

SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LIMÓN PERSA EN MARTÍNEZ DE LA TORRE, VERACRUZ

Ana Maryury **Franco-Valderrama**^{*1}, Ignacio **Caamal-Cauich**¹, Verna Grisel **Pat-Fernández**¹,
Javier Jesús **Ramírez-Hernández**²

¹Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5. Carretera México-Texcoco. Chapingo, México. 56230.

²Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable Universidad Autónoma del Estado de México. Matamoros núm. 1007, Col. Universidad, Toluca, México. 50120.

*Autor para correspondencia: mareducacion2020@gmail.com

RESUMEN

La sustentabilidad es un proceso que tiene por objetivo encontrar el equilibrio entre el área económica, social y ambiental. El sector agrícola en México ha sufrido una serie de cambios durante años, estos cambios se han visto reflejados directamente en el ambiente, ya que la agricultura convencional impacta sobre los recursos naturales. La investigación, se realizó en el Municipio Martínez de la Torre, Veracruz, siendo este el más importante en la producción de limón Persa (*Citrus latifolia Tanaka*), el objetivo de la investigación fue evaluar la sustentabilidad en la producción de limón persa convencional, utilizando el marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Se evaluó el área económica resultando ser la más fortalecida debido a que durante el año hay producción de limón persa, el beneficio costo obtenido es económicamente aceptable, el área ambiental arroja que los productores realizan muy poco la conservación de los recursos naturales, el área social fue la más débil en sus indicadores, por lo que se deriva en gran parte a la falta de capacitación técnica, en la poca participación familiar y en la falta de integración de la mujer en las prácticas agrícolas.

Palabras claves: agricultura convencional, superficie, rendimiento, atributos e indicadores.

INTRODUCCIÓN

En México, la citricultura es considerada como una de las principales actividades del sector primario, siendo el limón por su volumen de producción, uno de los cítricos más importantes. En México se cultivan tres especies de limón: el limón agrio (*Citrus aurantifolia*), el limón persa (*Citrus latifolia*) y el limón italiano (*Citrus limón*) (SIAP, 2018). Gran parte del territorio nacional cuenta con las condiciones edafoclimáticas adecuadas para la producción de limón. Entre las 5 principales entidades, productoras de limón agrio y limón persa destacan: Michoacán con el 29 por ciento del volumen de producción, ya que este estado tiene una producción mayor en limón agrio y Veracruz con el 27 por ciento del volumen de producción en limón persa, seguido por los estados Oaxaca y Colima con el 10 por ciento de la producción, Tamaulipas 4 por ciento (SIAP, 2020).

En relación a las principales entidades productoras de limón persa a nivel nacional, el primer lugar lo ocupa Veracruz con el 53 por ciento de la producción, seguido por Oaxaca con el 14 por ciento, el estado de Jalisco con el 7 por ciento, Tabasco con el 6 por ciento y, Yucatán con un 4 por ciento de la producción (SIAP, 2020). En cuanto a nivel municipal los 5 municipios más representativos en limón persa del estado de Veracruz son: Martínez de la Torre, ocupa el primer lugar con una producción del 49 por ciento, seguido por

Citation: Franco-Valderrama AM, Caamal-Cauich I, Pat-Fernández VG, Ramírez-Hernández JJ. 2022. Sustentabilidad del sistema de producción de limón persa en Martínez de la Torre, Veracruz. Agricultura, Sociedad y Desarrollo <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i2.1376>

Editor in Chief:
Dr. Benito Ramírez Valverde

Received: November 11, 2020.
Approved: February 16, 2021.

Estimated publication date:
October 14, 2022.

This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-Non-Commercial
4.0 International license.



Atzalan con el 17 por ciento, San Rafael con el 15 por ciento, Tlapacoyan con el 13 por ciento de la producción y Papantla con el 6 por ciento (SIAP, 2020).

En México la agricultura es una actividad donde el ambiente es el más afectado, los sistemas agrícolas están predeterminados a crear un aumento en los recursos económicos, pero también ocasionan un impacto directo sobre el medio ambiente, cabe resaltar que el sistema convencional no desarrolla prácticas agrícolas sustentables por lo que va en contra del desarrollo sustentable, entendiendo como desarrollo sustentable aquel “desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras” (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2020). Es ineludible atender a las necesidades de elaborar e implementar nuevos modelos de desarrollo agrícola sustentable, que vayan enfocados a mitigar el daño ambiental ocasionado por la agricultura convencional.

La agricultura convencional ha ejercido gran presión sobre el medio ambiente comprometiendo los recursos y la producción futura de alimentos de calidad. La gran expansión de la superficie cultivada va de la mano con el incremento en el uso de insumos externos destacando los fertilizantes y los plaguicidas, dando como resultado la degradación del suelo, la pérdida de hábitats, entre otros (Andrade, 2016).

“La agricultura orgánica es una forma de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas, las reglas básicas de la producción orgánica son la utilización de insumos naturales y la prohibición de aplicar insumos sintéticos, aunque en ambos casos haya salvedades” (Soto, 2008; Quezada, 2018). También es esencial para la producción orgánica la rotación de cultivos que fortalece los suelos, con técnicas de gestión de cultivos intercalados, recubrimiento con capa orgánica e integración de agricultura y ganadería como elemento fundamental. Los fertilizantes orgánicos compuestos son económicos y se pueden obtener localmente, dando como resultado el restablecimiento de la estructura de los suelos, mejoran la retención del agua y, con el tiempo, mejoran también los rendimientos porque contienen una amplia variedad de elementos nutritivos (Quezada, 2018). Con respecto a la sustentabilidad está construida sobre el deber del comportamiento humano actual con respecto a las futuras generaciones, es decir, garantizar que el desarrollo económico, social, cultural y ambiental presente, será igual o mejor en el futuro. Idealmente la sustentabilidad es la condición o estado que permitirá la continuidad sana, segura, productiva y en armonía con la naturaleza (Sarandon, 2009). “La sustentabilidad implica alcanzar un equilibrio entre la tendencia hacia la muerte entrópica del planeta, generada por la racionalidad del crecimiento económico, y la construcción de una productividad neguentrópica basada en el proceso fotosintético de la vida” (Leff, 2018).

En cuanto a la sostenibilidad en la agricultura puede abordarse desde dos perspectivas (Sánchez, 2009; Martínez *et al.*, 2012):

- Sostenibilidad como enfoque: “cuando se aborda desde la normatividad en respuesta a los impactos de la agricultura convencional, referente al medio ambiente, la calidad de alimentos, supervivencia de la ruralidad y otras por medio de enfoques alternativos (agricultura orgánica, de conservación, producción integrada, etcétera)”.

- Sostenibilidad como propiedad: “Cuando su enfoque es de tipo positivo (descriptivo), al analizar la capacidad de los sistemas agrarios para satisfacer determinadas necesidades a través del tiempo, interpretando como sostenible un sistema en el que los objetivos económicos (ingreso, estabilidad socioeconómica), sociales (equidad, cobertura de necesidades básicas) y ambientales (protección de ecosistemas o regeneración de recursos naturales) alcanzan valores aceptables para el conjunto de la sociedad”.

El objetivo de la investigación fue evaluar la sustentabilidad en la producción de limón persa convencional, utilizando el marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Es imprescindible llevar una producción agrícola sustentable de limón persa; por lo que la evaluación de la sustentabilidad en el ámbito económico, social y ambiental permitirá identificar que su producción en el sistema convencional es parcialmente sustentable. La evaluación de la sustentabilidad se ha convertido en una de las herramientas más útiles para hacer operativo el concepto de desarrollo sostenible. Si bien no todas las evaluaciones toman en cuenta los mismos principios, es importante tener claro los objetivos a alcanzar para poder diseñar o basarse en los objetivos más adecuados para el entorno requerido (Prieto, 2011).

MATERIALES Y MÉTODOS

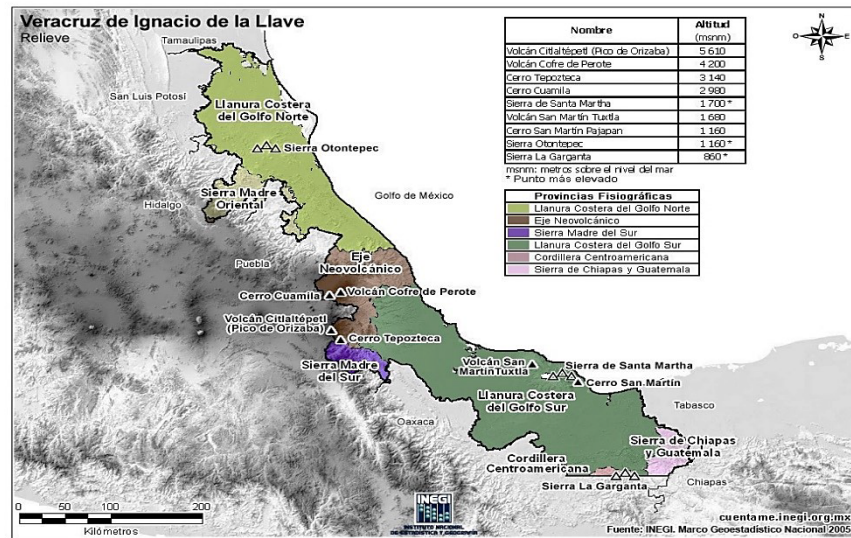
Descripción del sitio de estudio

El estado de Veracruz se encuentra al centro-este de los Estados Unidos Mexicanos, sobre el litoral del Golfo de México. Cuenta con 212 municipios y de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del (INEGI, 2020) Veracruz cuenta con amplios recursos hídricos, la mayor superficie de praderas y un extenso litoral en el Golfo de México, que lo ubican como el segundo estado que más contribuye a la riqueza agropecuaria y pesquera del país, ya que en cualquiera de los subsectores sobresalen. La entidad es líder en producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), naranja (*Citrus sinensis L.*), piña (*Ananas comosus*) y maíz grano (*Zea mays*). Productos como el limón persa (*Citrus latifolia Tanaka*) y el café (*Coffea*), por su calidad, son reconocidos a nivel internacional y se exportan a más de 20 países del mundo (INEGI, 2020), (Figura 1).

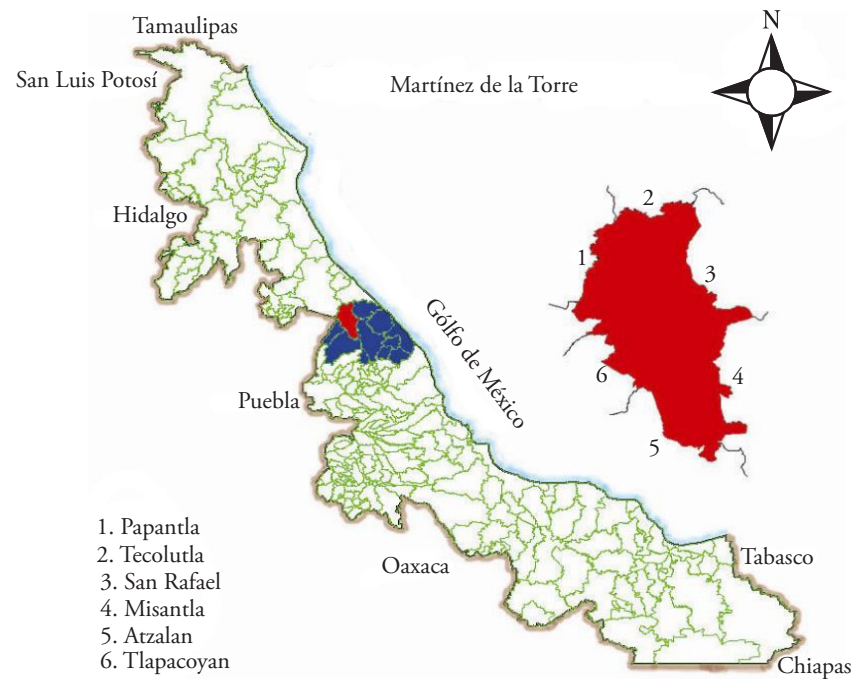
Los municipios más importantes del estado en la producción agrícola son: Tres Valles, Playa Vicente, Álamo Temapache, Coatepec e Isla y en cuanto a la producción de limón persa se encuentran Atzalan, Cotaxtla, Cuitláhuac, Carrillo Puerto, Martínez de la Torre, Misantla, San Rafael, Tlapacoyan y Papantlan (INEGI, 2020).

El municipio Martínez de la Torre se ubica en la zona Norte del Estado, en las coordenadas 20° 04' de latitud norte y 97° 04' de longitud oeste, a una altura de 151 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tecolutla, Papantla y San Rafael, al este con Nautla y Misantla, al sur con Atzalan, Misantla y Tlapacoyan y al oeste con Papantla y el estado de Puebla; contando con una superficie de 815.13 Km² y ocupa un 1.07 por ciento del territorio veracruzano. Se encuentra a una distancia aproximada de 101 Km de Xalapa, capital de Veracruz (Ayuntamiento de Martínez de la Torre, 2019), (Figura 2).

La zona de estudio está conformada por productores de limón persa convencional, del municipio Martínez de la Torre del estado de Veracruz.



Source: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2019.
Figura 1. Mapa de Veracruz de Ignacio de la llave (INEGI 2005).



Fuente: Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2019.
Figura 2. Mapa de Municipio Martínez de la Torre.

Técnicas de investigación y muestreo

En cuanto a la técnica de investigación se utilizó la encuesta, debido a que, permite obtener los datos de manera más eficiente en una población específica, a través de las preguntas dirigidas a los sujetos en estudio (López y Fachelli, 2015). La obtención de los datos se realizó por medio del instrumento de investigación, siendo este el cuestionario, asimismo, se empleó las técnicas de la entrevista a productores claves del municipio de Martínez de la Torre, permitiendo obtener información sobre el establecimiento del cultivo, del mismo modo la observación directa fue un pilar fundamental en la investigación.

Para la determinación del tamaño de la muestra, se procedió a realizar un muestreo por conglomerado bietápico Cuadro 1, el cual consiste en dos fases, la primera fase de la muestra llamada localidades, son las unidades primarias seleccionada de la población “estrato”. Cada localidad primaria esta a su vez dividida en unidades más pequeñas llamadas localidades secundarias, Cuadro 2, el tamaño de los conglomerados está representado por el número de productores de limón persa del municipio Martínez de la Torre, de acuerdo con el resultado el tamaño de la muestra fue de 49 productores.

Indicadores, atributos y dimensiones

La metodología utilizada para el cálculo de indicadores, atributos y dimensiones como se hizo mención en anterioridad fue el marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Este constituye una herramienta innovadora para encarar varias de los interrogantes planteadas en el área de evaluación de sustentabilidad ya que su objetivo es evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales a escala local (comunidad, granja,

Cuadro 1. Fase I. Conglomerados seleccionados.

Localidades	Número de productores	Superficie (ha)
Arroyo Blanco	90	397
Salvador Díaz y Mirón	61	185
La Piedrilla	47	232
Zapote bueno	13	48

Fuente: elaboración propia software Epidat 4.2, 2020.

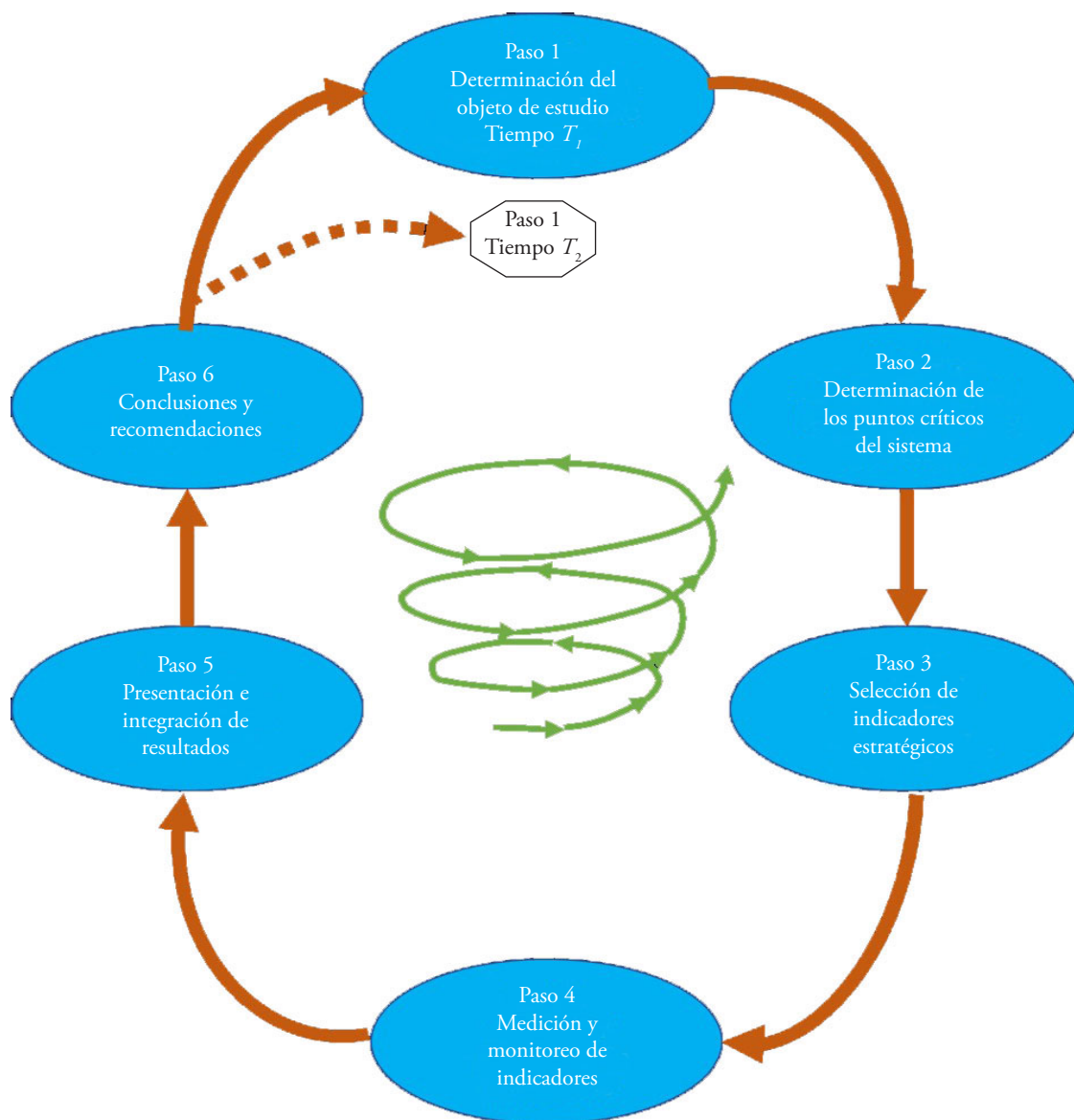
Cuadro 2. Fase II. Número de productores seleccionados por comunidad.

Localidades	Número de productores entrevistados
Arroyo Blanco	13
Salvador Díaz y Mirón	19
La Piedrilla	10
Zapote bueno	7
Total	49

Fuente: elaboración propia software Epidat 4.2, 2020.

parcela), a partir de la identificación de puntos críticos, siendo estos clave para definir criterios e indicadores, ya que reflejan el grado de sustentabilidad del sistema, esta evaluación comprende seis pasos Figura 3 (Masera, *et al.*, 2005; Masera, *et al.*, 2008).

1) Determinación del objeto de la evaluación. La caracterización del sistema se realizó mediante recorridos de campo a las diferentes unidades de producción de limón persa convencional, permitiendo obtener información sobre las técnicas convencionales que se llevan. En el municipio, en estudio el cultivo de limón está establecido como monocultivo,



Fuente: Masera *et al.*, 1999.

Figura 3. Ciclo de evaluación.

aunque algunos productores presentan en sus parcelas árboles como el cedro (*Cedrela odorata* L), aguacate (*Persea americana* Mill), mango (*Mangifera indica* L), zapote (*Manilkara zapota*), además de árboles frutales para el autoconsumo y como barrera para delimitar parcelas brindado doble beneficio. Cabe destacar que la mayor parte del establecimiento de la producción de limón persa se realiza mediante mano de obra contratada, por lo que la participación familiar es menor. Otro punto de suma importancia es que la mayor parte de la producción de limón persa va al mercado internacional, siendo el principal socio comercial Estados Unidos, Europa y Japón, posicionándose, así como la capital de los cítricos.

2) Identificar los puntos críticos del sistema de manejo. Este paso implicó el reconocimiento de aspectos positivos o negativos del sistema en el tiempo. Los puntos críticos del sistema se obtuvieron en un primer recorrido mediante la observación directa y entrevista con personas claves, permitiendo identificar las fortalezas o debilidades de sistema de producción.

3) Seleccionar criterios e indicadores estratégicos. A partir de la información anterior, se determinan los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores más significativos. En relación al área de estudio se evaluó el aspecto social, económico o ambiental. Los criterios de diagnóstico describen los atributos generales de sustentabilidad, es decir, constituyen el vínculo necesario entre atributos, puntos críticos e indicadores, este proceso se apoya con la revisión de estudios similares y con información de campo mediante la aplicación del cuestionario semiestructurado. En la investigación se seleccionaron 14 indicadores (Cuadro 3).

4) Medición y monitoreo de los indicadores. Una vez obtenido el cuadro resumen con la lista final de indicadores ambientales, económicos y sociales, se discutieron con detalle el procedimiento que se utilizará para su medición y monitoreo. En esta etapa se diseñó el instrumento de medición para cada indicador según los atributos de la metodología (MESMIS), cabe señalar que una vez seleccionados los indicadores de sustentabilidad el siguiente paso fue la información de campo, obteniendo así la información de cada productor de limón persa.

5) Integración de los resultados. En esta etapa del ciclo de evaluación se deben resumir e integrar mediante el gráfico AMIBA los resultados obtenidos mediante el monitoreo de los indicadores. Los indicadores se analizaron mediante estadísticos descriptivos, utilizando el software IBM Statistical Package for Social Science (SPSS) Versión 25. Así como también se emplearon medias aritméticas y la desviación estándar.

6) Conclusiones y recomendaciones. El primer objetivo de este último paso del ciclo de evaluación es presentar una serie de conclusiones claras sobre los sistemas de manejo analizados. Para este fin, la valoración debe ser particular; es decir, del tipo: “el sistema parece ser más sustentable en ciertos indicadores y atributos de sustentabilidad, pero problemático o menos sustentable en otros”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los indicadores de sustentabilidad

Atributo Productividad

a) Rendimiento del limón persa: Para este indicador se consideró la producción total en una hectárea de limón persa, en el año 2020. El valor máximo de rendimiento obtenido

Cuadro 3. Indicadores para el análisis de la evaluación de la sustentabilidad en la producción de limón persa en Martínez de la Torre, Veracruz.

Atributo	Criterios de diagnóstico	Indicadores	Áreas de evaluación	Medición
Productividad		Rendimiento del limón	E	Índice de rendimiento por ha
	Eficiencia	Relación Beneficio/Costo	E	Relación B/C
		Producción	E	Índice de producción por ha
Estabilidad; resiliencia; confiabilidad	Fragilidad del sistema	Control de plagas y enfermedades	A	Tipos de control para las plagas y enfermedades
		Prácticas de conservación	A	Opinión sobre las prácticas de conservación
	Conservación de Recursos	Manejo de los recursos naturales	A	Opinión cuidado de los recursos naturales
		Índice de diversidad vegetativa	A	Tipo de especies vegetativas y uso en la parcela agrícola
	Distribución de riesgo	Acceso a créditos	E	Opinión para solicitud de crédito
Permanencia	Grado de satisfacción de los productores con el sistema	S	Nivel de satisfacción de los productores	
Adaptabilidad	Fortalecimiento del proceso de aprendizaje	Capacitación técnica	S	Opinión sobre las capacitaciones
Equidad	Distribución de costos y beneficios	Generación de empleo	S	Número de jornales
		Participación familiar en las labores agrícolas	S	Actividades de campo que realizan los integrantes de la familia.
Autodependencia (autogestión)	Autosuficiencia	Dependencia de insumos externos	E	Dependencia de insumos externos
	Organización	Nivel de organización	S	Organizaciones en la comunidad

Fuente: elaboración propia 2020.

en el municipio Martínez de la Torre fue de 30 toneladas por hectárea, sin embargo, el promedio de producción obtenido de la aplicación de 49 encuestas fue de 18 toneladas. Relación beneficio/costo: Para la obtención del resultado del indicador beneficio/costo se procedió a implementar la ecuación:

$$B / C = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}} \quad (1)$$

donde *B*: es beneficio; *C*: costo.

Este indicador se obtiene en dividir los ingresos totales del sistema de producción entre los costos totales. En relación con el costo, este se estimó mediante el análisis de todos los costos implicados en la producción de limón persa, considerando la renta de la tierra y los costos para el mantenimiento previo a la producción en un periodo de un año y los gastos de mantenimiento en fase de producción; es importante señalar que el costo de inversión por árbol en promedio es de 94 pesos mexicanos^{mn}.

Para el cálculo de los ingresos, se consideró el total de toneladas por hectárea de las comunidades encuestadas, en promedio una hectárea de limón persa tiene un rendimiento de 18 toneladas, a razón de 422 plantas. El precio promedio obtenido fue de \$ 7,000 pesos por tonelada; el precio en Martínez de Torre se mantiene en constante cambio durante el año, los mejores precios se obtienen en el periodo de invierno. Una vez, obtenido los costos y los beneficios se calculó la relación beneficio/costo, Cuadro 4. considerando el costo con renta/sin renta, se llega a la conclusión, que por cada peso invertido el productor obtiene un beneficio costo de \$3.03^{mn} considerando la renta y \$3.36^{mn} sin renta, este indicador demuestra que la producción de limón persa en Martínez de la Torre es económicamente rentable.

b) Producción: Esta se obtiene mediante el rendimiento de la producción total por año, que fue de 18 (ton) y por una superficie cosechada, obtenida de la población en estudio que fue en promedio seis hectáreas. La producción de referencia fue el valor máximo encontrado en el municipio Martínez de la Torre, en promedio un productor obtiene 108 (ton) al año en una superficie de seis (ha).

Atributo estabilidad, confiabilidad y resiliencia

a) Control de plagas y enfermedades: En el Cuadro 5 se muestra las principales plagas y enfermedades detectada, el 100 por ciento de los productores de limón persa expresaron que llevan un control con agroquímicos, siendo necesario realizar tres fumigaciones al año, aplicando una gran variedad de productos como fungicidas, insecticidas y acaricidas,

Cuadro 4. Relación beneficio/costo.

	Relación B/C en pesos		B/C
	Costos	Beneficio	
Con renta	41,528	126,000	3.03
Sin renta	37,528	126,000	3.36

Fuente: elaboración propia de investigación de campo 2020.

Cuadro 5. Plagas y enfermedades en el cultivo de limón persa.

Plagas	Enfermedades
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	Gomosis (<i>Phytophthora parasitica</i> Dastur)
Ácaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks)	Melanosis (<i>Diaporthe citri</i> Wolf)
Arador de los cítricos (<i>Phyllocoptruta oleivora</i>)	Antracnosis (<i>Colletotrichum acutatum</i> J.H. Simmonds)
Minador de hoja (<i>Phyllocnistis citrella</i> Station)	Mancha grasienta (<i>Mycosphaerella citri</i> Stenella)
Pulgón (<i>Aphis citricola</i> Van der Goot)	
Diaphorina (<i>Diaphorina citri</i> Kuw.)	
Escama de Nieve (<i>Lepidosaphes gloverii</i> Pack.)	

Fuente: elaboración propia de investigación de campo 2020.

dependiendo de la plaga o enfermedad que se detecte. Los productores se ven comprometidos en evitar un brote de plagas, porque es el único sustento para la familia. Es imprescindible resaltar el daño que ocasiona el uso de los plaguicidas al contacto con el hombre a través de todas las vías de exposición posibles: respiratoria, digestiva y dérmica, pues estos pueden encontrarse en función de sus características, en el aire inhalado, en el agua y en los alimentos, entre otros medios ambientales (del Puerto Rodríguez *et al.*, 2014).

b) Prácticas de conservación: Las prácticas de conservación de los recursos naturales como: Abono natural (estiércol de animal o vegetal), siembra de abonos verdes, establecimiento de barreras agrícolas, siembra de árboles en áreas deforestadas, captación de agua de lluvia. Son de gran importancia ya que de esta manera se podría llevar un plan de manejo sustentable en la producción de limón persa, sin embargo, en Martínez de la Torre los productores no están capacitados para implementar un sistema de producción agrícola sustentable, el 86 por ciento indicaron que no llevan una práctica de conservación de recursos naturales. En cuanto a los resultados (Cuadro 6), se observa que el promedio es de 1.23, con una desviación estándar de 0.602, indicando que es muy poco lo que se realiza como prácticas de conservación. Se puede observar que las prácticas de establecimiento de barreras agrícolas sobresalen con 1.35 la media estadística y con una desviación estándar

Cuadro 6. Estadísticos descriptivos de las prácticas de conservación de los recursos.

Prácticas de conservación de recursos naturales	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	*Evaluación
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	
Aplicación de abono natural	1	3	1.18	0.527	Muy poco
Siembra de abonos verdes	1	3	1.27	0.670	Muy poco
Establecimiento de barreras agrícolas	1	4	1.35	0.779	Muy poco
Plantación de árboles en áreas deforestadas	1	3	1.20	0.456	Muy poco
Captación de agua de lluvias	1	4	1.14	0.577	Muy poco
Promedio	1	3.4	1.23	0.602	Muy poco

Fuente: Elaboración propia de investigación de campo 2020.

*Nota: la evaluación se caracterizó de la siguiente manera: 0.00-0.99 = nada; 1.00-1.99 = muy poco; 2.00-2.99 = poco; 3.00-3.99 = mucho; 4.00-4.99 = suficiente.

de 0.770, indicando que esta práctica si se empleara en la mayoría de los productores podría llegar a ser la más beneficiosa para la conservación de los recursos naturales. Finalmente, las prácticas de conservación de los recursos naturales son muy poco establecidas.

c) Manejo de los recursos naturales: Este indicador se estable mediante la opinión de los productores sobre el cuidado de los recursos naturales como agua y suelo. Los productores de limón persa consideran que el agua es un recurso escaso por lo que, lo cuidan lo suficiente, en cuanto al suelo consideran que están aplicando menos herbicidas y contratando más mano de obra para la limpieza de hierbas que crecen de manera natural. En el Cuadro 7, se puede observar que la media es de 4.30 con una desviación estándar de 0.610, indicando que los productores de limón persa en Martínez de la Torre, están cuidando lo suficiente los recursos naturales como agua y suelo.

d) Índice de diversidad vegetativa: El cultivo del limón persa es monocultivo. Sin embargo, el 88 por ciento de los productores indicaron que tiene árboles alrededor de la parcela, arrojando un beneficio para el autoconsumo, además, de ser utilizados para sombra. Entre las especies se encuentran el cedro (*Cedrela odorata* L), el aguacate (*Persea americana* Mill), el mango (*Mangifera indica* L), el zapote (*Manilkara zapota*), el higo (*Ficus carica* L), bambú (*Bambusoideae*), la pimienta negra (*Piper nigrum*) y el encino (*Quercus*). En cuanto a las especies vegetativas que crecen en las parcelas, el 92 por ciento indicó que son eliminadas con herramientas manuales como: el “azadón, machete y desmalezadora” y con herbicidas.

e) Acceso a crédito: En las encuestas aplicadas a los productores de limón persa, el 100 por ciento señaló que no han solicitado créditos, el acceso y el trámite para la obtención de este es muy compleja. En cuanto a la necesidad de obtener un crédito, la totalidad indicó que, sí es importante el apoyo, ya que se vería reflejado en una mayor rentabilidad en la producción de limón persa, el crédito se utilizaría para insumos e implementación de tecnología.

f) Grado de satisfacción de los productores con el sistema: Los productores de limón persa de Martínez de la Torre, consideran que la producción de dicho cultivo es suficientemente rentable, encontrándose 100 por ciento satisfechos, el ingreso obtenido por dicha producción les alcanza a cubrir sus principales necesidades como alimentación, vivienda, educación, vestido, calzado y recreación.

Atributo Adaptabilidad

a) Capacitación técnica: La capacitación técnica es indispensable para la producción de limón persa, es por ello que se considera la capacitación, asistencia y asesoría técnica como

Cuadro 7. Estadístico descriptivo del manejo de los recursos naturales.

Recursos naturales	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Evaluación
Suelo	3	6	4.22	0.654	Suficiente
Agua	3	6	4.37	0.566	Suficiente
Promedio	3	6	4.30	0.610	Suficiente

Fuente: elaboración propia de investigación de campo 2020.

*Nota: la evaluación se caracterizó de la siguiente manera: 0.00-0.99 = nada; 1.00-1.99 = muy poco; 2.00-2.99 = poco; 3.00-3.99 = mucho; 4.00-4.99 = suficiente.

requerimientos importantes en su producción, con la capacitación, el productor puede lograr el control y el manejo adecuado de sus plantaciones. Este indicador se midió mediante tres condiciones; productores sin capacitación, productores con capacitación e instituciones que proporcionan asistencia técnica.

En las encuestas aplicadas, el 88 por ciento indicó no haber recibido alguna capacitación para el manejo del limón persa, solo el 12 por ciento ha recibido alguna vez capacitación, por medio del servicio Agrotécnico que se encuentra en la cabecera municipal, no obstante, la capacitación que el productor requiere es en el manejo de plagas, enfermedades y fertilización, solo los productores que tienen convenio con empacadoras reciben capacitación cada tres meses.

Atributo Equidad

a) Generación de empleo: La generación de empleo es primordial en el proceso productivo, este se mide mediante el número de jornales que participan en el proceso productivo. Los jornaleros realizan actividades como: fertilización, aplicación de herbicidas y cosecha. Es importante resaltar que la comunidad que emplea más jornales es Salvador Díaz y Mirón, Cuadro 8, representando el 43 por ciento del total, esto se debe a que están dejando de aplicar herbicidas y empleando más mano de obra para el deshierbe; en segundo lugar, se encuentra la comunidad Arroyo Blanco con el 26 por ciento de la contratación de jornales.

b) Participación familiar en las labores agrícolas: Este indicador es crucial para el proceso productivo, ya que de esta manera se garantiza un relevo generacional, donde los padres de familias transfieren sus conocimientos a los hijos, sin embargo, en las encuestas aplicadas la participación familiar es del 10 por ciento y en combinación con los jornales representan el 51 por ciento, solo el jornalero representa el 49 por ciento del total, indicando el mayor grado de participación en el proceso productivo de limón persa. Además, en las labores del cultivo las mujeres tienen poca participación solo el 14 por ciento de las mujeres realizan alguna práctica de manejo como: acondicionamiento del terreno, plantación, aplican agroquímicos, manejo del cultivo (podas) y cosecha, y solo el 37 por ciento de los hombres de las familias están participando en las labores agrícolas.

Atributo autodependencia

a) Dependencia de insumos externos: La dependencia de insumos externos es un indicador esencial en el proceso productivo del limón persa. El 100 por ciento de los productores

Cuadro 8. Generación de empleo.

Comunidades	N° de Empleos	%
Salvador Díaz y Mirón	468	43
Arroyo Blanco	288	26
La Piedrilla	195	18
Zapote Bueno	137	13
Total	1088	100

Fuente: elaboración propia de investigación de campo 2020.

indicaron que son dependientes de los insumos de origen agroquímico como: fertilizantes para suelo y foliar, herbicidas, fungicidas, insecticidas y acaricidas, estos insumos son de importación, y son necesarios para la producción de limón persa. En cuanto a las plantas se encuentran las de tipo certificadas y las no certificadas, estas se comercializan en viveros del municipio de Martínez de la Torre, su valoración va desde los 12 pesos^{mn} en plantas no certificadas y 35 pesos^{mn} plantas certificadas.

b) Nivel de organización: Los productores en su totalidad declararon no pertenecen a ninguna organización que mejore la gestión de comercialización, producción e insumos.

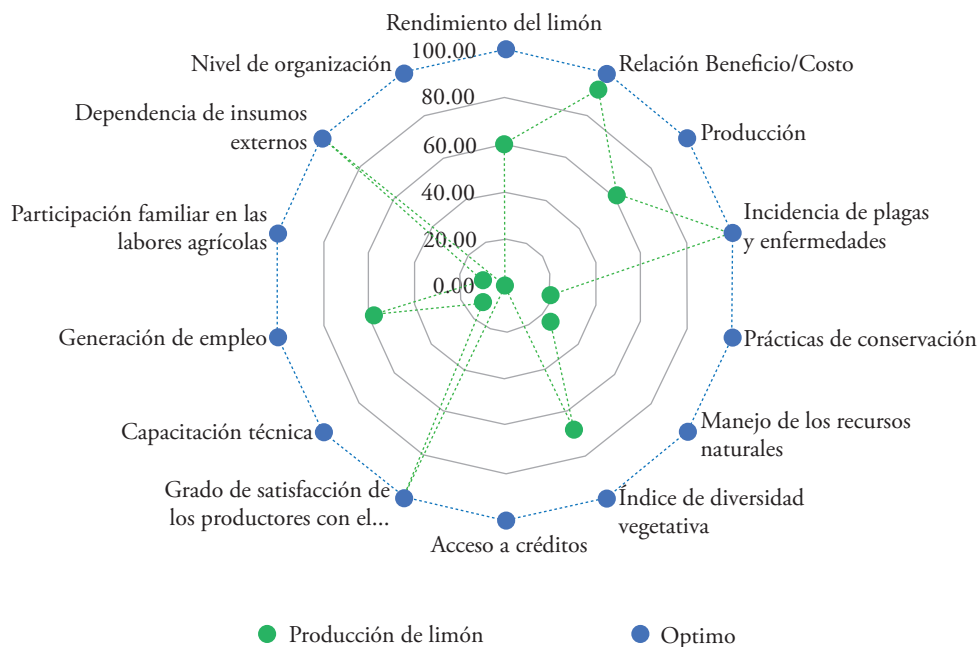
Integración de los indicadores de sustentabilidad

Una vez analizados los 14 indicadores de sustentabilidad se procedió a la integración de los mismos considerando los atributos y las áreas de evaluación económica, ambiental y social, cada indicador se analizó con respecto al valor óptimo. (Cuadro 9). Posteriormente se integraron en el gráfico (AMIBA), que refleja los indicadores más fuertes que se encuentran en el punto óptimo y los indicadores más débiles que se hayan cercanos al centro del gráfico radial. En la Figura 4, se aprecian los indicadores que se acercan más al óptimo, siendo estos los más fortalecidos: el indicador rendimiento, relación beneficio costo, producción, incidencia de plagas y enfermedades, índice de diversidad vegetativa, grado de satisfacción de los productores, generación de empleo, dependencia de insumos externos. En cuanto a los indicadores más débiles presentes están: práctica de conservación de los recursos naturales, manejo de los recursos naturales, acceso a crédito, capacitación técnica, participación familiar en las labores agrícolas y nivel de organización. Cabe destacar que el área económica fue la más fortalecida, seguida del área ambiental mientras que el área de mayor debilidad según los resultados obtenidos de la evaluación de la sustentabilidad, es la social.

Cuadro 9. Valores de los indicadores de sustentabilidad.

Atributo	Indicadores	Óptimo	%	Valor obtenido	%	Evaluación
Productividad	Rendimiento del limón	30.00	100	18.00	60	E
	Relación Beneficio/Costo	3.30	100	3.03	92.04	E
	Producción	176	100	108	61	E
Estabilidad; resiliencia; confiabilidad	Incidencia de plagas y enfermedades	100	100	100	100	A
	Prácticas de conservación	100	100	20	20	A
	Manejo de los recursos naturales	100	100	25	25	A
	Índice de diversidad vegetativa	100	100	68	68	A
	Acceso a créditos	100	100	0.00	0.00	E
	Grado de satisfacción de los productores con el sistema	100	100	100	100	S
Adaptabilidad	Capacitación técnica	100	100	12	12	S
Equidad	Generación de empleo	468	100	272	58	S
	Participación familiar en las labores agrícolas	100	100	10	10	S
Autodependencia (autogestión)	Dependencia de insumos externos	100	100	100	100	E
	Nivel de organización	100	100	0.00	0.00	S

Fuente: elaboración propia de investigación de campo 2020.



Fuente: elaboración propia de investigación de campo 2020.

Figura 4. Indicadores de sustentabilidad.

DISCUSIÓN

Para que un sistema de producción mantenga una relación equilibrada o cercana a esta en las áreas de evaluación de sustentabilidad es necesario brindar capacitación técnica y apoyos (insumos) a productores, o bien, brindar el fortalecimiento a las áreas que más debilidad presenten luego de ser evaluadas, con el objeto de garantizar la rentabilidad del cultivo a través del tiempo. Tal es el caso de la investigación de López *et al.* (2019), realizada en el estado de Oaxaca, región Papaloapan, su objeto de estudio fue evaluar el desempeño competitivo de los productores de dicha región en el cultivo de limón, en sus resultados obtuvo que solo el 33.3 por ciento de los encuestados respondieron haber recibido asistencia técnica a través de empresas de agroquímicos, mientras que para el indicador beneficio/costo en promedio obtuvo 1.87, concluyendo que la rentabilidad obtenida va a depender del tipo de productor (pequeños, medianos o grandes). Algo semejante ocurrió con la investigación realizada en Martínez de la Torre, (2020) ya que comparando los mismos indicadores, capacitación técnica y beneficio/costo, demostró que ambas investigaciones se encuentran en un nivel de baja capacitación técnica independientemente del organismo que las imparta, el resultado en Martínez de la Torre para el primer indicador fue del 12 por ciento, mientras que para el segundo indicador arrojó un costo/beneficio de 3.03, con este último resultado demostró un margen de ganancia mayor que la investigación de López, ya que por cada peso invertido el beneficio/costo es triplicado en la ganancia. Finalmente, se tiene que ambos estudios están relacionados por la producción de limón persa y demuestran ser económicamente rentable independientemente del estado donde

se lleve su producción, cabe resaltar que estos sistemas de producción no fueron evaluados bajo la misma metodología, demostrando que la identificación y medición de los indicadores garantizara mostrar lo más cercano a la realidad la sustentabilidad de un sistema productivo.

CONCLUSIONES

La evaluación de la sustentabilidad es primordial para identificar las interacciones en las áreas de evaluación como: la económica, social y ambiental, ya que si se da un equilibrio entre ellas se puede concluir que es un agroecosistema suficientemente productivo, económicamente viable, socialmente aceptable y ambientalmente sostenible en el ámbito local, regional y global logrando garantizar el futuro de las próximas generaciones. En virtud de lo estudiado la consideración metodológica es definitiva en la obtención de los resultados, cuando nos referimos a evaluar la sustentabilidad en sistemas productivos.

En relación a los indicadores medidos, los resultados concluyentes para cada área evaluada fueron: el área económica, fue la más fortalecida a pesar de no existir créditos para su producción y de que en una hectárea un productor puede llegar a obtener hasta 40 toneladas. No obstante, se tiene que, durante todo el año hay producción con precio fluctuante, aunque este ayuda a obtener un beneficio/costo económicamente aceptable.

Con respecto al área de evaluación ambiental, los productores de limón persa realizan muy poco las prácticas de conservación de los recursos naturales, este al ser un indicador fundamental garantiza el sostenimiento de los recursos, sin embargo, en cuanto a la diversidad de especies bien sea árboles frutales y maderables, declararon en su mayoría contar con ellos brindando un beneficio directo de autoconsumo.

Por su parte, el área de evaluación social resulto ser la más débil, esto derivado en gran medida a la falta de capacitación técnica, poca participación familiar, en especial en la integración de la mujer en las prácticas agrícolas y en la falta de organización como comunidad. Como se puede inferir, la sustentabilidad en la producción de limón persa en Martínez de la Torre es parcialmente sustentable, es económicamente viable, sin embargo, hay que atender las áreas más débiles como el área ambiental y el área social, para que se pueda llegar al equilibrio sustentable y de esta manera pueda ser sostenible en el tiempo. El cuidado de los recursos naturales y la integración social es crucial para garantizar el futuro a las próximas generaciones y así poder lograr un desarrollo agrícola sustentable.

Finalmente, considerando que el sistema de producción de limón persa en Martínez de la Torre tiene el potencial para llevar una agricultura amigable con el medio ambiente, cambiar el tipo de producción, es decir, a una producción orgánica, se puede garantizar mejor calidad de fruta, mayor rendimiento por hectárea y un mejor cuidado de los recursos naturales. La agricultura orgánica debe garantizar la seguridad alimentaria de las personas, al mismo tiempo que apoya a la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales.

REFERENCIAS

- Andrade FH. 2016. Los desafíos de la agricultura. (1a ed). (I. P. Institute, Ed.) Recuperado en febrero de 2021, de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_los_desafios_de_la_agricultura_fandrade.pdf
- Ayuntamiento de Martínez de la Torre. 2019. Martínez de la Torre 2018-2021. Obtenido de <https://www.martinezdelatorre.gob.mx/municipio/historia/>

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/datos/>. 20 de febrero de 2020
- Leff E. 2018. Pensar la complejidad ambiental. 7-53. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/328653293_PENSAR_LA_COMPLEJIDAD_AMBIENTAL
- López Hernández WGB. 2019. Competitividad del limón persa en la región del Papaloapan, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15. Recuperado el 23 de Febrero de 2021, <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/408>
- López RP, Fachelli S. 2015. Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. Barcelona: Bellaterra. Recuperado en 2020, <http://ddd.uab.cat/record/129382>
- Martínez BL, Bello RP, Castellanos DÓ. 2012. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de Repositorio institucional Biblioteca digital: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10045>. 29 de junio de 2012.
- Masera O, Astier M, López S. 2005. Sustentabilidad y sistema campesino: cinco experiencias de evaluación en el México Rural. México: Mundiprensa, GIRA/Programa universitario de Medio Ambiente/Instituto de Ecología-UNAM, México. Obtenido de <http://www.mesmis.unam.mx/>
- Masera O, Astier M, Lopez-Ridaura S, Galván-Miyoshi Y, Ortiz-Avila T, García-Barrios LE, Speelman E. 2008. Sección I. La experiencia del marco MESMIS. En M. Astier, M. O. R., & Y. Galván-Miyoshi, Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. España: SEAE, CIGA, ECOSUR, CIECO, UNAM, GIRA, Mundiprensa, Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. Obtenido de <https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/index.php/component/abook/book/12-coleccionesciga/12-evaluacion-de-sustentabilidad>. 200 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2020. Programa 21: Fomento de la Agricultura y del Desarrollo Rural Sostenibles. Obtenido de Departamento de asuntos económicos y sociales - División de desarrollo sostenible: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter14.htm>. 25 de Noviembre de 2020.
- Prieto EA. 2011. Recuperado el 23 de Noviembre de 2019, de http://oa.upm.es/9036/1/TFM._Esperanza_Arn%C3%A9s.pdf
- Puerto Rodríguez AM. 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387., 16. Recuperado el 23 de febrero de 2021, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010&lng=es&tlng=es
- Quezada UQ. 2018. Producción orgánica sostenible y su demanda en el mundo al 2030. *Kuntur*, 6(06), 11. Recuperado en 2020, de <http://revistas.udaff.edu.pe/index.php/kuntur/article/view/40>
- Sarandon S. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en Agroecosistema: Una propuesta metodológica. *Agroecología* 4. Obtenido de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. Zumo de limón, zumo de bendición. Recuperado el 25 de noviembre de 2020, de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/zumo-de-limon-zumo-de-bendicion?idiom=es>. 07 de noviembre de 2018
- SIAP. 2020. [siap.gob.mx/gobmx](https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/). Obtenido de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. 28 de Octubre de 2020.