

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE HUERTOS URBANOS DEL MUNICIPIO DE PUEBLA, PUEBLA, MÉXICO

N Matus-Angulo¹, H Bernal-Mendoza^{2*}, D Jiménez-García¹ y MA Escalona-Aguilar³

¹Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

²Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Complejo regional centro, unidad Tecamachalco

³Universidad Veracruzana, Facultad de ciencias agrícolas, México

*Corresponding author: hector.bernal@correo.buap.mx

<https://doi.org/10.59187/revistaagroecologia.v16i1.68>

Resumen

El presente estudio enfatiza la importancia de una visión agroecológica en la producción de hortalizas en las zonas urbanas como es el caso del municipio de Puebla, México. Como objetivo se pretende caracterizar y evaluar la sostenibilidad de 18 huertos urbanos del municipio de Puebla. Se parte de la hipótesis de que los huertos que siguen principios agroecológicos son más sustentables que los que siguen prácticas de la agricultura convencional. Para la evaluación se aplicó la metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) en el municipio de Puebla durante los años 2020 y 2021 planteándose 14 indicadores, 3 económicos, 6 ambientales y 5 sociales. Se encontraron 8 puntos críticos negativos que son: Falta de organización, de tiempo y espacio, de socialización, de innovaciones, de agua, apoyos gubernamentales insuficientes, dependencia de insumos externos; y 4 puntos críticos positivos: conciencia social, ecológica y política, satisfacción por el trabajo en el huerto, alta diversificación de cultivos, prácticas orgánicas que cuidan el medio ambiente. El sistema de referencia es el orgánico, pero se encontraron dos sistemas alternativos: el transicional al convencional y el transicional al agroecológico, éste último tiene los valores más altos en 7 indicadores por lo que se concluye que es el más sustentable.

Palabras clave: agroecología, horticultura urbana, MESMIS.

Abstract

This study emphasizes the importance of an agroecological vision in the production of vegetables in urban areas, such as the municipality of Puebla. The objective is to characterize and evaluate the sustainability of 17 urban gardens in the municipality of Puebla. It is based on the hypothesis that urban gardens that follow agroecological principles are more sustainable than those that follow conventional agricultural practices. For the evaluation of the 18 experiences, the MESMI methodology (Framework for the Evaluation of Management Systems of natural resources incorporating Sustainability Indicators) was applied in the municipality of Puebla during the years 2020 and 2021, considering 14 indicators of which 3 are of type economic, 6 environmental and 5 social. 8 negative critical points were found, which are: Lack of organization, time and space, socialization, innovations, water, insufficient government support, dependence on external inputs; and 4 positive critical points: social, ecological, and political awareness, satisfaction with work in the orchard, high cultivar diversification, organic practices that take care of the environment. The reference system is organic, but two alternative systems were found: transitional to conventional and transitional to agroecological, the latter having the highest values in 7 indicators, so it is concluded that it is the most sustainable.

Keywords: agroecology, MESMIS, urban horticulture.

1. Introducción

El municipio de Puebla ocupa el 5^{to} puesto nacional por su número de habitantes según INEGI (2020), teniendo un proceso acelerado de urbanización y aumento poblacional a la par de la implementación del neoliberalismo en México y políticas derivadas de la “revolución verde”, como consecuencia, en 50 años ha pasado de un territorio predominantemente rural, con vocación agrícola y prácticas tradicionales a uno

mayoritariamente urbano, con vocación industrial y terciaria, donde el 97% de la producción agrícola es mecanizada, utiliza fertilizantes químicos, hace uso de semilla mejorada, generando un deterioro del campo y bajos rendimientos por el aumento de los precios de los fertilizantes (Plan Agrario municipal 2019-2021).

Las problemáticas municipales que más preocupan son las sociales entre las que destacan la pobreza que aqueja al 41.4% de la población, de los cuales el 20.2% tienen carencia por acceso a la alimentación

según INEGI (2020a, 2020b). En el municipio de Puebla existe disponibilidad de alimentos, pero no acceso económico ni calidad, Caporal (2017) reporta para el año 2010 un total de 2904 unidades económicas de venta minorista de hortalizas, frutas y verduras que se abastecen de 104 mayoristas de la Central de Abasto provenientes de distintas partes del país y del estado según el SNIIM (2020), con alto costo energético en su transportación, producto de la agricultura convencional contaminante, con alto costo social y económico por el coyotaje y los intermediarios; reflejando un sistema agroalimentario hegemónico insostenible reportado por Altieri (2009); Sevilla (2006); Pérez-Vitoria (2010), siendo dichas problemáticas más evidentes y crecientes durante la pandemia por COVID-19.

La Agricultura Urbana (AU) se reconoce mundialmente como un recurso para la seguridad alimentaria y nutricional (Audate *et al.*, 2019; Litt, *et al.*, 2011; Ávila, 2019), entre muchos otros beneficios, destacándose la Horticultura por ser la práctica más extendida (FAO, 2020). En México no existe la AU como política pública nacional, en el estado de Puebla entre 2005-2011 se impulsaron huertos urbanos y de traspatio beneficiando a 7714 familias (IPBES y FAO 2011) y en el 2014 la SAGARPA invirtió en el municipio de Puebla para impulsar huertos familiares; en el 2017 el ayuntamiento entregó lechonas, fertilizante y dio talleres de capacitación para AU en beneficio de las zonas más vulnerables (Caporal, 2017); en el 2020 el municipio impulsó 3 programas de huertos dirigido a adultos mayores, a familias de escasos recursos y a escuelas en las juntas auxiliares con vocación agrícola.

A pesar de que se avanzó en la AU, no hay una política pública integral, constante, ni la incorporación de la agroecología como visión alternativa, por lo que, el presente estudio enfatiza la riqueza de las experiencias de la base social para la implementación de programas sociales que surja del conocimiento adquirido por quienes la practican y enriquecida con el enfoque transdisciplinar de la agroecología entendida como ciencia y movimiento político-social, aportando una visión tendiente a remodelar los sistemas agroalimentarios encaminándolos a una producción sostenible, soberana y con justicia social y ambiental (Altieri y Toledo 2010).

2. Marco teórico y conceptual

El concepto de Agricultura Urbana es muy general, y sólo hace alusión al contexto demográfico o lugar donde se realiza, pero no se refiere al manejo, técnicas, formas de organización de las comunidades, etc. Se hace imprescindible delimitar las características del agroecosistema urbano al que se aspira, ya que partimos de lo que Ávila (2019) menciona como “campo globalizado” y el cambio del paradigma socio-productivo en México como consecuencia de la implementación de políticas derivadas de la “revolución verde” definida como un proceso industrializador de la agricultura, volviéndose intensiva y utilizando los avances científico-tecnológicos

para aumentar la productividad (Ceccon, 2018). Ese tipo de agricultura se basa en semillas mejoradas o transgénicas que soportan agroquímicos, volviendo al agroecosistema dependiente de recursos externos (abonos químicos, pesticidas, maquinaria, semillas mejoradas o transgénicas y combustibles fósiles en el proceso de producción y distribución de cultivos), perdiendo su sostenibilidad (Sarandón y Flores, 2014), contribuyendo a la crisis ambiental, social y económica que impulsó otras formas de manejo; paralelamente surge el concepto de desarrollo sostenible.

La agricultura orgánica se plantea como alternativa para mitigar la contaminación ambiental y de los alimentos provenientes de la agricultura convencional, sin embargo, como menciona Altieri y Toledo (2010) sólo realiza una sustitución de insumos químicos por biológicos o botánicos, que continúan fomentando la dependencia del productor a los insumos externos y a sus proveedores; además de mantener certificaciones controladas que también son costosas, obligando al productor a subir los precios, por lo que es inaccesible para la mayoría de la población, generalmente mantiene monocultivos y no realiza un rediseño del agroecosistema.

La agroecología nace en la lucha campesina por la transformación del sistema agroalimentario hegemónico derivado de la “revolución verde” para redireccionar los sistemas hacia la justicia social y ambiental, aunque actualmente existen distintas visiones de ella, se retoma el concepto amplio e integral definida como una ciencia transdisciplinar que integra el conocimiento tradicional campesino y el científico derivado de disciplinas como la agronomía, biología, ecología, sociología, etc.... Con la finalidad de diseñar, remodelar, dirigir los agroecosistemas en particular y el sistema agroalimentario en general hacia la sostenibilidad. Méndez *et al.* (1993) indican que este tipo de perspectiva toma en cuenta su origen como movimiento social orientado a la acción, se basa en una participación de abajo hacia arriba, es políticamente consciente, y no se desvía del propósito que le dio origen.

Altieri (1997), Gliessman *et al.* (1997) en Nicholls *et al.* (2016), nos describen los principios agroecológicos en los que se debe basar la agricultura sostenible:

1. Mejorar el reciclaje de biomasa, con el fin de optimizar la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes a través del tiempo;
2. Fortalecer el “sistema inmunológico” de los sistemas agrícolas mediante el mejoramiento de la biodiversidad funcional (enemigos naturales, antagonistas, etc.);
3. Proporcionar las condiciones del suelo más favorables para el crecimiento de las plantas, en particular mediante la adición de materia orgánica y el aumento de la actividad biológica del suelo;
4. Minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos mediante el mejoramiento, conservación y regeneración de los recursos suelo y agua y biodiversidad agrícola;
5. Diversificación de especies y de recursos genéticos en el agroecosistema a través del tiempo, espacio y paisaje;
6. Aumentar las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes

de la diversidad biológica agrícola, promoviendo así los procesos y servicios ecológicos claves. Dichos principios se alcanzan mediante prácticas de manejo como: Aplicación de composta, Cultivos de cobertura y/o abono verde, Mulching, Rotación de cultivo, Uso de inoculantes de microbios/ pesticidas botánicos, Uso de flores insectarias, Uso de semillas criollas, Cercas vivas, Cultivos intercalados, Agroforestería e Integración de animales (Nicholls *et al.*, 2016).

A partir de los conceptos anteriores se define a la Agroecología Urbana como: "Un sistema de producción de alimentos dentro de las zonas urbanas basado en principios agroecológicos que fomentan prácticas que se adaptan a las condiciones locales y que tienen una visión encaminada a alcanzar la soberanía alimentaria de las ciudades y la transformación de los sistemas agroalimentarios dirigiéndolos hacia la sostenibilidad ambiental, económica y social". Dicho enfoque se basa en el concepto de "sostenibilidad fuerte" que es aquella que la define en función de un sistema social y natural, por lo tanto, todo desarrollo que conduzca a una reducción de cualquiera de las dos dimensiones deja de ser sostenible (Gallopín, 2003; Luffiego y Rabadán, 2000).

La sostenibilidad es un concepto multidimensional e histórico complejo de ser operativizado para su medición, el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales Incorporando indicadores de Sostenibilidad (MESMIS) es una metodología cíclica, con un enfoque participativo, sistémico, que se puede adaptar a diferentes sistemas, escalas, niveles de información y capacidades técnicas, lo que resulta idóneo para el caso de los huertos urbanos que es un agroecosistema muy particular, además ha sido validado en múltiples estudios de caso (Astier *et al.*, 2008); destacando para el caso de huertos familiares, urbanos y de traspatio: Torres (2011) que realizó un estudio de sustentabilidad de huertos familiares en la comunidad de Tzisco, La Trinitaria, Chiapas utilizó la metodología MESMIS para la construcción de 6 indicadores ecológicos, 6 sociales, 3 tecnológicos, 5 sociales evaluando 30 familias, agrupándose en 3 grupos: de baja sustentabilidad con promedio de 32%, mediana sustentabilidad con promedio de 43% y alta sustentabilidad un 57% de familias. Villavicencio (2014) realizó un estudio de la sustentabilidad del sistema de producción en la zona de autosuficiencia de la parroquia de San Joaquín, donde se evaluaron 12 indicadores con la metodología MESMIS donde se encontró que los parámetros ambientales más sustentables son la producción continua y el uso de conocimientos locales, los indicadores sociales más sustentables son la organización de mercados locales, mano de obra local y bienestar familiar, el parámetro económico más sustentable y Moreno-Gaytan *et al.* (2019) Realizaron un estudio de sustentabilidad en la agricultura urbana practicada por mujeres en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Valle de Chalco Solidaridad con el marco MESMIS, en dónde se plantean 17 indicadores, 5 de ellos se encuentran en el óptimo de la sustentabilidad que son: conservación de suelos,

capacidad de ahorro, ética en el manejo de los recursos naturales, inversión para la producción y dependencia de insumos externos. Guzman (2020) que realizó un estudio de la sustentabilidad en la agricultura urbana de la CDMX evaluando 19 huertos a partir de la metodología MESMIS dividiendo los indicadores en las siguientes categorías: "Beneficios percibidos"; "Diversificación de actividades, Ecotecnologías"; "Tiempo de permanencia de los participantes, Generación y transmisión de conocimiento", Seguridad tenencia de la tierra"; "Diversidad Biológica"; "y por último "prácticas de inocuidad" presentadas en porcentaje por tipo de huerto, resultando las de empresas privadas como las más sustentables, seguidas de las de asociaciones civiles. Se encontraron estudios que medían la sustentabilidad con otras metodología como: Calderón, (2016) analizó el papel de la agricultura urbana familiar en la construcción de la sustentabilidad en la ciudad de San Cristóbal de Las Casas Chiapas, desde la perspectiva de la resiliencia socio ecológica, encontrando que los sistemas agrícolas presentan características que favorecen la resiliencia y la sustentabilidad en la ciudad, las familias cultivan hortalizas, frutales y otras plantas comestibles enlistándose más de 100 especies, predomina un bajo uso de insumos externos y químicos, el aprovechamiento y reciclaje de residuos domésticos, y el manejo germoplasma local, sin embargo, la producción no es suficiente para abastecer completamente a las familias. Villavicencio-Valdez *et al.* (2015) realizaron un estudio de Urbicultura en Querétaro, estudiándose 28 huertos urbanos en la ciudad, dónde se encontraron que la mayoría de los huertos son de pequeña escala (menores a 200 metros cuadrados), los factores que los limitan son: la falta de abonos, seguido de falta espacio en el tamaño del terreno, los altos costos del agua, la falta de semillas y la presencia de plagas. Monroy (2019) Realizó un estudio de sustentabilidad para evaluar el PESA-FAO implementados en huertos urbanos en Tlaxcala utilizando la metodología de Sarandón (2002) para la formulación de indicadores, en donde el nivel económico se obtuvo 1.91, en el aspecto ambiental 1.70 y para el caso socioeconómico 1.74 lo que da como resultado un indicador general de 1.78 de una escala de 0 a 4, lo que indica que no existe sostenibilidad en los huertos familiares implementados por PESA. Para el caso del municipio de Puebla, Caporal (2017) realizó un estudio de Agricultura Urbana en el Municipio de Puebla, Cuautlancingo y Cholula donde se encontró sólo 20 Huertos Urbanos en todo el municipio de Puebla, 7 huertos de tipo colectivo, 5 institucionales y 8 familiares.4.

3. Objetivo general del estudio

Caracterizar y evaluar la sostenibilidad de 18 huertos urbanos del municipio de Puebla y diseñar una estrategia de intervención, basada en los aprendizajes obtenidos, para mejorar el nivel de sustentabilidad de los huertos urbanos, y dar los elementos para establecer programas encaminados hacia la soberanía alimentaria

y el desarrollo social en el municipio de Puebla.

3.1. Objetivos específicos

- Caracterizar y evaluar la sustentabilidad de huertos urbanos en el municipio de Puebla.
- Realizar recomendaciones a partir de los resultados para fortalecer la política pública encaminada al desarrollo social del municipio.

4. Hipótesis General

Los Huertos urbanos que siguen principios agroecológicos son más sustentables que los que siguen prácticas de la agricultura convencional, al fomentar prácticas que ayudan a mantener la productividad estabilidad, adaptabilidad, equidad confiabilidad, resiliencia de los agroecosistemas.

5. Materiales y métodos

5.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en el municipio de Puebla que se encuentra entre los paralelos 18° 50' y 19° 14' de latitud norte; los meridianos 98° 01' y 98° 18' de longitud oeste; altitud entre 1 980 y 4 500 m. Ocupa el 1.6% de la superficie del estado de Puebla, cuenta con 137 localidades y una población total de 1 643, 842 habitantes según el INEGI (2020); tiene un rango de precipitación de 400 – 900 mm.; en su territorio tiene tres tipos de clima: templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (49%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (47%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano (4%) que se encuentra en la zona norte del municipio. Se puede observar en la figura 1. La zona urbana ocupa el 48% de la superficie, la agraria 25%, pastizal 15% y forestal 12%. Los principales cultivos son: la avena

forrajera en verde, calabaza, frijol, haba de grano, maíz forrajero y maíz de grano (SIAP, 2017).

5.2. Caracterización de los huertos urbanos del municipio

Como guía para caracterizar los huertos del municipio de Puebla, se utilizó la metodología propuesta por Caporal (2017). Para localizar los huertos urbanos se realizó una búsqueda a través de redes sociales. Se consultaron tanto publicaciones en grupos de huerteros urbanos de Puebla en Facebook como páginas de internet utilizando palabras clave como: “huertos urbanos en el municipio de Puebla” y “agricultura sustentable”. Posteriormente, se aplicó una entrevista semi estructurada a los huerteros aplicándose el método de muestreo “bola de nieve”, dónde los participantes referían a otros. Se realizó un estudio transversal tomándose en consideración los años 2021 y 2022, y en la escala espacial se tomó en cuenta la zona urbana del municipio de Puebla. La selección de las experiencias se realizó considerando dos criterios, en primer lugar que se apegaran a la definición de huerto urbano “como el espacio variable en tamaño y forma que se encuentra dentro de un área urbana determinada, que está destinado para la producción de cultivos como hortalizas, frutales, plantas aromáticas, ornamentales y medicinales que tienen un manejo constante, individual, familiar o comunal, gestionado por iniciativa privada o pública”, el segundo criterio corresponde a la voluntad de los huerteros a participar en el estudio dado el contexto de la pandemia por COVID-19 en qué se realizó. De manera general, los huertos estudiados son de riego, se encuentran en el área urbana del municipio, están cercanos a vías de comunicación y las zonas del municipio tienen diferentes características socioeconómicas, los que se estudiaron en la junta auxiliar de Azumiatla se encuentran en una de las zonas con mayor pobreza, mientras que los que

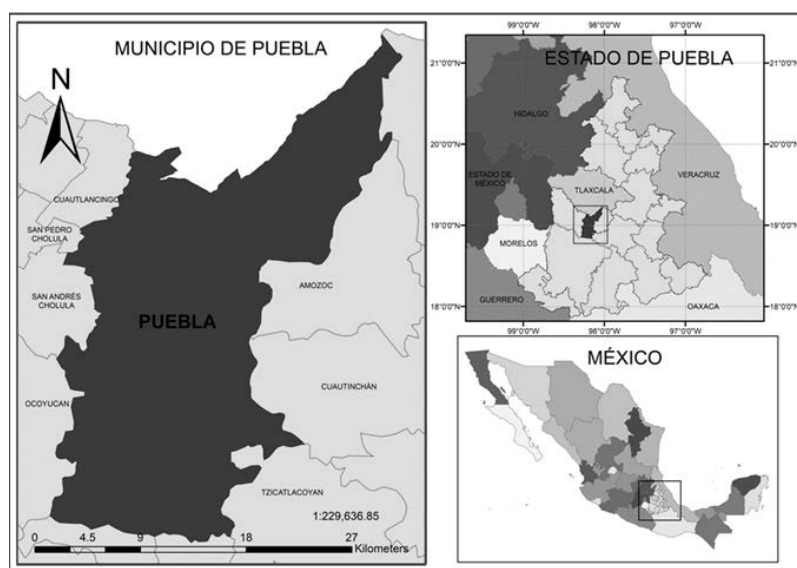


Figura 1. Ubicación del municipio de Puebla, Puebla, México

Tabla 1. Indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de huertos urbanos en el municipio de Puebla, Puebla.

Atributos de sustentabilidad	Punto crítico (+,-)	Criterio diagnóstico	Indicador	Unidades de medición	Método de medición **	Dimensión *
Productividad	Poca producción de hortalizas (-)	Eficiencia	1. Relación beneficio costo R=Valor de la producción/ Inversión	Coeficiente	1	E
Adaptabilidad	Falta de innovaciones tecnológicas (-)	Capacidad de cambio	2. Número de nuevas prácticas o tecnologías para hacer frente a circunstancias adversas.	Número de innovaciones adquiridas a través del tiempo.	1	S
	Falta de socialización de las experiencias (-)	Capacidad de organización	3. Número de Intercambio de saberes y colaboraciones con otros Huerteros.	Número de veces por año	1	S
Autosuficiencia, Autogestión Equidad	Falta de sustrato y otros insumos que tienen que comprar (-)	Autonomía organizacional y poder de toma de decisiones	§4. Independencia de insumos externos.	Número de insumos externos por año	1	E
	Falta de apoyos a las iniciativas (-)	Capacidad de gestión.	5. Grado de Apoyo recibidos por cualquiera de los tres órdenes de gobierno o privados.	Ninguno, Poco, Medio, Alto, Muy alto.	1	E
	Falta de participación equitativa en los huertos (-)	Equidad en la organización.	6. Porcentaje de participación de ambos géneros	% de mujeres y de hombres que participan en cada proyecto	1	S
Estabilidad, Resiliencia y Confiabilidad	Satisfacción por el trabajo que realizan (+)		7. Grado de Satisfacción	Nada satisfecho Poco satisfecho Medio satisfecho Muy satisfecho Completamente satisfecho	1	S
	Sistemas vulnerables a cambios (-)		8. Nivel educativo y asistencia técnica	Tipo de Educación de los huerteros y capacitación	1	S
	Sistemas productivos que tienen prácticas orgánicas u agroecológicas (+)	Conservación de recursos naturales	§9. Tipo de control de plagas y enfermedades	Tipo: Biológico o Químico.	2	A
			§10. Tipo de semillas y su conservación	Criolla, Mejorada, autoabastecimiento de semillas.	1	A
			§11. Índice de Agrobiodiversidad de los cultivos.	Índice numérico.	1	A
			§12. Tipo de control de arvenses	Manual, biológico o químico	1	A
			§13. Porcentaje de conservación de suelos.	Escala de porcentual	1	A
			§14. Tipo de sistema de riego.	Tipo: Riego por goteo, aspersión, manual.	1	A
	Falta de agua (-)					

*E= Económica, S= Social, A= Ambiental. 0% representa el sistema menos sustentable y 100% el más sustentable.

**Método de medición: Entrevista en campo (1); Medición directa en campo (2).§ Indicadores que se tomaron como referencia para la categorización de huertos urbanos en orgánicos, transicional al convencional y transicional al agroecológico.

se estudiaron en la zona dentro de la heroica Puebla de Zaragoza se encuentran en áreas con mejores accesos a servicios públicos.

5.3. Evaluación de la sustentabilidad de los huertos urbanos del municipio de Puebla

Para evaluar la sustentabilidad se utilizó la metodología de MESMIS llevándose a cabo los 6 pasos recomendados por Astier, *et al.* (2008) y descritos en Masera *et al.* (2000) Definición del objeto de la evaluación; 2) Determinación de las fortalezas y debilidades que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de

manejo; 3) Se determinaron los criterios más importantes para analizar los agroecosistemas, proponiéndose indicadores estratégicos para llevar a cabo la evaluación; 4) Medición y monitoreo de indicadores; 5) Presentación e integración de resultados; 6) Realizar las conclusiones y recomendaciones.

La evaluación fue de tipo transversal, comparando los distintos tipos de manejo. En la tabla 1 se observa la construcción de los 14 indicadores a partir de los puntos críticos y los atributos de la sustentabilidad que marca el marco MESMIS.

Se categorizaron los huertos urbanos en tres tipos de manejo tomando en cuenta los indicadores siguientes: Independencia a insumos externos, tipo de control de plagas y enfermedades, tipo de semillas y su conservación, Índice de Agrobiodiversidad, tipo de control de arvenses, porcentaje de conservación de suelos, tipo de sistema de riego. Para los valores de referencia se tomaron en cuenta las diferentes prácticas de la agricultura convencional que menciona Sarandón y Flores (2014); a las que caracterizan a la agricultura orgánica que menciona Altieri y Toledo (2010) y a las que fomentan los principios agroecológicos que mencionan (Altieri y Nicholls, 2000; Sarandón y Flores, 2014) y los pasos para la transición agroecológica que menciona Gliessman (2007) (Ver criterios de medición), de acuerdo con lo anterior las prácticas de la agricultura convencional tienen los porcentajes más bajos de sustentabilidad de 0 al 25%, por lo que, si un huerto tiene al menos 4 de los 7 indicadores con estos valores se categoriza como transicional al convencional, si al menos 4 de los 7 indicadores tiene valores de $\geq 50\%$ se categoriza como orgánico y si al menos 4 de los 7 indicadores tiene valores $\geq 75\%$ se categoriza como Transicional al Agroecológico. Se presentaron los resultados del promedio de cada una de las 3 categorías en una gráfica de ameba para su mejor comprensión y comparación como lo sugiere Sarandón y Flores (2009).

5.3.1 Criterios de medición de los indicadores y su estandarización

En este estudio todos los indicadores tienen igual peso para la sustentabilidad, sin embargo, al tener distintas escalas de medición es difícil su comparación, por lo cual se requirió estandarizarlos y modificar de la escala ordinal o numérica en las que originalmente se midieron a una escala porcentual de 0% a 100%, donde el 0% indica el valor con la menor sustentabilidad y el 100% indica el valor con la mayor sustentabilidad. A continuación, se enumeran los 14 indicadores de estudio, sus valores de referencia y su equivalencia porcentual.

1. Relación beneficio costo: de 0 a 0.125=0%; de 0.126 a 0.375=25%; de 0.376 a 0.50=50%; de 0.501 a 0.625=75%; de 0.626 a 0.75=100% (Modificado de Monroy, 2019).

2. Número de nuevas prácticas o tecnologías:

Ninguna=0%; 1 innovaciones=25%; 2 innovaciones=50%; 3 innovaciones=75%; Más de 4 innovaciones=100%. (Elaboración propia a partir de la medición máxima del indicador como óptimo)

3. Número de Intercambio de saberes y colaboraciones con otros huerteros: Ninguna=0%. 1 colaboración=25%; 2 colaboraciones=50%; 3 colaboraciones=75%; más de 4 colaboraciones=100%. (Elaboración propia a partir de la medición máxima del indicador como óptimo)

4. Independencia de insumos externos (semilla comprada, fertilizante, agua, herbicidas, insecticidas, gasolina, sustrato, maquinaria, complejos bacterianos): De 8 insumos en adelante=0% de independencia; de 6 a 7 insumos externos=25%; de 4 a 5 insumos externos=50% de independencia; de 2 a 3=75% de independencia; de 0 a 1 insumos externos=100% de independencia. (Elaboración propia a partir del mínimo encontrado)

5. Grado de Apoyo: (Ninguno) sistemas sin ningún programa de apoyo estatal o privado como respaldo=0%; (poco) sistemas con apoyo estatal o privado en alguna de las etapas del proceso de producción=25%; (Medio) sistemas con respaldo público en todo el proceso productivo=50%; (alto) sistemas con respaldo privado en todo el proceso productivo=75%; (muy alto) sistemas con respaldo público y privado en todo el proceso=100% (Rendón, 2004:137).

6. Porcentaje de participación entre géneros:

participación de géneros 10%/90%=0%; participación 20%/80%=25%; participación 40%/60%=75%; participación 30%/70%=50%; participación 50%/50%=100% (Elaboración propia a partir de la medición máxima del indicador como óptimo)

7. Grado de Satisfacción: (Nada satisfecho) está esperando que se le presente una oportunidad para dejar la producción=0%; (Poco satisfecho) No está del todo satisfecho. Se queda porque es lo único que sabe hacer=25%; (Medio satisfecho) Está contento, pero antes le iba mucho mejor=50%; (muy satisfecho) No haría otra actividad, aunque ésta le reporte más ingresos=75%; (completamente satisfecho) está muy contento con lo que hace y no lo dejaría de hacer, aunque no tuviera ingresos=100% (Modificado de Sarandón *et al.* 2006).

8. Nivel educativo y asistencia técnica: Sin estudios formales y sin acceso periódico a capacitación externa=0%; Sin estudios formales, pero con acceso a capacitación externa o con educación básica, pero sin acceso a capacitación externa=25%; Con estudios de educación básica o media superior y con acceso a capacitación externa=50%; Con estudios de educación superior, pero sin acceso a capacitación externa=75%; responsable técnico con especialidad y acceso periódico a capacitación externa=100% (Rendón, 2004).

9. Tipo de control de plagas y enfermedades: Uso indiscriminado del control químico=0%; no realiza ningún tipo de control y tiene plagas frecuentemente=25%; uso reducido de control químico cuando es necesario y combina con alternativas orgánicas para el control de plagas=50%; uso de control biológico de plagas=75%; no tiene plagas a causa del manejo agroecológico del huerto=100%.

10. Tipo de semillas y su conservación: No sabe de dónde proviene su semilla=0%; uso de semillas mejoradas compradas o combinadas con criollas=25%; uso de

semillas nativas o criollas=50%; uso de semillas mejoradas que se obtienen de su propio semillero, o combinadas=75%; uso de semillas criollas o nativas que se obtengan de semilleros propios=100%.

11. Índice de Agrobiodiversidad de los cultivos: va de 0 que representa el 0% y el 4 que representa el 100% (Ver. Tabla 2)

12. Tipo de control de arvenses: Uso indiscriminado de herbicidas=0%; combina varios tipos de control y usa herbicida en caso necesario=25%; control manual de arvenses=50%; control biológico de arvenses=75%; control agroecológico de arvenses=100%.

13. Porcentaje de conservación de suelos: 0%=Uso indiscriminado de fertilizantes químicos; 25%=Combina el abono orgánico y químico; 50%=usa abonos orgánicos exclusivamente; 75%=Combina los abonos orgánicos con algún complejo bacteriano; 100%=Realiza una nutrición integral de su suelo y protege la humedad con acolchados o cultivos de cobertura. (Elaboración propia a partir de prácticas que fomentan los principios agroecológicos)

14. Tipo de sistema de riego: No tiene sistema de riego y ningún sistema de captación de agua=0%; tiene sistema de riego por aspersión, pero carecen de agua=25%; tiene sistema de riego por aspersión, pero hay agua potable=50%; tiene sistema de riego por goteo, pero sólo agua potable=75%; tiene sistema de riego por goteo y captación de agua de lluvia=100% (Modificado de Monroy, 2019).

5.3.1.1 Relación beneficio costo

Para calcularlo se sacaron los costos mensuales de: sustrato, fertilizantes, semillas o plántulas, control de plagas, servicios, control de arvenses, gasolina o transporte, y la inversión inicial del huerto que se dividió entre los meses de tiempo desde su inicio, para la mano de obra se encontró qué en promedio se le paga a los trabajadores \$50 pesos por hora de trabajo, por lo cual se tomó en cuenta para incluir en costos el pago por hora de tiempo invertido de cada uno de los trabajadores del huerto. Para los beneficios se sacó la producción en unidades, manojo o kilogramos, para los costos se

buscó en la base de datos del SNIIM (Sistema Nacional de información e integración de Mercados), en los cuales se realizó la suma de los promedios de los precios de las hortalizas en los años 2020, 2021.

5.3.1.2 Índice de Agrobiodiversidad para huertos urbanos

Se propone un nuevo índice adaptado para huertos urbanos (Tabla 2) tomando en cuenta tres propuestas, Sarandón *et al.* (2006) propone la agrobiodiversidad espacial referida como la asociación de cultivos y la agrobiodiversidad temporal referida como la rotación de cultivos. Guzmán (2020) mide la biodiversidad realizando un conteo de la cantidad de especies presentes en los huertos de la CDMX, Clavijo y Cuvi (2017) mide la diversidad de cultivos con la riqueza de especies y la asociación de cultivos.

Después de recabar la información de las 3 variables se aplica la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{Ae + At + r}{3}$$

En donde: Ae=Agrobiodiversidad espacial

At=Agrobiodiversidad temporal

r=riqueza de especies en el huerto

6. Resultados y discusión

6.1 Características del agroecosistema urbano del municipio de Puebla

El 56.6% de los participantes en los huertos fueron mujeres, destacando la importancia que tienen en la producción de alimentos dentro de las ciudades. La edad promedio de los entrevistados fue de 42 años. En promedio el 86% de la producción es para autoconsumo, los que tienen excedentes refieren tener un porcentaje de ventas entre 20%-50% de su producción, esto concuerda con lo encontrado por Blixen *et al.* (2007) y Monroy (2019) reportando cifras altas de un 94% y 84% de la

Tabla 2. Sub-indicadores que integran el índice de Agrobiodiversidad de huertos urbanos y sus criterios de medición.

Sub-indicadores del Índice de Agrobiodiversidad	Criterios de medición	
Agrobiodiversidad espacial (Ae)	Huerto con monocultivo	0
	Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones (cultivos en maceta con pocas especies)	1
	Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos (cultivos en macetas, con diversidad media)	2
	Huerto diversificado con poca asociación entre ellos (Policultivos separados por camas)	3
	Huerto totalmente diversificado, con asociaciones y dejando plantas con funciones específicas (policultivos mezclados en camas con asociaciones funcionales)	4
Agrobiodiversidad temporal (At)	No realiza rotaciones	0
	Realiza rotaciones eventualmente	1

Tabla 3. Características de tres tipos de manejo de huertos urbanos en el municipio de Puebla, Pue. Elaboración propia con información de campo.

		Transicional al convencional (Huerto 2)	Orgánico (Huerto 1,3,5,7,8,9,10,11,12,14,15,16,18)	Transicional al agroecológico (Huerto 4,6,13,17)
Biofísicas	Clima templado subhúmedo con lluvias en verano; Rango de precipitación de 400 – 900 mm. El mes con mayor precipitación es Julio y el más seco es diciembre, el periodo continuo más largo de temperaturas sin heladas es de mediados de marzo a octubre. Un promedio de altitud en los huertos de 2100 a 2300 msnm.			
Prácticas de manejo	Control de plagas y enfermedades	Uso de insecticidas cuando es necesario	Nulo control fitosanitario, en algunos casos elaboración de productos orgánicos para su control.	Pocas plagas por manejo integral: biodiversidad funcional, elaboración de extractos.
	Control de arvenses	Acolchado con plástico	Control manual	Control manual, Acolchado con hojas, coberturas verdes
	Manejo de suelo	Aplicación de fertilizantes químicos	Aplicación de fertilizantes orgánicos composta, lombricomposta a veces comprada, algunos cuentan con espacio para composta, harina de rocas, microorganismos comprados.	Aplicación de composta propia, lombricomposta, bioles y fermentos elaborados por ellos mismos, harina de rocas.
	Agrobiodiversidad	Monocultivo en invernadero.	Policultivos diversos según el espacio: macetas, huacales, camas.	Policultivos con asociaciones benéficas y rotaciones, en su mayoría camas de cultivo en invernadero y a cielo abierto.
	Manejo del Agua	Captación de agua de lluvia y sistema de riego tecnificado.	Sin sistema de captación de agua de lluvia ni sistema de riego.	Sistemas de captación rústicos, sin sistema de riego.
	Insumos externos	Nivel Alto	Nivel Medio	Nivel bajo
	Conservación de la semilla	Semilla mejorada, no sabe de dónde proviene su semilla.	Distintos tipos de semilla: mejoradas, nativas, criollas. Compra plántulas, pocos cuentan con almácigos o dejan plantas en campo para semilla.	Distintos tipos de semilla, algunos compran plántulas la mayoría ya cuenta con semilleros propios y adaptadas a las condiciones locales.
Socioeconómicas	Destino de la producción	Venta local predominantemente	Predominantemente para autoconsumo.	Autoconsumo y venta local.
	Nivel educativo y asistencia técnica	Alto nivel educativo y asistencia técnica agronómica en todo momento.	Nivel educativo variable según la zona, huertos familiares de la junta auxiliar de Azumiatla bajo nivel educativo pero asistencia técnica gracias a programas gubernamentales; huertos en la ciudad de Puebla con alto nivel educativo y asistencia técnica en algún momento.	Nivel educativo variable, en su mayoría alto, algunos de ellos técnicos y expertos en el tema de la producción agroecológica.
	Eficiencia productiva	Relación costo-beneficio óptimo	Relación costo-beneficio medio	Relación costo-beneficio óptimo
	Mano de obra predominante	Contratada, voluntarios.	Familiar	Contratada, Familiar

producción para autoconsumo respectivamente.

Las motivaciones que refirieron los huerteros son las siguientes: mejorar su alimentación, el aprendizaje continuo en el huerto como un espacio pedagógico y de

práctica, para la apropiación del espacio público, para el establecimiento de proyectos sustentables que los apoyen en su economía, como un espacio de capacitación a otros huerteros que les permita reivindicar al campo,

estos argumentos concuerdan con lo encontrado por Caporal (2017), Guzmán (2020), que refieren las mismas motivaciones.

Se encontraron un total de 143 especies de plantas cultivadas en los huertos, de los cuales destacan con 6-9 menciones las siguientes: jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), cebolla (*Allium cepa*), limón (*Citrus limon*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), aguacate (*Persea americana*, Mill.), apio (*Apium graveolens*) y aromáticas como cilantro (*Coriandrum sativum* L.), menta (*Mentha x rotundifolia*), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), romero (*Salvia rosmarinus*) y ruda (*Ruta graveolens*).

A cada huerto de estudio se le colocó un número con el que será identificado en todos los resultados subsecuentes, en la tabla 3 se muestran los huertos que corresponden a los tres tipos de manejo encontrados en el municipio de Puebla y sus características generales.

El sistema huerto urbano de referencia es el orgánico, ya que concuerda con la definición de Astier *et al.* (2008), que lo caracteriza como un sistema típico de la región, para el caso del municipio la mayoría de los huertos tienen un manejo libre de agroquímicos procurando algunas prácticas que fomentan la biodiversidad, el uso de fertilizantes orgánicos y fermentados, control de plagas con extractos elaborados por ellos mismos o comprados,

pero como lo menciona Altieri y Toledo (2010) sólo existe una sustitución de insumos, y no hay un rediseño del agroecosistema encaminado a optimizar los ciclos que ocurren dentro de huerto. (Fig. 2)

Se encontraron dos sistemas alternativos, qué para este estudio se toman como atípicos: el transicional al convencional (Fig. 4) y el transicional al agroecológico (Fig.3), en ambos casos las prácticas de manejo son híbridas, el primero combina algunas prácticas orgánicas con la agricultura convencional y el segundo integra algunas prácticas que fomentan los principios agroecológicos.

6.2 Medición y Monitoreo de Indicadores

Se encontraron 8 puntos críticos negativos que son: Falta de organización, falta de tiempo y espacio, falta de socialización, falta de innovaciones, falta de agua, apoyos gubernamentales insuficientes, dependencia de insumos externos; y 4 puntos críticos positivos: conciencia social, ecológica y política, satisfacción por su trabajo en el huerto, alta diversificación de cultivares, practicas orgánicas que cuidan el medio ambiente. Los resultados de los indicadores se pueden observar en la tabla 4, donde viene los máximos niveles para la sustentabilidad, el promedio por cada tipo de manejo y su estandarización porcentual.

El sistema alternativo transicional al agroecológico es

Tabla 4. Promedio de la evaluación por tipos de manejo de 18 huertos del Municipio de Puebla, Puebla, México (elaboración propia con información de campo)

INDICADOR	VALOR ÓPTIMO	TRANSICIONAL AL CONVENCIONAL		ORGÁNICO			TRANSICIONAL AL AGROECOLÓGICO		
1. Relación costo beneficio	≥0.75 (Modificado de Monroy, 2019)	0.93	100%	0.27	Min. 0.02 Max. 1.02	25%	0.91	Min. 0.5 Max. 3.2	40%
2. Número de nuevas prácticas o tecnologías	≥4 (Máximo encontrado)	1	25%	0.75		19%	1.6		35%
3. Número de Intercambio de saberes y colaboraciones	≥4 (Máximo encontrado)	0	0%	3.66		81%			90%
4. Independencia de insumos externos.	≤1 (Mínimo encontrado)	4	50%	3.08		73%	2		80%
5. Grado de Apoyo	100% (Rendón, 2004)	50%		25%			45%		
6. Porcentaje de participación de ambos géneros	50%/50% de participación = 100%	100%		23%			40%		
7. Grado de Satisfacción	Muy satisfecho= 100% (Sarandón <i>et al.</i> , 2006)	100%		92%			100%		
8. Nivel educativo y técnico	Responsable técnico con acceso a capacitaciones = 100% (Rendón, 2004)	75%		73%			75%		
9. Tipo de control de plagas y enfermedades	Sin plagas por manejo agroecológico del huerto = 100% (prácticas agroecológicas Nicholls <i>et al.</i> 2016).	0%		50%			75%		
10.Tipo de semillas y su conservación	Ocupa en su mayoría semillas criollas o nativas que se obtienen de semilleros propios = 100% (prácticas agroecológicas Nicholls <i>et al.</i> 2016)	25%		35%			85%		

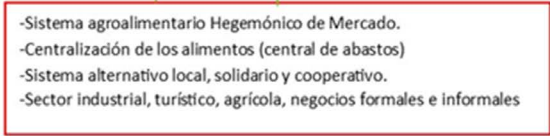


Fig. 2 Diagrama del sistema de referencia: huertos urbanos orgánicos del municipio de Puebla, Puebla, México. Fuente: Elaboración propia con información en campo del 2021.



Fig. 3 Huerto Sembrarte ubicado en el Tianguis alternativo de Puebla, categorizado como Transicional al agroecológico.

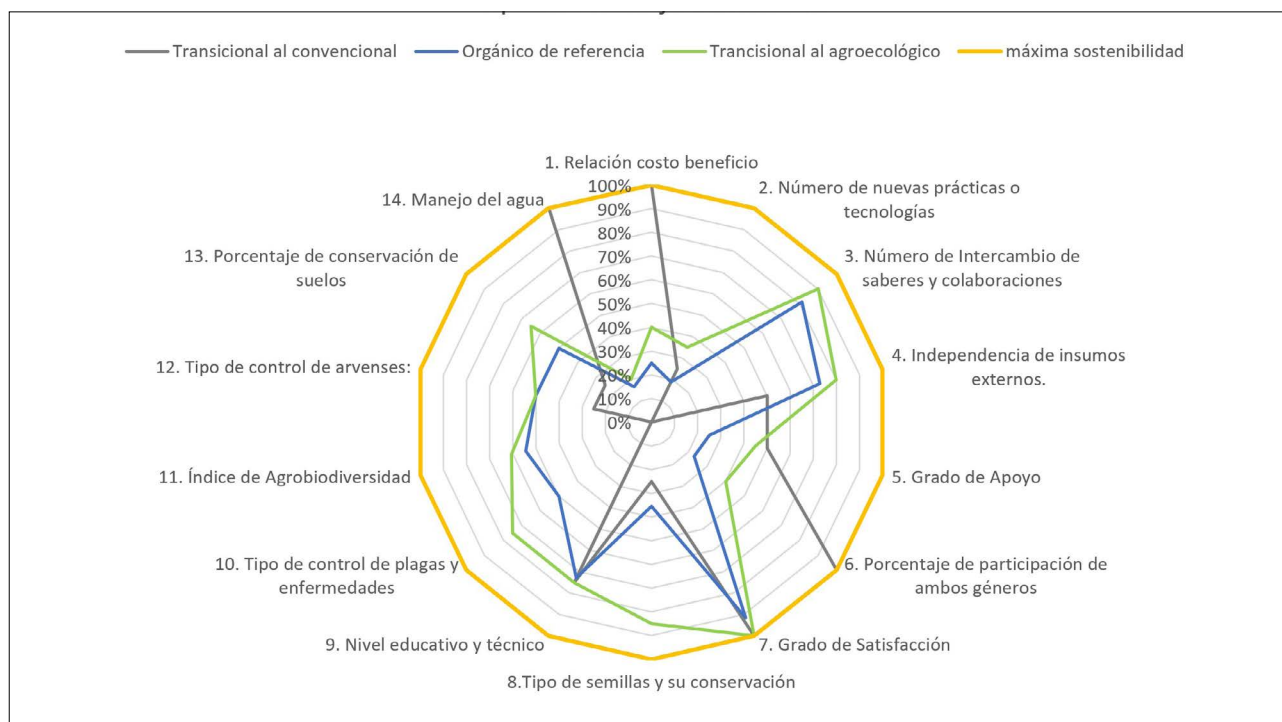


Gráfico 1. Tipos de indicadores de manejo de huertos.

el más sustentable al ser el más cercano a los óptimos y tener mayor estabilidad, resiliencia y confiabilidad por lo que se acepta nuestra hipótesis alternativa.

El sistema alternativo convencional es el menos sustentable en la dimensión ecológica, ya que es el único que tiene algunas prácticas de la agricultura convencional; sin embargo, cuenta con ecotecnologías para el manejo de residuos orgánicos (Fig. 4). El sistema Orgánico se encuentra en niveles intermedios.

6.2.1 Productividad

Masera *et al.* (2000) define la productividad como “la capacidad del agroecosistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios en un tiempo determinado”. Se propusieron en este estudio el indicador relación be-neficio/costo medido como la capacidad de retorno eco-nómico con respecto a la inversión de trabajo y dinero

por parte de los agricultores urbanos, se relaciona con los siguientes factores: el objetivo del huerto, la cantidad de espacio y su viabilidad para la producción, la inversión inicial, la elección de cultivares, el tiempo que se le dedica al trabajo y su consolidación a través de él. Se encontró que el huerto 2 con manejo transicional al convencional que tiene dos años y medio de funcionamiento, 400 metros cuadrados de monocultivo de jitomate en invernadero, que tiene como finalidad la venta de la producción, a pesar de tener una inversión inicial de \$96000 tiene valor óptimo de este indicador; en el caso del transicional al agroecológico es variable, teniendo como promedio 40%, destacando el huerto 7 con 100% del indicador, que tiene 8 años funcionando en un espacio de 200 metros cuadrados con más de 48 especies sembradas en camas, y tiene como objetivo el desarrollo del arte, la pedagogía y la venta local. Los niveles más bajos del



Fig. 4. Huerto de la asociación “donadores altruistas” categorizado como transicional al convencional, monocultivo, insumos químicos y tecnologías para gestión de residuos orgánicos.

indicador son de los huertos orgánicos con un promedio de 25% destacando el huerto familiar 9 de la junta auxiliar de Azumiatla que es de tan sólo 2 metros cuadrados, con 19 especies de plantas cultivadas en dos camas y macetas recicladas distribuidas verticalmente en la pared optimizando el espacio, no tuvo inversión inicial porque se reciclaron materiales, el objetivo del huerto es el autoconsumo y la elaboración de tinturas medicinales. Sólo 4 huertos (tabla 5) tienen un retorno de la inversión de dinero y trabajo, esto concuerda con lo encontrado con Monroy (2019), que reporta que un 84% de los huertos del PESA-FAO en Tlaxcala tienen de 0 a 0.25 de este indicador. Calderón (2016) reporta que la producción urbana en Chiapas no alcanza a satisfacer las necesidades de autoconsumo ya que un 42% de entrevistados refiere tener poca producción y el 17% dice que es simbólica, sin embargo, también expresa la relación entre la baja producción con la falta de espacio o su falta de optimización.

Aunque es importante la viabilidad económica, se debe destacar que hay un aporte a la salud física y mental relacionado con la modificación de la alimentación y la recreación en un espacio armónico, Audate, *et al.* (2019), Litt, *et al.* (2011) reportan un aumento del consumo de frutas y verduras frescas en los huerteros con respecto a los que no se dedican a esta actividad, mejorando la dieta. Esta relación entre el cambio de alimentación y la salud aporta un ahorro económico familiar pues disminuye el gasto de consultas médicas y medicinas que hay que tomar en cuenta para estudios subsecuentes. Guzmán *et al.* (2020a) mide para el atributo productividad el indicador “beneficios percibidos” en huertos en la CDMX donde refieren que las actividades en el huerto les ayudan a desestresarse y reconectar con la naturaleza. Ribeiro *et al.* (2015) concluye que la agricultura urbana agroecológica en Sao Paulo Brasil es una herramienta que promueve la salud creando ambientes favorables, la multiplicación de “saberes” de salud y medio ambiente. Funes y Vázquez, 2016 en Altieri y Nicholls (2019) reporta que en Cuba los huertos intensivos de base agroecológica alcanzan en promedio 15-20 kg/m² por año.

6.2.2 Adaptabilidad

Se propusieron dos indicadores para su medición: El número de nuevas prácticas o tecnologías, ya que se consideran las innovaciones tecnológicas importantes en la capacidad del agroecosistema para enfrentar adversidades y mantenerse. Se encontró que el nivel de innovaciones en todos los huertos es muy bajo en su mayoría son del 0 al 25% y sólo en los huertos con manejo transicional al agroecológico hay un porcentaje mayor de innovaciones. Guzmán (2020) reporta 8 técnicas innovadoras que se consideran ecológicas presentes en los huertos de la CDMX y en el caso del municipio de Puebla sólo se reportan 4.

El indicador “número de Intercambio de saberes y colaboraciones” se consideró porque la socialización de saberes entre agricultores urbanos es importante pues se realiza un aprendizaje colectivo que les permite afianzar las experiencias a través del tiempo, Altieri y Toledo (2010)

mencionan que la Agroecología se basa en procesos derivados de la propia experimentación de los agricultores y de su capacidad para transmitirlos de manera horizontal. En este indicador los niveles más altos fueron encontrado en el huerto alternativo transicional al agroecológico y los huertos orgánicos, ya que 4 de las experiencias reportadas tienen como objetivo la transmisión del conocimiento de agricultura urbana, además, los huertos familiares de Azumiatla forman parte de un programa de gobierno estatal que da capacitaciones constantes, formándose una pequeña comunidad de horticultores urbanos que comparten sus saberes.

6.2.3 Autosuficiencia, autogestión, equidad

La autosuficiencia se define como la capacidad del agroecosistema de regular sus relaciones con el exterior (Masera *et al.*, 2000). Está determinado por el indicador Independencia de insumos. La mayoría de los huerteros compra pocos insumos para mantener el huerto, en el promedio de los tipos de manejo el nivel más bajo de este indicador es del huerto transicional al convencional por la gran cantidad agroquímicos de los que dependen (fertilizantes y pesticidas) y los más altos con un 85% de independencia es el alternativo transicional al agroecológico y el huerto orgánico. Esto concuerda con lo encontrado con Calderón (2016) que reporta que la agricultura urbana en Chiapas es de bajos insumos ya que se usan semillas propias, fertilizantes naturales y tierra del mismo predio. Difiere con lo encontrado por Monroy (2019) que reporta una dependencia de 61-100% de los insumos dentro del 76% de los huertos que estudió del PESA-FAO en Tlaxcala.

Masera (*et al.*, 2000) define la equidad como la capacidad del sistema para distribuir de manera justa los beneficios del agroecosistema inter e intrageneracional. En esta investigación se midió la equidad de género, es decir, la participación entre géneros para poder acceder a los beneficios de la producción en el agroecosistema, con el indicador “porcentaje de participación de ambos géneros” resultando muy baja la equidad para los huertos orgánicos y transicional al agroecológico ya que en algunos casos sólo hay participación de un género, en caso de los huertos familiares se documentó baja participación de los demás integrantes de la familia, por lo que, los beneficios no se reparten equitativamente de acuerdo al trabajo realizado dentro del huerto. En el caso de los huertos comunitarios, refirieron la baja participación de los vecinos, al no tener interés. El único huerto en el que había participación equitativa del 100% es en el transicional al convencional esto sucede porque es de una AC. Que se dedica a ayudar a niños que se encuentran internados en el hospital del niño poblano y llegan muchos voluntarios hombres y mujeres a participar en él.

El segundo indicador que es grado de apoyo recae en el atributo autosuficiencia y equidad, y se refiere a la cantidad de ayuda monetaria o en especie que se les otorga a los huerteros por instituciones públicas o privadas, los resultados apuntan un 25% para el orgánico y 50% para el transicional al agroecológico y el transicional

al convencional, indicando una falta de apoyo gubernamental o de otras organizaciones. En un “sistema capitalista agroalimentario” en el que estamos inmersos, donde las problemáticas como la desigualdad, la pobreza alimentaria y la desnutrición son estructurales como lo señala Holt-Gimenez (2017), el gobierno debe disminuir la brecha de desigualdad y poner al alcance todo lo necesario para detonar los huertos urbanos focalizados en las juntas auxiliares con mayor pobreza del municipio.

6.2.5 Estabilidad, resiliencia, confiabilidad

Se define la estabilidad como la capacidad del agroecosistema de tener beneficios constantes a través del tiempo a partir de un equilibrio dinámico, la resiliencia es la capacidad del agroecosistema de retornar al equilibrio frente a perturbaciones graves, y la confiabilidad se refiere a la capacidad de retornar al equilibrio frente a pequeñas perturbaciones cotidianas (Maser *et al.*, 2000).

En esta investigación se les da más peso a estos atributos por ser muy importantes para la sustentabilidad socio-ecológica, por lo que se toman en cuenta 8 indicadores: grado de satisfacción por el trabajo en el huerto, nivel educativo y asistencia técnica, tipo de control de plagas y enfermedades, tipo de semillas y su conservación, índice de Agrobiodiversidad de los cultivos, tipo de control de arvenses, porcentaje de conservación de suelos, tipo de sistema de riego.

El grado de satisfacción es el indicador con los niveles más altos en todas las categorías y es muy importante para la permanencia del huerto a través del tiempo, ya que los responsables no dejarían su actividad productiva a pesar de tener otras actividades. En la horticultura del municipio se invierten en promedio 17.2 horas semanales. Calderón (2016) señala que la es una actividad secundaria, por esta razón la falta de tiempo es un punto crítico, Moreno-Gaytan *et al.* (2019) reportan que el 80% de los entrevistados refieren que la falta de tiempo es el motivo más importante para no realizar la agricultura urbana.

El nivel educativo y asistencia técnica que tienen los productores nos habla del acceso a capacitación para hacer frente a nuevos retos en el proceso productivo y seguir ampliando sus conocimientos respecto al agroecosistema y su manejo, por ende, mantener la estabilidad y tener mejor resiliencia ante los pequeños o grandes cambios. En este indicador 12 de los productores se encuentran en un 75 a 100% y sólo uno tiene un valor de 25% indicando un buen acceso a capacitación y seguimiento por parte de programas estatales como “huertos familiares” de la secretaría del trabajo y “huertos escuela” del municipio de Puebla. Esto concuerda con lo encontrado por Clavijo y Cuvi (2017) que reporta que el 44% de los huerteros entrevistados en Quito ya había conformado asociaciones alrededor de esa actividad y el 92% participaba en capacitaciones de agricultura urbana.

En el indicador tipo de control de plagas y enfermedades, 9 de los huerteros realizan un manejo biológico de plagas utilizando distintos remedios con extractos de plantas que se encuentran en sus huertos, sólo dos

huerteros categorizados como transicionales al agroecológico refiere no tener plagas por el cambio de manejo que ha realizado a través de la experiencia, colocando plantas con diferentes funciones algunas repelentes de insectos y otras atrayentes de insectos benéficos, además de otras prácticas que fomentan la salud de las plantas en el agroecosistema; por lo que es la categoría mejor calificada.

El indicador tipo de semillas y su conservación, 10 de los productores urbanos utilizan semillas mejoradas o plántulas que compran en Atlixco (2 productores) y 8 dejan algunas de sus plantas para semilla, y están en su mayoría en la categoría transicional al agroecológico; Calderón (2019) reporta en los huertos urbanos de la base social de Chiapas que la mayoría utiliza sus propias semillas y difiere con lo encontrado por Clavijo y Cuvi (2017) que reportan que sólo el 12% de los entrevistados en los programas de agricultura urbana de Ecuador generan su propia semilla.

El índice de Agrobiodiversidad de los cultivos tiene los valores más altos en los huertos categorizados como transicional al agroecológico que refleja una alta riqueza de especies en los huertos, rotación de cultivo y asociaciones de cultivo. El nivel más bajo es de la categoría transicional al convencional al tener monocultivo sin posibilidad de asociaciones y no realizar rotación.

El indicador tipo de control de arvenses refleja un control manual calificado como 50% en 17 huertos, sólo en el transicional al convencional se realiza un manejo con cubierta plástica.

El porcentaje de conservación de suelos refleja el uso de fertilizantes orgánicos exclusivamente en 14 huertos, sólo un huertero utiliza INOCREP que Morales-García *et al.* (2020) describe como un complejo inoculante multi-especie de segunda generación; y otro huertero de la categoría transicional al agroecológico realiza una nutrición integral del suelo y lo protege con acolchados y cultivos de cobertura.

El tipo de sistema de riego es el indicador peor evaluado, siendo el agua un punto crítico para la sustentabilidad en el municipio de Puebla, donde 11 de los huerteros no tiene sistema de riego ni de captación de agua de lluvia, reflejando que no se han trabajado en innovaciones para la gestión óptima del recurso hídrico.

7. Conclusiones y recomendaciones

A partir de la metodología de MESMIS se logró caracterizar y evaluar los huertos urbanos del municipio de Puebla y con el conocimiento adquirido se construye la base para una transición agroecológica en los sistemas estudiados, ya que se pueden realizar propuestas claras sobre lo que pueden mejorar para afianzar la sustentabilidad en todas sus dimensiones, para ello, los resultados se tienen que analizar por experiencia individual para establecer conjuntamente planes a corto, mediano y largo plazo. A partir de la consolidación de las experiencias, se puede realizar una propuesta de política pública integral, horizontal y con visión agroecológica que tome en cuenta estos espacios para capacitar a diferentes sectores de la

población, sobre todo, los que se encuentran en las juntas auxiliares con más pobreza de la ciudad.

Para tener una gestión óptima del agua se debe incentivar a especialistas de las universidades con convenios gubernamentales a invertir en perfeccionar sistemas de captación de agua de lluvia y sistemas de riego por goteo con materiales reciclados o de bajo costo y qué dichas tecnologías sean apropiadas por los huerteros a partir de programas sociales.

Cada huerto tiene sus propias características, en algunos casos las prácticas de manejo son compartidas por los sistemas que categorizamos por orgánicos con los que se encuentran en transición, y nos hablan de un sincretismo producto de la “globalización del campo”, a pesar de ello, la distinción entre un huerto agroecológico y uno orgánico no sólo reside en sus prácticas dentro del agroecosistema, sobre todo, en la conciencia social y política encaminada a la transformación del sistema agroalimentario capitalista, por ello, se recomienda en próximos estudios honrar en indicadores de carácter social que nos ayuden a comprender mejor estas relaciones.

Es muy difícil qué en espacios pequeños se pueda tener una producción suficiente para abastecer la demanda familiar, sin embargo, puede ser también una fortaleza porque surge la necesidad de entablar relaciones sociales y repensar el individualismo que el sistema capitalista estableció en nuestra sociedad, emergiendo nuevas redes de intercambio, venta y distribución de productos que sean justos y solidarios; reestructurando además el tejido social roto, socializando el conocimiento. Por esta razón, se recomienda a partir de la base de datos que se formó en esta investigación incentivar a la formación de una red que fomente el intercambio de saberes, semilla y productos excedentes; asimismo, impulsar el establecimiento de una ley de huertos urbanos, entre muchas otras acciones políticas para dirigir al municipio a la soberanía alimentaria.

8. Agradecimientos

A los huerteros del municipio de Puebla, qué con su esfuerzo siembran esperanza y transformación, que a pesar de la pandemia nos abrieron las puertas de su conocimiento y experiencia. Agradecemos al CONAHCYT por su financiamiento en todas las etapas de esta investigación, que es parte del proyecto PRONAI de soberanía alimentaria titulado: “Casa de la semilla y huertos urbanos agroecológicos en la región centro de Puebla: una estrategia necesaria de transformación hacia la soberanía alimentaria”, nuestro reconocimiento porque a través de ellos se fomenta la participación de estudiantes y científicos en la solución de problemáticas sociales.

9. Bibliografía

Altieri, M. (1997). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. CIED. Perú. <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>

- Altieri, M. (2009). Agroecology, small farms and food sovereignty, *Monthly. Review*, 61(3):102-111 https://www.researchgate.net/publication/270953552_Agroecology_Small_Farms_and_Food_Sovereignty
- Altieri, M. & Nicholls, C. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las naciones unidas para el medio ambiente, México, Df. <http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2%5B1%5D.pdf>
- Altieri, M. & Nicholls, C. (2019). Agroecología Urbana: Diseño de Granjas Urbanas Biodiversas, Productivas y Resilientes. *Boletín científico 2. CELIA*. <http://celia.agroeco.org/wp-content/uploads/2019/03/Boletin-CELIA-2.pdf>
- Altieri, M. & Toledo, V. (2010). La revolución agroecológica de América Latina: Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. (42):1-34 <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ilsa/20130711054327/5.pdf>
- Astier, C., Masera, C., Omar, R., Galván, M. & Yankuic, M. (2008). *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque multidimensional*. El colegio de la frontera sur: Universidad Nacional Autónoma de México. Mundi-prensa México. https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf
- Audate, P. P., Fernandez, M. A., Cloutier, G., & Lebel, A. (2019). Scoping review of the impacts of urban agriculture on the determinants of health. *BMC Public Health*, 19(1):672. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6885-z>
- Ávila, H. (2019). Agricultura urbana y periurbana: Reconfiguraciones territoriales y potencialidades en torno a los sistemas alimentarios urbanos. *Investigaciones geográficas, UNAM*. 28: 1-21.
- Bilxén, C., Colnago, P., González, N., Márquez, C., & Chiappe, M. (2007). Indicadores de sustentabilidad para la agricultura urbana. Seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos. Sostenibilidad e indicadores. Almería. <http://www.indirural.ual.es/descargas/docDescargas/2-6.pdf>
- Calderón, A. (2016). Agricultura urbana familiar en una ciudad media en Chiapas. Implicaciones para la sustentabilidad urbana. *Estudios sociales*. 26 (48): 103- 129 <https://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v26n48/0188-4557-estsoc-26-48-00101.pdf>
- Caporal, C. (2017). *La agricultura urbana para construir proyectos alternativos alimentarios, ambientales y sociales en los municipios de Puebla, Cuatlancingo y San Andrés Cholula*. [Tesis de doctorado, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/1124>
- Ceccon, E. (2018). La revolución verde: tragedia en dos actos. *Ciencias* (1):20-29. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64411463004.pdf>
- Clavijo, C. & Cuvi, N. (2017). La sustentabilidad de las huertas urbanas y periurbanas con base agroecológica: el caso de Quito. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 21: 68-91 URL: <https://>

- www.researchgate.net/publication/315503449_La_Sustentabilidad_de_huertas_urbanas_y_periurbanas_con_base_agroecologica_en_Quito
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. <https://www.fao.org/documents/card/es/cc0640es>
- Funes, F., & L. Vázquez. (2016). *Avances de la agroecología en Cuba*. Matanzas, Editora Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.
- Gallopín, G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. CEPAL, proyecto "evaluación de la sostenibilidad de américa latina y el caribe", Santiago de Chile. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gliessman, S., Rosado-May, F., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., Jaffe R. (1997). Agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible. LITOCAT, Turrialba, Costa Rica. <https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/agroecologia-procesos-ecolc3b3gicos-en-agricultura-sostenible-stephen-r-gliessman.pdf>
- Gliessman, S; F Rosado-May, Guadarrama-Zugasti, C; Jedlicka, J; Cohn, A; Méndez, V; Cohen, R; Trujillo, L; Bacon, C & Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Ecosistemas 16 (1): 13-23. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/134>
- Guzmán, K. (2020). *Contribución de los huertos urbanos comunitarios a la sostenibilidad local: Evaluación de experiencias de la ciudad de México*. [Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de México]. https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/11P837VVKU6ILYMHC4D37HYBN1GE5FPNBGXEGKRSUSQGFJ5JK-02800?func=full-set-set&set_number=628186&set_entry=000003&format=999
- Guzmán, K.; Moreno-Calles, A.; Casas, A.; Blancas, J. (2020a). Contributions of Urban Collective Gardens to Local Sustainability in Mexico City. Sustainability 12(18):7562. <https://doi.org/10.3390/su12187562>
- Holt-Giménez, E. (2017) *El capitalismo también entra por la boca*. Monthly Review Press y Food FirstBooks.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Puebla, Puebla. <https://docplayer.es/39455058-Prontuario-de-informacion-geografica-municipal-de-los-estados-unidos-mexicanos-puebla-puebla-clave-geoestadistica-21114.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Número de habitantes por municipio del estado de Puebla. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/pue/poblacion/default.aspx?tema=me&e=21>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020a). Carencias por acceso a la alimentación municipal 2020. https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza_municipal/2020/indicadores_sociales_15-20.html
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020b). Pobreza por localidad urbana 2020. <https://municipal-coneval.hub.arcgis.com/>
- Promoción del desarrollo sostenible (IPBES) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). *Memorias AU. Experiencias de agricultura urbana y periurbana de América Latina y el Caribe*. Santiago Chile.
- Litt, J., Soobader, M., Turbin, M., Hale, J., Buchenau, M., Marshall, J. (2011). The influence of social involvement, neighborhood aesthetics, and community garden participation on fruit and vegetable consumption. Am J Public Health. 101 (8): 1466-1473. doi: 10.2105/AJPH.2010.300111.
- Luffiego, M., & J. Rabadán. (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. Enseñanza de las ciencias 18 (3):473-86. https://www.researchgate.net/publication/39141174_La-evolucion-del-concepto-de-sostenibilidad-y-su-introduccion-en-la-ensenanza
- Masera, O., Astier, M., López-Riadura, S. (2000). *Sustentabilidad de recursos naturales. El marco de evaluación del MESMIS*. Mundi-prensa, México. https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/MESMIS.pdf
- Méndez, V., Bacon, C. & Cohen R. (1993). La Agroecología como un enfoque transdisciplinar, participativo y orientado a la acción. Agroecología 8(2):9-18. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/212061/168351>
- Monroy, M. (2019). *Evaluación de sostenibilidad de los huertos familiares implementados por PESA en Tlaxcala* [Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Chapingo]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/7706f1d6-f946-4a04-8881-2b6c1e6289b3/content>
- Moreno-Gaytan, Jiménez-Velázquez, Hernández-Juárez. (2019). Sustentabilidad y agricultura urbana practicada por mujeres en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Valle de Chalco Solidaridad. Estudios sociales 29(54): 2-33 <https://www.scielo.org.mx/pdf/esracdr/v29n54/2395-9169-esracdr-29-54-e19795.pdf>
- Morales-García, YE., Juárez-Hernández, D., Hernández-Tenorio, A., Muñoz-Morales J., Baez, A., Muñoz-Rojas, J. (2020). Inoculante de segunda generación para incrementar el crecimiento y salud de plantas de jardín. Alianzas y Tendencias BUAP. 5(20):136-54. <https://drive.google.com/file/d/1hnGVyOqfJdrs8F-LIXeE5FrL1H6MP6nU/view>
- Nicholls, C., Altieri, M., y Vázquez, L. (2016). Agroecology: principles for the conversion and redesign of farming systems. Journal of Ecosystem, S5:010
- Pérez-Vitoria, S. (2010). La Riposte des paysans, París, Actes Sud. <https://journals.openedition.org/etudesrurales/9463>

- Plan agrario municipal 2019-2020. Secretaría de desarrollo urbano y sustentabilidad.
- Rendón, M. (2004). *Evaluación comparativa de sustentabilidad en sistemas agrícolas convencionales, mixtos y orgánicos de México* [tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Chapingo].
- Ribeiro, S., Maria Bógus, C., & Wada Watanabe, H. (2015). Agricultura urbana agroecológica na perspectiva da promoção da saúde. *Saúde e Sociedade*, 24(2), 730-743.
- Sarandón S.J. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (Sarandón SJ, ed.). Ediciones Científicas Americanas. https://www.researchgate.net/publication/324896530_Sarandon_SJ_2002_AGROECOLOGIA_El_camino_hacia_una_agricultura_sustentable_Editor_Ediciones_Cientificas_Americanas_La_Plata_560_pgs_ISBN987-9486-03-X
- Sarandón, S. y Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Revista Agroecología* 4: 19-28 https://www.colpos.mx/wb_pdf/Veracruz/Agroecosistemas/lectura/28.pdf
- Sarandón, S. & Flores, C. (2014). Manejo de la biodiversidad en Agroecosistemas. La plata, Argentina. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*, (p. 342-373) <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/72>
- Sarandón S.J., M.S. Zuluaga, R. Cieza, C. Gómez, L. Janjetic & E. Negrete. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Revista Agroecología* 1: 19-28. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14/5>
- Sevilla, E. (2006). De la Sociología Rural a la Agroecología, Barcelona, Icaria. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=282813>
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). (2020). Servicio de Anuario estadístico de mercados nacionales Central de Abasto Puebla. <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
- Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2017). Cierre estadístico de producción agrícola. <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Torres, P. (2011). Sustentabilidad de huertos familiares en la comunidad de Tziscão, La Trinitaria, Chiapas. [Tesis de maestría. Colegio de la frontera sur (ECOSUR)]. https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1646/1/100000033528_documento.pdf
- Villavicencio, A. (2014). *Estudio de la sustentabilidad del sistema de producción en la zona de autosuficiencia de la parroquia de San Joaquín*. [Tesis de maestría. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6636/1/UPS-CT003271.pdf>
- Villavicencio-Valdéz; Suzán-Azpiri; Ribeiro-Palacios & Altieri M.A. (2015). Construyendo resiliencia socioecológica en huertos urbanos y periurbanos en Querétaro; adaptaciones urbanas ante el desafío de la soberanía alimentaria y el cambio climático. Hacia la activación de un diálogo de saberes de urbicultor a urbicultor. Memorias del V congreso de agroecología. La plata argentina. SBN 978-950-34-1265-7