

Evaluación de la sustentabilidad en tres municipios de la zona de ecotono del Estado de México

Sustainability Assessment in Three Municipalities of the Ecotone Zone of the State of Mexico

Sergio Garcés Díaz*  <https://orcid.org/0000-0002-9608-5154>
Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo**  <https://orcid.org/0000-0002-0089-701X>
Carlos Alberto Pérez Ramírez***  <https://orcid.org/0000-0002-8074-2391>
Roberto Franco Plata****  <https://orcid.org/0000-0002-3031-6562>

Resumen

En esta investigación se evaluó la sustentabilidad en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero, ubicados en la zona ecotono del Estado de México, entre 2017 y 2019. Con metodología basada en el marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad, desde el enfoque de las ciencias ambientales, se seleccionaron 20 indicadores acordes con el espacio municipal de análisis considerando los criterios de diagnóstico y atributos de sustentabilidad. Según los resultados, Villa Guerrero es más sustentable, en comparación con Tenancingo de Degollado y Malinalco. Se concluye que es necesario avanzar en la construcción de indicadores que se puedan utilizar en diversas escalas espaciales, e incorporar criterios territoriales, ambientales, políticos, socioculturales y tecnológicos, para fortalecer los procesos de evaluación de sustentabilidad.

Palabras clave: sustentabilidad; MESMIS; indicadores sociales; indicadores demográficos; indicadores económicos; Malinalco (México); Tenancingo de Degollado (México); Villa Guerrero (México).

Abstract

In this study, sustainability in the municipalities of Malinalco, Tenancingo de Degollado and Villa Guerrero, located in the ecotone zone of the State of Mexico, was assessed between 2017 and 2019. Using a methodology based on the Framework for the Assessment of Management Systems Incorporating Sustainability Indicators, from an environmental sciences approach, 20 indicators were selected in accordance with the municipal space analyzed considering diagnostic criteria and sustainability attributes. According to the results, Villa Guerrero is more sustainable compared to Tenancingo de Degollado and Malinalco. It follows that progress is needed in the construction of indicators that can be used at various spatial scales, and incorporating territorial, environmental, political, socio-cultural and technological criteria in order to strengthen sustainability assessment processes.

Keywords: sustainability; MESMIS; social indicators; demographic indicators; economic indicators; Malinalco (Mexico); Tenancingo de Degollado (Mexico); Villa Guerrero (Mexico).

Cómo citar: Garcés Díaz, S., Gutiérrez Cedillo, J. G., Pérez Ramírez, C. A., y Franco Plata, R. (2019). Evaluación de la sustentabilidad en tres municipios de la zona de ecotono del Estado de México. *región y sociedad*, 31, e1184. doi: 10.22198/rys2019/31/1184

* Autor para correspondencia. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Química. Paseo Colón s/n, residencial Colón y colonia Ciprés, C. P. 50120, Toluca de Lerdo, Estado de México, México. Teléfono (722) 226 2300. Correo electrónico: sergarcas26@gmail.com

** Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía. Paseo Universidad, Universitaria, C. P. 50110 Toluca de Lerdo, Estado de México, México. Teléfono: (722) 215 0255. Correo electrónico: jggc1321@yahoo.com.mx

*** Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Planeación Urbana y Regional. Mariano Matamoros casi esquina, Av. Paseo Tollocan, C. P. 50130, Toluca de Lerdo, Estado de México, México. Teléfono: (722) 219 4613. Correo electrónico: capr.docencia@gmail.com

**** Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía. Paseo Universidad, Universitaria, C. P. 50110, Toluca de Lerdo, Estado de México, México. Teléfono: (722) 215 0255. Correo electrónico: rfplata@gmail.com

Recibido: 11 de febrero de 2019
Reevaluado: 25 de junio de 2019
Aceptado: 2 de septiembre de 2019
Liberado: 23 de octubre de 2019



Esta obra está protegida bajo una Licencia
Creative Commons Atribución-No Comercial
4.0 Internacional.

Introducción

La sustentabilidad se plantea como un paradigma para hacer frente a la degradación ambiental, al aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales y para mejorar las condiciones de vida de la sociedad; sin embargo, es necesario contribuir al diseño de alternativas que permitan consolidar su significado y alcance, e incluir la construcción de indicadores que posibiliten comprender la realidad. Si bien se sugiere el marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS) (Masera, Astier y López, 1999), como un instrumento para hacer operativa la sustentabilidad, a través de la evaluación y comparación de diversos aspectos, e incluso considerar la multidimensión del concepto (ecológica, económica, social, cultural y temporal) (Masera y López, 2000), los estudios realizados solo se han limitado a elaborar listas de indicadores para el ámbito municipal.

Aunque existe un trabajo amplio en el desarrollo de indicadores de tipo biofísico, en especial para subsistemas concretos en condiciones controladas (de sustentabilidad del recurso suelo o para un cultivo determinado), y pese al planteamiento de indicadores económicos, dirigidos a la comercialización de productos agrícolas, no se ha trabajado lo suficiente en la incorporación de criterios sociales e institucionales, por lo que las propuestas de evaluación de sustentabilidad quedan normalmente en marcos generales (Astier, Masera y Galván, 2008).

Destacan las contribuciones y estudios previos para la evaluación de la sustentabilidad a partir de la metodología MESMIS, de Silva y Ramírez (2017), sobre agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, en Cuba. Las autoras elaboraron indicadores de sostenibilidad para tres agroecosistemas, e identificaron que tienen niveles de sostenibilidad altos (>0.7).

Del mismo modo, Alonso y Guzmán (2006) hicieron una evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional en la comarca de los Pedroches, en Córdoba, España. Para ello compararon la producción de aceite de oliva ecológico y convencional a partir de 17 indicadores de sostenibilidad, de los cuales 13 tienen valores mayores en ese olivar ecológico. Esta evaluación muestra que las tecnologías aplicadas y las labores realizadas en los cultivos ecológicos y convencionales de olivares hacen que los primeros tengan una sostenibilidad global más alta. Así, el cultivo y la venta de aceite ecológico puede ser un estímulo para incrementar los beneficios económicos de los olivicultores, a la vez que se preservan los recursos naturales.

Delgado, Armas, D'Aubeterre, Hernández y Araque (2010) analizaron la sostenibilidad del sistema de producción *capra hircus-aloe vera* (caprino-sábila) en la región semiárida de Cauderales del municipio Urdaneta del estado Lara, Venezuela, con la metodología de la investigación participativa y el enfoque agroecológico, para la caracterización del sistema y la medición de 21 indicadores identificados por los productores, en las dimensiones ambiental, social y económica. Determinaron un índice de sostenibilidad de 2.8, que per-

mite clasificar al sistema como medianamente sostenible, influenciado por la dimensión económica, mientras que la ambiental y la social presentaron más limitantes para la sostenibilidad.

En México, Neri et al. (2013) evaluaron la sustentabilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca, mediante 14 indicadores compararon dos sistemas, uno de referencia y otro alternativo, y concluyeron que en la actualidad el acuífero es menos sustentable. Así mismo, Priego, Galmiche, Castelán, Ruiz y Ortiz (2009) hicieron una evaluación comparativa de la sustentabilidad de dos unidades de producción de cacao, con 22 indicadores, definidos a partir de ejercicios participativos con los productores. El caso orgánico se acercó más a los valores deseables debido a los valores que tienen los atributos de adaptabilidad, equidad y autogestión. Y en el análisis por dimensión de sustentabilidad, la ambiental obtuvo los resultados más elevados. Por su parte Gutiérrez, Aguilera, González y Juan (2011) realizaron la evaluación preliminar de la sustentabilidad de una finca experimental agroecológica, en el subtrópico del altiplano central de México, analizaron variables del sistema para la comprensión de los procesos ecosistémicos, así como de sus factores técnicos de sustentabilidad.

Hay muy pocos estudios de caso a escala municipal, como el de Jiménez, Gutiérrez, Juan y González (2017), quienes evaluaron la sustentabilidad multiescalar en el municipio de Ocoyoacac y la comunidad de San Juan Coapanoaya, Estado de México, mediante indicadores —utilizaron 21— y atributos de sustentabilidad. También Gervacio y Gutiérrez (2016) lo hicieron en el de Acambay, por medio del MESMIS, usaron 23 indicadores con el fin de generar y gestionar una propuesta para mejorar la sustentabilidad.

Sin embargo, a pesar de estos avances existen pocos esfuerzos sistemáticos y consistentes para hacer operativos los principios generales de sustentabilidad en casos concretos (Ramírez, Gutiérrez, Juan y Balderas, 2019). No se ha logrado desarrollar procedimientos mediante los cuales la evaluación de sustentabilidad se convierta en un instrumento necesario para mejorar el perfil socioambiental de los sistemas de manejo o tecnologías sujetas a análisis. El MESMIS se considera un marco metodológico en desarrollo, con estructura flexible a diversos niveles de información y capacidades técnicas diferentes, incluye análisis y retroalimentación, contempla el entendimiento integral de las limitantes y posibilidades de integración y es aplicable al ámbito local de productores campesinos del mundo en desarrollo.

La finalidad de este trabajo es analizar la sustentabilidad municipal a través de indicadores, en los municipios de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero, ubicados en la zona ecotono del Estado de México, seleccionados debido a la problemática ambiental que enfrentan actualmente por la contaminación del agua, aire y suelo por el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas químicos. Esta investigación da pauta para que la zona en estudio sea visualizada, evaluada y analizada desde la perspectiva de las ciencias

ambientales, genere conocimientos y proponga alternativas que contribuyan al desarrollo sustentable.

Metodología

En la elaboración del trabajo se combinaron métodos cuantitativos y cualitativos, se contó con la participación de investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México y el apoyo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y, sobre todo, de productores y pobladores de la región analizada; a continuación se describen las cinco etapas y el planteamiento.

La primera fue la definición del objeto de estudio y caracterización geográfica de la zona de estudio: se identificaron las características geográficas, biofísicas, económicas y sociales de Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero.

La segunda consistió en la determinación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de los municipios: esto permitió la selección posterior de los indicadores ambientales, sociales y económicos, que después se utilizaron para los procesos de análisis, formulación de estrategias y resolución de problemas.

En la tercera se seleccionaron y definieron los indicadores estratégicos: a partir de los atributos de sustentabilidad se realizó el análisis de congruencia entre los puntos críticos, los criterios de diagnóstico e indicadores, lo que derivó en una lista de estos últimos para cada criterio seleccionado; se destacó el vínculo entre indicadores, criterios de diagnóstico, puntos críticos y atributos de sustentabilidad. En la tabla 1 aparecen los valores óptimos, la fuente y la argumentación de los 20 indicadores.

La cuarta incluyó la medición, monitoreo, indización e integración de resultados de indicadores: la medición de estos últimos se realizó con entrevistas no estructuradas, cuestionarios estructurados y observación directa en campo, que permitieron identificar los problemas ambientales, económicos y sociales del territorio elegido. Los indicadores fueron indizados mediante la determinación de valores óptimos. La integración de índices de cada indicador se representó por el análisis de los valores, por medio de un diagrama radial, y el proceso metodológico de los índices de sustentabilidad se desglosó de manera gráfica. El análisis de los resultados de la evaluación de sustentabilidad se hizo en los atributos.

En la quinta se llevó a cabo el análisis comparativo de los niveles de sustentabilidad: al estudiar la sustentabilidad de cada municipio surgieron las fortalezas y debilidades principales, se obtuvieron sus puntos críticos y, mediante la evaluación, se conoció la situación actual de la zona de estudio; después se realizó el análisis comparativo.

Tabla 1. Valores óptimos de los indicadores, fuente y argumentación

	Indicador	Valor óptimo			Fuente	Argumentación
		Malinalco	Tenancingo de Degollado	Villa Guerrero		
1	Consumo total diario de agua por habitante (L/día)	135	135	135	Duncan (2003)	El consumo máximo diario por habitante es de 135 litros
2	Población con acceso a agua potable (%)	100	100	100	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM, 2018)	Toda la población tiene derecho al servicio de agua potable
3	Superficie erosionada (%)	10	10	10	Romero, Cruz, Goytia, Sámano y Baca (2011)	La cantidad mínima de superficie erosionada se toma como valor óptimo, ya que no toda la erosión es provocada por el hombre
4	Residuos sólidos por municipio (kg/hab)	25 622	97 891	67 929	Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2018)	Cada persona genera, en promedio, 1 kg de residuos sólidos por día, si se considera a todos los habitantes, el valor óptimo lo representará el total de la población
5	Población ocupada (número de habitantes)	15 394	55 521	34 401	INEGI (2010)	Personas de 15 años o más que cuentan con un empleo, para solventar su economía
6	Población desocupada (número de habitantes)	1	1	1	Romero et al. (2011)	Número máximo de habitantes que no cuentan con empleo, lo que perjudica su economía
7	Población en situación de pobreza (%)	1	1	1	Romero et al. (2011)	Número máximo de habitantes en situación de pobreza
8	Analfabetas/os de 15 años y más	1	1	1	INEGI (2010)	Número máximo de analfabetos/as de 15 años y más
9	Promedio de escolaridad de la población (grado)	11.6	11.6	11.6	Secretaría de Educación Pública (SEP, 2018)	Aumentar la escolaridad de cada municipio, para estar a la par de valor óptimo propuesto por la SEP
10	Derechohabientes de servicios de salud	25 622	97 891	67 929	CPEUM (2018)	Toda la población tiene derecho al servicio de salud
11	Organizaciones gubernamentales, no gubernamentales (ONG) con incidencia	16	16	16	Secretaría de Gobernación (2018)	Aumentar las organizaciones con incidencia en el municipio, con respecto a las federales
12	Habitantes en hogares censales indígenas	163	345	158	INEGI (2000)	Aumentar o igualar la población en hogares indígenas, comparada entre dos censos en años diferentes

13	Habitantes con limitación en la actividad	336	1 083	886	INEGI (2005)	Cubrir el total de habitantes, comparado entre un censo y un conteo de población y vivienda en años diferentes
14	Superficie forestal deforestada (%)	1	1	1	Romero et al. (2011)	Disminuir al mínimo la superficie forestal deforestada mediante reforestaciones y pago por servicios ambientales
15	Uso de plaguicidas (kg/ha)	1	1	1	Gutiérrez et al. (2011)	Disminuir al mínimo el uso de plaguicidas químicos y aumentar el de los naturales
16	Uso de fertilizantes (L/ha)	1	1	1	Gutiérrez et al. (2011)	Disminuir al mínimo el uso de fertilizantes químicos y aumentar el de los naturales
17	Viviendas particulares habitadas con luz eléctrica	6 105	20 715	13 885	INEGI (2010)	Cubrir todas las viviendas habitadas con el servicio de luz eléctrica, para satisfacer dicha necesidad
18	Viviendas particulares habitadas con agua entubada	6 105	20 715	13 885	INEGI (2010)	Cubrir todas las viviendas habitadas con agua entubada, para satisfacer dicha necesidad
19	Viviendas particulares habitadas con drenaje	6 105	20 715	13 885	INEGI (2010)	Cubrir todas las viviendas habitadas con drenaje, para satisfacer dicha necesidad
20	Hablantes de lengua indígena	57	224	104	INEGI (2005)	Aumentar los habitantes de lengua indígena, comparados entre un censo y un conteo de población y vivienda en años diferentes

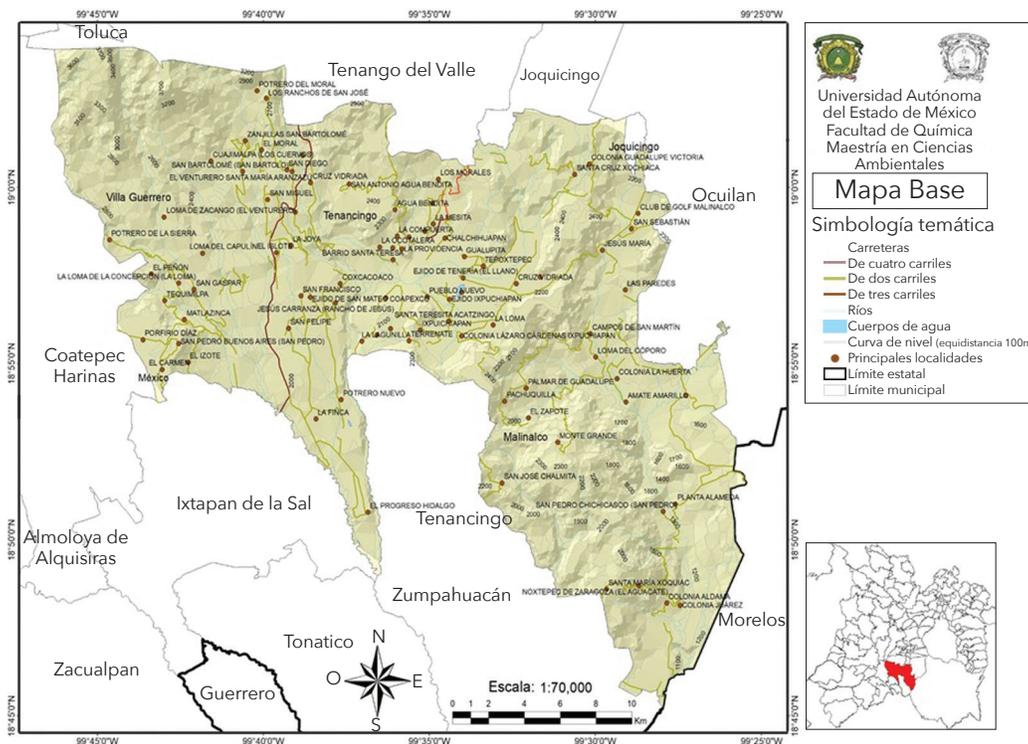
Fuente: elaboración propia.

Resultados

Caracterización

El Estado de México se localiza en el centro del territorio nacional, está conformado por 125 municipios y alberga a poco más de 15 millones de habitantes. Los municipios de la zona analizada se ubican al sur, con una extensión territorial de 611.24 km², y altitudes de 1 580 msnm (Malinalco) a 3 760 msnm (Villa Guerrero). Colindan con los municipios de Ocuilan, Joquicingo, Tenango del Valle, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Zumpahuacán y con el estado de Morelos (H. Ayuntamiento de Malinalco, 2016; H. Ayuntamiento de Tenancingo de Degollado, 2016; H. Ayuntamiento de Villa Guerrero, 2016) (véase figura 1).

Figura 1. Localización



Fuente: elaboración propia, con datos del INEGI (2010).

Predominan los climas semicálido subhúmedo, templado húmedo y templado subhúmedo, con lluvias en verano. La temperatura promedio es de 18 °C, con mínima de 5 °C y máxima de 39 °C, y precipitaciones entre 800 y 1 300 mm.

La zona pertenece a la región hidrográfica RH18-Balsas; cuenta con 50 manantiales distribuidos entre los tres municipios y 16 ríos perennes de los cuales destacan Chalma, Tenancingo y Texcaltenco, que sirven para la distribución y aprovechamiento. También existe un manantial de aguas termales, conocido como El Salitre, que pertenece a Villa Guerrero (H. Ayuntamiento de Malinalco, 2016; H. Ayuntamiento de Tenancingo de Degollado, 2016; H. Ayuntamiento de Villa Guerrero, 2016).

Predominan las rocas ígneo-extrusivas (basalto y toba) y las sedimentarias (caliza y arenisca-conglomerado). En los municipios, el uso de suelo más representativo es el forestal, cuya superficie cubre 40%, del cual entre 15 y 20 se encuentra deforestado, seguido por el de uso agrícola, con 35%; se siembra principalmente maíz, avena, forraje, frijol, hortalizas y flores; el uso de suelo urbano solo en Tenancingo de Degollado supera 10% del total de su territorio y los cuerpos de agua representan entre 1 y 2% (H. Ayuntamiento de Malinalco, 2016; H. Ayuntamiento de Tenancingo de Degollado, 2016; H. Ayuntamiento de Villa Guerrero, 2016).

La vegetación predominante es bosque mixto de pino-encino, el bosque de pino y la selva baja caducifolia, donde abundan las especies maderables como sauces, ahuehuetes, guaje, huajillo, palo dulce, encino, carrizo y madroño; también frutales como aguacate, ciruelos, plátano, durazno, naranjo, granada, capulín y café. En Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero destaca el cultivo y producción de flores, la mayoría en invernadero, como rosa, gladiola, clavel, pompón, gerbera y nube. En cuanto a la fauna, se observan mamíferos como tejones, ardillas, mapaches, armadillos, conejos, tlalcoyotes, cacomixtles, tlacuaches; reptiles como lagartijas, variedades de serpiente y aves como lechuzas, zopilotes, gaviotas y pájaros como carpintero, gorriones, jilgueros y tórtolas (H. Ayuntamiento de Malinalco, 2016; H. Ayuntamiento de Tenancingo de Degollado, 2016; H. Ayuntamiento de Villa Guerrero, 2016).

Dentro de los municipios estudiados hay cinco zonas protegidas: Parque Nacional Desierto del Carmen, Parque Estatal Ecológico, Recreativo y Turístico Hermenegildo Galeana, pertenecientes a Tenancingo de Degollado; Parque Ecológico y Recreativo de Tenancingo, Malinalco y Zumpahuacán; Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, ubicada en los municipios de Metepec, Chapultepec, Calimaya, Zinacantepec, Ixtapan de la Sal, Tenancingo de Degollado, Tenango del Valle, Almoloya de Juárez, Villa Guerrero, Toluca de Lerdo, Coatepec de Harinas y Temascaltepec; Parque Natural de Recreación Popular Nahuatlaca-Matlazinca, ubicado en los municipios de Joquincingo, Texcalyacac, Malinalco, Ocuilán, Tenango del Valle y Santiago Tianguistenco (H. Ayuntamiento de Malinalco, 2016; H. Ayuntamiento de Tenancingo de Degollado, 2016; H. Ayuntamiento de Villa Guerrero, 2016).

En los aspectos sociodemográficos, los municipios tienen 191 442 habitantes, 50.99% (97 616) son del sexo femenino y 49.01 (93 826) del masculino (INEGI, 2010). En relación con la población económicamente activa (PEA) e inactiva (PEI), Malinalco cuenta con 9 459 y 9 100; Tenancingo de Degollado, con 31 777 y 24 251, y Villa Guerrero, con 17 514 y 14 477 de PEA y PEI respectivamente (INEGI, 2010). Tenancingo de Degollado tiene la densidad poblacional más elevada, con 554 hab/km² y Malinalco la más baja, con 126 hab/km² (INEGI, 2010).

Debido al relieve y clima de la zona, la actividad económica principal es la floricultura; en Malinalco, 31.33% de su población trabaja en el sector primario, 28.78 en Tenancingo de Degollado y 66.64 en Villa Guerrero (INEGI, 2010).

Diagnóstico FODA

Con este diagnóstico se identificaron las problemáticas sociales y ambientales, y se detectaron las limitaciones principales y potenciales de cada municipio (véanse tablas 2, 3 y 4).

A pesar de que Malinalco tiene un campo fértil y altamente rentable, su red de distribución de agua potable es mala y obsoleta por las fugas. Existen programas gubernamentales de apoyo para la acuacultura, el desarrollo forestal y para el campo, pero este último se encuentra en el abandono y hay mal uso del suelo.

Tabla 2. Análisis FODA de Malinalco

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Servicios y equipamiento de salud pública básica • Instituciones de nivel básico, medio y medio superior • Unidad básica de rehabilitación e integración social para atención a discapacitados • Organismos para el mejoramiento de las viviendas • Apoyos con programas oficiales para niños, jóvenes y adultos mayores • Campo fértil y altamente rentable • Recursos hídricos suficientes • Nombramiento de Pueblo Mágico, en 2010, para impulsar la actividad turística 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de instituciones de educación superior y déficit en las escuelas de nivel básico y medio • Instalaciones de salud insuficientes y atención médica limitada para localidades alejadas • Déficit de atención especializada y equipo para personas discapacitadas, en especial en comunidades alejadas • Recursos limitados en mejoramiento de viviendas, aunado a costos altos • Escolaridad baja de mujeres y adultos mayores • Ganancia baja en productos agropecuarios • Red de agua potable desarticulada, obsoleta (fugas) y mala distribución • Planta de tratamiento de aguas residuales desaprovechada
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Programas de impulso a la cultura de la salud (campañas de diagnóstico, visitas) • Programa de Becas de Apoyo a la Educación Básica de Madres Jóvenes y Jóvenes Embarazadas • Apoyo a personas con discapacidad Fuentes de financiamiento para viviendas • Programas gubernamentales de apoyo al campo, acuacultura y desarrollo forestal • Apoyo institucional para el abastecimiento de agua y el saneamiento de toda la comunidad • Participación de las ONG en la protección del medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Población sin acceso a atención médica • Abandono, abuso y analfabetismo de adultos mayores • Rezago educativo • Pobreza • Discriminación para personas con discapacidad • Abandono del campo y mal uso de suelo, principalmente en la cabecera • Desperdicio y pérdida de recursos hídricos • Residuos sólidos urbanos • Deforestación clandestina • Redes insuficientes de distribución eléctrica

Fuente: elaboración propia.

En Tenancingo de Degollado las condiciones naturales (clima, relieve) favorecen la producción de especies florícolas, lo que genera cambios de uso de suelo y pérdida de recursos forestales. Se fomenta la cultura del uso racional del agua, aunque la red de drenaje se descarga directamente a los ríos.

Tabla 3. Análisis FODA de Tenancingo de Degollado

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Instituciones educativas de todos los niveles de escolaridad • Centros de salud suficientes para la atención de la población e incremento de derechohabientes del Seguro Popular • Casi todas las viviendas cuentan con servicios básicos y pisos firmes • SAPAS, organismo que presta el servicio de agua potable drenaje y alcantarillado • Red de drenaje y alcantarillado con cobertura de 90% • Planta tratadora de aguas negras, administrada por la Comisión de Aguas del Estado de México • Servicio de recolección de residuos sólidos casi en todas las comunidades • Condiciones naturales que favorecen la producción de especies florícolas 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en la demanda de planteles de educación superior • Equipo y mobiliario insuficiente para dar un mejor servicio de salud • Recursos insuficientes para satisfacer las condiciones de las viviendas • Falta de mantenimiento de la red de distribución de agua potable genera problemas de abastecimiento • Red de drenaje obsoleta, representa un riesgo latente de inundaciones en época de lluvias • Sistema de tratamiento de aguas negras insuficiente, para verter el líquido a los ríos y disminuir la contaminación • Cambio de uso de suelo y generación de problemas de azolve en ríos • Falta de maquinaria y equipo para hacer eficiente el servicio de residuos sólidos y aumento de depósitos clandestinos para basura • Pérdida de los recursos forestales y mantos acuíferos
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones educativas necesarias, el promedio de escolaridad es superior al estatal • Infraestructura regional, brinda mejor atención de salud a la población • Mejores condiciones de vida para todos los habitantes, a través de una vivienda digna • Fomento de la cultura del uso racional del agua y el cuidado de las redes de infraestructura • Modernización de la planta tratadora, para verter ahí todas las descargas • Apoyo para personas con discapacidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Emigración de alumnos destacados en busca de oportunidades educativas de nivel superior • Incremento de mortalidad por falta de atención médica especializada • Pérdida de identidad municipal, derivada de las viviendas, perjudica la imagen urbana • Descargas de aguas de la red de drenaje en los ríos ocasionan que suba su nivel más rápido • Pérdida de mantos acuíferos y alta contaminación en ríos y barrancas • Tiraderos a cielo abierto generan contaminación de suelo, aire y agua • Cambio de uso de suelo • Falta del recurso y apoyo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para cambiar el cableado

Fuente: elaboración propia.

Las condiciones naturales (clima, relieve) de Villa Guerrero son favorables para contar con un campo fértil y altamente rentable, pero también la producción florícola provoca el cambio de uso de suelo, gran contaminación en ríos y contingencia en materia de salud pública.

Tabla 4. Análisis FODA de Villa Guerrero

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Espacios educativos suficientes para la población estudiantil • Mayor nivel educativo de las mujeres comparado con el de los hombres • Un médico por cada 1 000 habitantes, en cumplimiento con las recomendaciones de la Organización Mundial para la Salud • Servicio de vivienda ágil, profesional y de mucho valor para los usuarios, puesto que regulariza la propiedad de sus lotes • Alto arraigo cultural y respeto por las tradiciones por parte de la población indígena • Campo fértil y altamente rentable 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de equipamiento y transporte del sector educativo • Desconocimiento en la primera atención médica, para canalizar a los pacientes a la instancia correspondiente a su estado de salud • Carencia de recursos económicos para satisfacer las condiciones de las viviendas • Red de agua potable deficiente • Red de drenaje obsoleta y vieja • Cambio de uso de suelo • Apoyo escaso para personas con discapacidad • Apoyo mínimo de la CFE para cambio de cableado eléctrico
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Atención educativa a toda la población en edad escolar • Sistema de salud con conocimientos especializados, que brinda capacitación médica a otros lugares del país y mejora la atención de la población en temas de salud • Disminución de personas en condición de analfabetismo • Mejores estándares de vivienda • Identidad de la cultura indígena 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de nuevas oportunidades educativas de los estudiantes • Incremento de mortalidad por falta de atención médica especializada • Viviendas en mal estado perjudican la imagen urbana • Mantenimiento deficiente de la red de drenaje, que generaría inundaciones futuras • Contaminación alta en ríos provoca contingencia en materia de salud pública • Pérdida de mantos acuíferos • Tiraderos a cielo abierto causan contaminación de suelo, aire y agua • Pérdida de los recursos forestales por tala clandestina • Daños a la salud por el uso indiscriminado de fertilizantes químicos y plaguicidas

Fuente: elaboración propia.

Evaluación de sustentabilidad de los municipios mediante indicadores de sustentabilidad

Con la determinación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas por cada municipio se seleccionaron los indicadores para evaluar la sustentabilidad. Se obtuvo el valor real (a través de fuentes bibliográficas como los planes de desarrollo municipales, los censos de población y vivienda y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social), y se comparó con el valor óptimo para obtener el índice de sustentabilidad de cada indicador por municipio, con las fórmulas siguientes:

$$(V.O / V.R) * 100 \text{ para minimizar un indicador}$$

$$(V.R / V.O) * 100 \text{ para maximizar un indicador}$$

donde V.O es el valor óptimo, y V.R el valor real.

Para obtener el índice general de cada municipio, se realizó la sumatoria de los índices por indicador y se dividió entre los 20 evaluados (20) (véanse tablas 5, 6 y 7).

Tabla 5. Indicadores para la evaluación de sustentabilidad. Valor real, valor óptimo e índice de sustentabilidad para Malinalco

	Indicadores	Valor real	Valor óptimo	Índice
1	Consumo total diario de agua por habitante (L/día)	77	135	57
2	Porcentaje de la población con acceso a agua potable	85	100	85
3	Porcentaje de superficie erosionada	40	10	25
4	Residuos sólidos por municipio (kg/hab)	19 900	25 622	77
5	Población ocupada (número de habitantes)	9 044	15 394	58
6	Población desocupada (número de habitantes)	415	1	.24
7	Población en situación de pobreza (%)	66	1	1.5
8	Analfabetas/os de 15 años y más	1 997	1	0,05
9	Promedio de escolaridad de la población (grado)	6.79	11.6	58.5
10	Derechohabientes de servicios de salud	17 549	25 622	68.4
11	Organizaciones gubernamentales y ONG con incidencia	12	16	75
12	Población en hogares censales indígenas (número de habitantes)	105	163	64,4
13	Habitantes con limitación en la actividad	1 020	336	32.9
14	Porcentaje de superficie forestal deforestada	14.6	1	6.8
15	Uso de plaguicidas químicos (L/ha)	15	1	6.6

16	Uso de fertilizantes químicos (kg/ha)	400	1	.25
17	Viviendas particulares habitadas con luz eléctrica	5 940	6 105	97
18	Viviendas particulares habitadas con agua entubada	4 871	6 105	79
19	Viviendas particulares habitadas con drenaje	4 611	6 105	75.5
20	Hablantes de lengua indígena	43	57	75.4
Índice general de sustentabilidad				47.17

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Indicadores para la evaluación de sustentabilidad.
Valor real, valor óptimo e índice de sustentabilidad
para Tenancingo de Degollado

	Indicadores	Valor real	Valor óptimo	Índice
1	Consumo total diario de agua por habitante (L/día)	+63	135	46.6
2	Porcentaje de la población con acceso a agua potable	95	100	95
3	Porcentaje de superficie erosionada	40	10	25
4	Residuos sólidos por municipio (kg/hab)	90 000	97 891	91.9
5	Población ocupada (número de habitantes)	32 248	55 521	58
6	Población desocupada (número de habitantes)	1 225	1	.08
7	Población en situación de pobreza (%)	60.2	1	1.66
8	Analfabetas/os de 15 años y más	4 490	1	.02
9	Promedio de escolaridad de la población (grado)	8.07	11.6	69.5
10	Derechohabientes de servicios de salud	46 026	97 891	47
11	Organizaciones gubernamentales y ONG con incidencia	14	16	87.5
12	Población en hogares censales indígenas (número de habitantes)	559	345	61.7
13	Habitantes con limitación en la actividad	3 282	1 083	32.9
14	Porcentaje de superficie forestal deforestada	21.3	1	4.69
15	Uso de plaguicidas químicos (L/ha)	15	1	6.6
16	Uso de fertilizantes químicos (kg/ha)	400	1	.25
17	Viviendas particulares habitadas con luz eléctrica	20 281	20 715	97
18	Viviendas particulares habitadas con agua entubada	17 742	20 715	85.6
19	Viviendas particulares habitadas con drenaje	18 647	20 15	90
20	Hablantes de lengua indígena	223	224	99
Índice general de sustentabilidad				50

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Indicadores para la evaluación de sustentabilidad. Valor real, valor óptimo e índice de sustentabilidad para Villa Guerrero

	Indicadores	Valor real	Valor óptimo	Índice
1	Consumo total diario de agua por habitante (L/día)	124	135	91
2	Porcentaje de la población con acceso a agua potable	91.36	100	91.36
3	Porcentaje de superficie erosionada	40	10	25
4	Residuos sólidos por municipio (kg/hab)	45 000	67 929	66.2
5	Población ocupada (número de habitantes)	24 801	34 401	72
6	Población desocupada (número de habitantes)	337	1	.29
7	Población en situación de pobreza (%)	68.38	1	1.46
8	Analfabetas/os de 15 años y más	3 473	1	.02
9	Promedio de escolaridad de la población (grado)	6.39	11.6	55
10	Derechohabientes de servicios de salud	40 975	67 929	60.3
11	Organizaciones gubernamentales y ONG con incidencia	14	16	87.5
12	Población en hogares censales indígenas (número de habitantes)	152	158	96
13	Habitantes con limitación en la actividad	2 077	886	42.6
14	Porcentaje de superficie forestal deforestada	48.5	1	2.06
15	Uso de plaguicidas químicos (L/ha)	15	1	6.6
16	Uso de fertilizantes químicos (kg/ha)	400	1	.25
17	Viviendas particulares habitadas con luz eléctrica	13 439	13 885	96.7
18	Viviendas particulares habitadas con agua entubada	11 077	13 885	79.7
19	Viviendas particulares habitadas con drenaje	11 307	13 885	81.4
20	Hablantes de lengua indígena	71	104	68.2
Índice general de sustentabilidad				51.18

Fuente: elaboración propia.

Integración gráfica de los indicadores de sustentabilidad

En la integración de los tres índices de sustentabilidad de los municipios estudiados se perciben semejanzas y diferencias en cada demarcación, respecto a los valores de los indicadores (véase figura 2).

Figura 2. Integración de índices de cada indicador para Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero



Fuente: elaboración propia.

Tenancingo de Degollado ostenta el valor mayor en consumo total diario de agua por habitante, con 198 litros, supera el valor óptimo por 63 litros (46.6%); excedente que en un futuro generará problemas de sobreexplotación y distribución del recurso. Malinalco presenta el consumo menor (77%), esto se debe al tamaño de su población.

De nuevo, Tenancingo de Degollado tiene el valor mayor en el porcentaje de la población con acceso a agua potable, pues dota de este recurso a 95% de los habitantes y satisface sus necesidades; mientras que el de Malinalco es de 85%, cabe señalar que en este rubro el acceso es aceptable en los tres municipios.

Las tres unidades estudiadas presentan un grado moderado de superficie erosionada (25%), propiciada por actividades antrópicas principalmente debido al cambio de uso de suelo para la implementación de la floricultura, que causa problemas y alteraciones al ecosistema.

Tenancingo de Degollado produce más residuos sólidos (supera las 90 toneladas por día), lo que provoca problemas ambientales y de salud, aunado a la poca cultura de la población para implementar la separación de éstos.

Villa Guerrero tiene más superficie forestal deforestada (poco más de 48%), debido al cambio de uso de suelo para la implementación de la floricultura y a la poca participación en acciones de reforestación; situación que contrasta con la de Malinalco cuyo territorio deforestado es poco más de 14%.

Villa Guerrero tiene más población ocupada (72%), esto se debe a la utilización de mano de obra para la producción, distribución y venta de la floricultura; en este rubro, Malinalco y Tenancingo de Degollado presentan 58%, cabe mencionar que para este último el porcentaje representa más de 60 000 habitantes, es decir, 90% del total de la población de Villa Guerrero.

En los tres municipios la población desocupada es menos de 1%, pero hacen falta acciones para mitigar o reducir esta cifra, ya que eso fomenta que comience la emigración a otros municipios, estados o países; también genera delincuencia.

En lo que concierne a la población en situación de pobreza, los tres municipios presentan valores menores a 2%, debido a la poca eficiencia de programas para el desarrollo social. El número de personas analfabetas es menor a 1%, no obstante es necesario abrir escuelas para que, sobre todo, las adultas puedan aprender a escribir y a leer, lo que sería benéfico, y así aumentarían aquéllas con preparación escolar y también la escolaridad.

Tenancingo de Degollado cuenta con varias instituciones que ofrecen educación superior, lo que eleva la escolaridad. A pesar de que en Villa Guerrero también existen dichas instituciones, su valor promedio en años de escolaridad es más bajo, debido a que la población prefiere comenzar a trabajar en la floricultura que seguir estudiando.

Los derechohabientes de servicios de salud en Malinalco constituyen 68.7%, y 47 en Tenancingo de Degollado, que representa poco más de 45 000 habitantes, es decir, más del total de la población de Malinalco y cerca de 70% de la de Villa Guerrero.

Con respecto a los hogares indígenas censados, Villa Guerrero tiene el valor más elevado dado que, en comparación con el censo del INEGI del año 2000, éstos disminuyeron de 158 a 152 y, a pesar de que Tenancingo de Degollado presenta el valor más bajo, ahí dichos hogares aumentaron en relación con el mismo censo, y de 345 pasaron a 559, a partir del apoyo otorgado al sector.

Pese a que Villa Guerrero ostenta el valor mayor, en población con limitaciones (problemas mentales, para moverse, hablar, oír y ver), es en Malinalco donde este indicador ha aumentado al doble, en comparación con el conteo del INEGI de 2005; que en Villa Guerrero se duplicó y en Tenancingo de Degollado se triplicó, lo que significa que cada año crece el número de estas personas.

Para las viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, los datos para los tres municipios son positivos y similares, todos cuentan con el servicio en más de 95% de las viviendas, con lo que la empresa encargada de suministrarlo y administrarlo satisface las necesidades de la población.

En Tenancingo de Degollado, 85.6% de las viviendas particulares habitadas tienen agua potable, y 79% en Malinalco; a pesar de que los valores son altos, lo ideal es que todas las viviendas dispongan del servicio.

Con respecto al drenaje, 90% de las viviendas particulares habitadas disponen de él en Tenancingo de Degollado y 75.5 en Malinalco. Los habitantes están insatisfechos con este servicio, que presta el ayuntamiento, debido a que le da poco mantenimiento, y eso provoca que en muchas ocasiones el agua se vierta directamente en los ríos, con la contaminación consecuente, y la proliferación de flora nociva y la muerte de la fauna.

En cuanto a la incidencia de organizaciones gubernamentales y ONG, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero tienen los valores más altos (87.5%), ahí se encuentran 15 de los 16 organismos, en comparación con los existentes a escala federal, lo que genera más empleos, solución a problemas y cuidado al medio ambiente; lo mismo sucede en Malinalco, que cuenta con 75% (14 de 16).

Tenancingo de Degollado tiene 99% de hablantes de lengua indígena; de 2005 a 2010 solo disminuyó una persona, debido a los apoyos y programas establecidos para este sector. En este rubro, Villa Guerrero cuenta con 68.2%, ya que de 2005 a 2010 disminuyeron 33 personas, porque no hay mucho apoyo ni programas para esta población. En Malinalco, el renglón representa 75.4%, puesto que de 2005 a 2010 hubo una disminución de 14 hablantes de lengua indígena. Dicha reducción se debe, principalmente, al deceso de pobladores.

En los tres municipios, el uso de plaguicidas y de fertilizantes químicos es de 6.6% y 0.25% respectivamente. Debido a ello, es posible implementar alternativas, como la disminución de productos químicos y el aumento del uso de plaguicidas y fertilizantes naturales, para cuidar el medio ambiente y la economía del productor. En Villa Guerrero se utilizan los plaguicidas y fertilizantes en más hectáreas en comparación con Malinalco.

Evaluación de la sustentabilidad en los municipios mediante atributos de sustentabilidad

Para analizar el comportamiento de los indicadores se retomaron las aportaciones de Gutiérrez (2013), y se elaboró una escala con valores cuantitativos y cualitativos con los rangos siguientes: 0-19, muy bajo; 20-39, bajo; 40-49, medio; 60-79, alto y 80-100, muy alto.

Análisis por atributo en Malinalco

El valor de la estabilidad, adaptabilidad y resiliencia es alto, y a pesar de que el del acceso al agua potable se pondere como muy alto, el del consumo total por habitante es medio, eso permite el equilibrio y/o recuperación rápida del sistema en caso de perturbación. La autoorganización tiene un valor bajo, debido a que en el municipio no se cuenta con una distribución de acciones que puedan reducir el porcentaje de erosión, deforestación y la generación de residuos sólidos.

La productividad tiene un valor bajo, porque poco más de la mitad de la población tiene la capacidad de producir riqueza o un bien a partir de insumos

en determinado lugar y tiempo. La equidad representa un valor medio, por lo tanto no hay capacidad adecuada para distribuir los beneficios o riquezas que generan los indicadores en este atributo. La viabilidad institucional está representada con un valor alto, debido a la incidencia de 12 organizaciones, de las 16 establecidas a escala federal, que apoyan las propuestas económicas, sociales y ambientales para propiciar mejoras.

El valor de la adaptabilidad cultural es alto, debido a que se han aplicado tecnologías y apoyos en pro de la conservación de las creencias y las tradiciones; pero el de la adaptabilidad tecnológica es muy bajo, ya que se han aplicado tecnologías pero en contra del ambiente, como el uso de grandes cantidades de fertilizantes químicos en los cultivos, que causan alteraciones al sistema.

Análisis en Tenancingo de Degollado

Para la estabilidad, adaptabilidad y resiliencia el valor es alto, dado que la población con acceso a agua potable presenta uno ponderado muy alto, el consumo de agua por habitante supera el valor óptimo, con el paso de los años eso no permitirá el equilibrio y/o recuperación rápida del sistema en caso de perturbación, lo que provocará que dicho atributo sea negativo. La autoorganización tiene un valor medio, debido a una mala distribución de actividades para implementar acciones que reduzcan el porcentaje de erosión, deforestación y de la gran cantidad de residuos sólidos.

La productividad es un atributo con valor bajo, porque cerca de 60% de la población cuenta con la capacidad de producir un bien o riqueza en un tiempo y lugar determinado a partir de un insumo. A pesar de que el valor de la equidad es medio, no es del todo bueno para esta demarcación, porque pese a tener indicadores de valor muy altos, también están los negativos, como la población en situación de pobreza, lo que provoca que en el municipio no haya una distribución adecuada de la riqueza o beneficios, en perjuicio de la sustentabilidad.

El valor de ponderación de la viabilidad institucional es muy alto, porque cuenta con 14 organizaciones con incidencia, de las 16 establecidas en el ámbito federal, las cuales apoyan las propuestas económicas, sociales y ambientales para lograr mejoras. La adaptabilidad cultural es representada con valor ponderado muy alto, pues se han dado apoyos y aplicado tecnologías para salvaguardar las tradiciones y creencias, en aras de conservar la cultura indígena. La adaptabilidad tecnológica cuenta con un valor muy bajo, por la aplicación de tecnologías en contra del cuidado del ambiente, como el uso intensivo e indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas químicos que se suministran principalmente en la floricultura, lo que genera alteraciones al sistema ecológico.

Análisis por atributo en Villa Guerrero

La estabilidad, adaptabilidad y resiliencia tienen un valor muy alto, debido a que la población con acceso a agua potable presenta una ponderación de igual magnitud, el consumo de agua por habitante se encuentra muy cerca del valor óptimo lo que, con el paso de los años, no permite el equilibrio y/o recupera-

ción rápida del sistema en caso de perturbación. Para la autoorganización, el valor ponderado es medio, lo que significa mala implementación en la distribución de las actividades y acciones para reducir el porcentaje de deforestación, debido al cambio de uso de suelo para la floricultura, así como a la erosión y la generación de residuos sólidos.

El valor de ponderación de la productividad es bajo, pero resalta que debido a la floricultura el atributo está en zona de transición hacia uno medio, ya que la población cada vez tiene mayor capacidad de producir riquezas a partir de insumos en un tiempo determinado. El valor de la equidad es medio, esto no es del todo bueno, pues a pesar de que se incluyan indicadores con ponderación de muy alto, también cuenta con los negativos, lo que causa que la distribución de los beneficios o la riqueza no sea óptima, en detrimento de la sustentabilidad.

La viabilidad institucional cuenta con un valor ponderado muy alto, debido a que se encuentran presentes 14 organizaciones con incidencia, de las 16 establecidas a escala federal, con ellas se logra apoyar propuestas sociales, ambientales y económicas. La sustentabilidad en adaptabilidad cultural tiene valor alto, ya que se han aplicado apoyos y tecnologías en favor de las tradiciones y creencias. Pero el valor de la adaptabilidad tecnológica es muy bajo, debido a que se aplican tecnologías que dañan al ambiente, como el uso intensivo de químicos para la floricultura, lo que altera y daña al sistema ecológico.

De acuerdo con los datos establecidos y los resultados obtenidos, la sustentabilidad de Villa Guerrero es de 51.18%, la de Tenancingo de Degollado de 50 y la de Malinalco de 47.17. Según estos resultados y con base en una escala de Likert, los municipios ostentan una sustentabilidad media, es decir, se debe poner énfasis en todos los indicadores con los que se trabajó, pero sobre todo en aquéllos con valor de sustentabilidad bajo y muy bajo, como los de adaptabilidad tecnológica y productividad.

Conclusiones

La evaluación de la sustentabilidad constituye un reto de gran importancia, debido a que es un método que permite administrar racional y eficientemente el uso y consumo de los recursos para mejorar el bienestar de la sociedad actual, sin poner en riesgo la calidad de vida de las generaciones futuras. En esta investigación se evaluó el grado de sustentabilidad en Malinalco, Tenancingo de Degollado y Villa Guerrero, ubicados en la zona ecotono del Estado de México, a partir de 20 indicadores soportados en los criterios de diagnóstico, atributos de sustentabilidad y áreas de evaluación del MESMIS. Es recomendable incrementar el número de indicadores, así como las áreas de análisis con el fin de tener un mayor soporte para evaluar la sustentabilidad.

Con respecto a la metodología utilizada, el MESMIS no es exclusivo para los sistemas agroecológicos, debido a que una de sus características es que es jerárquico, lo cual permite realizar una evaluación por áreas (ambiental, económica, social, cultural, tecnológica, institucional), por atributos de sus-

tentabilidad (productividad, estabilidad, confiabilidad y resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión) y por indicadores, criterios considerados para el desarrollo de la investigación. Debido a la flexibilidad del MESMIS, es posible contribuir a la construcción y/o selección de indicadores soportados en las características propias de la unidad de análisis.

Referencias

- Alonso, A. M., y Guzmán, G. I. (2006). Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional. *Agroecología*, 1, 63-73. Recuperado de <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/21/9>
- Astier, M., Masera, O., y Galván, Y. (2008). *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. México: Mundiprensa. Recuperado de http://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)*. (2018). Artículo cuatro. Recuperado de: <http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/cpeum.pdf>
- Delgado, A., Armas, W., D'Aubeterre, R., Hernández, C., y Araque, C. (2010). Sostenibilidad del sistema de producción *capra hircus-aloe vera* en el semiárido de cauderales (estado Lara, Venezuela). *Agroalimentaria*, 16(31), 49-63. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199215829004>
- Duncan, M. (2003). *Domestic wastewater treatment in developing countries*. Londres: Earthscan. Recuperado de https://www.pseau.org/outils/ouvrages/earthscan_ltd_domestic_wastewater_treatment_in_developing_countries_2003.pdf
- Gervacio, L., y Gutiérrez, J. (2016). *Evaluación de Sustentabilidad en el municipio de Acambay* (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca de Lerdo. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65758>
- Gutiérrez, J. (2013). *La investigación geográfica fundamentos, métodos e instrumentos*. Buenos Aires: Editorial Dunken.
- Gutiérrez, J., Aguilera, L., González, C., y Juan, J. (2011). Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el subtrópico del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2), 567-580. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93918231020>
- H. Ayuntamiento de Malinalco. (2016). Programa de Desarrollo Municipal, Malinalco. Recuperado de <http://malinalco.gob.mx/2016/wp-content/uploads/2016/06/malinalco-pdm2016.pdf>
- H. Ayuntamiento de Tenancingo de Degollado. (2016). Programa de Desarrollo Municipal, Tenancingo de Degollado. Recuperado de <http://tenancingo.gob.mx/contenidos/tenancingo/editor/files/PLANDEDESARROLLOMUNICIPAL.pdf>
- H. Ayuntamiento de Villa Guerrero. (2016). Programa de Desarrollo Municipal, Villa Guerrero. Recuperado de <http://www.ipomex.org.mx/ipo/portal/villaguerrero/desarrolloMun/2016.web>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000). *II Censo de Población y Vivienda 2000*. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2000/default.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2005). *II Censo de Población y Vivienda 2005*. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2005/default.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *XIII Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>
- Jiménez, M., Gutiérrez, J. Juan, J., y González, C. (2017). *Evaluación de la sustentabilidad multiescalar. El caso del municipio de Ocoyoacac y la comunidad de San Juan Coapanoaya, Estado de México* (tesis de doctorado). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca de Lerdo. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/94962>
- Masera, O., y López, S. (2000). *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. México: Mundi-Prensa. Recuperado de <https://searchworks.stanford.edu/view/5355412>
- Masera, O., Astier, M., y López, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. México: Mundi-prensa. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/31712300_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_el_marco_de_evaluacion_MESMIS_O_Masera_Cerutti_M_Astier_S_Lopez-Ridaura
- Neri, E., Rubiños, J., Palacios, O., Oropeza, J., Flores, H., y Ocampo, I. (2013). Evaluación de la sustentabilidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca mediante el uso de la metodología MESMIS. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(2), 273-285. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v19n2/v19n2a9.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos. Recuperado de <http://www.un.org/es/index.html>
- Priego, G., Galmiche, A., Castelán, M., Ruiz, O., y Ortiz, A. (2009). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 25(1), 39-57. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15416335003>
- Ramírez, L., Gutiérrez, J., Juan, J., y Balderas, M. (2019). Evaluación comparativa de la sustentabilidad en localidades con sistemas agroecológicos y localidades con sistemas agrícolas convencionales en el sur del Estado de México (tesis de maestría). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca de Lerdo. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/98754>
- Romero, M., Cruz, A., Goytia, M., Sámano, M., y Baca, J. (2011). La sustentabilidad de dos sistemas de producción de piloncillo en comunidades indígenas de la región centro de la Huasteca Potosina. *Revista de Geografía Agrícola*, 46-47, 73-86. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75729625007>

- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2018). Promedio de escolaridad. Recuperado de <https://www.gob.mx/sep>
- Secretaría de Gobernación. (2018). Poder Ejecutivo. Recuperado de <https://www.gob.mx/segob>
- Silva, L., y Ramírez, O. (2017). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba. *Revista Luna Azul*, 44, 120-152. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321750362008>