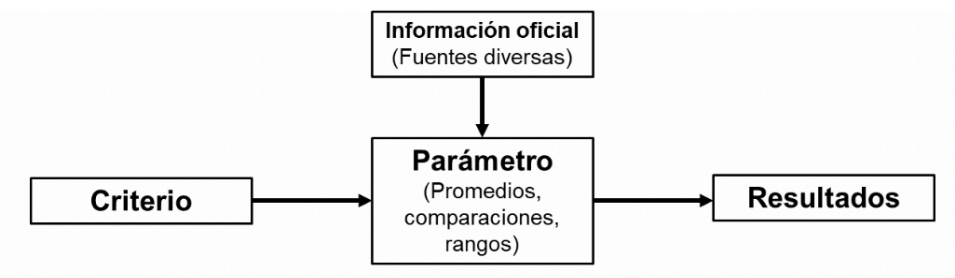


Figura 4. Diagrama de flujo para manejo de datos y obtención de resultados.
Fuente: Elaboración propia.

Parámetros ambientales

Temperatura

Es el promedio de la temperatura máxima a lo largo del año en los municipios de estudio. Aquí, se procede de forma análoga al parámetro precipitación.

En la tabla 2 se puede observar que cuatro de los cinco municipios presentan incrementos en su temperatura máxima promedio, lo que, de continuar su ascenso, podría ocasionar cambios considerables

en los patrones de lluvia, en la disponibilidad de agua, favorecer las condiciones para la erosión del suelo, entre otras. Lo anterior fue establecido por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE, 2011).

Tabla 2. Cambio en la temperatura máxima promedio

Localidad	Temperatura máxima promedio 05-16	Temperatura máxima promedio histórica	Diferencia
Celaya	27.34	26.62	0.72
Irapuato	26.77	26.94	-0.17
León	27.84	27.56	0.28
Salamanca	27.82	27.59	0.23
Silao	27.54	27.15	0.39

Fuente: Elaboración propia con datos de Climate Computing Project (CLICOM) (2017).

En la tabla se puede apreciar que las localidades más afectadas son Celaya y Silao, que han tenido incrementos importantes en sus temperaturas, mientras León y Salamanca también muestran incrementos de consideración. Así, las autoridades correspondientes deberían observar la evolución de esta situación para diseñar planes o acciones que atenúen sus consecuencias, haciendo más manejable la problemática que pueda presentarse.

Precipitación

Es el promedio de lluvia que cae a lo largo de un año en la zona de estudio. Buscando tener valores más cercanos a la realidad actual, se consultaron datos de estaciones meteorológicas en la base de datos CLICOM, ubicadas en las cercanías de las áreas urbanas de Celaya, Irapuato, Silao, Salamanca y León que tuvieran datos efectivos de más de 25 años.

A partir de esta información se calcularon la precipitación histórica tomando todos los años con datos de las estaciones y la precipitación promedio con datos de 2005 a 2016. En ambos casos se obtuvo el valor promedio de acuerdo con número de estaciones consultadas. Los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Cambios en la precipitación

Localidad	Precipitación histórica promedio (mm)	Precipitación promedio 2005-2016 (mm)	Diferencia	Estación posición
Celaya	604.25	631.26	27.01	20.54N-100.83W
Irapuato	592.78	649.77	56.99	20.67N-101.34W
León	664.56	718.62	54.06	21.14N-101.69W
Salamanca	639.22	632.68	-6.54	20.52N-101.12W
Silao	631.54	595.06	-36.48	20.94N-101.42W

Fuente: Elaboración propia con datos de Climate Computing Project (CLICOM) (2017).

Se puede apreciar que las localidades de León, Irapuato y Celaya tuvieron incrementos en su precipitación, y si bien en todos los casos es menor al 10% de su promedio histórico, podría servir para aliviar en parte el estrés hídrico que padecen sus fuentes de agua. Por otro lado, Salamanca y Silao han sufrido una disminución de 1% y 6%, respectivamente, comparada con la precipitación histórica, lo cual puede convertirse en un serio problema para el futuro de estas poblaciones debido a los problemas hídricos que ya presentan.

Sin embargo, es necesario seguir recabando datos para determinar si la tendencia se mantiene en cada caso, y de esta forma diseñar proyectos para aprovechar de forma más eficiente y racional el excedente de agua, buscando ahorrar y optimizar el uso del agua, principalmente en los casos que persista la disminución en la precipitación.

Sequía

Es un tiempo seco de larga duración (Real Academia Española [RAE]), durante el cual la disponibilidad de agua en una zona es inferior a lo habitual e insuficiente para cubrir las demandas humanas, productivas y ambientales. Este punto es relevante por cálculos del IEE (2011), que señalan un incremento en la presencia y la duración de este fenómeno por el incremento de la temperatura en la zona del Bajío debido al cambio climático.

Para comparar los datos obtenidos del Monitor de Sequía en México, se definió un índice de sequía (IS) de acuerdo a los diferentes grados de intensidad en que se divide el fenómeno, donde a la ausencia de sequía (S.S.) se le asigna un valor de cero, es decir, S.S. = 0; los valores anormalmente secos tienen un valor de 1, D0 = 1; la sequía moderada vale 2, D1 = 2; la sequía severa se define como D2 = 3; a la sequía extrema se le da el valor de 4, D3 = 4; y la sequía excepcional tiene un valor de D4 = 5.

Estos valores se asignaron a cada mes según la catalogación del Monitor de Sequía en cada caso, y se sumaron para obtener un índice anual. Dicho índice se va a ubicar entre 0 y 40, donde cero indica la mejor situación que se puede presentar, es decir, que todos los meses del año tuvieron valores de humedad iguales o superiores a su promedio normal. Ahora bien, para fines de este estudio, se decidió que el peor escenario se presenta si ocho meses del año son afectados por una sequía excepcional; y así, el valor del índice quedó definido como $8 \cdot 5 = 40$, lo cual indicaría un año anormalmente seco con las consabidas presiones sobre los recursos hídricos y afectaciones a los diferentes entornos.

A partir de dicho rango, se estableció la posibilidad de presencia de algún tipo de sequía en los municipios de estudio, lo que vemos en la tabla 4:

Tabla 4. Índice de sequía por municipio

Municipio	Promedio índice de sequía 2006-2016
Celaya	10.33
Irapuato	11.08
León	9.83
Salamanca	10.83
Silao	11.08

Fuente: Elaboración propia con datos del Monitor de sequía, Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2017a).

La tabla 4 muestra el índice obtenido para cada uno de los municipios estudiados, calculado con registros de 2006 a 2016. Se puede apreciar que el índice es de poco más de 10, considerando a todos los municipios; esto indica que, en este periodo, alrededor de dos meses de cada año han presentado niveles de humedad inferiores a lo normal, así como lo propensos que son a padecer algún grado de sequía o escasez de humedad y su homogeneidad respecto a la probabilidad de presentar dicho fenómeno.

Estos valores podrían incrementarse si se cumplen los pronósticos sobre el cambio climático para el Bajío, acentuando las afectaciones y consecuencias que el fenómeno ocasiona.

Parámetros sociales

Nivel educativo:

Son los años de educación promedio presentes en la población, lo que muestra la posibilidad que tienen las personas para cursar la educación media superior y superior. Este punto, permite inferir si los individuos cuentan con los conocimientos y habilidades requeridos para los puestos de trabajo ofertados, cada vez más especializados y automatizados, y entonces tener la posibilidad de mejorar su situación social y económica.

Además, el adecuado nivel de educación podría ayudar a disminuir o evitar la llegada de personas externas a la zona, reduciendo el crecimiento de la población en los municipios y, por consiguiente, disminuyendo la presión sobre los recursos hidrológicos. En la tabla 5 se muestran los años de educación promedio en cada uno de los municipios estudiados, comparados con el promedio nacional.

Tabla 5. Diferencia en los años de educación a nivel nacional y en los municipios de estudio

Entidad	Año		
	2010	2015	2016
Nacional	8.6	9.2	9.3
Celaya	9	9.39	9.42
Diferencia con nacional	0.40	0.19	0.12
Irapuato	8.5	9.06	9.1
Diferencia con nacional	-0.10	-0.14	-0.20
León	8.6	9.19	9.22
Diferencia con nacional	0	-0.01	-0.08
Salamanca	8.2	8.75	8.78
Diferencia con nacional	-0.40	-0.45	-0.52
Silao	7.3	7.93	7.97
Diferencia con nacional	-1.30	-1.27	-1.33

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Educación de Guanajuato (SEG, 2018) y del Instituto de Planeación del Estado de Guanajuato (Iplaneg, 2012).

Comparado con el nivel educativo nacional, que cubre un poco más del nivel básico establecido, el nivel educativo de los municipios está por debajo de él, salvo en Celaya. Esto significa que la mayor parte de la población no ha logrado concluir la educación secundaria, por lo que pocos son los individuos con el grado de bachillerato, profesional técnico o universitario que les permita acceder a los puestos mejor pagados en la industria.

Así, los trabajos al alcance de la mayoría de las personas serán aquellos con los menores salarios y prestaciones, impactando de forma importante en su índice de desarrollo humano (Álvarez, 2014; Rodríguez-González & Caldera-Ortega, 2013). Esto a su vez, fomenta que para aquellos puestos de alta especialización sea mediante la llegada de nuevos individuos a los municipios con la consecuente presión sobre las fuentes de agua, tal como es el caso de la migración proveniente de Japón, con cerca de 2400 japoneses en todo el estado de Guanajuato para cubrir puestos laborales en las armadoras de Honda, Mazda y Toyota (Tagle *et al.*, 2017).

Ingreso

Es la cantidad de dinero que recibe en promedio la población económica activa (PEA), en salarios mínimos diarios (s.m.), por realizar una actividad económica. La importancia del ingreso se debe a que, en teoría, el sector industrial genera empleos de mayor calidad al garantizar las prestaciones marcadas por la ley, sus salarios se pagan de forma regular, hace un uso más eficiente y productivo del agua, ofrece productos con mayor valor agregado, entre otros aspectos, para la economía de los municipios y sus habitantes.

Sin embargo, como se puede apreciar en la tabla 6, los citados beneficios de la industrialización no se han visto reflejados en el ingreso de la mayor parte de la población.

Tabla 6. Nivel de ingreso diario como porcentaje de la PEA a nivel estatal

Año	1 s.m.	Hasta ≈2 s.m.	Hasta ≈3 s.m.	Total
2000	16.41	50.60	15.66	82.66
2005	22.49	44.46	19.38	86.33
2011	20.18	46.32	14.85	81.35
2016	19.26	49.38	11.17	79.82
2017	15.86	51.90	11.67	79.43

Fuente: Elaboración propia con datos de Anuarios Estadísticos del Estado de Guanajuato, (INEGI, 2002; 2011; 2013a; 2017a).

En este estudio se propone que un ingreso de 3 s.m. es el piso para cubrir las necesidades de una familia de cuatro integrantes. Se aprecia que el porcentaje de la PEA con dicho ingreso ha sufrido una fuerte disminución de 2000 a 2017, mientras que la PEA con ingresos de 1 s.m. a 2 s.m. diarios alcanza valores cercanos al 68%, muy similares a los que se tenían a inicios de la llegada de las empresas alrededor del año 2000, lo que indica que algo más del 30% de la PEA cuenta con ingresos suficientes para cubrir sus necesidades, y esto pone en duda los beneficios de las industrias en la región.

De acuerdo con Rodríguez-González & Caldera-Ortega (2013), es posible interpretar la afirmación hecha por Ferrero (1956) y decir que, si bien a nivel estatal y municipal se ha logrado cierto nivel de crecimiento económico al existir una mayor cantidad de bienes y servicios que se pueden adquirir con dinero, no se ha logrado un desarrollo que permita el bienestar económico y social de las masas populares elevando sus niveles y calidad de vida, otorgando mejores servicios sociales, educativos, culturales, etc., que con el tiempo permitan un crecimiento más completo de los individuos.

Crecimiento poblacional

Expresa la variación del número de habitantes en los municipios de estudio en el tiempo. La importancia de este punto radica en que el incremento de la población aumenta la presión sobre los recursos naturales de la zona y en los servicios públicos, de forma particular el servicio del agua que es el que nos incumbe.

En la tabla 7 se muestra la diferencia entre el promedio de crecimiento de la población a nivel nacional y los municipios de estudio en diferentes años, así como la población de los municipios en cada caso.

Tabla 7. Diferencias en el crecimiento promedio de la población a nivel nacional y municipal como porcentaje

Entidad	Año			
	2000	2005	2010	2015
Nacional	1.6	1.6	1.4	1.4
Celaya	1.96	1.96	1.2	1.2
Población municipio	382 958	415 869	468 469	494 304
Diferencia con nacional (%)	0.36	0.36	-0.20	-0.20
Irapuato	1.8	1.8	1.8	1.8
Población municipio	440 134	463 103	529 440	574 344
Diferencia con nacional (%)	0.20	0.20	0.40	0.40
León	2.31	2.31	2.1	2.1
Población municipio	1 134 842	1 278 087	1 436 480	1 578 626
Diferencia con nacional (%)	0.71	0.71	0.70	0.70
Salamanca	1.31	1.31	1.0	1.0
Población municipio	226 654	233 623	260 732	273 271
Diferencia con nacional (%)	-0.29	-0.29	-0.40	-0.40
Silao	2.48	2.48	2.0	2.0
Población municipio	134 337	147 123	173 024	189 567
Diferencia con nacional (%)	0.88	0.88	0.60	0.60

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión de Vivienda del Estado de Guanajuato (COVEG, 2011); Principales resultados de la encuesta intercensal 2015, Guanajuato (INEGI, 2016).

Se puede apreciar que, salvo Irapuato, en todos los municipios el crecimiento promedio de la población ha ido a la baja, destacando Celaya y Salamanca que pasaron de 1.96 a 1.2 y de 1.31 a 1.0, respectivamente, y que los coloca por debajo del crecimiento promedio nacional.

En el caso de León y Silao, a pesar de que también redujeron su tasa de crecimiento, junto con Irapuato, aún crecen a mayor velocidad que el promedio nacional, lo cual puede ocasionar un aumento en la presión sobre el volumen de agua destinado al servicio doméstico en un menor tiempo, modificando sus políticas de administración del recurso respecto a otras localidades.

Parámetros económicos

Vías de comunicación:

Son los diferentes sistemas disponibles en los municipios para el traslado de personas y bienes de un sitio a otro. Su importancia radica en que, si se cuenta con buenos sistemas de comunicación, pueden servir como atractores de nuevas empresas y habitantes a los municipios. Para este trabajo, el punto se centra en las autopistas y otros tipos de caminos, ya que son el principal medio de comunicación entre los municipios y el resto del país.

En la figura 5 se puede apreciar la evolución, expresada en kilómetros, que las autopistas y caminos han tenido a lo largo de los años en los municipios estudiados.

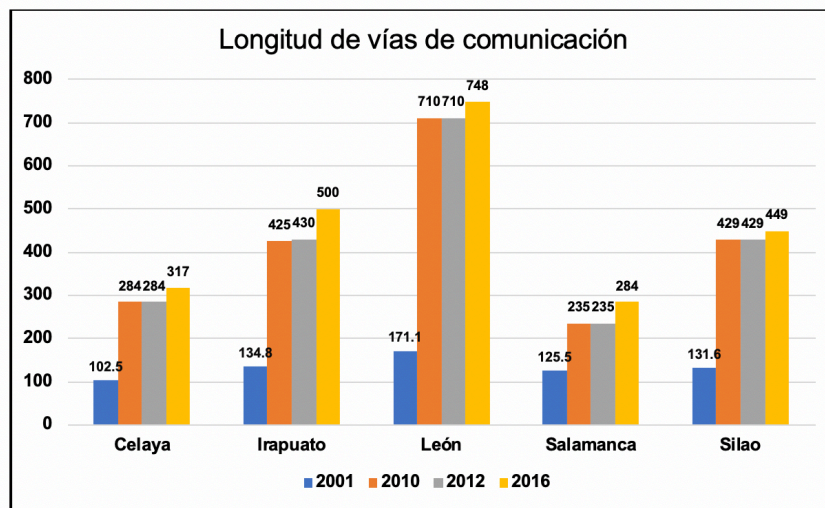


Figura 5. Variación en la longitud de las vías de comunicación, valores en km.
Fuente: Elaboración propia con datos de Anuarios Estadísticos del Estado de Guanajuato (INEGI, 2002; 2011; 2013a; 2017a).

La información muestra que la longitud de la red carretera en los municipios tuvo un considerable incremento entre 2001 y 2010, de 2010 a 2016 el incremento ha sido mínimo y puede significar que, de momento, los parques industriales y poblaciones ya cuentan con las vías de comunicación necesarias para su funcionamiento, ya que muchos se ubican cerca de la autopista 45.

Así, no ha sido necesario construir carreteras de gran longitud y los incrementos pueden ser prolongaciones de caminos ya existentes. Sin embargo, es probable que los parques futuros se ubiquen en sitios más alejados de dicha autopista y requieran de carreteras de mayor longitud.

Agricultura tradicional

Modalidad de producción agrícola realizada en la zona de estudio y destinada, mayormente, para el mercado interno y que consta principalmente de granos como trigo, maíz, avena, entre otros.

La región del Bajío se ha caracterizado históricamente por ser una gran productora de productos agropecuarios, pero los cambios en la política económica estatal han ocasionado que dicho sector se vea particularmente afectado por la falta de apoyos económicos, el bajo precio de los productos, el cultivo de otras variedades de vegetales y la apertura de nuevos parques industriales, lo cual ha ocasionado la disminución de la superficie dedicada a dichas actividades. En la figura 6 se puede ver la evolución de dichas superficies.

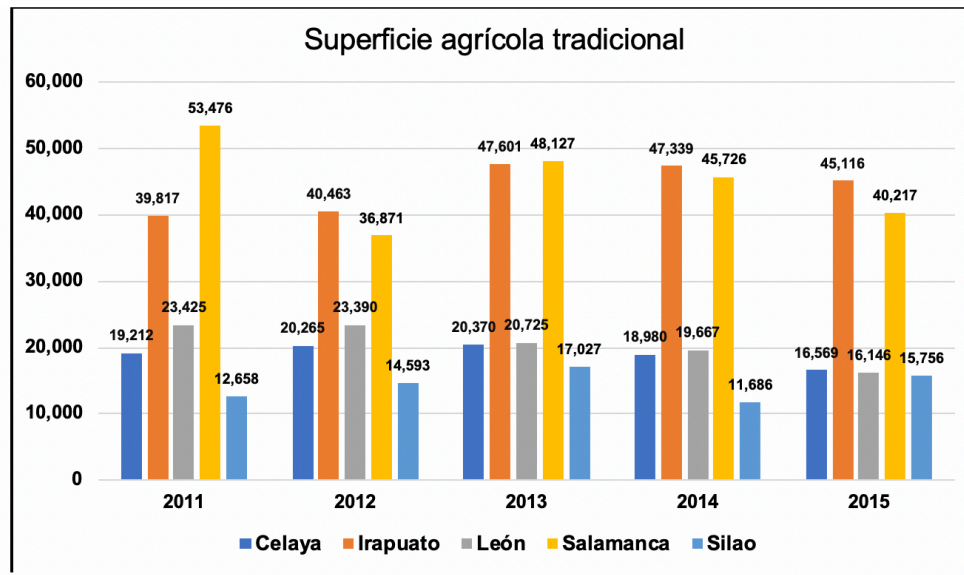


Figura 6. Variación en el área dedicada a la agricultura tradicional, en ha.
Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017).

Se puede ver que en todos los municipios la superficie dedicada a este tipo de producción ha ido en constante decremento, y se infiere que es debido al crecimiento de las zonas urbanas e industriales, que se expanden hacia estas áreas así como por el mayor atractivo de la producción agroindustrial, que está desplazando este tipo de producción. Igualmente, las actuales circunstancias económicas y políticas no permiten pensar que esta tendencia cambie en el corto plazo.

Agroindustria

Modalidad de producción agrícola destinada en su mayor parte al mercado externo, que cultiva vegetales de gran demanda y valor económico, producidos en entornos protegidos y controlados para homogenizar y optimizar la producción.

Dentro de la política económica seguida por el gobierno estatal, esta forma de producción ha recibido considerables apoyos al cambiar la producción de granos y cultivos tradicionales en los municipios de estudio por cultivos de invernadero, como hortalizas y legumbres, que por sus características permiten la implementación de formas de producción más intensivas. En la figura 7 se muestran los cambios en la superficie dedicada a estos cultivos.

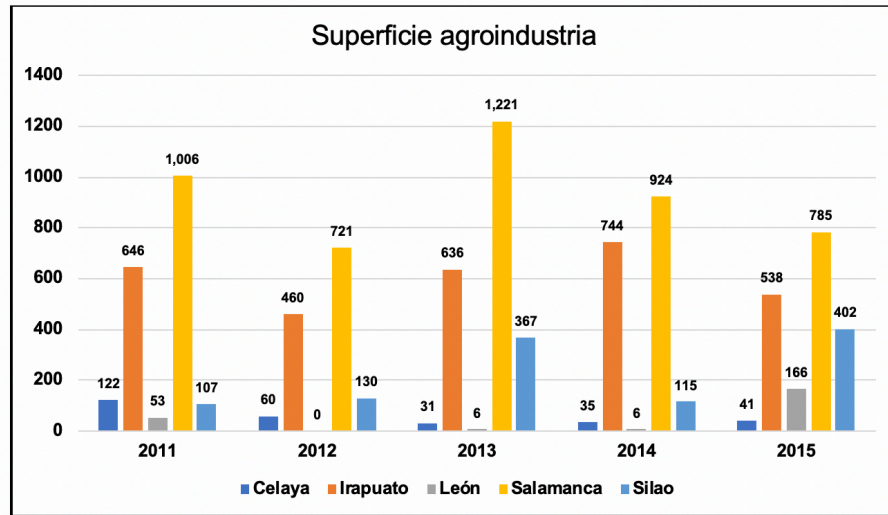


Figura 7. Variación en la superficie sembrada por la agroindustria, valores en ha.
Fuente: Elaboración propia con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2017).

Podemos ver que en los municipios existen importantes diferencias en las superficies destinadas a este tipo de producción siendo Irapuato, Salamanca y Silao los que presentan las mayores variaciones, lo cual puede tener causas tanto internas como externas. Sin embargo, las aparentes ventajas productivas y económicas que se pueden tener con esta forma de producción, además del apoyo por parte del gobierno, pueden hacer que más adelante la agroindustria se haga más común en ellos.

Esto último puede suceder, al observar la tendencia en diferentes zonas del mundo como la India, Oriente Medio, China, las costas chilena y peruana, entre otros, cuando al disminuir el nivel de los acuíferos, son los productores con mayores recursos económicos quienes pueden pagar el costo de bombeo a mayor profundidad y, mediante el acaparamiento de tierras, disponer de un mayor número de pozos para explotar, en detrimento de los productores con menores ingresos (Hoogesteger & Wester, 2015)

Cambio de uso de suelo

Cambio en el uso o manejo del suelo en los municipios que puede incluir un cambio de la cobertura vegetal o de actividad productiva. Debido a que mucha de la superficie de los municipios estudiados se encuentra destinada a la producción agrícola, para establecer una unidad productiva nueva que no se encuentre localizada dentro de las zonas urbanas, requerirá adquirir una superficie probablemente utilizada por el sector agrícola, con su correspondiente permiso para extraer agua.

En la tabla 8 se pueden advertir los cambios que han tenido la superficie de los municipios en cuanto a su utilidad, donde el apartado *Otras áreas* incluye las superficies con cobertura vegetal original, cuerpos de agua y pasto natural.

Tabla 8. Uso de suelo en los municipios (en ha)

Municipio	Año	Agrícola (incluye pasto inducido)	Asentamientos/Áreas urbanas	Otras áreas
Celaya	2009	39 441.432	5 343.839	10 074.394
	2011	39 441.184	5 343.837	10 074.644
	2016	39 054.395	5 878.618	9 926.653
Irapuato	2009	42 259.947	4 905.227	16 414.848
	2011	42 004.017	5 754.387	16 345.449
	2016	41 862.332	6 706.609	16 047.661
León	2009	45 886.814	13 576.447	53 209.057
	2011	45 459.929	14 652.478	51 937.473
	2016	42 896.831	17 641.728	50 953.597
Salamanca	2009	41 730.956	3 112.337	15 985.531
	2011	41 732.703	5 313.344	15 907.581
	2016	41 994.616	5 802.657	15 806.699
Silao	2009	40 370.387	1 123.423	11 495.268
	2011	40 496.105	1 223.988	11 243.622
	2016	39 637.226	2 302.739	12 435.417

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2009). 'Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, Serie IV (continuo nacional). INEGI (2013b) Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie V (Capa Unión). INEGI (2017b) Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie VI (Capa Unión).

Debido a la gran diferencia entre el tamaño de las superficies, y para poder hacer una mejor comparación respecto a sus cambios, se elaboraron índices para cada tipo de uso, haciendo una ponderación entre los valores obtenidos en 2009 y 2016, como se indica en la tabla 9.

Tabla 9. Razones propuestas para el cambio de uso de suelo

Agricultura	Áreas urbanas (%)	Otras áreas
Si $X < 1 \rightarrow 0$	Si $0 < X \leq 20 \rightarrow 1$	Si $X > 1 \rightarrow 0$
Si $X = 1 \rightarrow 1$	Si $20 < X \leq 40 \rightarrow 2$	Si $X = 1 \rightarrow 1$
Si $X > 1 \rightarrow 2$	Si $40 < X \leq 60 \rightarrow 3$	Si $X < 1 \rightarrow 2$
	Si $60 < X \leq 80 \rightarrow 4$	
	Si $80 < X \leq 100 \rightarrow 5$	
	Si $X > 100 \rightarrow 6$	

Fuente: Elaboración propia.

donde, si en *Agricultura* al dividir el valor de 2016 (H) entre el valor de 2009 (H0), (H/H0), se obtiene una razón menor a 1, significa que la superficie agrícola se redujo, por lo que vale cero; una razón igual a 1 indica que la superficie no cambió y tiene un valor de uno; una razón mayor a 1 significa que la superficie agrícola aumentó, por lo que vale 2. Para los casos de *Áreas urbanas* y *Otras áreas*, las razones se obtienen con el mismo proceso.

En el caso de *Áreas urbanas*, se utilizaron porcentajes para definir los cambios en su superficie, entonces tenemos que, si la variación es mayor a cero, pero menor o igual a 20, expresado como $0 < X \leq 20$, su razón tiene un valor de 1; si la variación se encuentra entre $20 < X \leq 40$ su razón es 2, y así sucesivamente. Estas razones se asignaron debido a que, bajo las condiciones actuales, es muy improbable que la superficie urbana disminuya, por lo que es más conveniente determinar su porcentaje de incremento.

Para *Otras superficies* se utilizó el mismo razonamiento que en *Agricultura* y sus razones tienen los mismos valores e interpretación.

Ahora, tomando los diferentes valores de las razones, el peor de los casos se presenta cuando la superficie destinada a las áreas agrícolas y urbanas aumenta; en este último caso al doble, y en otras áreas, se reduce, entonces el índice máximo posible es $2+6+2 = 10$.

En el caso contrario, la mejor situación es cuando se reduce la superficie agrícola, el área urbana permanece sin cambios y aumente la superficie ocupada por otras áreas, por lo que el mejor índice a obtener es $0+1+0 = 1$. En la tabla 10 se muestran los índices obtenidos para cada municipio:

Tabla 10. Índices en cambio de uso de suelo en municipios

Municipio	Índice
Celaya	1
Irapuato	2
León	2
Salamanca	7
Silao	8

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, se concluye que Silao es el municipio más afectado por el cambio de uso de suelo entre 2009 y 2016 porque ha aumentado su área urbana más de dos veces, ha perdido cobertura vegetal, aunque ha reducido su superficie agrícola. Salamanca, la segunda más afectada, ha incrementado su área agrícola y urbana, esta última más de 80%, y la superficie con vegetación natural ha disminuido. Irapuato y León han disminuido su área agrícola, aumentaron su área urbana entre 30% y 40% y disminuyeron su cobertura natural.

Finalmente, el municipio de Celaya ha sido el menos afectado, ya que su área agrícola ha disminuido, su área urbana ha incrementado en un 10% y la superficie con cobertura natural se ha mantenido más o menos sin cambios.

Parques/industrias

Número de empresas establecidas en los municipios de estudio por año. Aquí, se compara el número de Unidades Económicas (UE), que son las unidades productivas de todos los giros que proveen diferentes servicios o productos, establecidas en los municipios de estudio de un año a otro. Esto nos sirve para identificar si las oportunidades de trabajo para la PEA se han incrementado o reducido en los municipios, así como inferir posibles cambios en el consumo de agua.

En la figura 8 se puede observar la evolución en el número de UE a lo largo de los años.

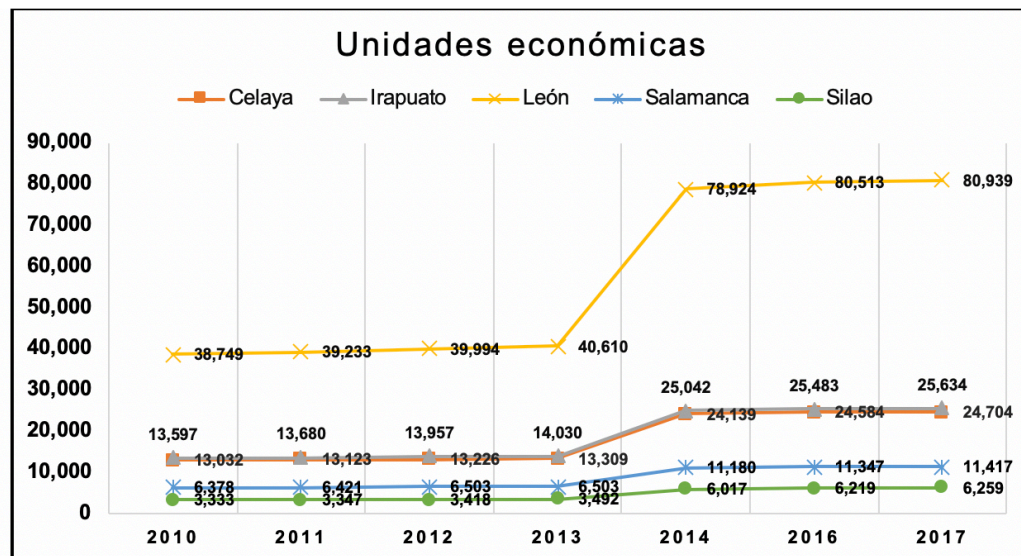


Figura 8. Variación en el número de unidades económicas.

Fuente: Elaboración propia con datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), INEGI (2017c).

Se puede ver que el número de UE ha aumentado con el tiempo, destacando 2013 a 2014, donde casi se duplicó su número, y que se corresponde con el inicio de operaciones de la planta Honda en Celaya, lo que muestra el gran impacto que la empresa tuvo en la economía de los municipios. El año de 2015 no aparece en el sistema, pero los valores de 2016 indican que está incluido en este último.

Lo anterior, lleva a considerar que un mayor número de UE puede incrementar el consumo de agua dentro de los municipios, tanto por el consumo de cada unidad en sí, como por la posible atracción de gente de otros sitios en busca de empleo, incentivando el crecimiento de la población con el consecuente aumento en la presión sobre los recursos hidrológicos.

Criterios hidrológicos

Fuentes de agua

Se consideran los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos susceptibles de ser explotados. Es importante resaltar que las condiciones naturales y geográficas en el Bajío no permiten la presencia de fuentes de agua superficiales importantes, así que los acuíferos son el principal recurso de agua para cubrir todas las necesidades en los municipios de estudio. En este sentido, se tiene que el agua de los acuíferos cubre alrededor del 90% de los requerimientos en el estado y las fuentes superficiales el restante 10% (CEAG, 2012).

Esto se justifica porque del agua superficial, sólo el 22% presenta una calidad considerada aceptable y el resto tiene diferentes grados de contaminación que la hacen difícil de aprovechar. En el caso de los acuíferos, el 80% de su agua se considera de buena calidad y el otro 20% una calidad media, lo que refleja su importancia (CEAG, 2012).

El municipio de León ha elaborado el proyecto *El Zapotillo*, con la finalidad de obtener un volumen de agua cercano a 120 hm³ por año desde la cuenca hidrológica de Río Verde, ubicada en el estado de Jalisco, con lo cual podría cubrir el actual déficit hídrico del municipio cuando opere a toda su capacidad.

Por otro lado, en Celaya se encuentra funcionando el acueducto *El Realito* que abastece de agua potable a la ciudad desde la presa *El Realito* a razón de $1\text{m}^3/\text{s}$, con la intención de reducir el abatimiento del acuífero y evitar los hundimientos a la infraestructura y las viviendas (Conagua, 2017b). Las aportaciones de agua de ambos proyectos se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Porcentaje de contribución respecto al déficit del acuífero

Municipio	Proyecto	Déficit acuífero ($\text{hm}^3/\text{año}$)	Contribución proyecto ($\text{hm}^3/\text{año}$)	% de aportación
León	El Zapotillo	47.9	119.84	250.2
Celaya	El Realito	306.4	31.54	10.3

Fuente: Elaboración propia con datos de
Presas y acueductos para abastecimiento de agua potable. Presa El Zapotillo. Acueducto El Zapotillo-León, Gto. Conagua (2017a).
Presas y acueductos para abastecimiento de agua potable. Presa El Realito. Acueducto El Realito-San Luis Potosí, SLP, Conagua (2017b).

En ambos casos, el déficit es la diferencia entre la recarga media de los acuíferos y el volumen de extracción reportado en los documentos *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de León (1113)* (Conagua, 2015c), y *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Celaya (1115)* (Conagua, 2015e).

La tabla 11 muestra que *El Realito* cubre alrededor del 10% del déficit actual del acuífero en Celaya, mientras que *El Zapotillo*, teóricamente, cubriría 2.5 veces el déficit actual del acuífero. El resto de los municipios no tienen contemplados proyectos similares en este momento.

Volumen de extracción

Es el volumen de agua que se puede extraer de las fuentes disponibles sin afectar su equilibrio hidrológico. Datos de la CONAGUA indican que todos los acuíferos que abastecen a los municipios de estudio presentan diferentes niveles de sobreexplotación, lo que muestra el mal manejo que se está haciendo de ellos. La tabla 12 muestra el déficit calculado a partir de la información contenida en las actualizaciones de cada acuífero, que es la diferencia directa entre la extracción y la recarga reportados.

Tabla 12. Déficit hidrológico de los acuíferos

Acuífero	Municipio	Extracción (hm^3)	Recarga (hm^3)	Déficit (hm^3)
Silao-Romita	Silao	364	243.50	120.5
Valle de León	León	204	156.10	47.90
Valle de Celaya	Celaya	593	286.60	306.40
Irapuato Valle	Irapuato y Salamanca	583.2	522.20	61.0
La Muralla	León	36.4	34.80	1.60

Fuente: Actualización de la disponibilidad media anual de agua en los acuíferos, (Conagua 2015a, 2015b, 2015c, 2015d, 2015e).

Así, la información muestra que el volumen de extracción no ha disminuido con la llegada de las empresas, por lo que sus beneficios en este aspecto han sido mínimos, pese a ser una de las principales razones para permitir su llegada a los municipios. Igualmente, especialistas y responsables de la administración del agua en los municipios de estudio deben prestar particular atención a este punto, ya que todos los acuíferos presentan problemas de sobreexplotación que podrían agravarse de no tomar medidas contundentes al respecto para su recuperación y conservación.

Eficiencia de uso

Se consideró como la diferencia entre el volumen de agua extraído, y el volumen que llega hasta el sitio de destino o de aplicación. Aquí, se tomaron las eficiencias en los sectores Agrícola, Industrial y Doméstico según datos de la CEAG, mismos que se indican en la tabla 13.

Tabla 13. Eficiencia en el aprovechamiento del agua por sector a nivel estatal

Sector	Extracción (hm ³ /año)	% de eficiencia
Agrícola	3360	40
Industrial*	120	
Doméstico	520	56

Fuente: Comisión Estatal del Agua (CEAG, 2015). *No hay datos

El sector Agrícola, siendo el principal consumidor de agua, tiene la eficiencia más baja por el sistema de riego rodado empleado en la mayor parte de la superficie cultivada, a lo que se suman los malos hábitos de los encargados de administrar el agua en estas áreas, que favorecen el desperdicio de grandes volúmenes.

En el sector Doméstico, datos de los organismos operadores muestran que, actualmente, el consumo promedio de agua por día de los habitantes a nivel estatal es de 83 litros, manejando una dotación promedio de 175 litros/hab/día, donde la diferencia de valores se debe a las pérdidas en las líneas de distribución, que representan más del 60% del agua suministrada (CEAG, 2017). Los valores para los municipios estudiados se pueden ver en la tabla 14.

Tabla 14. Dotación y consumo de agua por habitante en casa habitación

Nivel	Dotación (litros/hab/día)	Consumo (litros/hab/día)	Eficiencia (%)
Estatal	175	83	57
Celaya	232	92	51
Irapuato	263	98	44
León	133	72	64
Salamanca	221	99	52
Silao	154	61	56

Fuente: Diagnóstico Sectorial 2017, Comisión Estatal del Agua (CEAG, 2017)

Se puede ver que León y Silao se encuentran por debajo del promedio estatal en la dotación y el consumo, mientras que el resto de los municipios se encuentran por arriba. Destacan Celaya como el que recibe una mayor dotación y Salamanca e Irapuato con el mayor consumo.

En cuanto a la eficiencia, todos los municipios presentan valores bajos, y aunque León presenta una eficiencia mayor a 60%, el resto de las entidades tienen valores mayores al 50% pero menores al 60%. Irapuato, por su parte, es el municipio con la menor eficiencia con un 44%. Sin embargo, todo lo anterior muestra el gran trabajo que necesitan realizar los organismos operadores para mejorar en estos aspectos, y entonces aprovechar mejor el agua extraída para este sector.

Para el sector industrial no se encontraron sus eficiencias de uso de agua.

Recarga de acuíferos

Es el volumen de agua que recibe un acuífero a lo largo de un año. Este punto está muy relacionado con el parámetro *Volumen de extracción*, en el cual se indica el volumen de recarga de los acuíferos y donde todos los acuíferos presentan diferentes valores de déficit, siendo particularmente considerables en Valle de León, Valle de Celaya, Irapuato Valle y Silao-Romita.

Así, las autoridades responsables deberían estudiar opciones para facilitar y aumentar su recarga, como puede ser aprovechar el agua de lluvia o agua tratada si esta reúne las características que marcan las normas oficiales.

Otras fuentes de abastecimiento

Aprovechamiento del agua proveniente de fuentes no tradicionales. Debido a las características de la zona y de los municipios estudiados, la única fuente de agua disponible diferente a las ya explotadas es el agua de lluvia, aunque en la actual política pública no se contempla como opción para reducir las extracciones.

Tagle, Azamar & Caldera (2018) calcularon los beneficios hídricos y económicos si el 25%, 50%, 75% y 100% de las viviendas del municipio de León tuvieran la capacidad de recolectar, almacenar y aprovechar el agua de lluvia. En nuestro caso, para realizar los cálculos sobre el volumen de agua que aportaría la lluvia, se utilizó un manual elaborado por la Conagua (2016a), donde se indican los lineamientos técnicos para conocer la cantidad de agua que potencialmente se podría recolectar por mes y la posibilidad de cubrir las necesidades de una casa con cuatro habitantes, considerando una serie de parámetros ya definidos.

Para complementar los cálculos indicados en el manual, se supuso un área de captación de 100m² y los volúmenes de consumo por habitante de cada municipio se tomaron de la CEAG (2017); finalmente, se consideró que el 10% de las viviendas en cada uno de los municipios del estudio podían recolectar y aprovechar el agua de lluvia, ese volumen teórico aportado se comparó con el volumen de extracción para uso doméstico reportado y así se determinó su posible impacto para disminuir la sobreexplotación de los acuíferos. La tabla 15 muestra los resultados obtenidos.

Tabla 15. Aportación teórica por agua de lluvia

Municipio	Estación meteorológica	Aportación (m ³)	Extracción uso doméstico (m ³)	Porcentaje
Celaya	00011009 CELAYA (SMN)	720 602.07	39 286 127	1.83
Irapuato	00011028 IRAPUATO	836 707.64	44 105 182	1.90
León	00011101 C.A.E. LEON	2 006 785.33	86 920 093	2.31
Salamanca	00011096 SALAMANCA	460 000.24	15 735 735	2.92
Silao	00011089 SILAO (SMN)	234 803.49	5 898 943	3.98

Fuente: Elaboración propia con datos de Normales Climatológicas, Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2017b); Diagnóstico Sectorial 2017, Comisión Estatal del Agua (CEAG, 2017).

Los cálculos mostraron que solo durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre la cantidad de lluvia resulta suficiente o casi suficiente para cubrir las necesidades de la vivienda supuesta, siendo el resto de los meses deficitarios. Sin embargo, se podrían buscar alternativas para hacer más eficiente la recolección y el almacenamiento como una forma de disminuir la presión sobre los acuíferos.

Tratamiento y reúso de agua

Para cada municipio estudiado, se analiza el volumen de agua residual que es tratado y cuánto de esa agua es reutilizada. La información oficial, mostrada en la tabla 16, indica que a nivel municipal se da mucha importancia al tratamiento del agua residual y que el volumen tratado no ha sufrido descensos a raíz de la llegada de las industrias, según los porcentajes de caudal tratado; Irapuato es la excepción en esta tendencia.

Tabla 16. Caudales y porcentaje de agua tratada

Año	No. Plantas	Capacidad instalada (l/s) (2016-2018)	Caudal tratado (l/s) (2016)	% de agua tratada
Celaya	1	750	663	88.4
Irapuato	3	2 769	1 103	39.8
León	13	1 200	1 200	100.0
Salamanca	1	200	170	85.0
Silao	2	120	107.4	89.5

Fuente: CEAG. Dirección General de Desarrollo Hidráulico (2018);
Catálogo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Conagua (2016b).

La tabla 16 resalta que todos los municipios tratan arriba del 80% de su agua residual, destacando en lo particular León que trata el 100%, mientras que Irapuato presenta un tratamiento de solo el 40%. Así, la llegada de las empresas, aparentemente, no ha traído un aporte significativo al volumen de agua tratada.

Para reducir la presión sobre las fuentes de agua, el uso de agua tratada en las actividades y/o procesos que lo permitan, es una buena opción para disminuir la extracción de agua fresca y hacer un uso más eficiente del agua disponible. En la tabla 17 se indican los volúmenes de reúso de agua en cada municipio.

Tabla 17. Porcentaje de agua reusada

Municipio	Caudal tratado (l/s) (16-18)	Caudal reusado (l/s) (16-18)	Porcentaje de reúso
Celaya	663	262	39.52
Irapuato	1103	89	8.07
León	1200	827	68.92
Salamanca	170	1	0.59
Silao	107.4	1	0.93

Fuente: CEAG. Dirección General de Desarrollo Hidráulico (2018);
Catálogo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Conagua (2016b).

La tabla 17 resalta el bajo volumen de agua que es reutilizada en los municipios, principalmente en Salamanca, Silao e Irapuato y es un indicio de la gran subutilización que se hace de este recurso obtenido de las plantas de tratamiento. Este aspecto debería ser un foco de atención para las autoridades responsables de administrar el agua, ya que si se incrementa su volumen de uso puede ayudar a reducir los niveles de sobreexplotación que presentan los acuíferos de los que se abastecen.

Resultados

Se puede advertir que el incremento de la población en los municipios estudiados ha causado un gran impacto en ellos, dado el importante aumento de la superficie destinada a las zonas urbanas y asentamientos humanos, destacando Silao en este aspecto.

Estos incrementos tienen diversos motivos, pero no se puede ignorar que el constante incremento en el número de unidades económicas puede ser una de las principales razones por la gran concentración de inversiones productivas realizadas en León, Celaya, Irapuato, Salamanca y Silao, que ha servido como un imán para los habitantes de otras partes del estado, del país y del extranjero para desplazarse a ellos en busca de una fuente de trabajo.

Por otro lado, el sistema educativo no está suministrando los profesionales y especialistas suficientes que la política de desarrollo requiere, si observamos los años de estudio promedio de la población, ya que los puestos mejor remunerados dentro de las empresas necesitan un grado de educación medio superior y superior, mientras que el promedio global en los municipios alcanza apenas el nivel básico, lo que impide a la mayor parte de su población acceder a ellos, limitando su capacidad de desarrollo profesional y de superación social.

Lo anterior lleva a considerar que las presiones sobre las fuentes de abastecimiento de agua en los municipios se han incrementado por la alteración y deterioro de las áreas de recarga por el incremento de las zonas urbanas y los desarrollos industriales, a lo que se suma el aumento de la población, en parte, causada por la necesidad de cubrir los puestos de trabajo que los lugareños no pueden debido a su bajo nivel de educación, provocando la llegada de individuos de otros lugares para ello, con el consecuente incremento en la demanda de agua de unas fuentes ya sobreexplotadas.

El uso del suelo ha sido uno de los parámetros más afectados a lo largo del tiempo, ya que la mayor parte de la superficie de los municipios, entre 60% y 80% dependiendo del caso, ha perdido su cobertura vegetal original destinándose en su mayor parte a actividades agrícolas, lo que ya ocasiona afectaciones en su balance hidrológico por el mal manejo que actualmente se hace del agua destinada al riego, que ocasiona la sobreexplotación de los acuíferos, y que se aprecia en los volúmenes destinados a esta actividad y su bajo porcentaje de aprovechamiento.

Con base en los resultados observados, no se advierten mejoras importantes en la gran mayoría de los parámetros estudiados, ya que presentan valores similares o incluso niveles de deterioro respecto a sus condiciones iniciales previas a esta política de desarrollo, o a poco después de su implantación, a pesar de estar algunos de ellos entre los principales objetivos a mejorar con dicha política, como es lo relativo a las cuestiones hídricas.

Ahora bien, estos resultados se obtuvieron estudiando a los municipios más favorecidos por esta política, con mayor peso económico, mayor infraestructura, etc., es decir, los que ofrecen mejores condiciones para su implementación, por lo que su aplicación en localidades con menores niveles de desarrollo e importantes problemas ambientales y rezagos sociales deja muchas dudas respecto a los beneficios que pueda alcanzar en ellas, a pesar de que ese fenómeno ya se está llevando a cabo con los municipios cada vez más alejados del llamado Corredor Industrial de Guanajuato, y en el cual se ubican los municipios de este estudio.

Si bien existen otros métodos para analizar a más detalle situaciones en las que una problemática puede tener varias posibles soluciones, como los diferentes métodos de análisis multicriterio expuestos

anteriormente, para su correcta aplicación es necesario personal capacitado en ellas; además, es necesario contar con la opinión de expertos que no siempre es posible encontrar.

La ventaja que ofrece este tipo de análisis es que es relativamente fácil de realizar, ofrece una visión bastante aproximada de las posibles consecuencias en los parámetros de estudio y puede ser fácilmente comprendida por los individuos. Además, puede ser adaptada a otros requerimientos.

Así, este tipo de análisis puede servir para que los tomadores de decisiones locales puedan comparar los resultados obtenidos por esta política de desarrollo en diferentes sitios, quizás más o menos cercanos a ellos, y observar las tendencias seguidas en estos y otros parámetros para proponer restricciones a su aplicación.

Por otro lado, este trabajo se ha enfocado en los aspectos técnicos, pero deja de lado aspectos como costumbres, formas de trabajo, cultura, etc., en las comunidades y que también se ven afectadas por las nuevas formas de producción, el movimiento de los individuos, la pérdida de identidad cultural, entre otros, que esta política de desarrollo puede ocasionar tratando de maximizar las utilidades.

Conclusiones

Todos los resultados obtenidos llevan a cuestionar si el actual modelo económico resulta apropiado para lograr un adecuado desarrollo en los municipios del estudio y todo el Bajío en su conjunto, dadas las graves afectaciones hidrológicas y ambientales que se están causando.

La principal razón para implementar esta política económica fue hacer más eficiente el uso del agua y así reducir la sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento, pero los datos no muestran que haya disminuido la presión sobre los recursos hidrológicos, aunado a los escasos beneficios económicos y sociales que la mayor parte de la población está obteniendo, y que no compensan los daños ambientales y en su calidad de vida que se están ocasionando.

Igualmente, la actual tendencia no hace pensar que el modelo económico vaya a tener cambios en el corto plazo, por lo que la problemática y las afectaciones presentes es muy probable que se profundicen en el futuro.

Agradecimientos

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca proporcionada para realizar estudios de doctorado.

Referencias

- Álvarez, J. R. Coordinador. (1998) *Enciclopedia de México*. 4ª. ed. Ed. Sabeca International. Tauton, Mass., EE. UU.:
- Álvarez, L. (2014). ¿Desarrollo local? Cuando el crecimiento económico prioriza la inversión extranjera directa. En: J. A. Rodríguez González, J. M. Vega Zayas, & D. Tagle Zamora. (Coords.). *Actores e instituciones en el desarrollo. Deducciones desde la región Centro-Bajío*. (pp. 13-37). México: Miguel Ángel Porrúa.
- Climate Computing Project (CLICOM). (2017). *Base de datos del CLICOM*. 2017, de CICESE Recuperado de <http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html>
- Comisión de Vivienda del Estado de Guanajuato (COVEG) (2011). *Sistema de Indicadores de Vivienda*. Guanajuato, Gto.: Gobierno del Estado.

- Comisión Estatal del Agua (CEAG). (2012). *Guía sumérgete y cuida AGUANajuato*. 2017, de CEAG. Recuperado de <http://agua.guanajuato.gob.mx/pdf/publicaciones/sumergete.pdf>
- Comisión Estatal del Agua (CEAG). (2015). *El agua subterránea en Guanajuato*. 2017, de CEAG. Recuperado de http://agua.guanajuato.gob.mx/pdf/agua_subterranea.pdf
- Comisión Estatal del Agua (CEAG). (2017). *Diagnóstico Sectorial agua potable y saneamiento 2017*. 2018, de CEAG. Recuperado de http://expoagua.guanajuato.gob.mx/pdf/fuentes_consulta/diagnostico_sectorial_2017.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2010). *Documentos básicos de los consejos de cuenca*. 2018, de Conagua Ciudad de México, México. Recuperado de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/patt/2._Conceptos_basicos/Documentos_basicos_de_los_consejos_de_cuenca.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2015a). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Silao-Romita (1110), Estado de Guanajuato*. Ciudad de México, México. 2017, de Conagua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103020/DR_1110.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2015b). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero La Muralla (1111), Estado de Guanajuato*. 2017, de Conagua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103021/DR_1111.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2015c). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de León (1113), Estado de Guanajuato*. 2017, de Conagua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103022/DR_1113.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2015d). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Irapuato-Valle (1119), Estado de Guanajuato*. 2017, de Conagua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103029/DR_1119.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2015e). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Celaya (1115), Estado de Guanajuato*. 2017, de Conagua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103024/DR_1115.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2016a). *Lineamientos técnicos: Sistema de captación de agua de lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda*. 2018, de Conagua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/152776/LINEAMIENTOS_CAPTACION_PLUVIAL.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2016b). *Catálogo de Plantas de tratamiento de aguas residuales*. 2018, de Conagua. Recuperado de <https://agua.org.mx/biblioteca/catalogo-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-2016/>
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2017a). *Presas y acueductos para abastecimiento de agua potable. Presa El Zapotillo. Acueducto El Zapotillo-León, Gto.* 2018, de Conagua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187121/Presas_El_Zapotillo.pdf
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2017b). *Presas y acueductos para abastecimiento de agua potable. Presa El Realito. Acueducto El Realito-San Luis Potosí, SLP.* 2018, de Conagua. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187120/Presas_El_Realito.pdf
- Delgado-Galván, X., Izquierdo, J., Benítez, J., Pérez-García, R., & Martínez, J. (2012). Action Prioritization to Address the Silao-Romita Aquifer Problem through the Analytic Hierarchy Method. *2012 International Congress on Environmental Modelling and Software Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting*. Leipzig, Germany.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1931). *Acuerdo que establece veda sobre concesión de aguas del río Lerma y sus afluentes en los estados de México, Michoacán, Guanajuato y Jalisco*. DOF.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1948). *Decreto que establece, por tiempo indefinido, veda para la construcción o ampliación de las obras de alumbramiento de aguas del subsuelo, que comprenderá la zona perimetral que ocupaba el Distrito de León, Gto.* DOF.
- Ferrero, R. (1956). *El desarrollo económico y el comercio exterior y directivas para un Programa de Desarrollo Económico Nacional*. Lima, Perú: Tipografía Peruana, Lima.

- Flores, H., Morales, J. L., Mora-Rodríguez, J., Carreño, G., & Delgado-Galván, X. (2018). Management priorities for aquifers in El Bajío in Guanajuato state, Mexico. *IWA Water Policy*, 20(6), 1161-1175. doi: <https://doi.org/10.2166/wp.2018.202>
- Hoogesteger, J., & Wester, P. (2015). Intensive groundwater use and (in)equity: Processes and governance challenges. *Environmental Science & Policy* 51, 117-124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.004>
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). (2011). *Diagnóstico Climatológico y prospectiva sobre vulnerabilidad al cambio climático en el estado de Guanajuato*. 2017, de IEE. Recuperado de <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/cambio-climatico/185/Publicaciones-sobre-cambio-clim%c3%a1tico>
- Instituto de Planeación del Estado de Guanajuato (Iplaneg). (2012). *Monografía Poblacional por municipio y región*. Junio 11, 2018, de Secretaría de Educación de Guanajuato. Recuperado de <http://www.seg.guanajuato.gob.mx/Ceducativa/SIIE/Paginas/SIIE/paginas/DocumentoAnalisis/compendio.aspx?RootFolder=%2FCeducativa%2FSIIE%2FCompendio%20Socio%20Educativo%2FInformaci%C3%B3n%20Poblacional&FolderCTID=0x012000FF28D6F1CE52FA4283585594C0DBC390&View={54DC629B-807B-4170-883B-7A8330C12C91}>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2002). *Anuario estadístico del estado de Guanajuato*. 2017, de INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/default.html?ag=11>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2006). *División Municipal de México, 2005', escala: 1:250000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Obtenido de Marco Geoestadístico Municipal, II Conteo de Población y Vivienda 2005. Versión 1.0 México*. 2016, de INEGI. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/mun2005kcw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie IV (continuo nacional)*. 2018, de Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/usv250ks4cw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2011). *Anuario estadístico del estado de Guanajuato*. 2017, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/default.html?ag=11>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013a). *Anuario estadístico del estado de Guanajuato*. 2017, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/default.html?ag=11>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013b). *CONJUNTO DE DATOS VECTORIALES DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN ESCALA 1:250 000, SERIE V (Capa Unión)*. 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usuarios/Default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). *Principales resultados de la Encuesta intercensal 2015, Guanajuato*. 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de http://seieg.ipaneg.net/seieg/doc/Principales_Resultados_EI_2015_1452885251.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017a). *Anuario estadístico del estado de Guanajuato*. 2018, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/publicaciones/default.html?ag=11>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017b). *Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación serie VI. Conjunto Nacional*. 2018, de INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017c). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENEUE)*. 2017, de INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Macías G., F. (2009). *El Norte de Guanajuato y sus cristeros: 1926-1929. Al reencuentro con la memoria colectiva*. En El norte de Guanajuato en el tiempo y el espacio (pp.35-48). Guanajuato, Gto.: Gobierno del Estado.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado (POGE). (2005). *Decreto Gubernativo 259, mediante el cual se expide el Reglamento Interior de la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato*. 2017, de POGE. Recuperado de

http://segob.guanajuato.gob.mx:8088/files/FRAC_1/REGLAMENTOS/REGLAMENTO_INTERIOR_DE_LA_COMISION_ESTATAL_DEL_AGUA_DE_GUANAJUATO_DIC_2005.pdf

- Rodríguez-González, J. A., & Caldera-Ortega, A. R. (2013). Crecimiento económico y desarrollo local en la región Centro-Bajío de México. *Quivera*, 15(1), 37-59.
- Secretaría de Educación de Guanajuato (SEG). (2018). *Compendio Socio-Educativo*. 2018, de Sistema Integral de Información Educativa. Recuperado de <http://www.seg.guanajuato.gob.mx/Ceducativa/SIIE/Paginas/SIIE/paginas/DocumentoAnálisis/compendio.aspx?FolderCTID=0x012000FF28D6F1CE52FA4283585594C0DBC390&View={54dc629b-807b-4170-883b-7a8330c12c91}&RootFolder=%2FCeducativa%2FSIIE%2FCompendio%20Socio%20Educativo%2FCompendio%20Socioeducativo%20por%20Municipio&SortField=Modified&SortDir=Asc>
- Seligmann, L. J. (1988). Reviewed Work: *Irrigation in the Bajío Region of Colonial Mexico* by Michael E. Murphy. *Technology and Culture* 29(3), 679-682. doi: <https://doi.org/10.2307/3105297>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2017). *Avance de Siembras y Cosechas Resumen por estado*. 2017, de SAGARPA. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2017a). *Monitor de sequía en México*. 2017, de Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <https://smn.CONAGUA.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2017b). *Normales climatológicas por Estado*. 2017, de Comisión Nacional del Agua. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=gto>
- Tagle Zamora, D., Azamar Alonso, A., & Caldera Ortega, A. (2018). Cosecha de agua de lluvia como alternativa para la resiliencia hídrica en León, Guanajuato: una reflexión desde la nueva cultura del agua. *Expresión Económica*, 40, 5-23.
- Tagle Zamora, D., Caldera Ortega, A. R., & Rodríguez González, J. A. (2017). Complejidad ambiental en el Bajío mexicano: implicaciones del proyecto civilizatorio vinculado al crecimiento económico. *Región y Sociedad*, 24(68), 193-221. doi: <http://dx.doi.org/10.22198/rys.2017.68.a873>
- Tagle-Zamora, D., Caldera-Ortega, A. R., & Fuente-Carrasco, M. E. (2019). Normatividad, gestión pública del agua y ambientalismo de mercado en México: un análisis desde los proyectos políticos (2012-2018). *Tecnología y ciencias del agua*, 10(2), 1-34. doi: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-02-01>