

2025

Resiliencia socioecológica en huertos urbanos y
periurbanos de la ciudad de Querétaro.

Gabriela Valeria Villavicencio
Valdez



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales

Resiliencia socioecológica en huertos urbanos y periurbanos de la ciudad de Querétaro

Tesis
Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Doctora en Ciencias Biológicas

Presenta
Gabriela Valeria Villavicencio Valdez

Dirigido por:
Dr. Humberto Suzán Azpiri

Santiago de Querétaro a 02 de octubre de 2025

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciatario no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:

 **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciatario.

 **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

 **SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales

Resiliencia socioecológica en huertos urbanos y periurbanos de la ciudad de Querétaro

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Doctora en Ciencias Biológicas

Presenta:
Gabriela Valeria Villavicencio Valdez

Dirigida por:
Dr. Humberto Suzán Azpiri

SINODALES

Dr. Humberto Suzán Azpiri
Presidente

_____ Firma

Dr. Miguel Ángel Altieri
Secretario

_____ Firma

Dra. Norma Eugenia García Calderón
Vocal

_____ Firma

Dra. Karina Alethya Acevedo Whitehouse
Suplente

_____ Firma

Dr. Raúl Francisco Pineda López
Suplente

_____ Firma

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
26 de Septiembre de 2025
México



Vestigios del huerto comunitario ubicado en la colonia Menchaca, Querétaro, hoy una caseta de policía lo reemplaza como estrategia municipal antiviolencia en la zona (Foto: Gabriela Villavicencio, 2016).



Ejemplo de huerto comercial de una cafetería local ubicada a un costado del libramiento Surponiente, en la periferia urbana de San José de Los Olvera, Querétaro (Foto: Gabriela Villavicencio, 2016).

Resumen

La presente investigación se suma a la literatura emergente sobre la creación de heterotopías urbanas que intentan restaurar la fractura metabólica del proceso de civilización urbano y su deuda con el medio rural, a partir de la toma de conciencia de la producción de alimentos sanos de pequeña escala. Desde las ciudades se está potencializando la imaginación y la construcción de alternativas integrales de carácter antisistémico, inspiradas por las experiencias de autonomía y organización campesina. Comprendiendo los claros límites de las burocracias del Estado, su adelgazamiento o nulo apoyo presupuestario; la forma en la que las estrategias de ajuste estructural están sacando al Estado del centro en las ciudades latinoamericanas, perpetuando la dependencia de anteriores metrópolis y marginalizando a sus pobladores, se vienen dando desde hace tiempo, de forma subalterna alternativas que surgen del tejido de la sociedad urbana. Este estudio exploratorio se suma a la literatura emergente que muestra las clases y sectores subalternos de la ciudad que han y siguen recuperando la agencia personal y colectiva gracias a la experimentación y circulación de saberes, que aprenden el arte de la autogestión, la autoorganización, el autogobierno y la búsqueda de soluciones creativas para una alimentación adecuada frente a los retos que provocan desiertos de comida, tiendas de conveniencia con alimentos ultraprocesados y la desafiante inflación incremental de precios desde la crisis de 2008.

El estado actual y el potencial de la agroecología urbana para la Zona Metropolitana de Querétaro es contastante. Por un lado, la ciudad registra la segunda tasa de mayor crecimiento del país (INEGI, 2020) y es la segunda también con el índice de mayor competitividad nacional (ICE, 2024), por el otro, resulta paradójico en términos de justicia social y muestra una desesperanza de ascenso social al ser la entidad “top ten” en los índices de suicidio, debido a los altos índices de desigualdad y a que una de las causas sea que las personas dejan de alimentarse sanamente con alimentos frescos y nutritivos antes de tener pensamientos de riesgo.

Fuera del canon formalista del diseño ecológico urbano, las estrategias adaptativas ciudadanas se convierten en una posibilidad no visibilizada y aún sin aprovechar. La creciente intensidad de las sequías y lluvias y sus consecuencias metropolitanas en inundaciones, revelan la falta de planeación urbana hacia la sostenibilidad y la inclusión. El

cambio climático parece convertirse en la única fuerza capaz de revertir la tendencia hacia la creación de infraestructura del capital desarrollista de la “ciudad formal” y adaptarla no por prevención o planeación sino por necesidad, con diques captores de agua pluvial y sistemas hidráulicos en una ciudad con alta propensión a inundaciones por suelos arcillosos. Así, la lógica racional ciudadana que calcula el costo de oportunidad del cuidado del huerto parece verse compensado al satisfacer la necesidad de pertenencia y de toma de conciencia colectiva. El beneficio de este goce mantenido a través del tiempo, tiene el potencial de transformar la forma en la que consumimos y nos vinculamos con otros en la ciudad.

En la presente investigación se muestran 28 de 34 estrategias adaptativas encontradas que ya hacen frente a la falta de disponibilidad, acceso y calidad de alimentos frescos. Las 145 variedades de hortalizas identificadas presentan adaptaciones a las condiciones climáticas y edáficas de los sitios urbanos y periurbanos. Las prácticas de manejo en predios de aproximadamente 180 m² como mínimo para su viabilidad económica y con tenencia al uso privado de la tierra, revelan las ventajas del manejo agroecológico sobre el convencional para sostener la diversidad. Estas prácticas se vinculan a la memoria biocultural del urbicultor, mismas que será importante continuar documentando en futuras intervenciones. Se analizan las prácticas agroecológicas que podrían estar crear las condiciones para la práctica de la *urbicultura*, que comprenden estrategias y redes de apoyo mutuo para cultivar comida en la ciudad. Dichas prácticas pueden ser adoptadas tanto por familias como por estrategias más amplias de inclusión urbana institucional y mecanismos participativos de políticas públicas orientadas a la paz social y la reducción de la violencia e inseguridad en las dinámicas poblacionales de los diferentes sectores metropolitanos atravesados por las desigualdades de raza, clase y condiciones sociales.

Muchos urbicultores creando pequeños espacios de transformación, abren nuevas vetas que se antojarían sinsentido para el racional económico y especulativo, que privilegia el valor de cambio sobre el de uso de los bienes privados y públicos. Esas vetas de usos creativos ya están agrietando y transformando la ciudad.

(Palabras clave: fractura metabólica, resiliencia socioecológica, agroecología urbana, agrodiversidad, memoria biocultural, morfología y estructura edáfica)

Summary

The present research adds to the emerging literature on the creation of urban heterotopias that attempt to restore the metabolic fracture of the urban civilization process and its debt with the rural environment, based on the awareness of small-scale healthy food production. From the cities, the imagination and the construction of integral alternatives of an anti-systemic character, inspired by the experiences of autonomy and peasant organization, are being potentiated. Understanding the clear limits of State bureaucracies, their thinning or non-existent budgetary support, the way in which structural adjustment strategies are taking over and placing the State out its traditional center in Latin American cities. While perpetuating dependence on previous metropolises and marginalizing their inhabitants, alternatives that come from the fabric of urban society have been emerging in a subaltern way for some time now. This exploratory study adds to the emerging literature that shows the subaltern classes and sectors of the city that have and continue to recover personal and collective agency through experimentation and circulation of knowledge, learning the art of self-management, self-organization, self-government and the search for creative solutions for adequate food in the face of the challenges caused by food deserts, convenience stores with ultra-processed food and the challenging incremental inflation of prices since the 2008 crisis.

The current state and potential of urban agroecology for the Metropolitan Zone of Querétaro is contrasting. On the one hand, the city registers the second highest growth rate in the country (INEGI, 2020) and is also the second with the highest national competitiveness index (ICE, 2024); on the other hand, it is paradoxical in terms of social justice and shows a hopelessness of social ascent by being the “top ten” entity in suicide rates, due to the high rates of inequality and that one of the causes is that people stop eating healthy with fresh and nutritious food before having thoughts of risk.

Outside the formalist canon of urban ecological design, citizen adaptive strategies become an unseen and untapped possibility. The increasing intensity of droughts and rains and their metropolitan consequences in floods, reveal the lack of urban planning towards sustainability and inclusion. Climate change seems to become the only force capable of reversing the trend towards the creation of infrastructure for the developmentalist capital of the “formal city”

and adapting it not by prevention or planning but by necessity, with dams to capture rainwater and hydraulic systems in a city with a high propensity to flooding due to clay soils.

Thus, the rational citizen logic that calculates the opportunity cost of caring for the garden seems to be compensated by satisfying the need for belonging and collective awareness. The benefit of this enjoyment, maintained over time, has the potential to transform the way we consume and connect to each other in the city.

This research shows 28 of 34 adaptive strategies found that are already coping with the lack of availability, access and quality of fresh food. The 145 vegetable varieties identified show adaptations to the climatic and edaphic conditions of urban and peri-urban sites. Management practices in plots of approximately 180 m² as a minimum for economic viability and with private land use tenure, reveal the advantages of agroecological management over conventional management to sustain diversity. These practices are linked to the biocultural memory of the urban farmer, which will be important to continue documenting in future interventions. Agroecological practices that could be creating the conditions for the practice of *urbiculture* are analyzed, including strategies and mutual support networks for growing food in the city. Such practices can be adopted both by families and by broader strategies of institutional urban inclusion and participatory public policy mechanisms aimed at social peace and the reduction of violence and insecurity.

Many *urbicultors* -urban farmers-, creating small spaces of transformation, open new veins that would seem senseless to the economic and speculative rational, which privileges the exchange value over the use of private and public goods. These veins of creative uses are already cracking and transforming the city.

(Key words: metabolic fracture, social-ecological resilience, urban agroecology, agrodiversity, biocultural memory, soil morphology and structure)

Dedicatoria

A mi madre Sagrario, la mujer de la que vengo, por su gran amor, sus oraciones y porque
me enseñó a mirar y amar la vida.

A mi padre, quien me enseñó a indignarme y a sostenerme con el pensamiento y desde la
empatía, a ser curiosa y a encontrar en la poesía la vida que merece la pena ser vivida.

A Damián por su confianza, su escucha activa y sobre todo por acompañarme con todo
amor y sin juicios en las afinidades más arriesgadas de mi naturaleza humana y juchiteca.

A la Simona por su compañía perruna fiel e incondicional.

A los maestros con quienes he compartido vida y fuerza creadora, gracias.

Agradecimientos

Un camino de creación se transforma en contacto con los caminos de quienes también caminan en belleza. Mi experiencia en esta investigación ha sido profunda, de cambio y continuidades en mi autoconocimiento y en los vínculos que se han ido transformando. Durante estos años he aprendido a confiar en mi voz y en las ideas que nacen de mí poniendo oídos atentos a los mensajes que me andan buscando. Parte de este encuentro no habría sido sin la necesaria soledad del alma y la búsqueda auténtica de mi propósito de vida dada en las formas menos esperadas. Las cucharadas de realidad fueron la medicina para sanarme y despertar una energía de voluntad que se mantuvo a través del tiempo, latente y viva. Ha sido un placer volver con la convicción del carácter y la ligereza de no tomarme tan en serio el futuro, para entonces, celebrar un presente real.

Doy gracias a esa fuerza universal que me ha protegido tanto y tantas veces. Por cada una de las experiencias que me han transformado en la mujer que dormía en la profundidad de mi subconsciente, ella ha vuelto y está aquí más agradecida y más amorosa que nunca. Allá arriba me cuidaron tanto en momentos de *verdad*, que seguimos concentrando la atención en la razón mayor para estar entre los vivos, ¡honrando y ofrendando desde el amor a la hermosa vida!

A la UAQ que navega con la esperanza de que la investigación pueda seguir su función social ante la ola mundial privatizadora del conocimiento. La visión corporativa dominante reduce las posibilidades de investigadores que aún pensamos en el futuro de los bienes comunes en el mundo. Por suerte, aún en la cultura dominante existente, se dibujan matices y texturas, y los intentos de colectivización resurgen continuamente, a pesar de la mirada obtusa de la racionalidad instrumental predominante.

A la Escuela Normal Superior de Querétaro (ENSQ) por permitirme encontrar en la formación de futuros docentes, un espacio de acción y la oportunidad de transformar cualquier pretexto, incluso el de la enseñanza de las lenguas extranjeras, como decía Ivan Illich, en oportunidades para que cada uno transforme cada momento de su vida en un momento de aprendizaje, de compartir, de interesarse.

Quiero agradecer al Dr. Humberto Suzán Azpíri por confiar en mi trabajo y por mantener la distancia que permitió mi florecimiento creativo. Al Dr. Luis Hernández Sandoval por asistencia a las primeras reuniones de la investigación y por negarse a abordar

el tema de la *soberanía alimentaria* al mencionar que era aprovisionamiento alimentario, su respeto a mi decisión política fortaleció mi propio despliegue. A la Dra. Mónica Ribeiro Palacios por sus observaciones iniciales y por invitarme a dar su clase en Gastronomía y a diseñar el programa para la clase de Soberanía Alimentaria. Disfruté tanto y por amor al arte, proponer la intervención y cocinar en el huerto de Menchaca con la comunidad, cuando aún existía. Amé dar esas clases a través de una experiencia práctica, reconociendo talentos culinarios vecinales y potenciando las habilidades adaptativas locales. A Narciso Barrera-Bassols por enseñarnos con su energía activante que lloverán agroecologías.

Al Dr. Israel Carrillo, Dra. Mónica Osorno, Dra. Guadalupe Malda Barrera, Dr. Elhadi Kazuz y Dr. Candelario Mondragón por sus valiosas aportaciones durante mi examen tutorial.

De particular inspiración fueron las clases maravillosas del Dr. Miguel Altieri y de la Dra. Clara Nicholls durante mi estancia en la Universidad de California, Berkeley, donde gracias a su apoyo conocí las experiencias de agricultura urbana en la región de la Bahía, San Francisco y Oakland. Ustedes y la hermosa energía de Ana Galvis, Dea Hovhannisyan, Joanna Marrufo, Johanna Jacobi, Edith González, Mayra Orellana-Powell, Juan Manuel Vélez y Patrick O'Connor reactivaron mi confianza en la agricultura urbana. La inspiración del INTI Argentina me dio una idea de la fuerza transformadora que está tomando la agroecología en la academia y en la práctica latinoamericana, donde continúa reviviendo con rostro de mujer. Las discusiones con la Dra. Mindi Schneider y con el Dr. Luis Vázquez de Cuba fueron un renacer que reactivó mi inspiración multidisciplinaria en la agroecología.

A mis compañeros cooperativistas en el camino de la educación popular en la Cooperative New School of Urban Studies and Environmental Justice, Paul Rogé, Natasha Corbin, Mel Figueira y Zac Henson por compartir e inspirar las posibilidades urbanas de justicia alimentaria desde nuestros dignos Sures. Pero también aquí al Colecivo Semilleando, a la Fundación Rosa Luxemburgo y a las Mujeres Subversivas sin quienes las Jornadas Anarcomagonistas no serían juntaza y compartencia urbana, experimentos en donde la gestión comunitaria es real y verdadera. Su ternura radical, su recursividad y su acompañamiento llenan de esperanza mis aprendizajes de cultivar tejido social urbano.

Durante mi estancia en la UNAM Juriquilla, conocí mujeres apasionadas y dedicadas, personas soñadoras e idealistas con los pies bien plantados en el suelo, ¡no en la tierra!

Gracias Daniela, Xóchitl, Aura, Miriam y Diana. Elizabeth Fuentes-Romero por mostrar con su vitalidad que la ciencia es una extensión del amor y que todo lo que se hace con él, florece.

Mi especial admiración intelectual y física para la Dra. Norma García Calderón quien en ningún momento baja el estándar de su pasión edáfica a novatos y curiosos. Sus expectativas me hicieron siempre subir las mías, físicamente en las caminatas inspiradoras por su vitalidad y determinación para subir cerros y mentalmente para replantear mis objetivos y la coherencia de los resultados edáficos.

A Angelita y a Herman Snel, por su confianza en nosotros y brindarnos sus consejos sabios, su apoyo genuino y auténtico.

Al grupo de yoga que me permitió ir explorando los nuevos límites y alcances de mi mente y de mi cuerpo tras el accidente: Laura, Chely, Conchis y Lidia.

A los espacios de danza sanadora que me han venido construyendo: Casa Verde Central Creativa, Utopía Gestalt, Danza Intuitiva, a El Cuerpo como Oráculo con Ricardo Rubio, Karol Soria, Ana, Aníbal y tantas almas vivas. También a las Danzas Circulares, Raíz Viva y las danzas africanas. Con la sagrada danza avivamos la fuerza creadora y vitalidad del cuerpo para encontrar en lo más personal, alternativas a los espacios paralizantes dominados por el capitalismo, sectarismo y patriarcado. Gracias al Círculo de Son Jarocho y a la medicina del colectivo urbano que me enseñan a hacer servicio social con la música y el fandango.

A la experiencia del Huizache Librería y a todos los que nos acompañaron en ella, sin la que no hubiera aprendido y valorado el trabajo diario de empujar un sueño.

A los dueños de los 28 huertos visitados, varios de ellos ahora amigos en el presente y otros que nos acompañan ya desde otros planos y sin quienes este sueño mexicano no hubiera sido el mejor pretexto para conocerles desde las labores del cuidado. Gracias a los frutos de sus huertos que compartimos en la cena de intercambio de urbicultores para hablar de los resultados de esta investigación. Que sea éste un agradecimiento y una pequeña contribución para encender la acción colectiva fragmentada con los desafíos de la ciudad y que encontremos formas creativas y a escala humana para seguir intercambiando hallazgos y como ustedes dicen, compartiendo locuras con otros locos.

A Mónica Figueroa Cabañas por enseñarme a correr los datos en R y por su modo irreverente y apasionado de hacer ciencia.

A los compañeros de Campus Amealco, Gandhi, Toño, Jorge, Elisa, Nicol, Jimmy, René y Narciso, por sus atenciones y el apoyo brindado durante el tiempo que impartí la clase de Soberanía Alimentaria y Territorial. Ustedes son el futuro con esa visión de activar procesos de largo plazo, su compromiso es una llama encendida que contagia a quien se acerca.

A los compañeros de la Transición Querétaro con quienes a través del tiempo he descubierto y aprendido que nuestra diversidad permite otras formas y posibilidades de transformar la vida en las ciudades, gracias por el refugio de encontrar a otras personas que dedican su tiempo y energía a construir con la alegría del hacer, la esperanza.

A los compañeros coworkers de Startpoint con quienes compartí la experiencia de confiar en nuestros procesos de independencia, Fernanda, Ana, Primavera, Julián, Efraín, Pedro, Paulina, Fer y María.

A los amigos Derrumberos, Ana Vazquez, Johan Llamas, Liliana Villagrán, Eli, Anthony, María Adame, Ale Castro, Carlos Vazquez, Laura Alfaro, Javi Leal, Roy, Sandra, Silvia, Pau y Silvia, porque en el calor de su compañía la vida se disfruta mejor.

A las amigas de Compitas Floreciendo, Claudia Romero, Thalía Rangel, Mariana Arzate, Estefanía Gasperín, Ana Vazquez, Fer Correa, Fer Arzaba, Natalia y Ana Romero porque juntas estamos reconociendo, aprendiendo a cultivarnos de formas sanas y amorosas, intercambiando habilidades artesanales en colectivo, a poner límites, a practicar la empatía, la compartencia, el trueque, la abundancia, la confianza, el apoyo mutuo, la escucha, la admiración, la dignidad, el respeto en su mas amplio espectro, el amor.

A Isabel Bárcenas querida por las charlas, la confianza, risas y diversión durante estos hermosos años de crecimiento, amistad y florecimiento de la fuerza interior.

A Ana Cecilia Lozano por la escucha atenta y sin juicios que ha permitido el florecimiento de la mujer completa y plena, desde la verdad y la conciencia de mi ser.

A Silvia Gallardo por su modo irreverente de estar en el mundo, por su neurodivergencia que pone en perspectiva cualquier canon o introyecto para conectar nuevamente a lo primordial, a lo vital, a la libertad del ser en plenitud.

A Damián por ser un gran compañero de vida antes y ahora. Por nuestras pláticas que me dan más de lo que pido y por su fraternidad inmensa. Te amo hermano.

A Alejandro por el ciclo de amor que nutrimos y cerramos durante este gran pasaje, desde el agradecimiento y por la plenitud de nuestras vidas.

A mis padres porque en la distancia y con su ejemplo constantemente me recuerdan quién soy. A mi madre que me ama tanto y a quien amo profundamente. A mi padre Adrián Villavicencio† que siempre estará conmigo. A mis muy queridos tíos: Celerina†, Male, Vero, Cristi y Eduardo quienes han prolongado con todo su amor, esos consejos y ese amor de papá que permanece como la sangre.

A los maestros de este territorio en el que, contra toda expectativa de quedarme, me he arraigado y aprendido a aceptar la tierra que es y a amar sus profundas contradicciones. En este tiempo, me crecieron raíces, Querétaro-Oaxaca.

Índice

Resumen.....	3
Summary	5
Dedicatoria	7
Agradecimientos	8
Índice	13
Índice de Tablas.....	17
Índice de Figuras	18
Glosario.....	24
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Propósito desde un posicionamiento epistemológico no neutral.....	6
1.2 Pregunta de investigación	7
II. ANTECEDENTES	9
2.1 La resiliencia socioecológica en el sistema alimentario	12
2.2 La crisis alimentaria en México	22
2.3 El desarrollo de la agricultura urbana como base política para un desarrollo sostenido	27
2.4 Ejemplos de capacidad de respuesta ante la vulnerabilidad alimentaria en México y otras latitudes.....	30
2.5 Soberanía alimentaria, una alternativa contrahegemónica a la seguridad alimentaria.....	32
2.6 La situación alimentaria pospandemia en México.....	36
2.7 Justicia alimentaria no es intensificar la producción mundial de alimentos en un 70% para el año 2050	44
2.8 Los derechos campesinos y las políticas públicas estructurales tendientes a perpetuar la desigualdad, marginalidad y la pobreza.	49
2.9 Los actores del sistema alimentario en México, los verdaderos responsables de su deterioro.....	52
2.10 La agricultura urbana y periurbana como estrategia hacia la descentralización y el cierre de ciclos energéticos.....	59
2.11 Localización, población y economía de la Ciudad de Querétaro.....	60

2.11.1 La localización geográfica de la ciudad de Querétaro	60
2.11.2 El crecimiento de la población en Querétaro.....	61
2.11.3 El cambio de Uso de Suelo en la región biogeográfica de la ciudad de Querétaro ..	67
2.12 Factores ambientales del Acuífero del Valle de Querétaro.....	72
2.12.1 Secciones estructurales.....	74
2.12.2 Paisaje tectónico	76
2.12.3 Mesetas.....	76
2.12.4 Laderas, Pendientes.....	77
2.12.5 Evolución de la vertiente.....	78
2.12.6 Fluviales	79
2.12.7 Ambientes de Lago.....	81
2.13 Historia previa al establecimiento del centro urbano	87
2.14 La presión de la urbanización en la ciudad de Querétaro en las zonas agrícolas	89
2.15 Historia demográfica de la Zona Metropolitana de Querétaro.....	90
2.16 Principales conflictos socioambientales de la Zona Metropolitana de Querétaro	91
2.17 La autosuficiencia alimentaria como alternativa de consumo local	102
2.18 Efectos del cambio climático en la producción agrícola de la ciudad.....	104
2.19 Los huertos urbanos son dispositivos pedagógicos de adaptación al calentamiento climático global.....	110
III. REVISIÓN DE LITERATURA	114
3.1 Ecología política urbana.....	114
3.2 El estudio de los sistemas agroecológicos.....	119
3.2.1 Interacciones y sinergias ecológicas identificadas en los huertos urbanos de Querétaro como ecosistemas perturbados.....	124
3.3 La perspectiva económica de la compensación por servicios ecosistémicos.....	138
3.4 El huerto familiar en México. Antecedentes de trabajos similares al que se desarrolla	141
IV. JUSTIFICACIÓN	144
V. OBJETIVOS	147
5.1 Objetivo general	147
5.2 Objetivos particulares.....	147
5.2.1 Caracterización de los urbicultores, agrodiversidad en los huertos urbanos y periurbanos de Querétaro.....	147

5.2.2 Caracterización y diagnóstico agroecológico de los cultivos, porcentajes de cobertura y valores de importancia ecológica de los huertos urbanos y periurbanos....	148
5.2.3 Clasificación de suelos.....	148
5.2.4 La agricultura urbana manejada agroecológicamente y su relación con la resiliencia socioecológica para la restauración de la fractura metabólica.	148
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	148
6.1 Aproximaciones a la evaluación de la resiliencia socioecológica.....	148
6.2 Métodos y técnicas de muestreo.....	150
VII. RESULTADOS.....	163
7.1 Caracterización de la agrodiversidad, el manejo de los huertos urbanos y su calidad de suelo	163
7.2 Propuesta metodológica de sistemas agroecológicos urbanos	169
VIII. DISCUSIÓN	173
8.1 Manejo del agua y suelo en los agroecosistemas urbanos, consideraciones para el caso de Querétaro.....	174
8.2 Recomendaciones para prácticas de conservación y el manejo de la zona crítica edáfica para el sostenimiento de la agricultura urbana.....	175
8.3 Aproximaciones al potencial de Querétaro como ciudad alimentariamente resiliente.....	177
8.4 La agroecología urbana como estrategia pedagógica de liberación	178
8.5 Análisis y aproximaciones éticas de la función de la ciencia de la vida en el contexto del mercado de carbono, una guía para la toma de decisiones.	179
8.6 Una visión de incidencia para futuras políticas públicas en materia de derecho a la alimentación para las zonas urbanas áridas y semiáridas.	188
IX. CONCLUSIONES.....	191
9.1 Reorientando el horizonte teórico de los servicios ecosistémicos, ambientales y la oferta ambiental.....	192
9.2 Retomando la ecología política ante la necesidad de una reformulación del modelo de la “ciudad formal”	192
9.3 La resiliencia socioecológica de los procesos alimentarios en Querétaro.....	196
9.4 La soberanía alimentaria, necesidad de una aproximación socioecológica a la resiliencia en el contexto del cambio ambiental global.	198
X. BIBLIOGRAFÍA.....	214
Artículos periodísticos y reportajes audiovisuales.....	231
XI. ANEXOS	1
10.1 Anexo 1. Artículo de investigación en <i>Frontiers in Sustainable Food Systems</i>	1
10.2 Anexo 2. Artículo de investigación en Revista <i>Nature Food</i> :.....	22

Conclusion.....	27
10.3 Anexo 3. Resultados de la caracterización de Estructura Edáfica de huertos seleccionados basados en la clasificación de Van Reewick, ISRIC, 2002.....	1
10.4 Anexo 4. Propuesta metodológica para medir la resiliencia socioecológica modificada de Henao (2014) en huertos urbanos de ciudades medias como Querétaro, México	10

Índice de Tablas

Número de tabla	Página
Tabla 1. Diferentes aproximaciones a la noción de vulnerabilidad alimentaria según los diferentes paradigmas de estudio de la resiliencia socioecológica.....	17
Tabla 2. La zona conurbada de Querétaro en cifras: superficie en hectáreas y porcentaje de los territorios municipales que involucra.....	69
Tabla 3. Comunicado de la Declaración de Medellín, Agricultura urbana.	103
Tabla 4. Límites máximos permisibles. SEDESU.....	109
Tabla 5. Literatura previa en agricultura urbana	116
Tabla 6. Instrumento Encuesta de Diagnóstico de Prácticas Agroecológicas. Adaptado de Altieri et al. (2015)	157
Tabla 7. Guía de observación y entrevistas de campo.....	162
Tabla 8. Tipología de los perfiles socioeconómicos de los huertos urbanos identificados en la ciudad de Querétaro basado en Orsini (2013).	166
Tabla 9. Ejemplo de caracterización edáfica del huerto 06 en la zona urbana de Santiago de Querétaro	169

Índice de Figuras

Figura	Página
Figura 1. Cuatro funciones ecológicas que son características fundamentales de los agroecosistemas, sobre las que el diseño agroecológico trabaja para fortalecer la resiliencia del sistema.	20
Figura 2. Enfoque sistémico del riesgo alimentario = Amenaza (probabilidad de que exista un riesgo, intensidad y frecuencia) + vulnerabilidad /Capacidad de respuesta (atributos y estrategias de manejo agroecológico).....	21
Figura 3. Prevalencia de la inseguridad alimentaria es más elevada en las zonas rurales que en las urbanas. En todo el mundo y en todas las regiones excepto en América septentrional y Europa, la prevalencia de la inseguridad alimentaria en ambos niveles de gravedad es sistemáticamente mayor en las zonas rurales que en las urbanas. Sin embargo, la prevalencia en las zonas periurbanas frente a la de las zonas rurales difiere de una región a otra.	24
Figura 4. Número creciente de personas que no pueden comprar la comida. Fuente: Society at a glance 2014. OECD 2014.	26
Figura 5. Ningún otro país de la OCDE presenta resultados más altos en porcentajes de encuestas donde la población perciba que no puede comprar su comida. Fuente: Society at a glance, OCDE, 2014.	27
Figura 6. El hambre mundial se disparó con la pandemia de COVID-19 y se ha mantenido al mismo nivel. Fuente: FAO. 2024. FAOSTAT: Conjunto de indicadores de la seguridad alimentaria. [Consultado el 24 de julio de 2024] https://www.fao.org/faostat/es/#data/FS . Licencia: CC-BY-4.0.	29
Figura 7. Dependencia agroalimentaria pasó del 10 al 43% en 20 años tras la firma del NAFTA y aunque las cifras mencionan que actualmente se mantiene en 40% si ha habido una mejora en el superávit agroalimentario de la balanza comercial histórica tras el inicio de la política económica de la 4T. (Evaluación de Productividad mensual, 2024 en AZ Medios; El Financiero 2014)	33
Figura 8. Estrategia comercial de venta de mercancías que contribuyen en 2024 significativamente al superávit histórico de 6, 511 MDD de la balanza agroalimentaria de México por sus saldos positivos. Fuente: SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Dirección de Análisis Estratégico.	34
Figura 9. Zona deforestada para el cultivo de aguacates en la localidad de Zacapú, Michoacán. Fuente: Llano, Fernando, AP, 2022. El País, España.	35
Figura 10. 68.8% de la población padece algún tipo de inseguridad alimentaria en México. Fuente (Ensanut, 2012).....	39
Figura 11. Perspectivas para el sector agropecuario de México 2011- 2020. (SAGARPA, 2020).....	56
Figura 12. Población total de Querétaro por grupo quinquenal de edad según sexo al 2000, 2010 y 2020 (porcentaje). Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda 2010. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas.	61

Figura 13. Crecimiento histórico demográfico en Querétaro. (Kirkland, 2020) Digital Commons @Michigan Tech.....	62
Figura 14. Proyecciones de población para Querétaro (CONAPO).....	63
Figura 15. El mapa muestra la tasa de analfabetismo en los municipios de Querétaro.	64
Figura 16. Matrículas en educación superior, 11.9k en Administración y Negocios y 15.2k en Ingeniería, Manufactura y construcción. Fuente Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).	65
Figura 17. Fuente Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).	65
Figura 18. Fuente Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).	66
Figura 19. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).	66
Figura 20. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).	67
Figura 21. Distribución y uso de suelo en el municipio de Querétaro. Las áreas residenciales se localizan en la periferia mientras que los servicios comerciales y la actividad industrial se localizan en el centro histórico y al noroeste de la ciudad. Fuente: Transconsult, S.C.....	68
Figura 22. Mapa del desarrollo urbano de Querétaro (Gonzalez Sosa, E. 2009).....	70
Figura 23. Mapa del sistema de fallas geológicas y fosas tectónicas del Valle de Querétaro. (Fuente: Kirkland, K., 2020)	72
Figura 24. Mapa Geológico de fallas de la Fosa Querétaro (Salas et al. 1986).	73
Figura 25. Columna estratigráfica (Álvarez-Manilla et al, 2003)	73
Figura 26. Sección estructural N-S elaborada con los datos litológicos de diferentes pozos profundos dispersos. (Álvarez-Manilla et al, 2003)	75
Figura 27. Sección estructural E-O (Álvarez-Manilla et al, 2003).....	75
Figura 28. Monoclinal Este, Aeropuerto. (Álvarez-Manilla et al, 2003)	77
Figura 29. Monoclinal Oeste, Huertas La Joya. (Álvarez-Manilla et al, 2003)	77
Figura 30. Estadios del ciclo erosivo. Ladera Centro, San Pablo. (Álvarez-Manilla et al, 2003).....	78
Figura 31. Estadio del sector San Pablo. (Álvarez-Manilla et al., 2003)	78
Figura 32. Estadios del escarpe Oriente del Valle de Querétaro. (Álvarez-Manilla et al, 2003).....	79
Figura 33. Terracillas en la “Microfosa Menchaca”. (Álvarez-Manilla et al, 2003).....	79
Figura 34. Esquema de una Penillanura. (Álvarez-Manilla et al, 2003).	81
Figura 35. Tres penillanuras (p) de la Zona Metropolitana Antigua y del Valle de Querétaro. (Álvarez-Manilla et al, 2003)	82
Figura 36. Ríos, arroyos y cuerpos de agua del Valle de Querétaro. (Álvarez-Manilla et al, 2003).....	83
Figura 37. Depósitos del tipo Lacustre Zona Poniente del Valle de Querétaro. (Álvarez-Manilla et al, 2003).....	84
Figura 38. Cambio aproximado en la elevación del nivel freático desde 1940. Fuente: Datos adaptados de. Cortés Silva et al. (2012); González-Sosa et al. (2013) y SUEZ (2019) en Kirkland, 2020.	86
Figura 39. Zonas de recarga resaltadas en azul para el Acuífero Valle de Querétaro (Fuente: Adaptación de ONU Habitat 2018, en Kirkland, 2020).....	87

Figura 40. Cantidad de tianguis existentes en la zona urbana y periurbana de Querétaro. En 2010 Santiago de Querétaro contaba con 61 tianguis, El Marqués con 5, Corregidora 16 y Huimilpan con 4. Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado.1994-2010.....	97
Figura 41. La inflación a los consumidores cerró el 2022 en su nivel más alto para un diciembre desde hace más de dos décadas (El Economista, 2024).	98
Figura 42. La correlación entre los contratos a futuro de los especuladores y los precios al consumidor ya no se explica únicamente por los mercados.....	98
Figura 43. Pico del petróleo estimado a partir de índices de reservas de varias compañías petroleras mundiales. Bölkov, 2007.....	99
Figura 44. Índice histórico de precios. Fuente: FAO Stat. 1964-2024.....	100
Figura 45. Precios nominales históricos hasta 2024 para tortillas en México desde la crisis del pico del Petróleo en 2008. Fuente: Food Price Monitoring and Analysis (FPMA) Tool.....	100
Figura 46. Precios nominales históricos hasta 2024 para maíz blanco en México desde la crisis del pico del Petróleo en 2008. Fuente: Food Price Monitoring and Analysis (FPMA) Tool.....	101
Figura 47. Precios nominales históricos hasta 2024 para frijol negro en México desde la crisis del pico del Petróleo en 2008. Fuente: Food Price Monitoring and Analysis (FPMA) Tool.....	101
Figura 48. En el municipio de Querétaro existen 8 mercados funcionando en las delegaciones Centro Histórico, Félix Osores Sotomayor y Josefa Vergara y Hernández. En total suman 2,214 locales. Fuente: Municipio de Querétaro, Secretaría de Servicios Públicos Municipales, 2022.....	102
Figura 49. Inicio del Período de Crecimiento del Fenómeno el Niño en la Región Centro-Occidente de México para los años 1961-2003 y 1982 respectivamente. (McKee et al., 1993).....	105
Figura 50. Índice Estandarización de Precipitación, bajo condiciones del fenómeno de El Niño del año 1982. (McKee et al., 1993).	105
Figura 51. Registro histórico de superficie siniestrada de maíz de temporal en México..	106
Figura 52. Mapa de riesgo urbano (PEACC Querétaro, 2014)	107
Figura 53. Unidades Móviles de Monitoreo Atmosférico. Juriquilla FCN-UAQ, CEA Área Central 2, CEA El Milagro, CEA Universidad Tecnológica, Aeropuerto de Querétaro, CEA Plaza Escobedo y El Campanario. Fuente: WunderMap.....	109
Figura 54. La vulnerabilidad urbana de zonas anteriormente destinadas a la agricultura de riego y temporal para abastecimiento local y actualmente ocupadas por el proceso de expansión demográfica (Fuente: Elaboración propia).....	151
Figura 55. Distribución de huertos por ubicación (tipo urbano=círculo rojo o periurbano=círculo verde; Lado izquierdo) y propósito principal (autoconsumo=círculo amarillo, comercial=cuadrado azul, didáctico=triángulo verde y recreativo=pentágono rojo; Lado derecho) en la ciudad de Querétaro, México. (Fuente: Elaboración propia).....	153
Figura 56. Índice de valor IVI más alto notificado por la principal variedad de hierbas..	164
Figura 57. Índice de valor IVI más elevado comunicado por las principales variedades de arbustos.....	165
Figura 58. Índice de valor IVI más alto reportado por las principales variedades de árboles.	165

Figura 59. Desviaciones estándar por tamaño de huerto en función de la productividad en la ciudad de Querétaro, México.....	167
Figura 60. Productividad vs. Ubicación (P, Periurbano; U, Urbano) y Manejo (A, Agroecológico; C, Convencional) mostrando diferencias significativas por localidades en la Ciudad de Querétaro, México	167
Figura 61. La isla de calor generada por el sellamiento de la cubierta del suelo aumenta la evapotranspiración de la cubierta vegetal, disminuye el tiempo de retención de humedad del suelo y favorece la pérdida por erosión ante la intensidad de las lluvias. Fuente: Mapa Digital de México, GAIA, INEGI 2017	168
Figura 62. Ejemplo de metodología propuesta para medir la resiliencia socioecológica del Huerto Comunitario de Menchaca (Fuente: Elaboración propia).	171
Figura 63. Ejemplo de metodología propuesta para medir la resiliencia socioecológica del Huerto Comunitario de Menchaca (Fuente: Elaboración propia).	172
Figura 64. Ejemplo de metodología propuesta para medir la resiliencia socioecológica del Huerto Comunitario de Menchaca (Fuente: Elaboración propia).	173

“Es una mentira decir que los campesinos son los más pobres, la gente más marginada se encuentra alrededor de las grandes ciudades” Jesús León Santos, campesino de CEDICAM, Nocixtlán, Oaxaca.

“Son cosas chiquitas. No acaban con la pobreza, no nos sacan del subdesarrollo, no socializan los medios de producción y de cambio, no expropian las cuevas de Alí Babá.

Pero quizá desencadenen la alegría de hacer, y la traduzcan en actos. Al fin y al cabo, actuar sobre la realidad y cambiarla, aunque sea un poquito, es la única manera de probar que la realidad es transformable” Eduardo Galeano

“Lo que salvó al país de la hambruna fue la aparición de la agricultura urbana, los millones de huertos espontáneos que dieron de comer a los argentinos. Esto fue algo muy superior a la soya solidaria transgénica que el gobierno pretendió dar a la población y que después prohibió para los niños”. Miguel Altieri, 2016.

“El 19 de septiembre el terremoto da lugar a más de 1500 fallas en las tuberías, secundaria y primaria. Quedan sin agua cerca de 6 millones de habitantes del Valle de México [...] Concluye el servicio de aprovisionamiento de los particulares o se encarece hasta el delirio. *El agua de lujo*. Un garrafón de agua purificada cuesta hasta 4 mil pesos. La carga de una pipa se valúa entre 20 y 30 mil pesos. Una cubeta o un bote donde cabe 10 o 12 litros cuesta 200 pesos [...] Se da el caso de que una pandilla se apodera de las válvulas de paso y cobra 100 pesos por un balde de 10 litros. Hay enfrentamientos a golpes por el uso de un tanque almacenador. Monsiváis, Carlos. “No sin nosotros”: los días del terremoto 1985-2005

“Y si llamamos pasión al interés en el cual la individualidad entera se entrega con olvido de todos los demás intereses múltiples que tenga y pueda tener, y se fija en el objeto con todas las fuerzas de su voluntad, y concentra en este fin todos sus apetitos y energías, debemos decir que nada grande se ha realizado en el mundo sin pasión”.

G.W.F. Hegel. Lecciones sobre filosofía de la historia universal, op cit. p.83

“A través del diálogo mutuo e iterativo para llegar a una propuesta de proyecto que armonice las necesidades, capacidades y métodos de los grupos interesados, el investigador y los demás participantes tienen una comprensión clara de las expectativas del proyecto y de los desafíos y beneficios potenciales. El diálogo también debe estar vinculado a la acción, creando así una praxis- o un proceso iterativo de reflexión y acción”

Paulo Freire 1974

Y tiraré semillas a la tierra
Semillas que muy pronto brotarán
Y traerán amor y llevan guerra
Que traigan redención y libertad.

Semillas, Muerdo, Global Sumud Flotilla, 2 de Octubre de 2025

“Cuidémonos de quitar a nuestra ciencia su parte de poesía. Cuidémonos, sobre todo, de sonrojarnos por ello” Marc Bloch, 2000.

Glosario

Siglas y acrónimos	Nombre
ADR	Agencias para el Desarrollo Rural
AGI	Agencias para la gestión de innovación en cadenas agroalimentarias
AGRIS	Sistema internacional de información sobre ciencias y tecnologías agrícolas.
CONASUPO	Comisión Nacional de Subsistencias Populares
INE	Instituto Nacional de Ecología
IMEDER	Instituto Mexicano de Educación para el Desarrollo Rural
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática
INI	Instituto Nacional Indigenista
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
ISRIC	Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos
LGRS	Ley de Desarrollo Rural Sustentable
LGEEDA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
LSMS (por sus siglas en inglés)	Encuestas de condiciones de vida
OECD (por sus siglas en inglés)	Organización de Cooperación y el Desarrollo Económico

PESA	Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria (antes Programa Especial para la Seguridad Alimentaria)
PROFEMOR	Subprograma de Apoyos a la Organización Rural
UNCCD (por sus siglas en inglés)	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
UNFCCC (por sus siglas en inglés)	Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
UPH (por sus siglas en inglés)	Horticultura periurbana

I. INTRODUCCIÓN

El modelo del sistema alimentario industrial, motor más importante de la transformación planetaria, se encuentra en profunda crisis. Por lo tanto, encontrar veredas de transición sustentable y socialmente justas dentro de la complejidad de la concentración urbana, se convierte en la mayor prioridad latinoamericana para nuestra propia sobrevivencia y pacificación. La mercantilización de los alimentos es la causa más estructural de la crisis, por lo tanto, la comunalidad de la producción alimentaria, es una narrativa necesaria del desafío para facilitar gradualmente la convergencia de movimientos que retomen el papel político del huerto y la mesa como lugar de encuentro. La importancia de los alimentos como pilar de la cultura y la civilización es ineludible. El modelo económico basado en la insensatez del crecimiento ilimitado nos está empujando inexorablemente hacia los límites de los sistemas de soporte de los recursos naturales y planetarios de la vida. Somos, según los sociólogos y pensadores sistémicos, la principal causa de transformación planetaria, llevándonos a una nueva era llamada el Antropoceno o Capitaloceno. La crisis internacional de los precios del 2008 y una década después, la pandemia por COVID-19 fue sólo un síntoma de un problema más amplio y estructural del actual sistema alimentario mundial interdependiente, que dejó en evidencia las profundas brechas sistémicas de desigualdad.

Si queremos ver sistemas alimentarios más prósperos en el futuro, es necesario que vinculemos a la agricultura ecológica con la política y alumbremos las inequitativas lógicas de poder que existen en la producción, distribución y consumo de los alimentos. Llevar ese análisis a las realidades locales contemporáneas supone el reto de escuchar la subjetividad de los diferentes actores frente a la disponibilidad de alimentos para analizar sistémicamente y construir una nueva epistemología de la ciencia, capaz de cuestionar a la escuela de la ecología cartesiana que impera en las universidades del mundo, instrumentos del poder transnacional corporativo o del paradigma pragmático de la ciencia fáctica.

En este sentido, una ciencia neutral que despolitiza el sistema agrícola es la antesala de un sistema frágil que puede expandir las mismas lógicas del sistema agrícola inequitativo hacia el control político de Estados corporativizados, tal como ya lo demostró el sitio fronterizo

durante la crisis alimentaria de Venezuela impulsada por Grupo Polar, la empresa privada de alimentos más grande de ese país (Infobae, 2024).

Hoy, no es posible hablar de sistemas alimentarios únicamente desde la nutrición, desde la producción o desde la ecología. Las antiguas escuelas de la especialización académica pierden fuerza y se convierten en presa fácil de mecanismos de dominación a través de la cooptación por lógicas mercantiles. Estas fuerzas se intensifican con el adelgazamiento del presupuesto público en investigación, extensión y potencial fortalecimiento del manejo del campo y su sustitución ingresos de caridad de privados desde los mercados de carbono y los procesos digitales de financiarización como el REDD+ y su intensificación de inventarios en el sector primario bajo la lógica proveedora de los capitales que impulsan la agricultura Smart.

Si la investigación busca comprometerse con sistemas prósperos y funcionales que no dejen fuera del juego a miles de campesinos rurales y urbanos, tomar la agroecología en su dimensión política y vincularla a la realidad fuera de los ambientes controlados de laboratorio o recintos académicos es necesario para que la agricultura siga siendo un medio de vida y un espacio para el fortalecimiento de lo comunitario, que posibilite la subsistencia pero sobre todo que avance hacia la dignificación del trabajo campesino y active la voluntad colectiva de los *urbicultores*¹. Seguir sembrando tiene que ser un goce y una reverencia a la vida, y no un sacrificio campesino o una necesidad última del excluido urbano.

La crisis sistémica a la que nos aproximamos incluye la crisis alimentaria, laboral, energética, económica, climática, ecológica, ética, social, política e institucional que están llevando al colapso social en muchas partes del mundo (Llamamiento de Yakarta, 2013). El hambre y la desertificación son dos realidades que continuarán afectando en las próximas décadas, particularmente en las ciudades latinoamericanas, dado el quiebre de la crisis sistémica que cada vez se hace más evidente en frente a la concentración de recursos hídricos bajo estas

¹ Para Gustavo Esteva los *urbicultores*, han desarrollado a partir de conocimientos previos, habilidades que les permiten producir alimentos para su autoconsumo. Suárez (2008) menciona que los conocimientos destrezas y actitudes para hacer algo en específico, son el núcleo para desarrollar capacidades y competencias para el desarrollo local, siendo la revaloración de lo local, el espacio de definición de las formas de convivencia, de organización colectiva, así como de la realización de anhelos y logros de bienestar entre personas que cultivan sus alimentos.

lógicas de poder privatizante. Ante el crecimiento urbano reciente y prospectado por ONU-Hábitat (2018 y 2024) se agudiza la necesidad de proveer de alimentos sanos y variados a poblaciones en mayores concentraciones. Al mismo tiempo se busca generar redes vecinales, intercambio de prácticas y organización para asegurar la resiliencia social. De no aprenderlo por voluntad, corremos el riesgo de que la necesidad nos alcance desprovistos tanto de alimentos como del conocimiento para cultivarlos.

Debido al control político que se puede ejercer sobre un pueblo al controlar su provisión de alimentos, existen dos perspectivas opuestas que intentan solucionar el problema del hambre en las ciudades-medias tanto de México, como de Latinoamérica. La primera basada en un modelo de eficiencia productiva, que en México fue adoptada por políticas asistencialistas de las “cruzadas” Contra el Hambre. Dicha narrativa se justifica con el argumento de la escasez y la falta de provisión de alimentos; así como la aparente solución que yace en la necesidad de recurrir a paquetes tecnológicos de la Agricultura Climáticamente Inteligente o Agricultura Smart, fertilizantes y semillas genéticamente modificadas. La segunda aproximación, que aboga por una descentralización de los sistemas productivos, el intercambio de conocimientos y un mejor acceso a los mercados locales para los campesinos y pequeños productores, sugiere que para afrontar el hambre no se necesitarán ni transgénicos ni agricultura industrial, sino reconocer, respetar, apoyar y fortalecer la diversidad y las muchas formas de vida y producción campesinas, indígenas, de pequeña escala, incluso urbanas (GRAIN, 2014). Para ello es imprescindible dar voz a las aspiraciones de espacios para la gestión de los bienes comunes, equidad, la dignificación del pago del trabajo campesino a través de la conciencia del *urbicultor* y el acceso cotidiano a alimentos sanos y justos. Ambas perspectivas entran en procesos tanto de consolidación como de transición, y la gobernanza en la toma de decisiones puede definir si tenemos futuros aún más excluyentes o pruebas y experimentos en proceso de colectivización de infraestructura social y hacia el bien común en la urbe latinoamericana contemporánea.

En las últimas dos décadas, la agricultura urbana es un fenómeno que ha venido tomando fuerza a partir de la concientización de miles de personas sobre las implicaciones psico-sociopolíticas del sistema de producción de alimentos. A partir de la conciencia que se tuvo

sobre los efectos de la revolución verde, los habitantes de la ciudad están mucho más sensibles con relación a los pesticidas presentes en sus alimentos. Los aditivos en los alimentos se ha tornado un problema de salud pública y aunque la industria ha cooptado y silenciado muchos de los efectos en la salud, el resultado se visibiliza con los crecientes testimonios de enfermedades renales y crónicas degenerativas vinculadas a zonas de aspersión de pesticidas de plantaciones de la agricultura a gran escala (Brandstof voor slavernij, 2019).

El incremento de enfermedades en la ciudad de Querétaro como el cáncer, la insuficiencia renal debido a los conservadores presentes en alimentos procesados, de la diabetes mellitus tipo 2 por el aumento de carbohidratos y de azúcares podría relacionarse con una mayor penetración y distribución de la industria a través de la cadena de tiendas OXXOs minisupers y con la consecuente modificación de los hábitos de consumo de la población urbana debido a la limitada disponibilidad de alimentos frescos, efecto de la economía de libre mercado, conocida internacionalmente en la comunidad científica de los sistemas alimentarios como los desiertos de comida, los *Desserts Food*² de la desigualdad. Dicha relación prueba que la provisión o disponibilidad de alimentos industrializados, no es sinónimo de seguridad alimentaria. La industria alimentaria tiene lógicas muy simples, mayores grasas, mayores cantidades de sal y mayores cantidades de azúcares. Por lo tanto, el incremento de la obesidad, hipertensión y diabetes son en ese orden el resultado de una concentración continua de alimentos ultraprocesados. Esta lógica de penetración intensiva del poder distributivo de alimentos para aumentar los rendimientos financieros sobre la apropiación cultural local urbana y sobre la disponibilidad de alimentos frescos, ha tenido profundas consecuencias, incluso económicas, a nivel de salud pública. Sin la existencia de un sistema de rendición de cuentas, estas decisiones se mantienen tanto fuera del escrutinio como en abierta impunidad.

² Es decir, en el caso de una comunidad que no cuenta con un supermercado pero sí dispone de dos tiendas de abarrotes que expenden licor y alimentos, se considera que tal comunidad tiene dos tiendas minoristas de alimentos sin considerarse que tal vez la oferta de esos alimentos sea muy limitada y esté constituida principalmente por ‘comida chatarra’(FoodEmpowermentProject, 2024).

Si comparamos nuestra agricultura urbana en México con sus pares en el Norte en Estados Unidos, en Europa o en Cuba donde existe una tradición de agricultura urbana de varias décadas y que comparten el denominador común de haber surgido en tiempos de crisis políticas, la nuestra parecería casi inexistente. Sin embargo, hemos encontrado que desde los años 70s ya existió una conciencia a través de las bases campesinas organizadas en las comunidades Eclesiales de Base de la teología de la liberación. Algunas de estas redes tuvieron sus orígenes en la Red Águila de la Ciudad de México que dio la posibilidad de que los migrantes interestatales y urbanos sembraran de manera organizada en la periferia de la ciudad, generando una identidad campesina al centro de las delegaciones metropolitanas, como Milpa Alta. Estudios de urbanismo y de la periferia urbana en Querétaro han sido pertinentes al mostrar que no sólo el valor del suelo es relevante sino también sus cambios y uso del suelo (Biondi, S. et al., 2013; Duering, 2024).

En Querétaro, la agricultura urbana tiene su origen en la concepción moderna de la traza urbana de México novohispano (Arvizu, 2009). Existen registros de casonas con huertas en el perímetro del centro histórico que fueron abandonadas debido a las dinámicas de estilos de vida de los urbanitas y que en la presente investigación reenfoca con miras a conocer las dinámicas de la ciudad contemporánea. Estas huertas de traspasio eran parte integral de su estilo de vida y existen algunas casonas que han respetado el desplante inicial y otras que tienen vestigios del sistema rentista en el que alguien trabajaba sus huertas y/o tenía participación para generar un cierto grado de autosuficiencia como mecanismo de resiliencia urbana histórica.

La pérdida de agrobiodiversidad es un factor de riesgo para la provisión alimentaria de las ciudades medias. Desde 2016, el informe de la Royal Botanical Gardens sobre el estado de las plantas en el mundo predecía que el cambio en los factores climáticos indispensables para el crecimiento de los cultivos, impactaría en la producción agrícola mundial y por ende, en la estabilidad de precios y sus accesibilidad. En la zona semiárida de Querétaro, la mayor frecuencia y severidad de sequías, calores excesivos y picos extremos en temperaturas, pueden limitar significativamente el crecimiento y rendimiento de los cultivos. En este escenario, resultados de investigaciones recientes sugieren que la adaptación de muchos

agricultores rurales y periurbanos con riego de temporal, busquen minimizar la pérdida de productividad mediante la utilización de variedades nativas resistentes a la sequía, cosecha de agua, policultivos, en zonas periurbanas, siembra de barreras vivas, agroforestería, desyerbe oportuno, recolección de plantas silvestres y una serie de técnicas agroecológicas destinadas a minimizar riesgos. Evidentemente, generar un mercado que revalore las semillas y los platillos locales, el trabajo campesino y la estacionalidad en la provisión de vegetales, frutos y cereales necesariamente implicará un cambio de hábitos alimenticios y ese cambio no puede ser impuesto de manera verticalmente por las instituciones, ese cambio deberá de educación, es decir, un cambio cultural.

1.1 Propósito desde un posicionamiento epistemológico no neutral

La presente investigación incluye un enfoque multidisciplinario para observar la complejidad y vulnerabilidad del contexto urbano contemporáneo y las alternativas a la provisión de alimentos, con miras a un horizonte de mayor soberanía alimentaria que han venido ocurriendo en la ciudad de Querétaro. Su aproximación enriquece la perspectiva ecológica de las ciencias naturales bajo un enfoque sociológico. Cabe mencionar que debido al tamaño de la muestra y a su heterogeneidad estadística, no se puede inferir un análisis causal; sin embargo, las relaciones y hallazgos son relevantes para saber que estamos ante un movimiento urbano en ascenso que toma fuerza. Analizaremos si las respuestas adaptativas antropogénicas que se presentan en la ciudad pueden ser resilientes, de qué formas, en qué proporción y si estas prácticas incipientes pueden o no representar un potencial de soberanía alimentaria de acuerdo a la escasez de agua, pérdida de biodiversidad en la ciudad y otros factores de vulnerabilidad.

Se pretende dar evidencia para reconocer lo que ya ocurre y comprender el mundo de quienes, fuera de la institucionalidad y más allá de las decisiones pragmáticas de alimentarse, ejercen una acción intencionada por convertirse en humanos más conscientes e interconectados a los otros. Esta capacidad de *religarse* o de conectarse con algo más grande y de tolerar las diferencias, requiere una energía contraria a la inercia de la alienación hegemónica digital.

Se necesita voluntad para cultivar habilidades sociales para la organización que puedan facilitar las condiciones que permitan sentirse más integrados al metabolismo ecológico de la Tierra. Esta narrativa representa a quienes ya están creando alternativas locales en la ciudad y empujan el quehacer del pensamiento. Este pensamiento lejos de ser neutral, se posiciona política y científicamente en la corriente reflexiva de la filosofía de la ciencia decolonial contemporánea, y pretende ser un pensamiento con posibilidad transformadora desde el lenguaje al servicio de una visión filosófica que movilice la práctica.

Cabe mencionar que el propósito inicial de esta investigación no fue el de representar las experiencias que ya se dan de manera visible, pues es mucho más sencillo encontrarlas debido a su vinculación en redes sociales o con otras organizaciones de la sociedad civil de manera paralela. A manera de advertencia, menciono que la intención no fue, aunque no del todo exitosa, mostrar el ecologismo “posmaterialista o post-crecimiento”³ de quienes, teniendo ya de todo (dos automóviles por familia, dos residencias, copiosos viajes) se preocupan por las plantas y animales en peligro de extinción, sino el ecologismo de quienes dependen directamente de los recursos naturales y de un ambiente sano para poder vivir y cuya “disposición a pagar” por bienes ambientales es escasa, porque son pobres. Encontrar este tipo de espacios citadinos en el proceso muestral fue adverso debido a la dificultad de encontrar a los dueños en actividades privadas contrarias a las dinámicas de sobrevivencia económica como las jornas de 40 horas habituales en la ciudad o que, por su naturaleza, algunos ciudadanos tienen más de un empleo, sin dejar suficiente tiempo para el ocio y la socialización en el espacio doméstico.

1.2 Pregunta de investigación

La indagación es un método que desde mayéutica socrática ha orientado el ejercicio del pensamiento y la acción ética. En Mesoamérica las convenciones en Xochicalco, Morelos convocaban a los sabios de todos los pueblos a conversar sobre los valores contemporáneos apoyados en la observación física, social, la observación astronómica y de la cosmogonía

³ Desde la teoría del Decrecimiento las personas que han logrado satisfacer sus necesidades básicas se encuentran en mejores condiciones de luchar por la justicia social que quienes apenas buscan sobrevivir.

del tiempo. Basándonos en una indagación que observa las limitaciones y potencialidades de la realidad, las preguntas que han guiado la acción investigativa se fueron modificando a medida que nos enfrentábamos a la realidad urbana y a sus condicionantes:

Si los habitantes de la ciudad de Querétaro se están involucrando en la agricultura significaría bajo ciertas circunstancias, se están beneficiando de su participación en dichas actividades. ¿Cómo se manifiesta la vulnerabilidad alimentaria en Querétaro?, ¿qué tan grandes y de qué cualidades son los beneficios de la agricultura urbana en la ciudad de Querétaro?, ¿la agricultura urbana y periurbana contribuye a disminuir la vulnerabilidad frente al cambio climático en la ciudad de Querétaro en 2014-2017? y en última instancia, ¿cómo podría la estructura del sistema alimentario urbano y el uso del espacio público, favorecer e incrementar su resiliencia alimentaria?.

II. ANTECEDENTES

El alimento es una necesidad básica que probablemente representa la conexión más fundamental entre el género humano y la naturaleza. La agricultura urbana incluye (más allá de aquello que es estrictamente del consumo doméstico o fines educativos) la producción, distribución y mercadeo de la comida y otros productos dentro de los límites del área metropolitana y su periferia. Algunos ejemplos de la agricultura urbana son los jardines comunitarios, escolares, de traspatio, jardines en azoteas con métodos de cierre de ciclos energéticos en la producción de alimentos para maximizar su producción en un área pequeña, huertos abasteciendo a los mercados urbanos, agricultura implementada por la comunidad y huertos familiares localizados en los cinturones metropolitanos (American Planning Association, 2011)

Naciones Unidas define a la agricultura urbana como una industria que produce, procesa y comercializa comida en respuesta a la demanda diaria de los consumidores del pueblo, la ciudad, la metrópoli; en la tierra y el agua dispersa a lo largo de la zona urbana y periurbana, aplicando métodos de producción intensiva, usando y reutilizando recursos naturales y deshechos urbanos, para producir una diversidad de semillas y ganadería (Smit et al. 1996). La práctica de la agricultura urbana y periurbana es el cultivo de una gran variedad de semillas, que incluyen frutales, vegetales, tubérculos y plantas ornamentales, tanto dentro de las ciudades como en los pueblos y en sus zonas periféricas. Se estima que 130 millones de residentes en América Latina se involucran en la agricultura urbana para alimentar a sus familias y generar un ingreso por la venta de sus excedentes. Mientras que los pobres de las ciudades, principalmente aquellos que llegan de las zonas rurales, han practicado la horticultura como una forma y estrategia de sobrevivencia. En muchos países, el sector sigue siendo en gran parte informal, por lo general precario y a veces ilegal (Growing Greener Cities, 2010)

La FAO empieza ya a incluir dentro de sus recomendaciones y proyectos multidisciplinarios, un marco institucional para apoyar la horticultura periurbana (UPH, de aquí en adelante). Se

ha apoyado con programas gubernamentales en barrios de Managua, Caracas y Bogotá los huertos comerciales con riego en las periferias urbanas, micro-jardines hidropónicos y techos verdes en centros urbanos densamente poblados.

La mayor parte de la literatura describe dos categorías de agricultura urbana. La primera consiste en el cultivo dentro de las ciudades, que incluye huertos comunitarios y huertos urbanos. Estos proyectos son generalmente basados en las familias o de la comunidad y en pocas ocasiones dependen de fondos de organizaciones civiles o de dependencias gubernamentales. Además de mejorar el acceso a la comida, estos proyectos proveen oportunidades educativas, de desarrollo juvenil, de trabajo, y de integración comunitaria. La otra categoría es la agricultura periurbana que abastece con su producción directamente a los centros urbanos (Golden, 2013).

Algunos de los sistemas de agricultura periurbana se caracterizan por ser sistemas agroecológicos con alta diversidad de cultivos, alta eficiencia, la no dependencia de insumos externos y las altas tasas de reciclaje interno vegetal y animal para que puedan funcionar mejor. Estos policultivos son sistemas campesinos que han tenido una coevolución entre sistemas humanos y la naturaleza.

Los huertos urbanos, comunitarios o familiares son sistemas agroforestales que brindan múltiples beneficios a las personas que los manejan. Los huertos cumplen otras funciones como espacios de producción que complementan los ingresos económicos de las familias (Blancas, 2013). En la urbe, las semillas y plántulas se caracterizan por ser importadas por los migrantes interestatales y no siempre llevan un proceso adaptativo paulatino como sucede en las zonas rurales.

Dentro del contexto contemporáneo del actual calentamiento climático de la urbe, es posible entender que el aumento tanto en frecuencia como en intensidad, altera las funciones y sinergias de los factores bióticos y abióticos presentes en el ecosistema. En comparación con los sistemas de producción en monocultivo, los sistemas complejos de policultivos, como los agroforestales, ofrecen al campesino o el urbicultor varias ventajas como la de incrementar en forma directa los ingresos de la familia campesina, combinando cultivos con ciclos de producción más equilibrada, reducir los costos de producción agropecuaria y obtener a

mediano y largo plazo, los ingresos tanto de la producción de madera en su caso, como de productos no maderables tales como hongos, quelites, goma, frutas, colorantes y miel. Según sus componentes estos sistemas de cultivo se pueden clasificar en a) *Sistemas agroforestales secuenciales*. En ellos existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; es decir, que los cultivos anuales y las plantaciones de árboles se suceden en el tiempo. Esta categoría incluye formas de agricultura migratoria con intervención o manejo de barbechos y métodos de establecimiento de plantaciones forestales en los cuales los cultivos anuales se llevan a cabo simultáneamente con las plantaciones de árboles, pero sólo temporalmente, hasta que el follaje de los árboles se encuentre desarrollado y se obtengan b) *Sistemas agroforestales simultáneos* que consiste en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería. Estos sistemas incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agrosilvopastoriles. Según la SAGARPA (2011), los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde plantas leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción para un manejo sostenido.

Lo más fascinante de la agroforestería es que a través del tiempo ha probado desempeñar una función importante en la restauración de la diversidad biológica de paisajes deforestados y fragmentados, suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas; manteniendo la conexión del paisaje (y, de tal modo, facilitando el movimiento y dispersión de animales, semillas y polen); haciendo las condiciones de vida del paisaje menos duras para los habitantes del bosque; reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios; potencialmente disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes; y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas (Schroth et al., cit. en Vargas y Sotomayor, 2004).

Recientemente, la agricultura sintrópica es un enfoque agroforestal diseñado para imitar al bosque en varias formas específicas que en México ha tomado fuerza debido a la integralidad de los conocimientos que son necesarios para su maduración. Primero, las plantas se colocan densamente para maximizar tanto el espacio horizontal como el vertical, similar a los varios

estratos que se encuentran en un bosque. Esto permite que el sistema capte tanto de la energía del sol como sea posible. Segundo, las plantas y árboles se eligen cuidadosamente con un proceso de sucesión en mente; algunas de las plantas iniciales crecerán y morirán con relativa rapidez, mientras que otras crecerán con lentitud y de forma constante a lo largo de muchos años. A medida que el sistema madura, la mezcla de plantas y árboles se volverá más diversa y más productiva. Algunas plantas se siembran sólo por la biomasa que producen; otras plantas, si bien también producen biomasa, se siembran principalmente por sus frutas u otras partes cosechables (Young, 2017). Finalmente, la poda selectiva y frecuente asegura tanto el crecimiento como el saneamiento y revitalización que el bonomio hombre-naturaleza han probado como parte del manejo agroforestal a lo largo de la continuidad histórica del paisaje.

2.1 La resiliencia socioecológica en el sistema alimentario

La resiliencia es la capacidad de un sistema socioecológico de absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (IPCC, 2007).

Durante el tiempo de la recolecta de datos del presente estudio, entre 2013-2017 la Ciudad de Querétaro, estuvo expuesta a situaciones amenazantes en magnitud, intensidad y frecuencia como lo fueron las inundaciones por lluvias y sequías prolongadas pero también por la falta de acceso a alimentos saludables y frescos. Si la “vulnerabilidad” denota la incapacidad de una comunidad para “absorber” mediante autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente a razón de su carácter y magnitud; también refleja la “incapacidad para adaptarse” al cambio, que para la concentración urbana constituye un riesgo (IPPC, 2007). Las recientes alzas en los precios de los alimentos y la disminución del área cultivable alrededor de la ciudad constituyen por tanto, la vulnerabilidad latente que pone en riesgo la disponibilidad de alimentos locales, accesibles y frescos para la población urbana. La vulnerabilidad, puede sin embargo, ser reducida por la “capacidad de respuesta”: los atributos de los ecosistemas, las estrategias y manejos que usan los pobladores para reducir los riesgos de los eventos climáticos o de falta de provisión de alimentos saludables, con el fin de resistir y recuperar de los daños causados por dichos eventos. Por lo tanto, la vulnerabilidad incorpora la susceptibilidad al daño; o que tan fácil, o que tan probable, un

sistema es afectado con diferente grado de intensidad por un fenómeno como el cambio climático. Debido a las relaciones ecológicas y sociales presentes en los ecosistemas, estos atributos se relacionan con múltiples aspectos que van mucho más allá de los componentes del sistema biofísico y de las funciones ecosistémicas; y está relacionada, y determinada, por aspectos como los sistemas de gobernanza de los grupos sociales en el territorio, los aspectos institucionales, los niveles de la pobreza o las posibilidades de la sociedad para satisfacer las necesidades básicas insatisfechas en escenarios de cambio climático.

En contraparte, la adaptación social es el ajuste de los sistemas humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, que atenúa los efectos perjudiciales o explota las oportunidades beneficiosas. Cabe distinguir varios tipos de adaptación, en particular la anticipatoria, la autónoma y la planificada (IPCC, 2007).

Bajo el enfoque de la resiliencia ecológica, la vulnerabilidad es el resultado de la interacción del ser humano con su ambiente biótico y busca entender esta dinámica ecológica para predecir el umbral de cambio, o el momento en el que cierta vulnerabilidad es aceptable antes de que el sistema ya no pueda absorber perturbaciones y se transforme intrínsecamente algo totalmente distinto. A diferencia de los dos enfoques anteriores, este enfoque da un peso predominante a las implicaciones del cambio social bajo las condiciones ambientales a lo largo de un espacio geográfico; reduciendo la actividad humana a una de las fuerzas determinantes y los humanos mismos, a solo una de las especies afectadas. En esta aproximación, el sistema vulnerable es un sistema acoplado humanos-ambiente, y las estrategias de manejo deben buscar mejorar la resiliencia de todo el paisaje y no solamente la resiliencia de propiedades o de recursos específicos dentro del paisaje (Franco, L.; Delgado, J.; y Andrade G., 2011). Por lo tanto, bajo este paradigma, la vulnerabilidad es vista como la característica dinámica de un sistema en la que los humanos están constantemente interactuando con el ambiente biofísico (Eakin H. y Luers, A.L., 2006). El fin último es sustentar las características fundamentales del sistema que le confieren resiliencia, y esto incluye procesos biológicos, recursos y el conocimiento de las necesidades de las comunidades humanas.

Desde la escuela sueca y para Holling (1973), la resiliencia ecológica se refiere a la “habilidad

de absorber el cambio y el disturbio y mantener las mismas relaciones” que controlan el comportamiento del sistema. Holling (1973) contrapuso esta definición con la más común que él llamaba “resiliencia ingeniera” o la habilidad de un sistema a regresar a un estado previo después de un disturbio temporal. Actualmente los ecólogos reconocen que los ecosistemas exhiben falta de dinámicas multiequilibrio y son afectados continuamente por fuerzas naturales (tales como huracanas, sequías). Según Timmerman (1981), la vulnerabilidad de una sociedad a los siniestros es un producto de la *rigidez* resultante de las ciencias de la evolución, tecnología y la organización social.

Desde esta perspectiva, la vulnerabilidad ante este diagnóstico de circunstancias, los investigadores de la resiliencia han recomendado adoptar estrategias de “co-manejo adaptativo” para los sistemas manejados por humanos para fortalecer su resiliencia a sorpresas y *shocks* (Timmerman, 1981). Estos sistemas basados en la comunidad tienen la intención de permitir un aprendizaje dinámico y fortalecer el flujo de diferentes fuentes y tipos de conocimiento a diferentes niveles de gobernanza. Lo anterior funciona en términos prácticos para prevenir y reducir la sensibilidad social a los desastres naturales.

Gunderson y Holling (2002) discuten en *Panarquía*, la idea de que los futuros sostenibles son inherentemente impredecibles, rechazando la idea de que la sostenibilidad se puede planificar de forma racional. En la ausencia de un universo mecánico y lineal, que habría permitido medidas simples y racionales, argumentan que la mejor apuesta para la sostenibilidad implica lo que nos hemos referido como la segunda y tercera características de la capacidad de resiliencia; la capacidad de autoorganización, la capacidad de aprendizaje y la adaptación. Gunderson y Holling (2000) proporcionan una síntesis de la teoría existente de la sostenibilidad, la complejidad y la capacidad de recuperación, y tratan de desarrollar nuevas extensiones para dicha integración, la identificación de lagunas en el conocimiento. Varias de sus conclusiones son las posibilidades de auto-organización en diversas escalas y el cambio socio-ecológico adaptativo en los sistemas.

C.S. Holling (1973) introdujo el concepto de resiliencia en la literatura ecológica como una forma de entender las dinámicas no lineales, como los procesos en los que un ecosistema se mantiene frente a perturbaciones y cambios (Gunderson, 2000) Como lo define la Resilience

Alliance (2002). La resiliencia es la cantidad de cambio o disturbio que hace que un ecosistema cambie de un estado de organización o conjunto determinado de estructuras y procesos recíprocamente influenciados, a otro. Es una medida tanto del nivel de disturbio como de la capacidad de un sistema para amortiguarlo o para absorberlo sin perder su estructura. En el fondo ilustra la tensión que se establece entre el conjunto de fuerzas desestabilizadoras externas y el conjunto de fuerzas internas que dotan de organización a un sistema determinado.

El concepto tiene tres diferentes características:

- La cantidad de cambio que un sistema puede sufrir y seguir manteniendo su función y la estructura,
- El grado en que el sistema es capaz de auto organizarse; y
- La capacidad de construir y aumentar la capacidad de aprendizaje y adaptación

Por lo tanto, la capacidad de recuperación se refiere a la magnitud de perturbación que puede ser absorbida sin someter al sistema a cambios fundamentales en sus aspectos funcionales. El tema de la perturbación es importante. No sólo son disturbios naturales, como los incendios forestales y de proliferación de plagas, sino lo concerniente a las actividades humanas, tales como el uso de recursos, la fluctuación de los mercados internacionales y la contaminación, que también crean disturbios. Las respuestas regenerativas de los ecosistemas al uso de los recursos y la respuesta recíproca de las personas a cambios en los ecosistemas, constituyen sistemas dinámicos acoplados que exhiben un comportamiento adaptativo (Gunderson et al., 1995). Este reconocimiento pone de relieve la segunda y tercera parte que definen las características de la resiliencia, la autoorganización y el aprendizaje.

La resiliencia es un elemento importante de la forma en que las sociedades se adaptan al cambio impuesto desde el exterior, tal como el cambio ambiental global. La capacidad de adaptación de todos los niveles de la sociedad se ve limitada por la capacidad de recuperación de sus instituciones y los sistemas naturales de los que dependen. Cuanto mayor sea su capacidad de recuperación, mayor es su capacidad para absorber los choques y perturbaciones y adaptarse al cambio (Adger, 2000).

Los sistemas sociales y ecológicos se relacionan entre sí, de formas que Norgaards (1994) ha

llamado relaciones sinérgicas y co-evolucionarias. Entonces, la resiliencia de los sistemas sociales está relacionada con los sistemas ecológicos de los cuales los sistemas sociales dependen. Lo anterior es más visible en sistemas sociales que son dependientes de un solo ecosistema o de un único recurso, como las zonas mineras, forestales y hasta automotrices dependientes de grandes corporaciones con inversiones de capital.

Al contrario, entre menos elástico el sistema, mayor es la vulnerabilidad de instituciones y sociedades para hacer frente y adaptarse al cambio (Adger, 2000).

La resiliencia socio-ecológica está determinada en parte por la seguridad de la subsistencia de una persona o grupo. Tal seguridad implica, de acuerdo con Sen (1999), las cuestiones de derechos y acceso a los recursos, y la distribución de que es un elemento clave de la justicia ambiental y cómo mantener la estabilidad ante el cambio.

El modelo general de cambio en los ecosistemas propuestos por Holling (1978) llamada, ciclo adaptativo para analizar la dinámica del sistema a partir de la resiliencia; establece que todo sistema se encuentra inmerso en un ciclo permanente formado de cuatro fases: la de crecimiento (fase r), madurez (fase k), colapso (fase omega) y la de re-organización (fase alfa). Este ciclo identifica la dinámica sistémica como una permanente sucesión de periodos de crecimiento y organización con otros de destrucción y re-organización. Por lo anterior la dinámica sistémica está representada por ciclos donde la resiliencia del sistema se expande y se contrae (Toledo, 2001)

Un sistema socio-ecológicamente resiliente, que puede amortiguar una gran cantidad de cambio o perturbación, es sinónimo de sostenibilidad ecológica, económica y social. Uno con baja resiliencia tiene una sostenibilidad limitada; que no puede sobrevivir por un largo tiempo sin balancearse a otro dominio de atracción. Aquí, se debe señalar que la resiliencia no se define como volver a un equilibrio. Esto es porque estamos utilizando una visión de los ecosistemas en los que no hay ningún equilibrio sino más bien, como consecuencia de la complejidad, múltiples estados o dominios de atracción y equilibrio múltiple. Por lo tanto, la estabilidad ecológica como concepto no es muy útil, y la resiliencia no se puede definir al regresar a un nuevo estado de equilibrio.

Para operacionalizar este punto de vista de la capacidad de recuperación, la gestión de la sostenibilidad en los sistemas del desarrollo socio-económico significa no empujar el sistema

a sus límites, sino mantener su diversidad y variabilidad, dejando un poco de holgura y flexibilidad, y no se trata de optimizar algunas partes del sistema sino de mantener su *redundancia*.

También significa aprender cómo mantener y mejorar la capacidad de adaptación y comprensión de cuándo y dónde es posible intervenir en la gestión. Estas aproximaciones de gestión y enfoque "suave" son necesarios porque la gestión "dura" que involucran objetivos cuantitativos para la producción de recursos a menudo no funciona. Los modelos lineales de los que depende la gestión de "dura" tienden a ser incompleta o incluso engañosos en la gestión de los ecosistemas a nivel mundial. Los modelos predictivos basados en el equilibrio no funcionan bien en el contexto de sistemas socio-ecológicos complejos.

Tabla 1. Diferentes aproximaciones a la noción de vulnerabilidad alimentaria según los diferentes paradigmas de estudio de la resiliencia socioecológica.

Puntos de comparación	Riesgos/Siniestros	Ecología política/política económica	Resiliencia ecológica
Preguntas focales	¿Cuáles son los riesgos? ¿Cuáles son los impactos? ¿Dónde y cuándo ocurren?	¿Cómo las personas y los lugares son afectados de diferente manera? ¿Qué explica las diferentes capacidades para enfrentar y adaptar? ¿Cuáles son las causas y las consecuencias de la susceptibilidad diferenciada?	¿Por qué y cómo cambian los sistemas? ¿Cuál es la capacidad para responder al cambio? ¿Cuáles son los procesos base que controlan la habilidad para contrarrestar y adaptarse?
Atributos clave	Exposición (amenaza física, externa al sistema) sensibilidad	Capacidad de respuesta, sensibilidad social, exposición	Umbrales de cambio, reorganización, capacidad (para aprender y adaptar)
Unidad expuesta	Lugares, sectores, actividades, paisajes, regiones	Individuos, zonas habitacionales, interacción dinámica de diversos grupos sociales, comunidades,	Ecosistemas apareados con sistemas humanos-ambientales.

		viviendas.	
Escala de decisión de la evaluación de la audiencia	Regional, global	Local, regional, global	Paisaje, ecoregiones, escalas múltiples
Definiciones seleccionadas	<p>“... la propensión de un individuo o grupo a estar expuesto y a ser adversamente afectado por un siniestro. Es la interacción de los lugares de riesgo con el perfil social de las comunidades”</p> <p>“... la idea del potencial de consecuencias negativas que son difíciles de atenuar a través de medidas adaptativas dado el rango de cambios climáticos posibles que pueden razonablemente ocurrir”</p>	<p>“Las características de una persona o de un grupo de personas en términos de su capacidad para anticipar, afrontar, resistir y recuperarse del impacto de un fenómeno natural”</p> <p>“La vulnerabilidad se evidencia en la confluencia del desempleo, la marginación social y económica, y la inhabilidad para obtener suficientes recursos para mantener una base de recursos naturales y enfrentar las inestabilidades climáticas y ecológicas de las zonas semiáridas”</p>	<p>La vulnerabilidad es definida como lo contrario a resiliencia, donde la resiliencia es la “capacidad de un sistema de sufrir disturbios y mantener sus funciones y controles”</p> <p>“La resiliencia tiene las siguientes características: a) la cantidad de cambio que un sistema puede soportar; b) el grado en el que un sistema es capaz de autoregularse; c) el grado en el que un sistema puede construir la capacidad de aprender y adaptarse”</p>

Nota: Adaptación de Eakin H. y Luers, A.L., 2006

Tantos en términos de manejo agroecológico como de urbanismo, la adaptación involucra construir capacidad adaptativa para incrementar las habilidades de las personas y de sus comunidades para sobreponerse a los cambios y para implementar las decisiones que involucran su capacidad de transformar la acción (Altieri, M., AbE Webinar, 2014). Desde esta misma perspectiva, la *adaptabilidad* es la capacidad de las acciones colectivas frente a

las adversidades estructurales. La *transformabilidad* es la capacidad de las comunidades de crear nuevos sistemas socio-ecológicos cuando las condiciones ambientales, socio-económicas o políticas son críticas.

Las cuatro características fundamentales de los sistemas ecológicos que van a ayudarnos a comprender posibles alternativas y estrategias de adaptación son:

1. **La compensación:** Si un grupo funcional de especies es removido puede causar que un ecosistema cambie a un estado “menos deseado” afectando su capacidad de funcionar y prestar servicios. La biodiversidad provee en un ecosistema, un enlace entre stress y resiliencia porque una diversidad de organismos es clave para que los ecosistemas funcionen y provean servicios.
2. **La complementariedad:** La biodiversidad incrementa la función del ecosistema pues diferentes especies juegan roles diferentes y ocupan nichos diversos.
3. **La redundancia:** En general hay más especies que funciones por lo que existe redundancia en los ecosistemas. Son precisamente aquellos componentes que aparecen redundantes en un tiempo determinado, los que se tornan importantes cuando ocurre un cambio ambiental. Las especies al parecer insignificantes, al ocurrir un cambio en el ecosistema, se vuelven más relevantes. Cuando se producen cambios ambientales, la redundancia construida por varias especies, permiten al ecosistema continuar funcionando y proporcionando las funciones ecosistémicas. Así, la biodiversidad sirve como un “amortiguador” frente a las fluctuaciones climáticas.
4. **La resiliencia:** Un ecosistema es resiliente si es capaz de reconstruirse después de una eventualidad ambiental y puede seguir adelante. Mientras más biodiversos los ecosistemas, estos tienden a ser más resilientes. La resiliencia se define como la propensión de un ecosistema a retener su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación. La resiliencia tiene dos dimensiones: *resistencia a los shocks* (eventos extremos) y la *capacidad de recuperación* (Holt-Gimenez, E., 2001). Un ecosistema es resiliente si es capaz de seguir prestando funciones ecológicas (en el caso de un agroecosistema si es capaz de seguir produciendo alimentos), a pesar del

gran desafío de una sequía o una tormenta severa.

En la Figura 1 podemos observar las funciones principales de un agroecosistema.



Figura 1. Cuatro funciones ecológicas que son características fundamentales de los agroecosistemas, sobre las que el diseño agroecológico trabaja para fortalecer la resiliencia del sistema.

La capacidad de construir resiliencia en un sistema socioecológico depende del contexto socio-cultural (nivel de organización, gobernanza, conocimiento tradicional, etc.) que lo nutre y de la capacidad de reaccionar, movilizarse y de adaptarse a los cambios de los grupos humanos que los manejan. Los ecosistemas son más vulnerables en sus límites geográficos cuando los grupos humanos carecen de armonía social y su identidad social se ha trastocado.

El riesgo alimentario será un producto entonces de la relación entre amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta ante la desprovisión, inflación de precios, falta de acceso o escasez de alimentos (Figura 2):

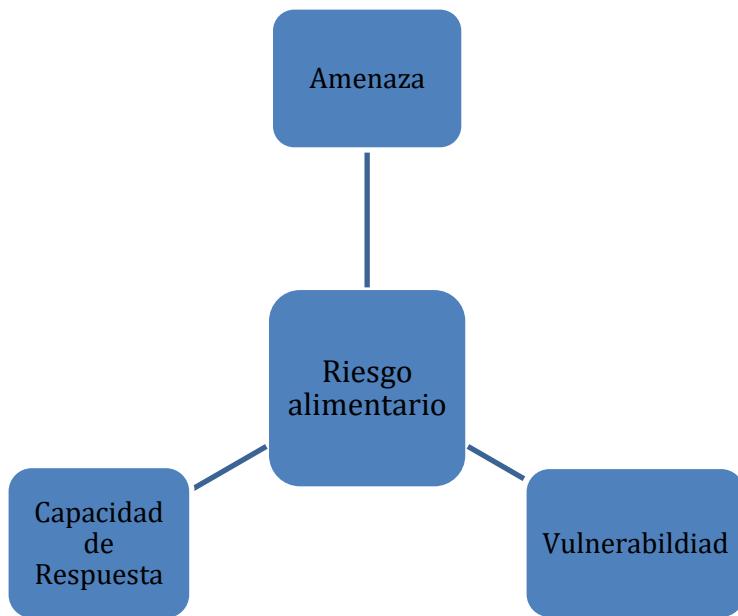


Figura 2. Enfoque sistémico del riesgo alimentario = Amenaza (probabilidad de que exista un riesgo, intensidad y frecuencia) + vulnerabilidad /Capacidad de respuesta (atributos y estrategias de manejo agroecológico)

Por tanto, entendemos la adaptación se define como los ajustes que logran hacer los urbicultores para reducir los riesgos, la capacidad de adaptarse a sus recursos individuales o colectivos, sus habilidades y destrezas.

En el sentido socioecológico, la adaptación se afianza en la organización comunitaria para reducir la vulnerabilidad, redes de ayuda, reciprocidad y apoyo mutuo, las reservas de alimentos, por nombrar algunos. Por tanto, la adaptación deberá entonces estar acompañada de la diversidad de especies y actores, siendo esta simbiosis la más similar a la estructura ecosistémica. Los principios ecológicos que gobiernan al sistema socioecológico nos permiten tener claro, que la estrategia social de adaptación, al ser interdependiente, deberá sumar una complejidad de voluntades que reduzcan la desigualdad, fomenten la participación, mantengan el espacio del diálogo, generen mecanismos de compensación, redundancias, complementariedades de fortalezas sociales y creen métodos de trabajo vinculados a funciones organizativas más que a estructuras de decisiones verticales y jerárquicas.

2.2 La crisis alimentaria en México

El tema del hambre en México, adquiere especial relevancia en el desarrollo contemporáneo del país, además de por razones de justicia social, porque existe una correlación entre el alza de precios y los más recientes disturbios sociales en diversas partes del mundo⁴. Se ha demostrado que el *índice económico 210* de la FAO es el punto de ebullición que determina el estallido de una protesta de masas (Bar-Yam, 2011). Las causas de raíz resultan ser el hambre y la desesperación (Bar-Yam, 2014). Para balancear la crisis alimentaria, existen alternativas formadas fuera de la influencia del Estado, en las que los ciudadanos toman el control y la iniciativa de desarrollar mercados internos y autoabasto; una de ellas es la formación de huertos dentro de la ciudad para proveer de alimentos sanos y accesibles. La *urbicultura*, como denomina Gustavo Esteva de la Universidad de la Tierra en Oaxaca a la agricultura urbana –producir los alimentos en las ciudades- y la concertación de arreglos entre campesinos y productores urbanos es ya una corriente vigorosa de acción que define una tendencia⁵. La *urbicultura* empieza a tomar la intensidad de una epidemia en muchos países y se avanza cotidianamente en su construcción (Esteva, 2013). Es así que La Vía Campesina, la red mundial de organizaciones de base más grande del mundo, llama a la acción política en su VI Conferencia Internacional de cada ciudadano orientado a la base del sistema económico: El campo y la comida; siendo la Soberanía Alimentaria el eje central de la lucha por un proyecto de justicia social que hoy convoca a amplios sectores del campo y la ciudad. La soberanía alimentaria es el derecho fundamental de todos los pueblos, naciones y estados a controlar sus alimentos y sus sistemas alimentarios y a decidir sus políticas asegurando a cada uno alimentos de calidad, adecuados, accesibles, nutritivos y culturalmente apropiados. Ello incluye el derecho de los pueblos para definir sus formas de producción, uso e intercambio tanto a nivel local como internacional.

⁴ Entre los países que según Bar-Yam sufren disturbios vinculados al aumento del coste de los alimentos figuran Argentina, Egipto, Túnez, Brasil, Turquía, Colombia, Libia, Suecia, India, China, Bulgaria, Chile, Siria, Tailandia, Bangladesh, Ucrania, Venezuela y Bosnia.

⁵ Cuba es en la actualidad el campeón mundial de la agricultura orgánica y la mitad del consumo en las ciudades se produce en ellas.

En este contexto, la explosión demográfica urbana de los pueblos y ciudades de los países del Sur Global del mundo sugiere futuros escenarios de vulnerabilidad, ya que están creciendo y ampliándose casi dos veces más rápido que el crecimiento total de la población (Figura 3), a más de 2,5 mil millones de personas. Según datos de la FAO, en 2025, más de la mitad del Sur Global 3.5 billones de personas, serán urbanas, proyectándose a 9.3 billones para el 2050 (UNESA, 2011).

En muchos países de Latinoamérica, el crecimiento urbano no está siendo impulsado por las oportunidades económicas sino por las altas tasas de natalidad, inmigración interestatal y por una afluencia masiva de la población rural que busca escapar del hambre, la pobreza y la inseguridad. Incluso se espera que las áreas urbanas del mundo absorban todo el crecimiento de la población que se esperaba para las siguientes cuatro décadas (UNESA, 2001). En contraste la población rural mundial se proyecta empezar a descender en una década. En México, la población urbana aumentó un 36% entre 1965 y el año 2000 y se estima que represente un 82% de la población para el año 2030. El Departamento de Asuntos Económicos y Sociales ECOSOC (2018) por su parte, prevé cifras más conservadoras, previendo que el 68 % de la población vivirá en zonas urbanas de cara a 2050. La causa reside en que parte de la población mundial desplazará su lugar de residencia de las áreas rurales a las urbanas y, a esta predicción, se unen las perspectivas de crecimiento demográfico, según las que cerca de 2500 millones de personas adicionales vivirán en las ciudades para esa fecha.

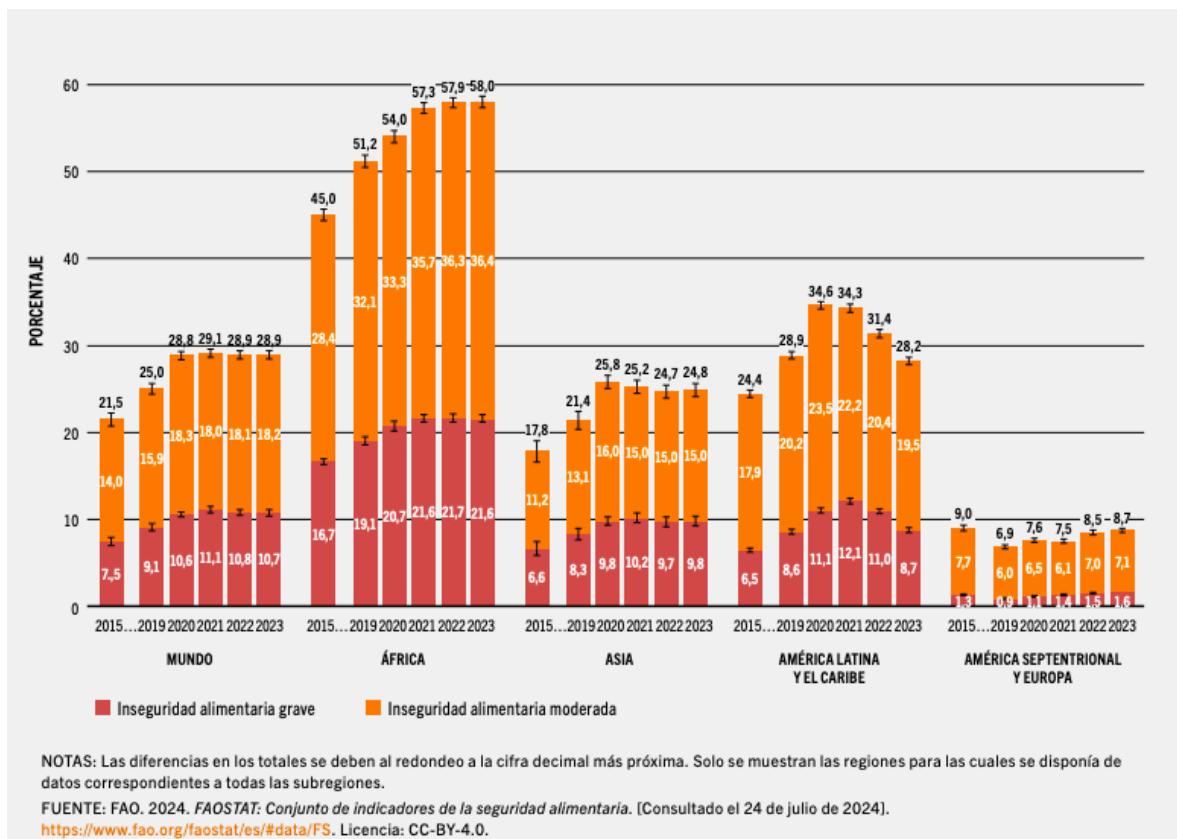


Figura 3. Prevalencia de la inseguridad alimentaria es más elevada en las zonas rurales que en las urbanas. En todo el mundo y en todas las regiones excepto en América septentrional y Europa, la prevalencia de la inseguridad alimentaria en ambos niveles de gravedad es sistemáticamente mayor en las zonas rurales que en las urbanas. Sin embargo, la prevalencia en las zonas periurbanas frente a la de las zonas rurales difiere de una región a otra.

Históricamente, las ciudades han representado sitios de oportunidad, por sus economías de escala, empleo y por el aprovisionamiento de servicios básicos en comparación con las zonas rurales. Este imaginario ha servido como motor de la idea del progreso social y el desarrollo económico desde la perspectiva nacional (Martínez Astier, 2013; Duering, 2024). Sin embargo, en las ciudades de países de bajos ingresos per cápita, la urbanización viene aparejada de altos índices de pobreza, desempleo e inseguridad alimentaria. A nivel mundial, se estima que unos mil millones de personas viven en barrios marginales en condiciones de hacinamiento, sin acceso a servicios básicos de salud, agua y servicios de recolección de basura. También se indica que el 55 % de las personas en el mundo vive en ciudades. Según un nuevo informe de Naciones Unidas, se estima que esta proporción aumentará hasta un 68 % de cara a 2050, por lo que el desarrollo sostenible dependerá cada

vez más de que se gestione de forma apropiada el crecimiento urbano, especialmente en los países de ingresos medios y bajos que son los que liderarán el proceso.

Esta prospectiva señala además de una serie crisis de gobernabilidad: ciudades degradadas ambientalmente y empobrecidas, con gran cantidad de población vulnerable y socialmente excluida, jóvenes y desempleados; un desafío tanto para la seguridad alimentaria de estas poblaciones como para los esperados efectos de incremento de la inseguridad y violencia. Al respecto, la FAO (Growing Greener Cities, 2010) también ha afirmado que alrededor del 30 por ciento de las zonas urbanas del mundo en desarrollo, una población de 770 millones de personas, está desempleada o "son clase trabajadora", con ingresos por debajo de la línea oficial de pobreza. Las personas marginalizadas de la periferia urbana gastan la mayor parte de sus ingresos tan sólo en alimentarse y un mayor porcentaje de su renta que los ricos, esto se conoce como la "Ley de Engel". Ni los precios relativos ni las preferencias subjetivas explican esta ley, sino las necesidades básicas comunes a todos los humanos, cuya elasticidad es poco negociable. Así entendemos la posibilidad de elasticidad en la demanda, en lo que se conoce como la paradoja de Giffen, donde se hace una excepción a la "ley de la demanda" cuando al subir los precios, el gasto de las familias con poca disponibilidad tiende a consumir más de lo que sigue siendo más barato, aunque se haya encarecido (Martínez Astier, 2013). Además, sus hijos sufren altos índices de malnutrición que son muchas veces tan altos como los que se indican en las zonas rurales. Para sobrevivir, muchas personas que viven en cinturones de miseria han resuelto cultivar sus propios alimentos en cualquier espacio disponible de tierra, ya sea en traspatios, a las orillas de los ríos o canales, en caminos, en vías férreas o debajo de las líneas de alta tensión (Martínez Astier, 2013).

El problema de acceso a la canasta básica en México es ya ineludible, desde 2014, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE declaraba que México se convertía en el país en el que un mayor número de habitantes con al menos 38.3 por ciento de la población mexicana (Figura 4), prácticamente cuatro de cada diez, aseguraban no tener dinero suficiente para comprar los alimentos mínimos necesarios.

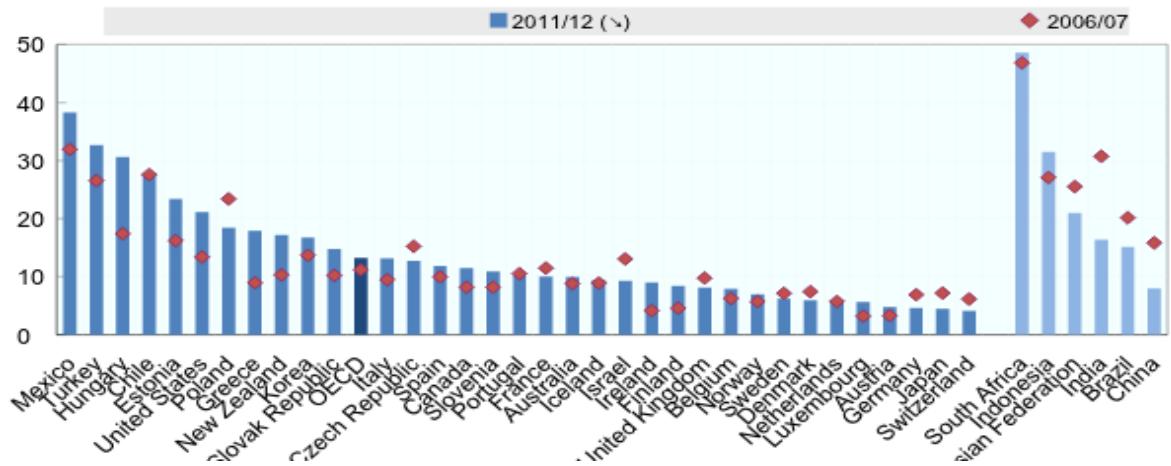


Figura 4. Número creciente de personas que no pueden comprar la comida. Fuente: Society at a glance 2014. OECD 2014.

Incluso antes de la pandemia por COVID-19, la misma organización declaró que México era el segundo país miembro que registraba mayor encarecimiento de la canasta básica por inflación, sólo después de Turquía (Morales, 2018). Durante el tiempo del estudio, el índice de desigualdad, o Coeficiente de Gini era de 0.466 y la brecha entre pobres y ricos se estimaba en 28.5% (OECD, 2014). Al mismo tiempo México era el país que ejercía menos finanzas presupuestales de los países miembros destinados a gasto social con 7.4 del producto interno bruto (PIB). Aunque de acuerdo a la Secretaría de Economía, los precios de la canasta básica se mantuvieron estables, el mismo reporte señalaba que “la desigualdad podía empeorar y volverse persistente a menos que los gobiernos actúen rápidamente para impulsar el apoyo a los sectores más vulnerables de la sociedad” (Figura 5).

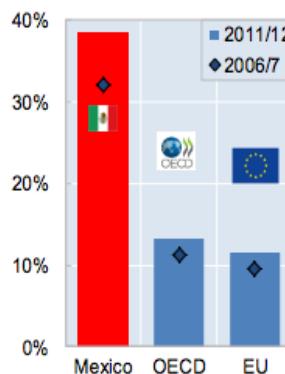


Figura 5. Ningún otro país de la OCDE presenta resultados más altos en porcentajes de encuestas donde la población perciba que no puede comprar su comida. Fuente: Society at a glance, OCDE, 2014.

En este contexto es posible encontrar, con muchas dificultades, que las experiencias de agricultura urbana pueden mantenerse al margen de la vida económica e incluso se presentarse en zonas de alta marginalidad como medidas de amortiguamiento de la crisis socioeconómico.

Hemos visto que las recomendaciones subsecuentes de la OCDE, históricamente generan mecanismos de ajuste estructural con altos costos sociales. Sus recetas y sugerencias son generalmente medidas para mejorar la competitividad macroeconómica y se basan, entre otras, en una mayor recaudación presupuestaria, lo cual vulneraría la estabilidad de la inflación en los precios de los alimentos, que la Secretaría de Economía menciona haber ganado en años posteriores a la pandemia (PROFECO, 2024) y que nuevamente afectaría el costo de los alimentos en relación al poder adquisitivo, sobretodo de la clase media baja y baja de las urbes del país.

2.3 El desarrollo de la agricultura urbana como base política para un desarrollo sostenido

Mientras que en el Norte Global los conceptos descrecimiento urbano, de ciudades verdes y de economía circular se relacionan con la planeación urbana para la alta tecnología en arquitectura sustentable, el descrecimiento y ciclos cerrados de utilización de productos; en el Sur Global, esos mismos principios pueden guiar a un desarrollo urbano que impulse la soberanía alimentaria, trabajo con ingresos dignos, un entorno inocuo y libre de nocivos con controles para desechos industriales, una jornada de menos de 40 horas para poder preparar

y ejercer los cuidados y un clima de gobernabilidad para trabajad/obreros y ciudadanos. Es ahí donde la ciencia política deliberativa tiene un amplio campo para facilitar el proceso de disminución de la brecha de desigualdad en las urbes latinoamericanas.

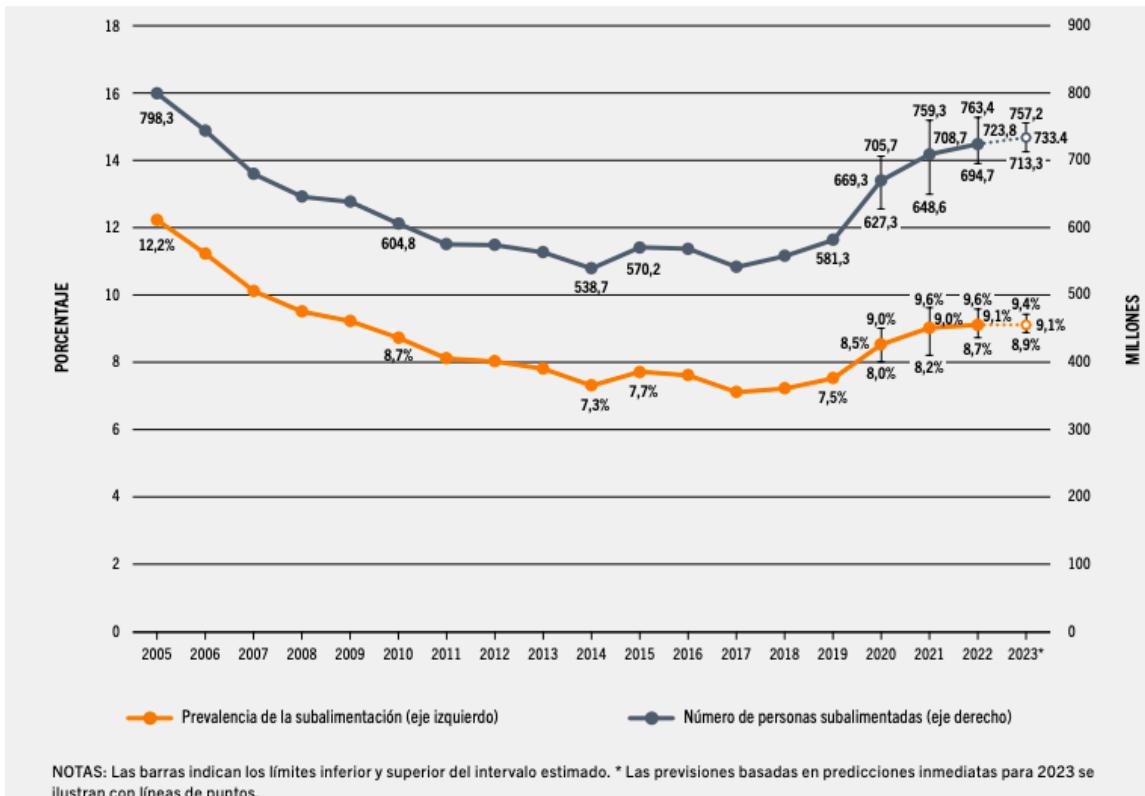
El *Seguridad Alimentaria* que la FAO utiliza políticamente para incluir a las corporaciones, hace referencia exclusivamente a la noción de suficiencia. Es decir, la seguridad alimentaria ocurre cuando los urbanitas son capaces de producir *suficientes alimentos* o comprar alimentos suficientes, para alcanzar los requerimientos de una vida activa y saludable. En la gran mayoría de ciudades latinoamericanas del siglo XXI, todas estas condiciones de la seguridad alimentaria son amenazadas.

Antes de la pandemia, los hogares urbanos pobres gastaban hasta el 80 por ciento de sus ingresos en alimentos, haciéndolos extremadamente vulnerables cuando sus ingresos caen. La FAO estimó que como consecuencia de la histórica crisis mundial de los precios de los alimentos en 2007/2008, y la posterior recesión económica, el índice de hambre crónica en el mundo aumentó durante ese periodo, de por lo menos 100 millones a más de mil millones de personas. El mayor incremento ha sido en los pobres de las ciudades, las mujeres y los niños, donde la mala alimentación ha favorecido secuencialmente la aparición de enfermedades crónico-degenerativas. En muchas ciudades en crecimiento, las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta, como la diabetes, continúan siendo un problema de salud en crecimiento, principalmente en áreas urbanas.

Según la CEPAL, el acceso físico y económico a los alimentos y no su disponibilidad son el mayor problema del México. Se estima que, en 2023 el 28.9 de la población padeció inseguridad moderada o grave. De igual manera, más de un tercio de la población mundial (cerca de 2 800 millones de personas) no pudo permitirse una dieta saludable en 2022.

Debido al riesgo financiero de pérdidas económicas por eventos climáticos, la inversión al campo cada vez aporta menos sumas modestas y cifras netas de préstamos bancarios concedidos a la agricultura, la silvicultura y la pesca, mismas que han ido disminuyendo de forma casi constante. Se necesitan estructuras gubernamentales para subsanar los déficits que no son cubiertos por los agentes comerciales privados invirtiendo en bienes públicos,

reduciendo la corrupción y la evasión fiscal, aumentando el gasto en seguridad alimentaria y nutrición (FAO, FIDA, OMS, PMA, UNICEF, 2024)



NOTAS: Las barras indican los límites inferior y superior del intervalo estimado. * Las previsiones basadas en predicciones inmediatas para 2023 se ilustran con líneas de puntos.

Figura 6. El hambre mundial se disparó con la pandemia de COVID-19 y se ha mantenido al mismo nivel. Fuente: FAO. 2024. FAOSTAT: Conjunto de indicadores de la seguridad alimentaria. [Consultado el 24 de julio de 2024] <https://www.fao.org/faostat/es/#data/FS>. Licencia: CC-BY-4.0.

Paradójicamente a la noción de suficiencia contemplada por la narrativa de la *seguridad alimentaria*, en el territorio mexicano persiste un ambiente obesogénico que mencioné con anterioridad. Este mismo se refleja en la oferta de la comida: los alimentos ultraprocesados se encuentran en casi la totalidad de puntos de venta. De acuerdo a Paulina Magaña, coordinadora de la Campaña de Salud Alimentaria en la asociación El Poder del Consumidor, conseguir alimentos saludables requiere un recorrido de mayores distancias.

Aunado al bajo valor nutrimental de dietas altas en carbohidratos, se suma la dificultad de que los alimentos lleguen frescos a la ciudad. El costo del transporte, el embalaje y la refrigeración, el mal estado de los caminos rurales y las pérdidas en tránsito se suman a la escasez y al aumento del costo de frutas y hortalizas en los mercados urbanos. Las cifras

nacionales de la disponibilidad de alimentos frescos en México, mostraron que sí hay alimentos suficientes, sin embargo, el precio más elevado por costo del traslado en muchas localidades del país, ha limitado el acceso y adquisición de alimentos. La distribución en este caso fue determinante del acceso a los alimentos frescos y sanos (FAO, 2007).

2.4 Ejemplos de capacidad de respuesta ante la vulnerabilidad alimentaria en México y otras latitudes

Según el informe la representación de la FAO en México, en el país existen ya algunos indicios de políticas públicas que trabajan de manera incipiente grupos populares de las grandes ciudades, cuyo acceso se ve cada vez más comprometido (FAO, 2009). En este contexto, la FAO ya ha cooperado con los gobiernos estatal y municipal en la ciudad de Puebla, por ejemplo, con el proyecto TCP/MEX/3202 *Estrategia de fomento y desarrollo de la agricultura urbana y periurbana*, para el diseño e instrumentación de un programa que fomente la agricultura urbana y periurbana a través de la participación de familias que se dediquen a esta actividad con la finalidad de fomentar su “seguridad alimentaria y desarrollar actividades que mejoren su ingreso”.

En Puebla-Tlaxcala (al sureste de la capital mexicana) se ha conformado un importante espacio de producción urbana y periurbana para el abasto de los mercados orgánicos, basado en la proximidad geográfica y las cadenas cortas (Ajuria, 2017); en Monterrey, en el norte del país, se han instaurado huertos urbanos que surten la demanda de restauración tipo *gourmet*, además de huertos comunitarios en la zona metropolitana. En Guadalajara, la más importante metrópolis del occidente de México, existen instituciones universitarias que han encabezado programas de agricultura urbana mediante la instauración de huertos urbanos comunitarios en barrios populares y de clase media. En Xalapa, al oriente del país, se han desarrollado espacios de producción de alimentos orgánicos y de relaciones vecinales impulsadas por la Universidad Veracruzana orientadas al cuidado de la naturaleza y la gestión ambiental. Otras ciudades del sur, como Oaxaca, han desarrollado “experiencias en la producción de alimentos sanos y la permanente asesoría para la instauración de huertos domiciliarios y la creación de compostas” tales como el Colectivo de Aprendizaje en

Alimentos Sanos (CAAS) o las iniciativas vecinales vinculadas al arte y la cultura como la Cochera en Servicio. En Chiapas, Calderón (2016) ha documentado la conformación de una sólida agricultura periurbana, que ha trastocado el paisaje natural en San Cristóbal de las Casas.

En el Oriente del Valle de la Ciudad de México, existe un estudio cualitativo de las redes de reciprocidad y de solidaridad de habitantes de colonias populares y en lo que originalmente fueron asentamientos irregulares, Con dos estudios de caso en la Alcaldía de Iztapalapa y uno en el Valle de Chalco se muestra la evolución e importancia para la soberanía alimentaria durante la pandemia por COVID-19 para grupos marginados del modelo neoliberal de expansión urbana y del sistema alimentario de supermercados de la Ciudad de México (Moreno-Gaytán, 2022).

En otros países y ante la crisis alimentaria, China, por ejemplo, ha integrado la producción de comida en su planeación y desarrollo urbano desde 1960. Hoy en día, más de la mitad del consumo vegetal en Beijing proviene de huertas de la ciudad misma, lo cual cuesta menos que transportar la producción en camiones desde las zonas más distantes.

La agricultura urbana en y alrededor de Hanoi produce más de 150 000 toneladas de frutas y verduras al año. En Cuba, se ha implementado la horticultura intensiva UPH como parte del Programa de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar surgida desde 1987 en la isla y que en 2022 administraba 147 000 fincas suburbanas con 12 640 hectáreas dedicadas a la producción diversificada de cultivos y 147 fincas municipales de semillas. De estas fincas suburbanas 2 286 ha existen en organopóicos, 3 067 ha en huertos intensivos, 405 ha semiprotegidas, 5 218 ha en parcelas tecnificadas y 351 ha en casas rústicas. El sector urbano representa el 60 de producción hortícola. La ingesta per cápita de frutas y hortalizas de Cuba supera las recomendaciones mínimas de la FAO y la OMC (Alonso-Falcón, 2022).

De igual modo y a medida que la urbanización se acelera en el África subsahariana, muchos países están tratando de desarrollar su sector de horticultura comercial con miras a la *seguridad alimentaria* urbana. El primer paso ha sido legalizar y proteger a largo plazo las huertas establecidas a pequeña escala que han surgido sin planificación ni permisos.

En la República Democrática del Congo, la FAO en 2008 informó sobre las medidas que regularizan los títulos de propiedad a 1 600 ha de zonas ajardinadas operadas por unos veinte mil agricultores de tiempo completo en cinco ciudades.

2.5 Soberanía alimentaria, una alternativa contrahegemónica a la seguridad alimentaria

Hemos puesto énfasis en subrayar el concepto de *seguridad alimentaria* cuando aparece en el discurso hegemónico. Es posible hablar del estado de la inseguridad alimentaria 10 años atrás, pero es imposible separar el estado actual de las políticas estructurales sin tomar en cuenta que la implementación de las reformas neoliberales tuvo un impacto drástico en 1996, año en el que el número de personas que vivían en pobreza alimentaria, casi se duplicó hasta alcanzar el 37.4%. Desde entonces, el déficit comercial agroalimentario ha aumentado de manera exponencial (tan sólo de 74 millones de dólares en 1994 a 5 mil 500 millones de dólares en 2004), siendo en la población rural, en quien recae la mayor responsabilidad tanto del abastecimiento de alimentos, como de la conservación de los recursos naturales. El índice de dependencia en granos, oleaginosas y cárnicos de México, antes de la firma del TLC era cercano al 20%, en 2005 se ubicaba en un 35% y para el 2014 alcanzó el 43% (El Financiero, 2014), (Figura 7). Actualmente, de acuerdo con cifras de evaluación de productividad alimentaria mensual y hasta el 31 de julio de 2024, la dependencia alimentaria de México llegó al 40 por ciento, pero desde el año 2014, año en que inician las políticas de la 4T, la balanza comercial agropecuaria presenta un superávit (Figura 7). La recomendación de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, establece un límite deficitario del 25 por ciento anual, con la condición de recuperarlo en el siguiente ciclo (AZ Medios, 2024).

**Evolución del saldo de la Balanza Comercial Agroalimentaria de México,
enero-agosto 1993-2024**
[Millones de dólares]

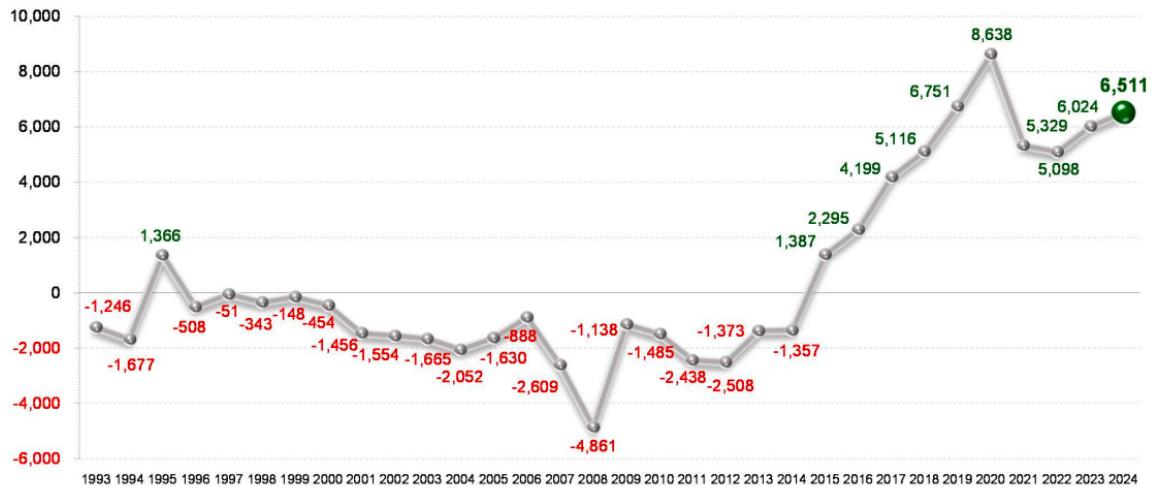


Figura 7. Dependencia agroalimentaria pasó del 10 al 43% en 20 años tras la firma del NAFTA y aunque las cifras mencionan que actualmente se mantiene en 40% si ha habido una mejora en el superávit agroalimentario de la balanza comercial histórica tras el inicio de la política económica de la 4T. (Evaluación de Productividad mensual, 2024 en AZ Medios; El Financiero 2014)

Mientras los precios agrícolas demuestran tendencias alcistas en el mercado internacional, nuestro superávit parece ser el resultado de medidas económicas nacionales que no podrán sostener en el largo plazo el comportamiento de los mercados que en realidad dependen en gran medida de factores climáticos específicos que afectan las cosechas. Otra de las razones para este superávit de exportación es la creciente producción para un nicho de clientes *premium* y *gourmet* de exportación (Figura 8) que no refleja la realidad de los campesinos, sino la de los agroindustriales como los aguacateros de Michoacán y Jalisco (Figura 9).

**Superávit de los principales productos comercializados de México por tipo,
enero-agosto 2024**
[Millones de dólares]

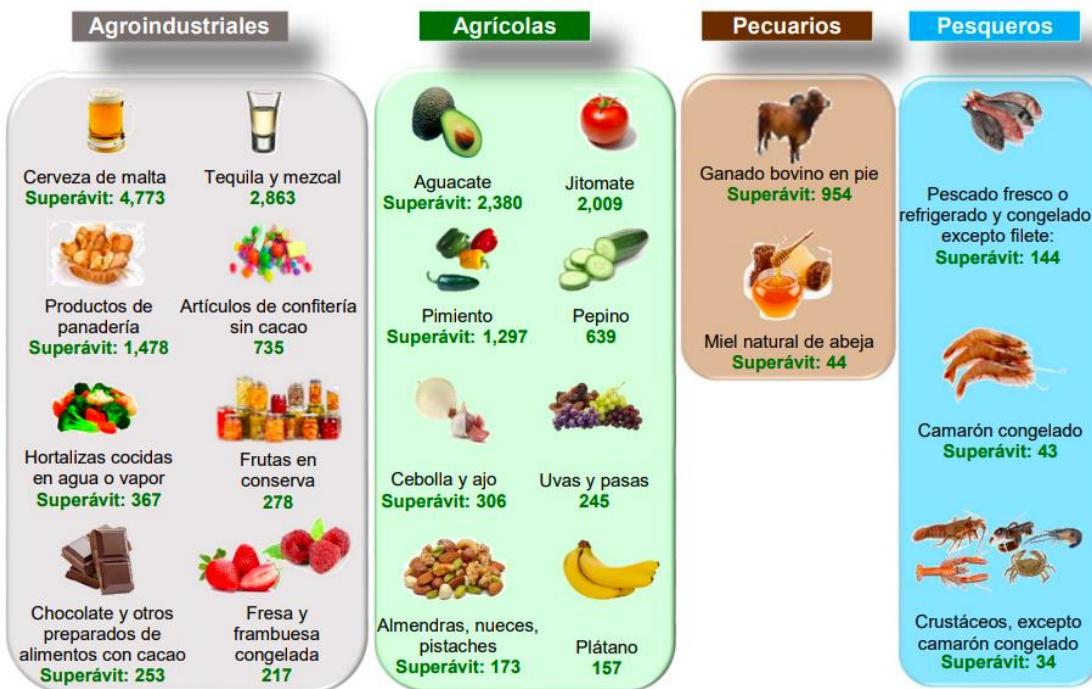


Figura 8. Estrategia comercial de venta de mercancías que contribuyen en 2024 significativamente al superávit histórico de 6, 511 MDD de la balanza agroalimentaria de México por sus saldos positivos. Fuente: SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Dirección de Análisis Estratégico.

Debido a que las tierras no tienen vocación para las escalas de producción de estos productos persiste una larga experiencia de despojo de tierras y de impactos socioambientales como la tala masiva, robo de agua (Vaquero, 2023) y rentismo de tierras que extraen nutrientes para después dejarlas empobrecidas una vez que el “ciclo de vida” ha llegado a su fin.



Figura 9. Zona deforestada para el cultivo de aguacates en la localidad de Zacapú, Michoacán. Fuente: Llano, Fernando, AP, 2022. El País, España.

Los precios del maíz para 1998 eran de 120 dólares por tonelada, en 2008, año de la crisis alimentaria global más reciente, en que se quitaron los aranceles para su importación ascendieron a 261 dólares y a partir de ahí los precios han fluctuado en función del fenómeno del Niño que afecta principalmente a los productores de riego de temporal. Actualmente, en 2024, existen factores ambientales que vulneran el precio y la comercialización del grano de maíz y en muchas ocasiones se tiene que ofertar la cosecha a compradores y acaparadores como; Cargil, ADM, Maseca, Minsa, consumidores pecuarios y uniones de la industria de la masa y la tortilla. La principal razón del colapso en el precio de compra a los campesinos y productores, se debe a la tecnificación de la producción en México y Estados Unidos. Ante esto, los compradores ejercen presión para que el precio sea aún más bajo según las reglas libre mercado y su fijación de precios para el sector agrícola en la bolsa internacional de valores. Este efecto castiga la economía del agricultor ya que el precio de la cosecha se encuentra sujeto a la cotización de precios de las bolsas de Chicago, alienado y lejos de la realidad de los productores que llegan incluso a enfrentar estrategias de *dumping* internacional, una práctica comercial en la que los especuladores se ponen de acuerdo para

acordar precios por debajo del costo de producción real y entrar a la economía local con precios con los que no se puede competir, para destruir la competencia local y dominar su totalidad a largo plazo.

Existe una relación directa entre la inflación por aumento de precios de los alimentos y los niveles de pobreza. En Querétaro los principales saldos de estas políticas estructurales se pueden observar con la migración del campo a la ciudad, debido entre otros factores climáticos y de seguridad, a que el campo ha dejado de ser atractivo. La falta de estrategias para producir alimentos nutritivos, inocuos y culturalmente apropiados podría representar para muchos jóvenes rurales quedarse en la pobreza extrema o la entrada a las filas del narcotráfico y la consecuente pérdida del bono demográfico para la economía regional.

A pesar de la movilización campesina para detener el calendario de reducción arancelaria del Capítulo México del TLCAN, la falta de visión hacia el campo mexicano se evidenció en 2008, año en el que el golpe final recibió la eliminación de los últimos aranceles acordados y el desmantelamiento de restricciones para la importación de maíz, frijol, leche en polvo, azúcar y jugo de naranja, todos ellos, los sectores más estratégicos del campo mexicano y por tanto, de su soberanía alimentaria. La exportación de mercancías no refleja la realidad de los campesinos mexicanos ni su fortalecimiento, por el contrario, los productos *premium* responsables del superávit histórico, continúan poniendo en riesgo la resiliencia de sus ecosistemas y de sus guardianes. Por lo tanto, la estrategia agropecuaria del proyecto de la 4T continúa reflejando la falta de soberanía del sistema alimentario y demostrando la profunda inmersión del lobby corporativo agroindustrial en la estructura estatal del país, un andamiaje que se ha construido a través de las tres últimas décadas y que descansa en la cooptación, corrupción, el silencio cómplice de nuestros funcionarios a todos niveles y por supuesto, la impunidad hacia las corporaciones agroquímicas involucradas.

2.6 La situación alimentaria pospandemia en México

Como ya se ha mencionado en la sección anterior, la *inseguridad alimentaria* en realidad es el resultado de políticas públicas que privilegiaron la introducción de capitales transnacionales a la economía mexicana y que al mismo tiempo, desmantelaron la infraestructura estatal o paraestatal que atendía al campo, entre ellas BANRURAL,

CONASUPO, CONAFRUT y la misma red ferroviaria nacional, mismas que en su momento fueron quienes impulsaron la producción del campo y cuyo recorte en el gasto público generó un vacío logístico por mas de tres décadas hasta el proyecto ferroviario de la 4T.

La incapacidad del gobierno mexicano de transitar hacia la soberanía alimentaria, retomó después de la firma del GATT previo al TLCAN, el discurso malthusiano prevaleciente en la década de los 50s impulsado por la Fundación Rockefeller, y hoy es el panorama ideal para una segunda Revolución Verde, de mayores dimensiones que la anterior. El cambio de los sistemas de cultivos diversificados a los sistemas a base de cereales simplificados contribuyó a la deficiencia de micronutrientes en muchos países del Sur Global (Human Rights Council, 2010). La premisa de incrementar la producción de alimentos para satisfacer la demanda futura no es nueva; sucedió hace cincuenta años para canalizar los capitales de la carrera armamentista al mercado de los agroquímicos y permitió que la industria química transicionara a un nuevo nicho altamente rentable tras el fin de la Segunda Guerra Mundial. Esta premisa del abasto no es suficiente para explicar el hambre en el mundo y es errónea, un silogismo ideal para crear un argumento falaz. Es decir, si la premisa Malthusiana A, del crecimiento aritmético de los alimentos vs. el crecimiento exponencial de las poblaciones dicta que no hay alimentos suficientes y la premisa B -aquí la manipulación- dice que la agricultura convencional y altamente tecnificada impulsada por empresas con el suficiente capital, es capaz de cubrir la demanda; entonces se concluye falazmente que la agricultura convencional es capaz de acabar con el hambre en el mundo. ¿Y quién se atrevería a cuestionar y decir que bajo esa lógica no quiere la alimentación de los pobres? Este argumento ha prevalecido en la lógica del monopolio de los alimentos por décadas, una estrategia planeada para deslegitimar la agricultura campesina e indígena, poseedora de saberes milenarios y de un complejo conocimiento de la naturaleza; y peligrosamente, para los concentradores del capital, capaz de alimentar de manera descentralizada al planeta como lo ha hecho durante los más de 5,000 años de historia de domesticación que es la historia agrícola y de la cultura en Mesoamérica. Es claro que el abasto, por sí mismo, no va a representar un progreso significativo en el combate al hambre y la malnutrición si no se combina con un aumento en el ingreso y una mejora en las condiciones de vida de los pobres- particularmente de los pequeños productores en países del Sur Global (Human Rights

Council, 2010) y peor aún si ese abasto se alcanza con alimentos transgénicos y procesados que no han probado inocuidad epigenética. Siguiendo esta lógica, para el gobierno mexicano (SAGARPA, 2023) es un hecho que las tendencias demográficas mundiales (aumento de la población, crecimiento de la PEA y de adultos mayores) derivarán en una demanda de más y mejores alimentos que no podrán ser producidos mediante un crecimiento de la frontera agrícola; por ello señala la necesidad de poner en juego nuevas tecnologías o nuevos esquemas de producción agropecuario para incrementar la productividad, pues de otra manera se generarán condiciones para el aumento de los precios. Desde esta perspectiva y desde la dinámica natural, cercana al abandono y desmantelamiento, se obliga a la adopción y normalización del uso de nuevas tecnologías mecánicas y al acotamiento del margen de decisión del Estado en favor de la incorporación de organismos genéticamente modificados (OGM). Así, desde esta perspectiva se menciona que “el debate sobre las eventuales repercusiones de los transgénicos sobre la salud y el ambiente es casi ocioso”, toda vez que la producción con OGM, según el argumento de un ala del gobierno corporativo, “resulta prácticamente inevitable” (SEMARNAT, 2023). Esa misma facción política financiada por la agroindustria, parece ser la responsable intelectual del atentado contra Víctor Toledo, científico mexicano extitular de SEMARNAT, quien, en su calidad de funcionario del Gabinete Federal, recibió intimidaciones y la irrupción en su domicilio con rociamiento del herbicida glifosato, para posteriormente tener que seguir en funciones escoltado por dos miembros de la Guardia Nacional, antes de su renuncia definitiva. Estas luchas de poder y del intenso lobby corporativo dentro de la administración pública federal son constantes. Actualmente vemos que un Alfonso Romo, jefe del Gabinete Presidencial y Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural continúa bloqueando las iniciativas de transición agroecológica y favoreciendo al agronegocio a través de Víctor Villalobos quien funge como Secretario de Desarrollo Rural, SADER. Nuestras observaciones muestran que la colusión de corporaciones de la industria agroquímica lleva décadas inmiscuída a nivel federal, generando un lobbysmo corporativo que pasa de empresas a corporaciones sin hasta el momento haberse señalado como flagrante conflicto de interés (Comunicación personal, Gabriel Arellano lobbysita y Supervisor de Responsabilidad Social y Sustentabilidad de Monsanto-Bayer y paralelamente funcionario del Senado de la República). Estos

funcionarios están relacionados con las empresas que defienden el glifosato, la dependencia de paquetes de agroquímicos y su postura en contra de la Agroecología y los sistemas de ciclos cerrados de reintegración de nutrientes (Astillero Informa, 2024).

El resultado de esta corrupción tiene serias implicaciones en la salud pública de los mexicanos. Bajo las políticas de ajuste estructural neoliberales en México que favorecieron tanto la Revolución Verde como la privatización de las responsabilidades agrarias del Estado; la pobreza, el hambre, la obesidad y las enfermedades crónicas que van de la mano, siguen aumentando. En 2012, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) estimó que entre los años 1988 y 2012, la proporción de mujeres con sobrepeso entre las edades de 20 a 49 años incrementó de 25% a 35.5% y las mujeres obesas en este grupo aumentaron de 9.5% a 37.5%. Un 29% de niños mexicanos de entre 5 y once años tenía sobrepeso, al igual que 35% de los muchachos de entre 11 y 19, mientras que uno de cada diez niños en edad escolar sufría de anemia.

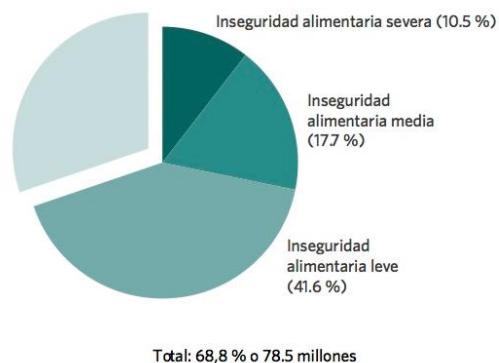


Figura 10. 68.8% de la población padece algún tipo de inseguridad alimentaria en México. Fuente (Ensanut, 2012).

Una década después, debido a las pocas restricciones a la expansión y fragmentación de las tiendas de conveniencia locales de la cadena de tiendas OXXO, junto con la industria refresquera y de alimentos chatarra como Nestlé y Coca Cola FEMSA, ocasionaron un incremento en la tasa de obesidad de la población. Fue así que para 2022, la prevalencia en sobrepeso se incrementó aún más al 38.3% de la población, la obesidad al 36.9% y la obesidad abdominal al 81%. La prevalencia de obesidad en adultos mexicanos es una de las

más altas a nivel mundial y está asociada con los factores de riesgo y enfermedades crónicas más frecuentes. La paradoja de población obesa coexiste paralelamente con la desnutrición. Es obvio que las enfermedades crónico-degenerativas de la población tienen su raíz en la mala alimentación. Por un lado y como consecuencia de la pobreza extrema, concentrada en áreas rurales marginadas, se han agudizado los niveles de desnutrición y anemia, lo que en edades tempranas provoca daños cerebrales irreversibles que están afectando a niños de uno a dos años de edad, con consecuencias graves en su aprendizaje y desarrollo. Por el otro, los adultos con obesidad tienen una mayor posibilidad de tener diagnóstico de diabetes, hipertensión y dislipidemia (colesterol y triglicéridos) que los adultos con índice de masa corporal (IMC) normal (ENSANUT, 2022).

Esta paradoja de la desnutrición afecta a un 20 por ciento de las mujeres en general, y es especialmente aguda en las embarazadas, en las que el índice aumenta al 30 por ciento, lo que repercute en los recién nacidos que carecen de los nutrientes y elementos esenciales para su adecuado desarrollo físico y cerebral (Figura 10). Después de la pandemia, aproximadamente el 50% por ciento de los adultos padecen obesidad; 20% por ciento de los niños en edad escolar y 7% por ciento de los preescolares.

Para ser más específicos con los efectos de la expansión sin precedentes de la cadena OXXO-Femsa y Farmacias del Ahorro de medicamentos alópatas y de patente; observamos que en la última década, el consumo de frutas, verduras, carnes magras y cereales enteros (frijol, arroz, trigo, entre otros) cayó más del 30%; en contraparte, la ingesta de bebidas azucaradas y carbohidratos refinados aumentó en la misma proporción. El consumo per cápita de refrescos en México es de 1,121 litros anuales, y es uno de los cinco países que más consume alimentos denominados “chatarra”. El consumo de alimentos en las escuelas de casi todo el país (excepto Jalisco y Nuevo León) se orienta a este tipo de productos. Específicamente, la mala nutrición favorece el desarrollo de enfermedades crónicas y degenerativas como la diabetes tipo II (11% de la población), hipertensión arterial (30%), infartos y varios tipos de cánceres, así como altos niveles de colesterol (43%). La diabetes junto con los problemas cardiovasculares, constituyen hoy la principal causa de muerte en el país (ENSANUT 2012).

Estos problemas de salud, además de disminuir las capacidades físicas e intelectuales de la población, requieren de gastos médicos y sociales crecientes que impactan tanto en la economía de la población como en el sistema de seguridad social, la economía doméstica y las finanzas públicas. Estos hechos estructurales limitan el ejercicio de la soberanía agroalimentaria y de salud pública de la Nación que se traducen en un problema de seguridad nacional que continuará demandando la atención prioritaria del Estado Mexicano

2.6 El derecho a la alimentación

Garantizar el derecho a la alimentación requiere tener la posibilidad ya sea de alimentarse directamente de la tierra productiva o de recursos económicos para su compra. Esto implica asegurar que la comida está disponible, sea accesible, sea inocua y culturalmente adecuada. En una palabra, que respete la red socioecológica de vida de la cual dependemos. La disponibilidad se refiere a la existencia de suficientes alimentos en el mercado para satisfacer las necesidades. La accesibilidad requiere acceso físico y económico, accesibles a todas las personas, incluyendo la físicamente vulnerables, como los niños, las personas mayores o personas con discapacidad. Para la FAO, la accesibilidad significa que los alimentos deben ser asequibles sin comprometer otras necesidades básicas tales como costos de la educación, la atención médica o vivienda. La adecuación exige que los alimentos cumplen los requerimientos de una dieta balanceada (de acuerdo a la edad de la persona, las condiciones de vida, salud, ocupación, sexo, etc.), que sean seguros para consumo humano, libre de sustancias nocivas y culturalmente apropiadas. Las obligaciones de los Estados en virtud del derecho internacional de Derechos Humanos tratados para el derecho a la alimentación, debe ser desarrollado con el fin de cumplir con los siguientes tres objetivos:

- a) En primer lugar, los sistemas alimentarios deben asegurar la disponibilidad de alimentos para todos, es decir, la oferta debe coincidir con las necesidades universales.
- b) En segundo lugar, la agricultura debe desarrollarse de maneras que aumentan los ingresos de los pequeños agricultores.

- c) La disponibilidad de alimentos es, ante todo, un problema a nivel del hogar, y el hambre es hoy principalmente atribuible, no a que no se pueda cumplir la demanda pues hay suficiente alimento, sino a la pobreza; por tanto, aumentar los ingresos de los más pobres y políticas públicas de justicia distributiva son la mejor manera de combatirlo.

Las comparaciones entre países muestran que el crecimiento del PIB originado en el sector primario de la agricultura es más estable, al menos, dos veces más eficaz en la reducción de la pobreza que el crecimiento del PIB industrial que se origina fuera de la agricultura. La agricultura no debe poner en peligro su capacidad para satisfacer las necesidades futuras, es por ello que la atención a la pérdida de biodiversidad, el uso sostenible del agua y la contaminación de los suelos y el agua, son cuestiones que comprometen la capacidad continua de los recursos naturales para apoyar la agricultura.

Como hemos venido mencionando, el cambio climático ya está teniendo un impacto severo en la capacidad de ciertas regiones y comunidades para alimentarse⁶, lo que se traduce en los eventos climáticos más frecuentes y extremos, como las sequías, los incendios, las inundaciones y precipitaciones menos predecibles.

Como medida de mantener un pool genético adaptativo y resiliente a estas amenazas climáticas, las organizaciones sociales insisten al gobierno mexicano que debe prohibir la producción de maíz transgénico bajo el Principio Precautorio, no sólo por los posibles riesgos a la salud, sino porque nuestro país es centro de origen del maíz y existe una real amenaza para la valiosa diversidad genética que caracteriza a la producción campesina (UCCS, 2015). Frente a este panorama, preocupa la posición y continuidad de las políticas sectoriales, que han demostrado no tener viabilidad para la ciudadanía mexicana, sino para quienes concentran el poder de los capitales. La falta en espacios gubernamentales, de propuestas ancladas en nuestra realidad y necesidades nacionales, sigue siendo representativa de una mentalidad colonial, heredera de la experiencia histórica de las economías de enclave cuya principal función era apoyar a la metrópoli; más aún cuando en la esfera gubernamental se

⁶ El cambio de la temperatura media está amenazando la capacidad de regiones enteras y desestabilizando los mercados, en particular quienes viven de la agricultura de zonas áridas como Querétaro, para mantener los niveles actuales de producción agrícola.

posiciona la narrativa de que son demasiados los recursos que se canalizan al campo y sólo hace falta cambiar la proporción que se invierte en activos productivos para asignar mayores recursos al desarrollo de capacidades técnicas bajo un enfoque agroempresarial (SAGARPA, 2010).

En síntesis, la situación nacional se caracteriza por incertidumbre productiva e inestabilidad social en el campo, la creciente dependencia y pérdida de soberanía y seguridad agroalimentaria, la pérdida de millones de empleos agropecuarios en la última década, el abandono de tierras, la degradación ambiental, la migración económica o por despojo forzado de miles de campesinos, y la distorsión de los mercados agropecuarios del país, tanto de las cadenas de valor, como de los sistemas de abasto en las zonas urbanas.

Es muy interesante ver que en Querétaro para el ciclo anual agrícola 2013, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de SAGARPA, en su Anuario Estadístico de Producción Agrícola reportó un total de 166,242.5 ha de superficie *sembrada*, de las cuales 100,457 ha, el 60.42% sembradas fueron con riego de temporal y de las 162,679.4 ha de superficie *cosechadas* en total, 99,500.9 ha, el 61.16 % fueron de temporal, lo cual muestra que las prácticas tradicionales generan más de la mitad de la producción anual agrícola de alimentos a nivel estatal. Los estados de norte y del bajío han sido altamente beneficiados con las inversiones federales en la construcción de infraestructura para riego, dichas entidades concentran al 89.4% de la superficie total regada en México, por lo cual, podemos decir que la agricultura bajo riego en México, al igual que en los países en desarrollo, es la mayor consumidora de agua en México y su uso asciende a 66.8 km³ en 2017, lo cual represente el 76.04% del total de los usos consuntivos que asciende a 81.84 km³. La tasa de crecimiento promedio anual, obtenida con base en el modelo estima, de la agricultura bajo riego en México de 1980 hasta 2017, ha sido de 2.98%.

Tal información concuerda con la evidencia de que las campesinas y los campesinos con métodos tradicionales, del Sur y riego de temporal no solamente alimentan a la mayoría de la población, sino que además lo hacen con menos de un cuarto de toda la tierra agrícola del planeta (Ribeiro, 2014). ¿Qué pasaría si éstos pequeños productores y no las grandes corporaciones que destinan su producción a biocombustibles y forraje o extracción ilegal de agua para la industria refresquera, recibieran apoyo gubernamental? ¿No solucionarían el

problema del hambre y la inseguridad alimentaria y proporcionarían los medios productivos para virar hacia la soberanía alimentaria que tanto necesitamos y que es un tema de seguridad nacional? Porque un pueblo con hambre es el caldo de cultivo para la inestabilidad social⁷ donde las necesidades no se miden en términos de soberanía alimentaria, sino bajo los intereses inversionistas y especuladores de productos “futuros” de los mercados. A pesar de las grandes luchas de poder dentro del gobierno Andrés Manuel López Obrador y de la 4T, aún dentro de la SADER, en su Comunicado 503, el CONAHCYT estimó que de los 8,000 productores entrevistados, solamente 44% de los productores usaban glifosato. Se reportaron 85 proyectos de investigación y más de 700 investigadores y tecnólogos del país que dedican su trabajo a investigar sobre los efectos adversos y posibles alternativas al uso de estos agroquímicos (Astillero Informa, 2024).

2.7 Justicia alimentaria no es intensificar la producción mundial de alimentos en un 70% para el año 2050

Actualmente existen un billón de personas con hambre en el planeta, pero el hambre es causada por la pobreza y la inequidad, no por la escasez debido a la falta de producción de alimentos. En el mundo ya se produce suficiente alimento para alimentar a los 9 billones de personas esperados para el año 2050, no es necesario aumentar la producción en un 70%. Se trata de desentrañar los sistemas alimentarios que favorecen la desigualdad y la exclusión. No hay duda en que necesitamos un nuevo paradigma en la agricultura, uno que incentive una forma de agricultura más ecológica, biodiversa, resiliente, sustentable y socialmente justa. Tales sistemas agrícolas de pequeña escala son desarrollados por 75% de los 1.5 billones de campesinos (Grupo ETC, 2014) en América Latina.

Es importante dejar claro que la crisis alimentaria de nuestro tiempo no tiene su principal causa en una crisis de abasto o únicamente por la concentración de la población en las zonas urbanas, las verdaderas causas de la crisis generada a partir de 2003, tiene todo que ver con

⁷ Se ha demostrado que el índice económico 210 de la FAO es el punto de ebullición que determina el estallido de una protesta de masas (Yanner, Bar-Yam, 2011). Las causas de raíz resultan ser el hambre y la desesperación (Bar-Yam, 2014).

una crisis de acumulación del sistema capitalista que busca nuevos mercados donde garantizar sus dividendos en “futuros financieros”. Una nota informativa publicada recientemente Olivier De Schutter, Relator Especial de las Naciones Unidas para el Derecho a la Alimentación, concluía que en 2008 “una parte significativa del aumento de los precios se debe a una burbuja especulativa”. Por su parte, el Parlamento Europeo mantuvo que “...en la actualidad el suministro total mundial de alimentos no es insuficiente (...) son más bien la inaccesibilidad de los mismos y sus elevados precios los factores que privan a muchas personas de la *seguridad alimentaria*”. Al mismo tiempo apunta que “Se ha prestado demasiada atención a intentar corregir la brecha entre oferta y demanda en los mercados internacionales, -como si el hambre el mundo fuese el resultado de la escasez física de alimentos a nivel agregado- mientras que se ha dejado casi completamente de lado dos temas fundamentales: los desequilibrios de poder en los actores del sistema alimentario y la falta estrepitosa de apoyo que debe prestarse a los pequeños campesinos para que sean ellos los verdaderos responsables de alimentar a sus familias, a sus comunidades y a sí mismos”.

Con estos razonamientos se impone la 'lógica del mercado', que presiona a exportadores e importadores para que no tomen medidas de resiliencia de los ecosistemas de los cuales dependen para su producción, con el único fin de garantizar su abastecimiento. Sin embargo, nadie se atreve a poner el dedo en la llaga especuladora que al parecer puede actuar con total impunidad y decidir que el mundo debe amoldarse a las leyes del mercado y no al revés.

El principal problema que enfrenta la agricultura para la exportación es que las diferentes fases de la cadena agroalimentaria (semillas, insumos, intermediación, distribución, transformación, etc.) se concentran cada vez en menos manos gracias a las políticas neoliberales. Esta situación de oligopolio da fuerza a estos eslabones y para el caso de la intermediación y la distribución, son estas las que establecen los precios de compra.

En este sentido el Parlamento Europeo afirmó en una Resolución que «...el porcentaje de la renta de los agricultores procedente de la cadena alimentaria ha disminuido considerablemente, mientras que los beneficios de los transformadores y los minoristas han experimentado un aumento constante...» De Schutter, en la misma línea, sentenció que “Muchos campesinos no pueden sin embargo beneficiarse de esta subida vertiginosa de los precios debido a su marginalización política y su falta de margen de negociación. Tampoco

los sueldos de los agricultores están subiendo en concordancia con el alza de los precios de los alimentos básicos”.

El racional que dice que hay que aumentar la inversión y la producción se basa en la idea de acrecentar la producción para calmar el alza de precios. Sin embargo, la crisis alimentaria es de carácter de accesibilidad y democratización y no de cantidad de inversión comercial. De nada sirve aumentar la inversión y la producción si después: a) la tierra está en manos de terratenientes e inversores que no siembran comida sino cultivos exóticos (aguacate, café, plátanos, etc.) y materias primas para la exportación (algodón, soja para biodiesel, etc.); y b) no se legisla para eliminar, sino que se mantienen, los engranajes que permiten los atropellos ejercidos por los especuladores y las transnacionales que controlan las semillas, insumos, comercialización, transformación, precios de compra-venta y distribución. La instauración de la "lógica del mercado" con sus mitos y soluciones milagrosas, no hará otra cosa que agravar el problema, perpetuar el monopolio, desactivar al campesinado y aumentar el hambre en el mundo mientras unos pocos lucran inescrupulosamente.

En diciembre de 2009, De Schutter publicó un informe en el que apostaba por la Agroecología como un modelo ambientalmente más sostenible y socialmente más justo. Se detallaban experiencias de agricultores ecológicos que lograron mejores producciones que los convencionales y se afirmaba que “...la propagación de las prácticas agroecológicas puede aumentar al mismo tiempo la productividad agrícola y la seguridad alimentaria, mejorar los ingresos y los medios de sustento de la población rural y contener e invertir la tendencia a la pérdida de especies y la erosión genética”. Dos reportes internacionales (IAASTD 2009; de Schutter 2010) apuntan que para alimentar a los 9 billones de personas esperadas para 2050, necesitamos urgentemente adoptar sistemas de agricultura eficientes y para ello recomiendaban un cambio fundamental hacia la agroecología como una forma de dar soporte a la producción de comida y mejorar la situación de los pobres. Ambos reportes basados en amplias consultas con científicos y miembros de la sociedad civil y representantes de la industria, argumentaban que los agricultores de pequeña escala podían duplicarse dentro de 10 años en regiones críticas al usar métodos agroecológicos ya disponibles. Hace una década, habían 1.5 billones de pequeños agricultores, agricultores familiares y grupos indígenas en

aproximadamente 350 millones de pequeñas parcelas que ocupan no más del 20% de la tierra cultivable, pero que contribuyen con no menos de 50% de la cosecha agrícola para el consumo doméstico (ETC, 2009). La mayor parte de la comida que se consumía en el mundo provenía de 5,000 especies domesticadas de semillas en 1.9 millones de variedades de plantas cultivadas en su mayoría con agroquímicos (ETC 2009). Aproximadamente el 50% de los agricultores usaban sistemas agrícolas de conservación- representando un testimonio de la resiliencia de los agroecosistemas tradicionales frente a un continuo cambio ambiental y económico, mientras contribuían sustancialmente a la comida a nivel regional, local y nacional (Toledo and Barrera-Bassols, 2008). Hoy 15 años después, la revolución agroecológica en México se mueve muy lentamente y no con pocos retrocesos, entre Sembrando Vida y Producción para el Bienestar, Faros Agroecológicos de CONAHCYT y proyectos en 5 estados por los gobiernos estatales, existen oficialmente más de 1 millón de productores agroecológicos libres de agrotóxicos. El Proyecto de Sembrando Vida tiene actualmente 455 mil sembradores pequeños en 18,200 cooperativas en más de 1,000 municipios; existen 4,200 escuelas de campo en Producción para el Bienestar con 300,000 productores de los 2.8 millones que apoya contradictoriamente SADER hacia el agronegocio. Los gobiernos estatales de la 4T en Oaxaca, Veracruz, Quintana Roo y Michoacán tienen unos programas de Agroecología con técnicos trabajando en cada uno de los municipios. Asimismo, Manuel Gómez Cruz y Laura Gómez Tovar, investigadores de Chapingo desde 2012 trabajan con una parcela de 16 ha de naranja agroecológica y ahora 10,000 productores de 11 municipios de Veracruz replican el conocimiento agroecológico en la producción de naranjas.

Otro ejemplo es la iniciativa del productor Claudio Beltrán con 600 ha de maíz no usa glifosato y produce 14.8 ton de maíz en Sinaloa, recibiendo hostigamiento de sus vecinos y de los intereses de las corporaciones. En Mexicali y Sonora “Productores Agrícolas S.A.” producen hortalizas y frutos rojos en un sistema agroecológico que incluye microorganismos, modelo para la producción más intensiva. La empresa Aires de Campo, produce arroz orgánico con un sistema tradicional asiática en Morelos y soya orgánica en Tamaulipas, donde producen más que aquellos productores con agroquímicos convencionales (Astillero Informa, 2024).

Y estos son algunos datos que nos demuestran que la agroecología aunque forma parte oficial del programa de gobierno actual, debido a la pandemia por Covid-19, ralentizó su implementación debido a la coyuntura y a la poca voluntad política de verdaderamente apoyar una red nacional de transición agroecológica. La agroecología ocurre aún, como ha venido ocurriendo históricamente, al margen de los intereses políticos que continúan siendo coptados por los intereses corporativos de actores económicos y que continúan pensando en la lógica de acumulación de la renta sin pensar en las consecuencias para el medio socioecológico del cual dependemos. Incluso, desde una postura de las ciencias políticas, se ha señalado que los cambios de régimen han mostrado que los ensayos de institucionalidad de la agroecología, conseguidos por la consistencia de los movimientos sociales, en lugar de dinamizar los procesos, han terminado por generar inercias deshabilitantes. Es decir, un efecto antagónico ocurre cuando los gobiernos progresistas acceden al poder, y a menudo se desmovilizan los sectores organizados de la sociedad. El mismo Estado crea la imagen de que el movimiento se ha hecho redundante en la medida en que desde sus instituciones ya se están cumpliendo las demandas de la base (McKay et al. 2104 en Giraldo, 2022). En la medida en que los procesos agroecológicos abrevan de algunos momentos coyunturales sinérgicos, adquieren una relativa dependencia en relación con el Estado y como mencionan (Giraldo y McCune, 2019) los grandes flujos de dinero de los clásicos proyectos del desarrollo suelen corromper los procesos autónomos. Muchas veces la misma austeridad como principio de trabajo de las organizaciones de base campesina y agroecológica, estimulan las relaciones comunitarias basadas en valores como la gratuidad, la reciprocidad y el placer del servicio; impidiendo incluso el clientelismo, el corporativismo, el apego al poder, fomentando la imaginación política, estimulando el florecimiento de la reciprocidad, el apoyo mutuo, y la solidaridad para construir caminos por fuera del interés monetario. Lo que hemos visto con el Programa Sembrando Vida es que, desde una institucionalización que no comprende la agroecología y que se mantiene en la lógica del *habitus* corporativo que señalaba Pierre Bourdieu, ha reproducido lastimosamente muchas de las lógicas desarticuladoras de la organización social tanto dentro de sus sistemas internos como hacia los campesinos. Y así nos encontramos hoy en día con una agricultura mundial que ocupa aproximadamente 1.400 millones de hectáreas en monocultivos altamente dependientes de

insumos químicos externos, en los cuales los costos de producción varían de acuerdo a como sube el petróleo; donde tenemos más de 500 tipos de plagas resistentes a más de mil pesticidas”. Uno de los resultados es que actualmente en el mundo hay “aproximadamente mil millones de personas hambrientas y por otro lado mil millones de personas obesas, que son víctimas directas del modelo industrial de agricultura”. Es cierto que este modelo, siendo altamente mecanizado, rebaja significativamente los costos directos de producción por hectárea; por lo tanto, permite vender alimentos a menor precio a la vez que aumentar las ganancias. No obstante, esto es una trampa, pues no toma en cuenta los costos indirectos: sociales, ambientales, de salud pública; lo cual en realidad, nos cuesta sumamente caro, por la contaminación de los suelos, por el exceso de nitrato en las aguas freáticas, por las hormonas en la leche, etcétera. Entonces aquello que los economistas llaman *externalidades ambientales*, impactarán en una menor expectativa de vida y en la salud de la población.

2.8 Los derechos campesinos y las políticas públicas estructurales tendientes a perpetuar la desigualdad, marginalidad y la pobreza.

Desde 2019, la Declaración de los Derechos Campesinos con 28 artículos nos recuerda que el 70% de los alimentos del planeta son producidos por agricultores familiares. Esta fue medida histórica, sin precedentes y reconoció una serie de derechos para los sectores populares del campo, revindicó el rol fundamental de la agricultura familiar para combatir el hambre, defendió el derecho a proteger las semillas (frente a los intentos de privatización), remarcó la necesidad de la soberanía alimentaria e incluso señaló la necesidad de realizar reformas agrarias. La declaración dejó claro que los campesinos latinoamericanos también continúan produciendo la mayor parte de la comida del mundo. Cerca de 16 millones de parcelas de campesinos ocupan el 20% de la tierra cultivable, producen aproximadamente del 41-50% de la cosecha agrícola para el consumo doméstico (FAO; 2019, Grain, 2014; Toledo and Barrera-Bassols, 2008; Altieri 2013). Esta cifra coincide con la revisión de Grain en la que observó que la tierra en manos de campesinos disminuye año con año⁸, por avance

⁸ Existe una clara tendencia a la fragmentación de unidades de producción en el medio rural expresada en el censo de 2007, las unidades de menos de cinco hectáreas alcanzaron 72.6% del total, mientras que en el censo de 1991 representaban 66.3% (SAGARPA, 2010 en Calva, Luis 2011).

de la agricultura industrial, por la urbanización salvaje, megaproyectos energéticos, carreteros, mineros y otros proyectos que acaparan el agua, los mismos que contaminan las semillas y territorios (Ribeiro, 2014). En Latinoamérica, los campesinos son responsables de la producción del 51% del maíz, 77% de frijoles, y el 61% de papas (Altieri, 2002). La agricultura industrial solamente produce 30% de los alimentos con el 80% del área agrícola (Altieri, 2013). De esos campesinos, 50% practican la agroecología. Elos están produciendo el 25% de la comida del mundo, en un 10% de las tierras agrarias. Si esta gente tuviera el 50% de las tierras a través de un proceso de reforma agraria con métodos agroecológicos; estarían produciendo comida abundantísima, con excedente incluso. El Informe del Derecho a la Alimentación de De Schutter, demuestra que en 57 países, iniciativas agroecológicas de campesinos lograron aumentar el promedio de producción en 80 por ciento y el 119% en África.

Las políticas agroalimentarias que incentivan la concentración de capitales ya de por sí existentes, son visibles con ejemplos como el de Proagro que incluye 73 mil productores (menos del tres por ciento del padrón), quienes tienen más superficie y potencial productivo y reciben 25 por ciento del total de los recursos (tres mil 473 millones de pesos); mientras que en el otro extremo un millón 614 mil productores (61 por ciento del padrón) con menos de tres hectáreas, reciben sólo el 24 por ciento (tres mil 362 millones 630 mil pesos) (Luna, 2015).

Desde la desaparición de los precios de garantía y de Conasupo a inicios de los años 90's, la incertidumbre es la constante en frijol; los rendimientos nacionales están estancados y el potencial de incrementar la producción para atender la demanda nacional se ve acotado, señala Fernando Ortega Valderrama, coordinador estatal del Frente Democrático Campesino de Chihuahua (FDCH).

“El fertilizante se cotiza en dólares, y ahorita una tonelada de urea anda entre nueve mil y 10 mil pesos, lo que es muy, muy caro. Por otro lado, el diésel anda alrededor de los 14.50 por litro. No es posible que un productor tenga que vender kilo y medio de frijol para comprar un litro de diésel. O casi 5 kilos de maíz para un litro de diésel. No tiene lógica.”

Ortega Valderrama (2014) considera que el gobierno federal incumple con la responsabilidad de generar una política que dé certidumbre para los agricultores y que a 20 años de la firma del TLCAN no hay “nada que festejar” ya que no se puede competir con los productores de EU quienes gozan de subsidios para su producción. En México, menciona “no hay una institución que fije un precio piso, un precio base del frijol, y los coyotes hacen de las suyas, por eso los precios se desploman. Así, mucha gente ha dejado de sembrar. Son pocos los productores que continúan en el frijol, sobreviven porque tienen otras actividades con las que complementan su ingreso” (Aristegui Noticias, 2014).

El hambre crónica que se padece en el mundo no se debe a una escasez en la producción de alimentos. En eso las cifras están claras. Cada persona requiere ingerir unas 2,200 kilocalorías por día, para lo cual se necesita producir unos 200 kilos de cereales por habitante por año, o su equivalente en forma de papa, yuca o similares. La producción mundial actual es de 330 kilos por habitante, o sea que hay una sobreproducción de comida, suficiente como para alimentar a 9 mil millones de personas, la cifra de población mundial estimada para el año 2050.

Un tercio de la población humana gana menos de dos dólares por día, entonces no tiene acceso a la comida.

Para Altieri (2017) la crisis alimentaria, acoplada a la crisis energética, la ecológica y la social, “es una crisis del capitalismo, de un modelo industrial de agricultura que se basó en premisas que hoy ya no son válidas”. Lo explica en estos términos: “Cuando se crea la revolución verde en los años 1950-60, se crea un modelo de agricultura maltusiano, que percibe el problema del hambre como un problema de mucha población y poca producción de alimentos; y que había que cerrar la brecha trayendo tecnologías del Norte al Sur, como las variedades mejoradas, los fertilizantes, los pesticidas, etcétera. Ellos asumían que el clima iba a ser estable, que el petróleo iba a estar abundante y barato, que el agua iba a estar siempre abundante y que las limitantes naturales de la agricultura, como las plagas, se podían controlar fácilmente. Actualmente, los fertilizantes de la agricultura pueden ser considerados como la fuente antropogénica más importante de N_2O que supone el 70% de los gases de efecto invernadero (Bouwman 1994; Watson, 1992). La Revolución Verde (RV) obedeció a la modernización de la agricultura basada en la industrialización de los insumos agrícolas

(Holt-Giménez y Patel, 2012). El término proviene de una reunión de la Sociedad para el Desarrollo Internacional realizada en Washington DC en 1968. Aunque muchos dicen que la RV salvó al mundo del hambre, esta permitió que las compañías del Norte monopolizaran las semillas y los insumos agrícolas. Asimismo, significó la pérdida del 90% de la agrobiodiversidad de los países del Sur, el cambio a una economía mundial basada en el petróleo, el desplazamiento de millones de campesinos a laderas frágiles, la tala de bosques y el crecimiento de barrios urbanos pobres. Contrariamente a lo que muchos creen, la Revolución Verde produjo la misma cantidad de hambrientos de los que salvó del hambre (Lappé et al., en Holt-Giménez y Patel, 1986).

2.9 Los actores del sistema alimentario en México, los verdaderos responsables de su deterioro.

Para afrontar el hambre o la inseguridad alimentaria no se necesitan ni transgénicos ni agricultura industrial que se propone desde un sistema político antidemocrático y excluyente, tampoco distribuir la comida a través de las estructuras que son responsables de la falta de acceso a la misma; lo que se necesita es reconocer, respetar y apoyar la diversidad y las muchas formas de vida y producción campesinas, indígenas, de pequeña escala, incluso urbanas. ¿Cómo revertir los efectos de las oleadas de la revolución verde? Es necesario un cambio de rumbo en las políticas públicas para el campo, adoptando la perspectiva de la mutifuncionalidad, pero teniendo como elemento sustantivo a la producción de alimentos básicos, no solo por la salvaguarda de nuestra balanza comercial, sino por el efecto multiplicador sobre la base de la economía interna. La actividad agropecuaria como sector primario estratégico sobre la economía nacional, el desarrollo y la equidad social, incluso me atrevería a decir, con una reforma agraria de redistribución de las grandes concentraciones de capitales. La producción de alimentos es fundamental para rescatar la soberanía alimentaria y mejorar los sistemas campesinos de producción y resguardo del patrimonio biocultural.

Desde una perspectiva global, esta disparidad tiene muchas aristas. Por ejemplo, aunque el estadounidense promedio, que gasta aproximadamente del 8 al 12% de su salario semanal en alimentos, no siente inmediatamente la crisis del aumento de los precios, para los casi 2.000 millones de personas en todo el mundo que gastan más del 50 por ciento de sus ingresos en

alimentos, los efectos han sido abrumadores: 250 millones de personas se unieron a las filas de los hambrientos en 2008, año de la introducción de Goldam Sachs y otros especuladores a los mercados de *commodities*, con lo que el total mundial de víctimas de la inseguridad alimentaria ha llegado a un máximo mil millones, un número nunca visto.

Los verdaderos responsables del deterioro de los recursos naturales, agua, suelo, bosques, energía, son los capitales y la lógica de acumulación que no toma en cuenta el equilibrio ecosistémico. En 1991, los banqueros de Goldman, liderados por su clarividente presidente Gary Cohn, crearon un nuevo tipo de productos de inversión, los derivados- instrumento financiero cuyo valor se basa en otro activo subyacente como el oro, que rastrea 24 materias primas, luego ponderaron el valor de la inversión de cada producto, mezclando y combinando las partes en el cálculo y posteriormente redujeron lo que había sido una complicada recopilación de bienes reales a una fórmula matemática que podía expresarse en un único enunciado, conocido en adelante como el Índice de Materias Primas de Goldman Sachs (GSCI). En 1999, la Comisión de Comercio de Materias Primas y Futuros desreguló el mercado de futuros, una posibilidad que, desde la Gran Depresión, estuvo reservada sólo para los que tuvieran algo que ver con la producción de nuestros alimentos. Pero el auge de nuevas oportunidades especulativas en los granos a nivel global, en el aceite alimentario y en los mercados de ganadería ha creado un círculo vicioso. Cuanto más aumenta el precio de las materias primas de alimentos, más dinero se invierte en ese sector y los ya elevados precios siguen subiendo. De hecho, desde 2003 hasta 2008, el volumen de especulación de "index funds", de materias primas, aumentó el 1.900%. Constantemente los fondos indexados de materias primas siguen prosperando, los banqueros se embolsas las ganancias y los pobres del mundo se tambalean al borde del hambre. No hay nada más valioso que los alimentos básicos para aliviar el hambre cotidiana. Y donde hay valor, hay dinero para ganar.

Para el tema de la (in)seguridad alimentaria hay dos corrientes antagónicas dentro de la FAO, una que aboga por una estrategia de abastecimiento a gran escala, basado en la biotecnología y en los insumos externos, para satisfacer a los 9 mil millones de hambrientos que seremos en 2050 a nivel mundial. Por el contrario, el grupo más progresista dentro de la misma FAO promueve la estrategia de soberanía alimentaria. La diferencia entre soberanía y seguridad alimentaria radica en su contexto político y en que la primera no toca la decisión política de

los individuos a decidir sobre lo que habrán de comer, simplemente los observa como receptáculos pasivos de alimento a quienes hay que abastecer, sin importar los medios, con semillas mejoradas, con semillas procedentes de monocultivos o con alimentos procesados por una sola empresa que usa agroquímicos cuya responsabilidad ambiental es mucho menor que los sistemas de cultivo de pequeña y mediana escala. Bajo este concepto de (in)seguridad alimentaria se han derivado políticas públicas asistencialistas como la Cruzada contra el Hambre, en la que participan empresas como Nestlé, CocaCola y Bimbo, las mismas empresas responsables del saqueo del agua con concesiones refresqueras en México que pagan 2500 MXP anualmente por sacar indiscriminadamente toda el agua que han convenido a discrecionalidad. De tal manera que esta estrategia busca mantener el *status quo* de las instituciones propietarias del capital financiero del que depende la ONU y de los recursos naturales de los que dependemos la humanidad, pero no propone una alternativa al contexto de crisis sistémica actual global en la que será necesario descentralizar la provisión de alimentos de manera autogestiva. Olivier de Schutter, relator de la ONU para el derecho a la alimentación, refuerza sobre este punto dijo que “Se ha prestado demasiada atención a intentar corregir la brecha entre oferta y demanda en los mercados internacionales, -como si el hambre el mundo fuese el resultado de la escasez física de alimentos a nivel agregado-, mientras que se ha dejado casi completamente de lado dos temas fundamentales: los desequilibrios de poder en los sistemas alimentarios y la falta estrepitosa de apoyo que debe prestarse a los pequeños campesinos para que sean ellos los verdaderos responsables de alimentar a sus familias, a sus comunidades y a sí mismos”, en concordancia con la declaración del Parlamento Europeo que sostuvo que “...en la actualidad el suministro total mundial de alimentos no es insuficiente (...) son más bien la inaccesibilidad de los mismos y sus elevados precios los factores que privan a muchas personas de la seguridad alimentaria”.

Después de su misión a México en 2012, De Schutter concuyó que "Las políticas comerciales actualmente en vigor operan a favor de una mayor dependencia de alimentos altamente procesados y refinados con una larga vida útil, más que en el consumo de alimentos frescos y perecederos, especialmente frutas y verduras ... La emergencia de sobrepeso y obesidad que México enfrenta se podrían evitar o mitigar en gran medida, si se priorizaran los

problemas de salud vinculados a un cambio de dietas que se integrara al diseño de políticas públicas. ". Las recomendaciones de De Schutter en 2010 de escalaron la agroecología al nivel de diseño de políticas públicas y expansión de las prácticas de descentralización de la agroecología y cierre de ciclos energéticos fueron dirigidas al Comité Mundial en Seguridad Alimentaria y la Nutrición en Roma Italia y en su texto el concepto de soberanía alimentaria no aparece y en la única entrada lo hace desligado de su conceptualización social y limitado a ser parte de la estrategia de seguridad alimentaria que explícitamente "promueve decisiones basadas en la ciencia biotecnológica" (CFS, 2012).

Es preciso mencionar abiertamente que en el contexto internacional se tiene cierta cautela al usar el término *soberanía alimentaria* porque ahuyenta a los donantes y a los onerosos fondos privados de las empresas transnacionales que brindan caridad y altruismo a cambio de cooptación de científicos y educadores. Lo mismo que pasa en las universidades que no están vinculadas a la realidad del campo mexicano y que limitan su investigación a técnicas de laboratorio subsidiadas por los capitales privados que no atienden a problemáticas reales con el bien público ni colectivo. Para ello ha sido necesario entender que se lucra con la precarización laboral, un mundo paralelo que ha sido desarrollado por la investigación agroecológica bajo el término *abolicionismo laboral* (Montenegro, 2021).

La persistencia de las políticas neoliberales en el campo mexicano ha significado para nuestro país la pérdida de la soberanía alimentaria y de una buena parte del bono demográfico que ha sido desplazado y emigrado en busca de seguridad y el anhelo de mejores oportunidades, al tiempo que la pobreza y el deterioro de los recursos naturales se agudizaron.

Bajo esta tendencia observamos paradógicamente a la crisis alimentaria, la intensificación en la utilización de maíz en etanol con una tendencia al alza que la Subsecretaría de Agronegocios de SAGARPA pretendió aprovechar dentro de sus perspectivas de largo plazo del sector agropecuario 2011-2020 en función de la demanda de etanol y biodiésel de EUA que continuó en aumento (Figura 11), del incremento de las gasolinas y de que se esperaba que dada la intensificación en la producción de maíz, disminuyera su nivel de precios. Como se ha señalado en secciones anteriores, el tema de la inseguridad alimentaria no tiene su causa

en la falta de abastecimiento a nivel mundial, ya que incluso existe una iniciativa que busca intensificar la producción masiva de granos de maíz se dedica al consumo nacional de bioetanol para automóviles. En 2011, el superávit de 396 millones de toneladas de cereales para consumo humano de China e India se destinaba al uso en agrocombustibles.

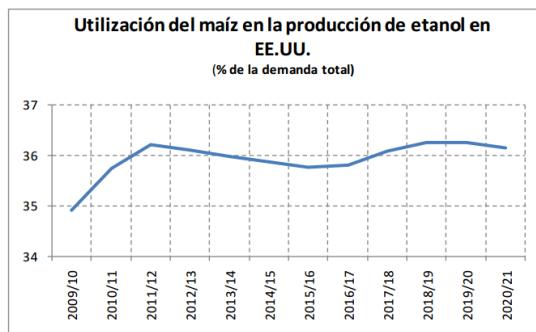


Figura 11. Perspectivas para el sector agropecuario de México 2011- 2020. (SAGARPA, 2020).

En este sentido, con la entrada del nuevo gobierno tampoco se ha podido hacer mucho para frenar el cabildeo que está tan integrado al gabinete político de la 4T. El Programa Institucional 2019-2024 de la producción de maíz por parte de Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX) lideado por el lobbista o cabildero corporativo y Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, Víctor Villalobos busca “propiciar la venta y distribución de fertilizantes, semillas mejoradas y de todos aquellos productos que pudieran contribuir al cumplimiento de la oferta interna de alimentación, autosuficiencia alimentaria (no soberanía) en maíz, arroz, trigo y leche” es decir, intensificar su producción e integrarla al plan de las empresas de agroquímicos para asegurar su competitividad, más que capacitar a los productores en el manejo de suelos vivos. Otra cuestión es que la producción intensiva de maíz, no es precisamente para asegurar una alimentación nutritiva, sino para aumentar la producción de cárnicos cuyo consumo nacional crece a tasas más rápidas que la producción.

Han existido planteamientos de políticas públicas muy vanguardistas como la Ley de Planeación para la Soberanía Alimentaria y Seguridad Agroalimentaria y Nutricional, que fue congelada en 2006. Esta Ley buscaba una política fiscal para el campo y la ley de egresos multianual con una moratoria a la inclusión del maíz en el TLCAN y sustitución de

importaciones de granos básicos y oleaginosas hasta recuperar la soberanía alimentaria; creación de la reserva nacional de granos y regulación de las cadenas alimentarias para impulsar la producción nacional; reorientación del gasto público en el campo a favor del fomento productivo, reconociendo la diversidad ecológica, tecno-productiva y social que caracteriza al campo mexicano; un programa integral de inversiones y programa integral alimentario y nutricional (Ramírez Miranda y Flores Verduzco, 2011). Desde entonces habíamos tenido políticas agroalimentarias que se contradecían entre sí, es decir, la política del campo ha sido fragmentada, y se contradecía con la política al campo de SEMARNAT, y con la política del desarrollo del campo de SEDESOL, hoy Secretaría de Bienestar. El objetivo de reducir la pobreza y la desigualdad, tendría que ser el de escalar la agroecología y proporcionar las bases para su transición con capacitación para lograr superar la política subsidiaria de que sólo atempera la pobreza y prolonga su dependencia al Estado.

El estancamiento de esta Ley por más de 22 años, indica que el problema del campo en México y en las consecuencias que tiene para la hambruna es de orden político. Aunque existen alternativas suficientes planteadas hace tiempo, corresponde a la sociedad civil hacerlas valer y tomar acciones pequeñas, a los académicos en particular, mantener la mirada inquisitiva y escéptica sobre los procesos existentes en el sistema alimentario y a los movimientos sociales, continuar con el análisis y la articulación entre actores de los márgenes.

Como medida de mitigación y después de 18 años de esa iniciativa, se impulsó el programa institucional 2019-2024 de Seguridad Alimentaria Mexicano con un enfoque asistencialista conformado por SEGALMEX, DICONSA y LICONSA con el fin de otorgar nuevamente precios de garantía a productos alimentarios básicos. Esta medida busca que los agricultores y productores eviten ser afectados por las bajas en los precios derivados de la generación de excedentes o importaciones, y así proteger a los campesinos de los vaivenes y fluctuaciones de los especuladores y el intermediarismo, dando un poco más de certidumbre a los ingresos de este sector empobrecido. A partir de SEGALMEX se paga a los productores de maíz, frijol y leche de manera directa y en plazos muy cortos, prácticamente una vez recibido el alimento en los centros de acopio y con el fin de que vean compensado su esfuerzo, se estimular la

producción nacional de granos básicos y leche fresca para disminuir la dependencia de importaciones, así como garantizar la disponibilidad de alimentos para la canasta básica, cuya principal distribución se realiza en el medio rural.

Aunque no hay un Proyecto de Nación claro que dé continuidad a este proyecto, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 del presente sexenio, existen cuatro proyectos de la 4T para el campo que se espera continúen bajo el mandato de Claudia Sheimbaum Pardo (2024-2030), que sustituyeron a los subsidios a la comercialización como Aserca y Procampo, y que ahora son Proagro y Producción para el Bienestar (antes Procampo), donde con un máximo de 20 ha establecen los precios de garantía y el Programa de Agroecología. Durante el sexenio de Andrés Manuel López Obrador, cambia la inercia de inyectar presupuesto únicamente al Noreste y Norte del país, y ahora existe un cambio importante hacia el Sur y Sureste. Actualmente 2 millones de pequeños y medianos productores, a quienes se les paga por sus cosechas entre 5 mil 610 pesos la tonelada de maíz más de 150 pesos de apoyo para flete, 14 mil 500 el frijol y a 8 pesos con 20 centavos el litro de leche, así como apoyos para alcanzar 6 mil 120 pesos por tonelada de arroz y 5 mil 790 de trigo, lo cual significa, con relación al 2018, un aumento promedio de más de 30 por ciento en sus precios. En términos de saldos y resultados de este programa, un estudio por el IIS de la UNAM bajo la dirección de la investigadora Elena Lazos en Tlaxcala, menciona que no es suficiente el pago de flete para cubrir la burocracia necesaria para entregar el producto como sujetos beneficiarios, tampoco se están mejorando las condiciones de infraestructura del campo. En cuanto al Crédito Ganadero a la palabra, destinado a la adquisición del ganado y no de la parcela, se reorientó hacia la producción de las praderas y no a la adquisición del ganado. En este sentido, parecería que se está atendiendo la producción primaria inicial para posteriormente introducir ganado.

Desde la Política de Bienestar sexenal se celebra con retórica el Plan Nacional de Agroecología, Sembrando Vida, pero se recibe un campo devastado, en condiciones de erosión, con pérdida de agrodiversidad, contaminación de suelos, con poco acceso al agua, con riesgos de sequías por variabilidad climática. Se percibe la intención del gobierno mexicano, pero no se percibe un cambio estructural, ya que la dependencia de agroquímicos como herbicidas y glifosatos persiste y no existen cambios institucionales reales frente al

cabildeo corporativo. Para que un programa como Sembrando Vida funcione es necesaria esta una reestructuración institucional y un cambio en el presupuesto al campo, el cambio cultural y los esquemas de financiación como del nuevo Banco para el Campo que sustituye al banco Nacional Financiera y la aseguradora de AGROASEMEX; el cambio del Fondo de Capitalización del Sector Rural FOCIR, del Fideicomismo del Riesgos Compartidos que no vaya únicamente a Protección Civil y a los Consejos de Cuencas. A nivel de Marco Legal, socializar las Reformas de a los artículos 2 y 27 y la Nueva Ley para el Maíz Nativo y los riesgos que implicarían para los productores el avance de la Ley de Diversidad Vegetal UPOV-91 sobre derechos de propiedad intelectual.

Por todo lo anterior, la fragmentación de las diferencias entre diferentes secretarías y la falta de articulación para hacer converger en la atención de sus programas y la agenda estratégicamente planeada desde una industria agroquímica embebida en la dirección de algunas secretarías, se continúa anunciando como la principal limitante del diseño de la política pública para el campo de la 4T.

2.10 La agricultura urbana y periurbana como estrategia hacia la descentralización y el cierre de ciclos energéticos.

La agroecología podría tener un rol importante en abordar la vulnerabilidad alimentaria en la zona urbana, que parece adquirir mayor relevancia de acuerdo a las tendencias de urbanización de la pobreza y de la población, tanto a nivel nacional como a nivel local (Zezza, 2010). Nuestra comprensión de su importancia y las implicaciones de la vulnerabilidad alimentaria está desafortunadamente plagada de falta de datos debido a que la investigación en este campo es aún incipiente. Sin embargo, la magnitud del aporte económico de las actividades de agricultura urbana no es desdeñable variando entre 10-70% por vivienda urbana (Zezza, 2010) y se estima conservadoramente que un 15-20% de la comida que se consume en el mundo es producida en zonas urbanas y periurbanas (ETC Group, 2008 con datos de RUAF Resource Center on Urban Agriculture and Food Security).

Aunado al crecimiento poblacional, la pandemia global y las recientes alzas históricas en los precios de los alimentos han subrayado la importancia de entender y contrarrestar las causas

la inseguridad alimentaria y de la pobreza urbana. Estudios de caso provenientes de situaciones de emergencia humanitaria (FAO, 2010, 2016; 2023) revelan que la respuesta que abordan las causas estructurales de la crisis se encuentra en el establecimiento de los mercados locales, la promoción de los huertos urbanos, el fomento de la gestión mejorada de los recursos naturales y las tierras, entre otros. Algunos de los sistemas de agricultura periurbana se caracterizan por ser sistemas agroecológicos multifuncionales con alta diversidad de cultivos, alta eficiencia, la no dependencia de insumos externos y las altas tasas de reciclaje interno vegetal y animal para que puedan funcionar mejor. Estos policultivos son sistemas campesinos que han tenido una coevolución entre sistemas humanos y la naturaleza. En la urbe, las semillas y plántulas se caracterizan por ser importadas por los migrantes interestatales y no siempre llevan un proceso adaptativo paulatino como sucede en las zonas rurales.

Si los habitantes de la ciudad de Querétaro se están involucrando en la agricultura significaría que, bajo ciertas circunstancias, se están beneficiando de su participación en dichas actividades. ¿Qué tan grandes y de qué cualidades son esos beneficios para el caso de Querétaro? es una pregunta que se buscará responder en el transcurso de esta investigación.

2.11 Localización, población y economía de la Ciudad de Querétaro

En la literatura urbanista existe un debate en las definiciones del ámbito rural y urbano. En esta investigación, me basaré en la definición de Ian MacGregor-Fors, la cual define al área urbana como toda aquella concentración de población con servicios básicos como vivienda, electricidad, aprovisionamiento de agua y drenaje, cuya población es mayor a las 1000 personas/km² o mayor a 10 habitantes/ha.

2.11.1 La localización geográfica de la ciudad de Querétaro

La ciudad de Querétaro, localizada en la región central del Bajío de México, ha mantenido un crecimiento constante en los años recientes, debido a un entorno económico (infraestructura básica adecuada y niveles educativos sobre la media) que ha incentivado la inversión de capitales y a su proximidad con la Ciudad de México. El municipio de Santiago de Querétaro y su zona metropolitana, es el principal centro urbano en el estado donde se concentra la mayor cantidad de actividades económicas, de servicios y de empleos.

La población del estado ha crecido rápidamente desde 1,615,118 en 2008 a 1,781,276 personas para la mitad del 2011 y una década después con el Censo de 2020 casi se duplicó a 2,368,467. Dicha dinámica sugiere una inmigración de población joven económicamente activa debido a que la edad mediana en el 2000 era de 21 años; para 2010, de 25 años, y en 2020 es de 29 años. Como en otras ciudades en proceso de industrialización, se observa un paulatino aumento de la población mayor y reducción de la base generacional hacia los próximos años (Figura 12).

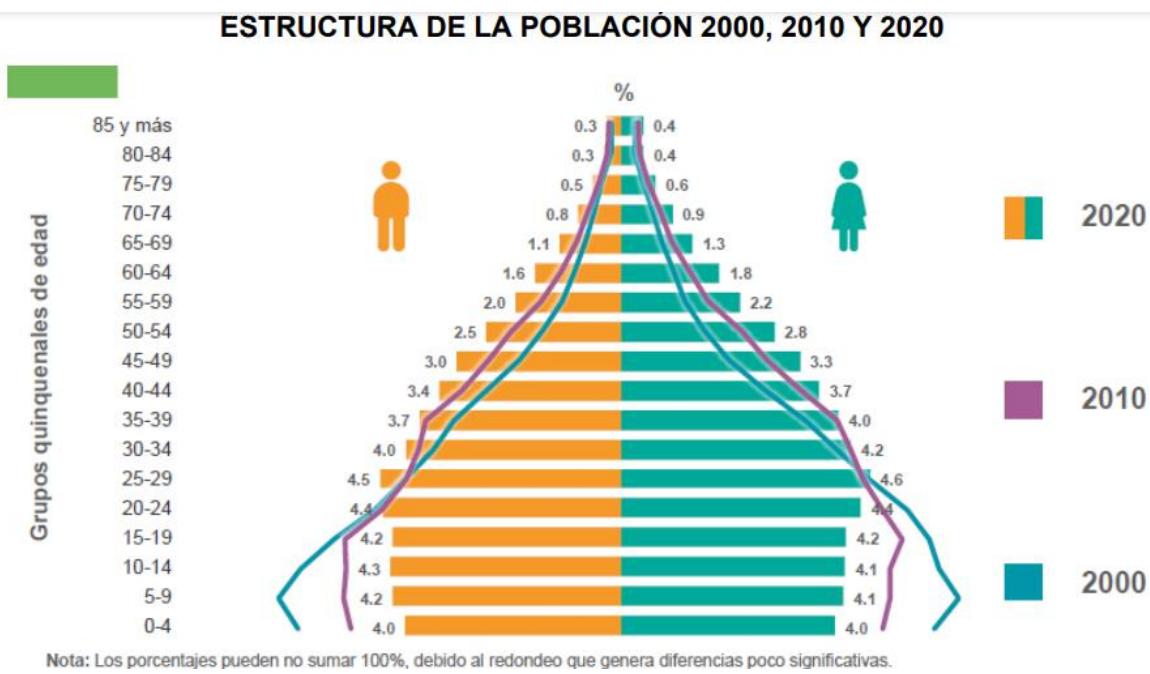


Figura 12. Población total de Querétaro por grupo quinquenal de edad según sexo al 2000, 2010 y 2020 (porcentaje). Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda 2010. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas.

2.11.2 El crecimiento de la población en Querétaro

La tasa de crecimiento de la población en el Censo de Población de 2020 después de la pandemia tuvo una reducción al 2.7% anual misma que a mediados de los noventa presentó un boom del 3.7%.

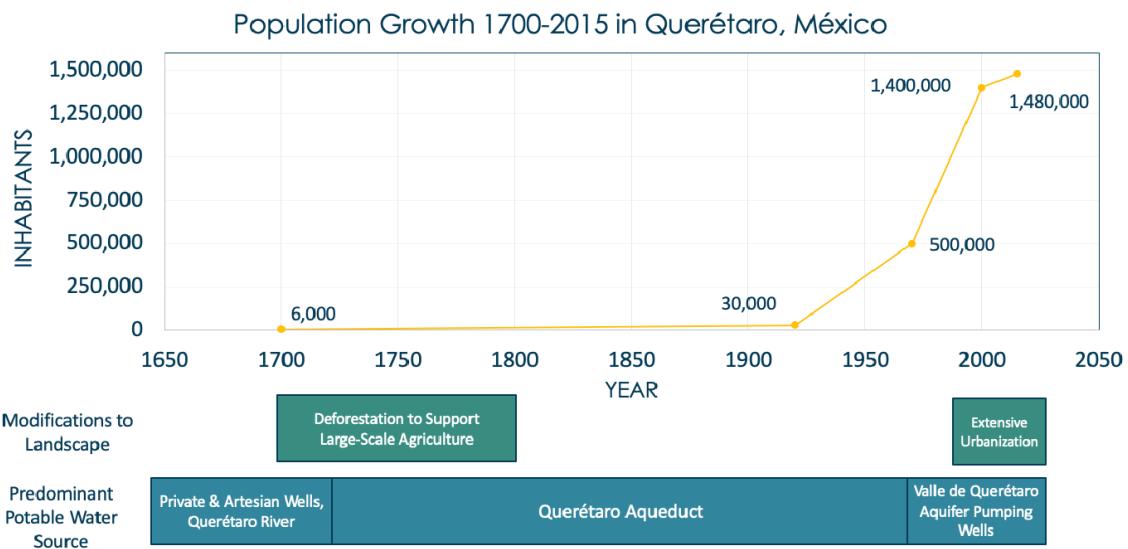


Figura 13. Crecimiento histórico demográfico en Querétaro. (Kirkland, 2020) Digital Commons @Michigan Tech.

Sin embargo, en comparación con el año 2010, para el 2020, la población creció un 29.6% (Figura 13). Del total de más de dos millones de la población de Querétaro de 1,183, 766 son población económicamente activa (PEA). De ellos, 1 211 647 son mujeres (51.2%) y 1 156 820 son hombres (48.8%). Querétaro ocupa el lugar 21 a nivel nacional por número de habitantes y subió un lugar con respecto a 2010. El estado de Querétaro tiene 18 municipios, de los cuales, tan solo el municipio de Santiago de Querétaro hace 20 años tenía 745,189 habitantes, siendo históricamente el principal centro urbano debido a la concentración de actividades económicas, servicios y empleos. La tasa de informalidad laboral se reporta del 44.6% y la de desempleo de 2.92%. Para 2020, Querétaro municipio es el más poblado con 1 049 777 habitantes, mientras que San Joaquín es el menos poblado, con 8 359 habitantes. De acuerdo con los resultados del Censo 2020, 65 de cada 100 personas de 12 años y más son económicamente activas. La tasa de participación económica es de 77.4 en hombres y 53.4 en mujeres.

En 2003 el crecimiento económico del estado era de 3.5% comparado con la media de 1.3% para el resto del país. Según las proyecciones de la población en México de CONAPO 2005-2030 (Figura 14) se observa que desde 1980 la población se ha ido concentrando en las urbes de más de 2500 habitantes. En 2013 se proyectaba que para el 2015 el 73.9% de la población

sería urbana y 26.1% rural. Para 2020, el 79% de la población de Querétaro vive en 109 localidades urbanas y 21% en 2,083 localidades rurales (INEGI, 2020). Ha habido entonces, un continuo abandono del campo, una migración que se concentra y se aglutina en espacios irregulares, con pocos servicios sanitarios (agua y alcantarillado) y con oportunidades precarizadas de empleo que tienen como consecuencia la inequidad existente en las ciudades y el aumento de la violencia.

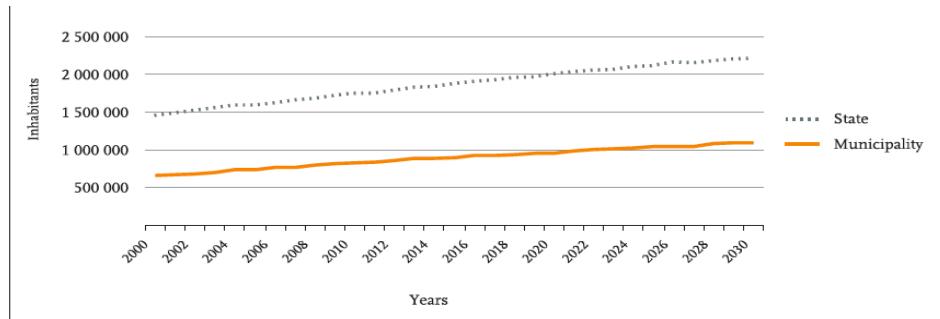


Figura 14. Proyecciones de población para Querétaro (CONAPO)

En Querétaro, el ingreso corriente total trimestral en 2020 fue de \$40,670M MX. Los principales gastos corrientes de los hogares fueron alimentación (35.8%), transporte (18.3%) y vivienda (11.8%).

De 2005 a 2020, el municipio se ha mantenido entre un 30% y el 66.02% del PIB total del estado distribuidos en actividades manufactureras con un 34.8%, servicios 37.6% y en comercio un 27.7%.

Dentro de la industria, principal motor económico de la ciudad, se despliegan actividades económicas tales como:

La fabricación de maquinaria y equipo industrial, que comprende maquinaria aeroespacial y automovilística. Se proyecta que esta industria seguirá creciendo, ya que se ha visto un crecimiento anual del 4% en los últimos 20 años.

La industria de fabricación química (productos de hule, pintura y adhesivos) cuya contribución de este tipo de industria es de un 13% al PIB del estado.

El sector de servicios forma el 21% del PIB. Los queretanos gozan de un salario promedio más alto que el promedio nacional y a causa de esto se incrementan los gastos de servicios.

El turismo es una de las actividades más significativas en el estado de Querétaro, el cual atrae a más de 60,000 turistas al año.

La economía de Querétaro depende mucho de los inversionistas estadounidenses y asiáticos. Este 2019, Querétaro creció en distintos sectores económicos. Según INEGI en la industria manufacturera se reportó un crecimiento del 3.5% anual, con un total de 295 mil 723.6 millones de pesos. En el sector aeroespacial y automotriz se registró un importante crecimiento del 8.1% con un valor de 724 mil 824.2 millones de pesos.

A pesar de este crecimiento económico, la tasa de analfabetismo de Querétaro en 2020 fue de 3.46% (Figura 15). Del total de población analfabeta, 36.1% correspondió a hombres y 63.9% a mujeres. Las áreas con mayor número de hombres matriculados en licenciaturas fueron ingenierías, manufactura y construcción (15,176), Administración y negocios (8,383) y Ciencias sociales y derecho (4,721).

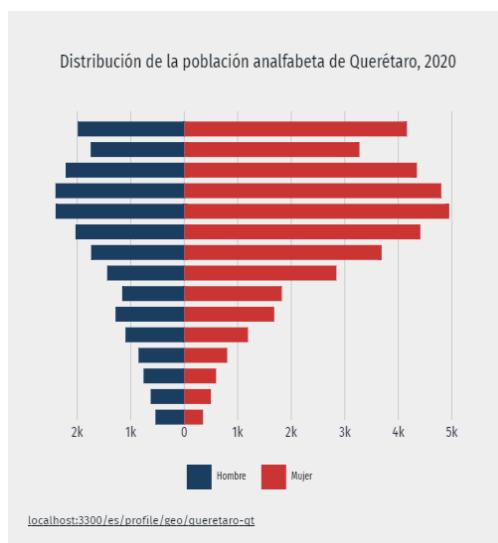
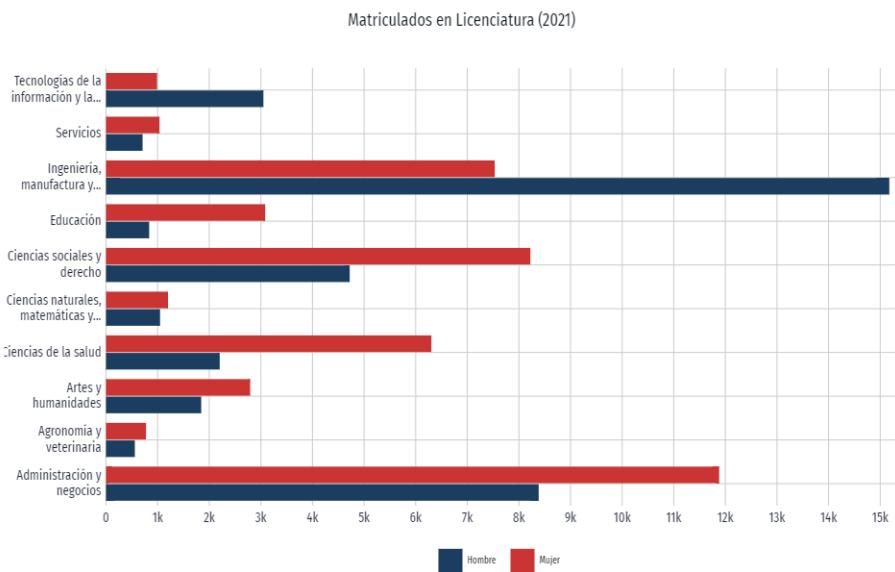


Figura 15. El mapa muestra la tasa de analfabetismo en los municipios de Querétaro.

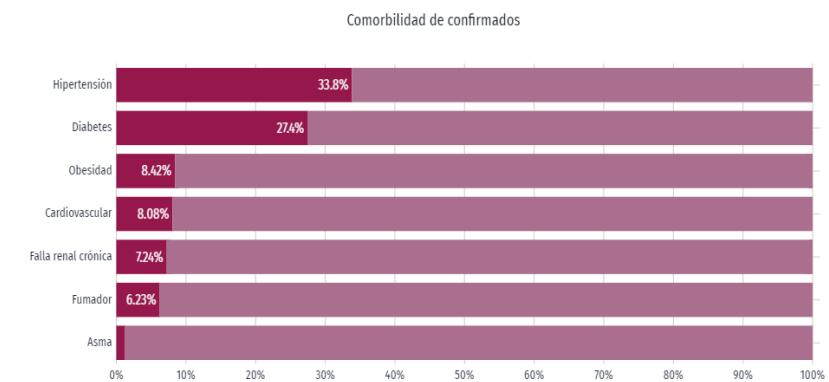
De manera similar, las áreas de estudio que concentraron más mujeres matriculadas en licenciaturas fueron Administración y negocios (11,880), Ciencias sociales y derecho (8,222) ingeniería, manufactura y construcción (7,532) (Figura 16).



localhost:3300/es/profile/geo/queretaro-qt

Figura 16. Matrículas en educación superior, 11.9k en Administración y Negocios y 15.2k en Ingeniería, Manufactura y construcción. Fuente Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

En cuanto a datos de salud, la visualización muestra la distribución de fallecidos según comorbilidad en Querétaro, observamos que la hipertensión, la diabetes y la obesidad son los dos factores más relevantes para salud pública (Figura 17).



localhost:3300/es/profile/geo/queretaro-qt

Figura 17. Fuente Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Paradójicamente al crecimiento económico se observa un deterioro en la salud de la población, ya que entre 2018 y 2020, el ítem de gasto del hogar que más aumentó fue salud, en un 72%. El gasto que más disminuyó fue vestuario, en un -22.2%.

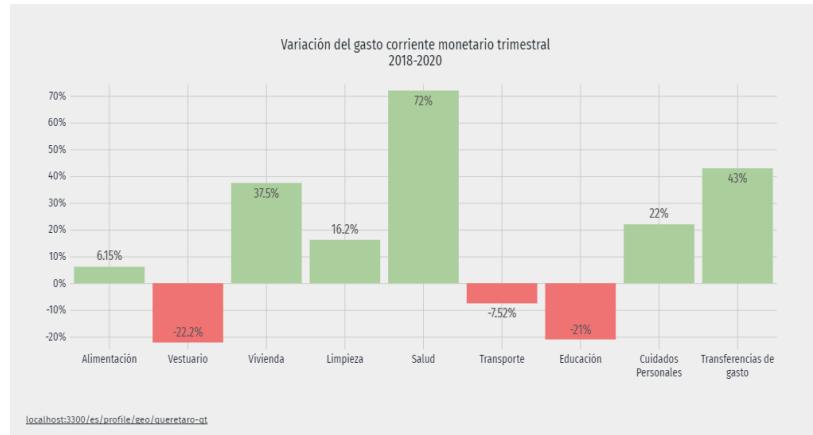


Figura 18. Fuente Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Las principales carencias sociales de Querétaro en 2020 fueron carencias por acceso a la seguridad social, carencias por acceso a los servicios de salud y carencias por acceso a la alimentación. En 2020, 29.2% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 3.7% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 32.3%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 8.32%.

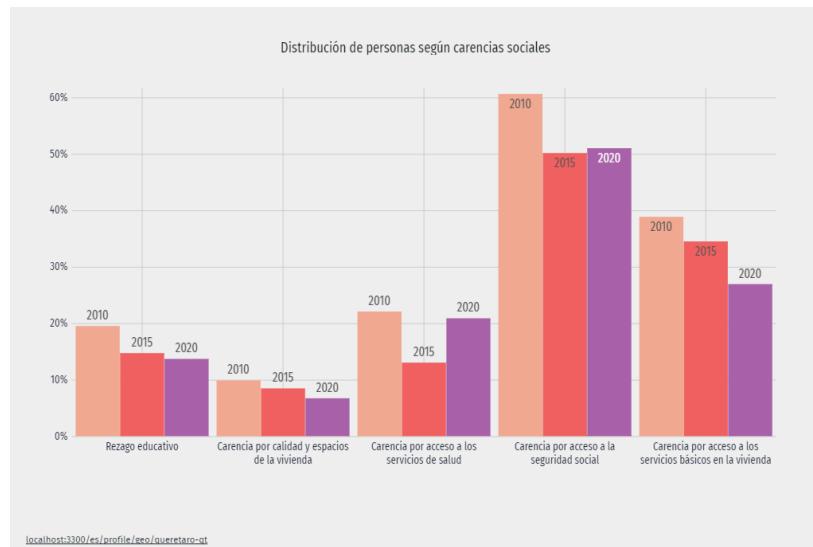


Figura 19. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

La industria alimentaria creció en un 3.3% este año con un monto de 36 mil 156.3 millones.

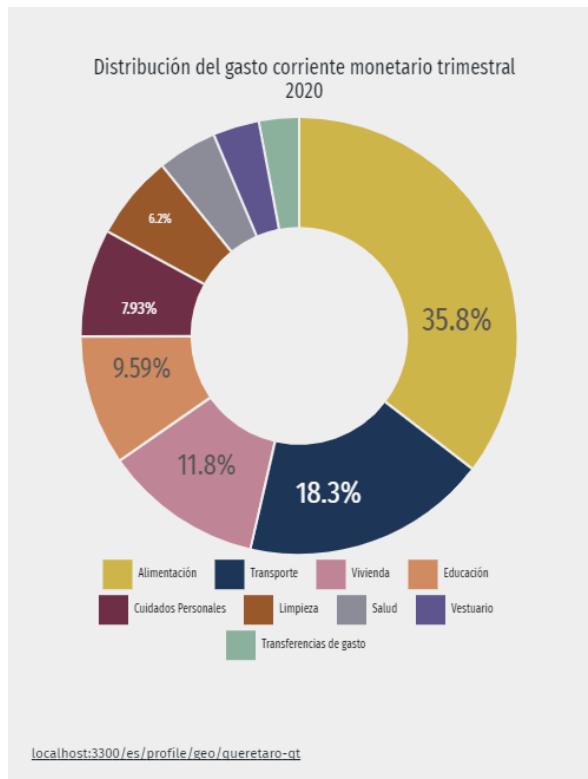


Figura 20. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

El gasto corriente monetario trimestral de los hogares fue de \$24,469M MX destinado a alimentación (35.8%), transporte (18.3%) y vivienda (11.8%). Un queretano promedio gasta entonces, aproximadamente una tercera parte de su ingreso mensual en alimentación. Recordemos que después de la CDMX, Querétaro es la segunda ciudad más cara de Latinoamérica, debido, según el anterior presidente municipal Luis Nava, al “éxito” de su desregulación inmobiliaria (The Economist, 2024).

2.11.3 El cambio de Uso de Suelo en la región biogeográfica de la ciudad de Querétaro

MacGregor-Fors define también a las zonas periurbanas como los sistemas localizados dentro del área de influencia de la ciudad, cuyos límites adyacentes colindan con los sistemas “no-urbanos”.

La zona metropolitana de Querétaro ha desbordado sus límites desde hace varios lustros y ha construido un área de influencia amplia que incluye a municipios vecinos y del estado de Guanajuato. Su expansión física ha absorbido localidades rurales, tanto de su jurisdicción municipal, como de otros municipios, y ha integrado como parte de una misma zona

metropolitana a las localidades de El Pueblito y La Cañada, cabeceras de los municipios de Corregidora y El Marqués, respectivamente, así como a algunas del norte de Huimilpan (Serna, 2011), diversas localidades antes rurales, entre las que destacan Jurica, Juriquilla y hoy Santa Rosa Jáuregui al norte de la mancha urbana y en el extremo más septentrional del municipio de Huimilpan, denominado zona conurbada de Querétaro (Geo Querétaro, 2008).

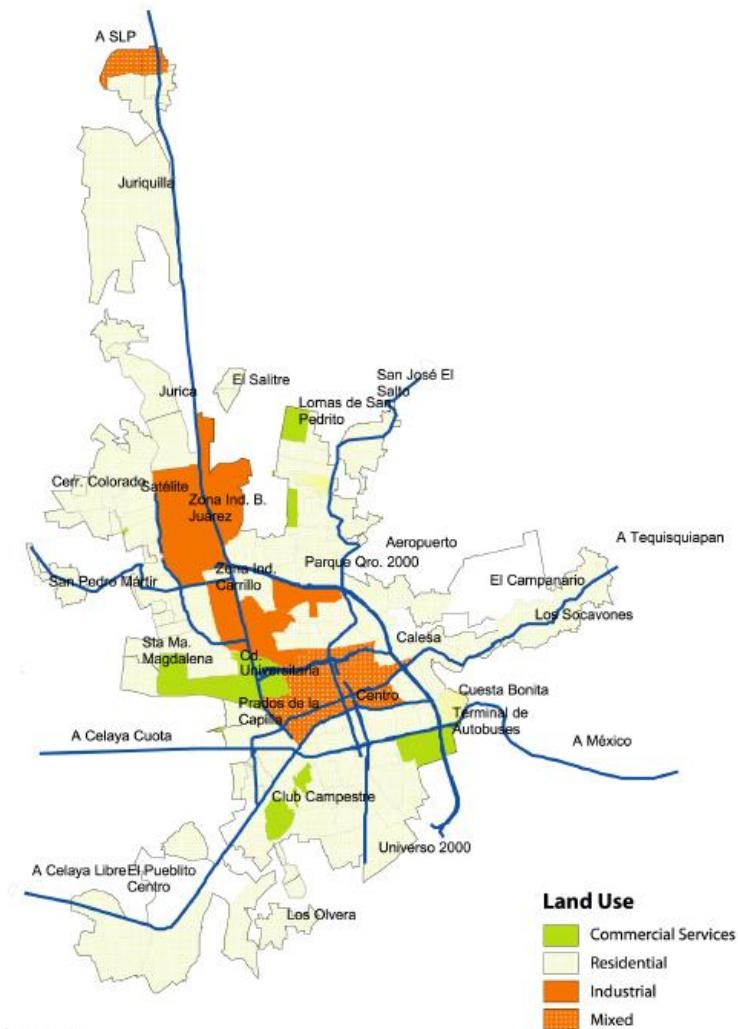


Figura 21. Distribución y uso de suelo en el municipio de Querétaro. Las áreas residenciales se localizan en la periferia mientras que los servicios comerciales y la actividad industrial se localizan en el centro histórico y al noroeste de la ciudad. Fuente: Transconsult, S.C.

La región con la densidad más alta de población se localiza en la periferia de la zona metropolitana, mientras que las zonas con mayor crecimiento poblacional se localizan al norte y al noreste de la ciudad. El INEGI, la CONAPO y SEDESOL denominan “zona

metropolitana” a aquella extensión territorial que incluye a la unidad político-administrativas contiguas a esta que tienen características urbanas. Entonces la zona metropolitana de Querétaro corresponde a 4 municipios Querétaro, Corregidora, El Marqués y Huimilpan (Tabla 2).

Tabla 2. La zona conurbada de Querétaro en cifras: superficie en hectáreas y porcentaje de los territorios municipales que involucra.

MUNICIPIOS	ZMQ	SUPERFICIE en has.	RURAL	PROPORCIÓN	URBANA / RURAL
	ZCQ (Urbana)		ZCQ / ZMQ		
Huimilpan	38,840.02	36.89	38,803.13	0.09%	0.10%
El Marqués	74,642.03	986.28	73,655.75	1.32%	1.34%
Corregidora	23,601.18	2,181.62	21,419.56	9.24%	10.19%
Querétaro	69,953.00	12,339.42	57,613.57	17.64%	21.42%
TOTAL	207,036.22	15,544.20	191,492.02	7.51%	8.12%

Notas. Fuente: GEO Querétaro con cifras del Mapa Oficial del Estado, interpretación de la mancha urbana 2005. IMericPLAN-CQRN.

La zona metropolitana de la Ciudad de Querétaro incluye terrenos pertenecientes a dos regiones paisajísticas, o provincias fisiográficas de México: la Meseta Central, que abarca las posiciones más septentrionales de los municipios de Querétaro y El Marqués, y la provincia del Eje Neovolcánico (Figura 22).

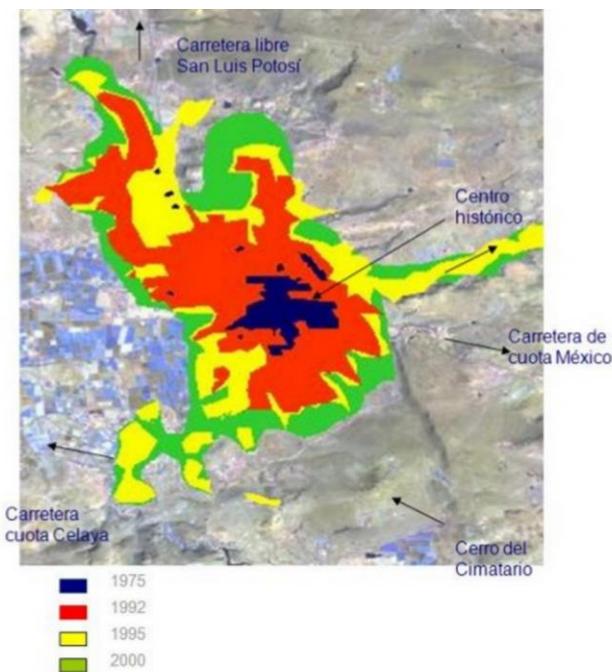


Figura 22. Mapa del desarrollo urbano de Querétaro (Gonzalez Sosa, E. 2009)

El Valle de Querétaro está comprendido por zonas de topografía más elevada, que históricamente comprendían bosques templados de encino y bosques tropicales caducifolios. La vegetación de matorral (mezquites y arbustos leñosos espinosos) cubría las zonas bajas (de la Llata Gómez, 2003). La deforestación intensiva durante el siglo XVIII transformó drásticamente el paisaje vegetal (Ver Figura 12).

Alrededor del 60% de las áreas cubiertas con vegetación natural forestal (bosques y matorrales) se han deforestado en la ZMQ. Los tipos de vegetación más afectados han sido: el mezquital, del que se perdió más del 99% de su distribución probable original; el bosque tropical caducifolio, desaparecido en más del 90%, y el bosque de encino (y encino-coníferas) perdido en más del 85% (de la Llata Gómez, 2003). La ciudad de Querétaro se encuentra en el Valle de Querétaro, cuya localización corresponde a una fosa de forma cuadrangular alineada NNW-SSE, está situada en el límite oriente de la Subprovincia Fisiográfica de la Depresión del Bajío y se relaciona al Fraccionamiento San Miguel de Allende-Taxco, Ramal Querétaro (Álvarez-Manilla et al, 2003).

La geografía del Valle de Querétaro ha permitido un aumento de la densidad de población y un importante desarrollo agroindustrial, agroindustrial, alterando sus características de

cobertura e impactando la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos (González-Sosa et al., 2013).

Desde el reporte GEO Querétaro 2008, se determinaba que el agua subterránea de la ciudad presenta una sensibilidad especial debido al descenso de cuatro a seis metros anuales en niveles de pozos, lo cual planteaba la posibilidad de agotamiento del acuífero y la posibilidad de que incrementar la vulnerabilidad de la ciudad ante fenómenos naturales y sociales. En 2008, la limitada existencia de agua subterránea se veía ya presionada por la creciente demanda del servicio de agua para uso doméstico, en una zona cuya agua subterránea ha sido explotada por décadas (el déficit de acuerdo a los datos del CNA es de -105.9 m^3) y en un reciente estudio del uso de aguas subterráneas mostraba que el centro del país estaba sufriendo uno de los casos más severos de disminución de agua del mundo, debido a la sobreexplotación de una población creciente y las industrias que siguen dependiendo casi exclusivamente del recurso (Castellazzi et al., 2016; Chaussard et al., 2014; Pacheco-Martínez et al., 2013). La ciudad prácticamente no cuenta con fuentes de agua superficiales y las aguas residuales son vertidas al Río Querétaro, cuyo tratamiento es parcial y la infraestructura del drenaje urbano resulta insuficiente. Se planeaba entonces, la construcción de obras para la distribución de agua en la ciudad (Acuífero) y para traerla desde la cuenca del Pánuco (Acueducto II) desde el manantial de Infiernillo, ubicado en el río Moctezuma, cuyo aprovechamiento solventaría parcialmente la dependencia del acuífero local (GEO Querétaro, 2008) y se planteaba únicamente para un abasto de los siguientes 30 años (PERI, 2014). Se observa gran escepticismo hacia la gestión del centro de la Comisión Estatal de Aguas debido a que los agentes internos cuestionan la viabilidad del abastecimiento de agua conforme a lo oficialmente publicado (Comunicación personal Agente de la CEA, 2014). La biodiversidad también muestra diversas áreas naturales amenazadas por el crecimiento urbano, como el caso metropolitano de la Peña Colorada y a varias especies endémicas o en la norma, en riesgo de extinción.

2.12 Factores ambientales del Acuífero del Valle de Querétaro

El Valle de Querétaro es una cuenca rectangular extensa que se extiende de norte a Sur en una elevación de aproximadamente unos 1,800 a 2,400 metros sobre el nivel del mar (msnm). Debido a la gran concentración de fallas geológicas, a lo largo del Valle se tiene un acuífero muy fragmentado, que influye en las dinámicas de flujos locales y regionales (Carreón-Freyre et al. 2005; Ochoa-González et al. 2015)

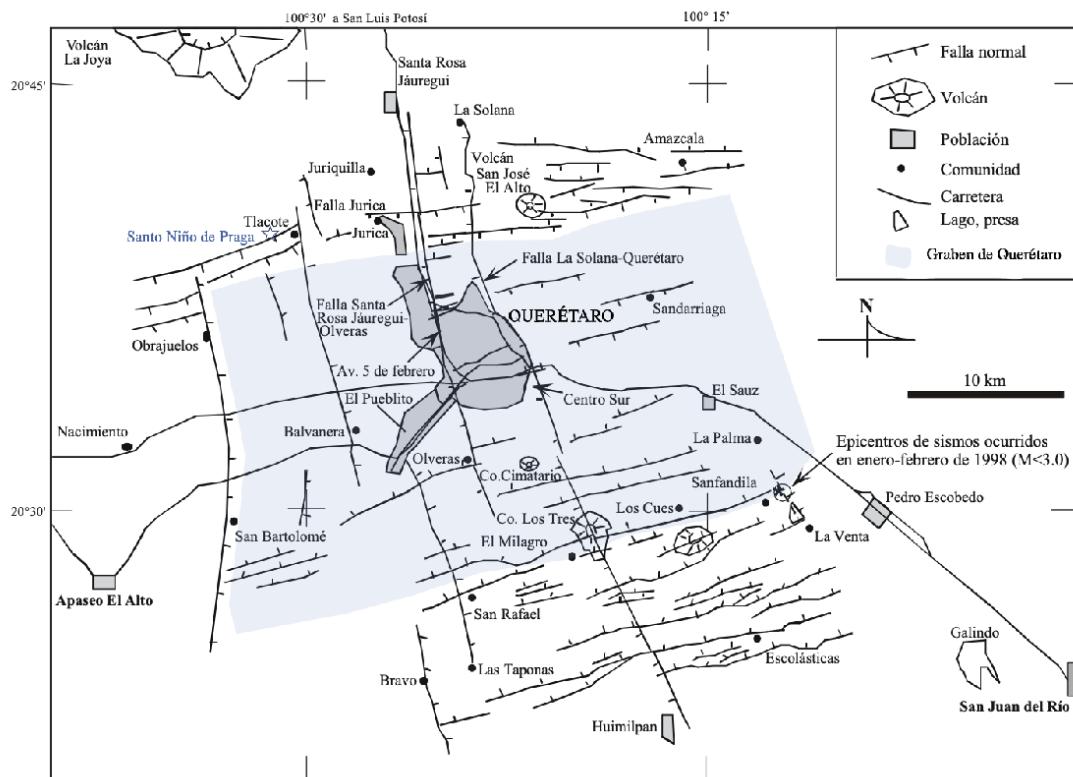


Figura 23. Mapa del sistema de fallas geológicas y fosas tectónicas del Valle de Querétaro. (Fuente: Kirkland, K., 2020)

Las nueve Unidades Geológicas que le corresponden son los depósitos del tipo lacustre, (Qla); depósitos fluviales (Qfl); basalto Unidad Cimatario (TQbc); ignimbritas riolíticas Unidad Hércules (Tsth); tobas de caída libre Unidad Cuesta China (Tstcc); andesita y basalto de la Unidad Menchaca (Tmbm); tobas arcillosas, arenosas y vítreas de la Unidad Mompaní (Titm); basalto y andesita Unidad San Pedrito (Tibsp) e intrusivos de la Unidad Juriquilla (Tij).

En la figura 22 aparecen las cinco fallas tectónicas que limitan la “Fosa Querétaro” son: Oriente (Tángano-San Pedrito El Alto), Centro (Campestre, Santa Rosa de Jáuregui), Poniente (Balvanera-Mompaní), Norte (Mompaní-San Pedrito El Alto) y Sur (Balvanera-Tángano).

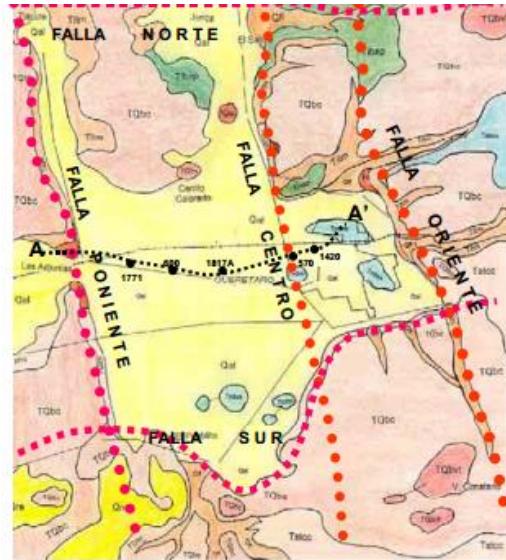


Figura 24. Mapa Geológico de fallas de la Fosa Querétaro (Salas et al. 1986).

De particular interés para la vulnerabilidad de la ciudad son los depósitos del tipo lacustre (Qla) y fluviales (Qfl); se encuentran en la planicie, zonas de inundación y en arroyos (Figura 23).

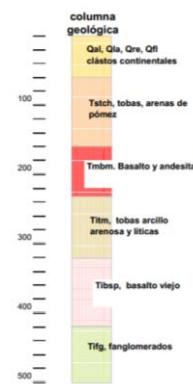


Figura 25. Columna estratigráfica (Álvarez-Manilla et al, 2003)

La Unidad San Pedrito (Tibsp); son andesitas y basaltos constitutivas del basamento geológico y geohidrológico, los basaltos contienen gran cantidad de zeolitas (aluminiosilicatos microporosos) y olivinos.

La Unidad Mompaní (Titm); está formada por tobas arcillosas, arenosas y vítreas, afloran al norte, oriente y poniente del Valle de Querétaro, constituyen la formación acuífera actual.

La Unidad Menchaca (Tmbm); corresponde a una lava intermedia intensamente fracturada en superficie, conforme se interna a la masa del estrato las fracturas y juntas disminuyen. Presenta precipitaciones de soluciones hidrotermales.

La Unidad Cuesta China (Tstcch); son tobas de caída libre depositadas en un ambiente acuoso, se llegan a encontrar estratos delgados de una toba vítreas, constituyó la formación del acuífero libre hoy extinto.

La Unidad Hércules (Tsth); son ignimbritas riolíticas y solamente afloran en las microfosas de La Cañada y la colonia Pathé.

La Unidad Cimatario (TQbc); son andesitas basálticas producto de la eyeción del Volcán Cimatario, su espesor promedio es de 6 metros.

2.12.1 Secciones estructurales.

Las dos secciones estructurales que a continuación se presentan corresponden tanto al Valle de Querétaro como a la zona metropolitana.

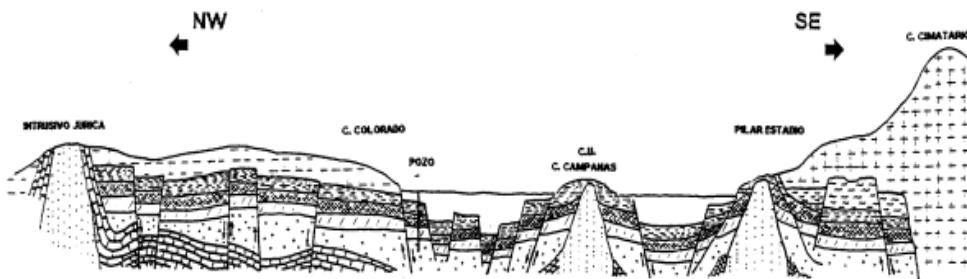


Figura 26. Sección estructural N-S elaborada con los datos litológicos de diferentes pozos profundos dispersos. (Álvarez-Manilla et al, 2003)

La sección estructural NW-SE mostrada en la (Figura 26) tiene una extensión lineal de 15 kilómetros, en la porción noroeste aparecen rocas de la Unidad Menchaca en las partes altas y bajo un espesor de aproximadamente 20 metros de materiales del tipo lacustre y aluviales, se encuentran las tobas de la Unidad Mompaní. Hacia la zona sureste se aprecian rocas de la Unidad San Pedrito, Cuesta China e Intrusivos de la Unidad Juriquilla.

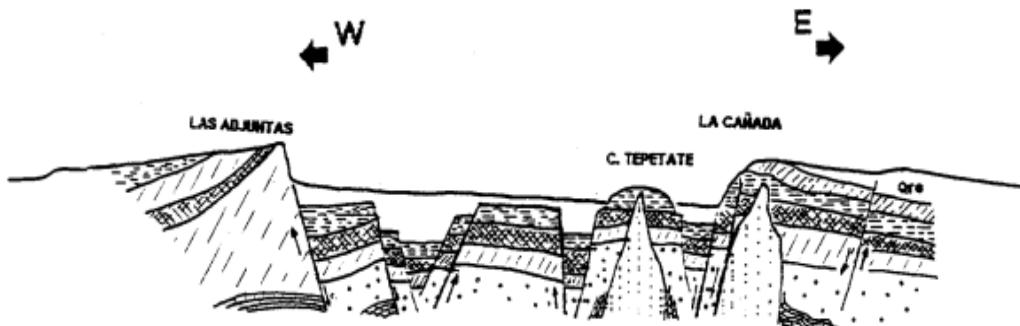


Figura 27. Sección estructural E-O (Álvarez-Manilla et al, 2003)

La sección estructural Este Oeste va desde Las Adjuntas hasta San Gregorio. En superficie, aparece la lava de la Unidad Cimatario; en la porción central, donde se erige el Cerro de Las Campanas, se aprecia el cuerpo de una roca de intrusión, las laderas pueden estar formadas de manera indistinta por tobas o lavas.

Dado que en la superficie de las mesetas afloran lavas de las Unidades San Pedrito, Menchaca y Cimatario, los suelos que aparecerán en esa porción pueden ser residuales de granulometría gruesa.

Hacia las partes de las laderas, la degradación de los materiales suaves como las tobas arcillosas producen básicamente suelos arcillosos; en tanto que hacia la planicie llegan a encontrarse una gran cantidad de suelos transportados, e inclusive, frente al Salitre, arroyo Pachonal, se aprecia una gran cantidad de zeolitas.

2.12.2 Paisaje tectónico

En figura 22 se muestran los lineamientos tectónicos en la vecindad del Valle y Zona Metropolitana de Querétaro, que como ya se mencionó tiene un origen tectónico y ha dado lugar a geoformas tales como mesetas, laderas, planicies, zonas de retroceso y rejuvenecimiento.

2.12.3 Mesetas

El estilo tectónico de las formas elevadas, que circundan el Valle de Querétaro, separa bloques por fallas normales; algunos de los bloques se encuentran basculados resultando en relieves como el que se aprecia en las figuras siguientes.

Otros elementos del estilo tectónico del Valle de Querétaro consisten en que las líneas de falla poseen formas geométricas bien definidas, en este caso “rectilíneas”, tal y como se aprecia en la figura 26. Los bloques en su parte superior presentan “mesetas” en las que se generan suelos residuales que pueden ser granulares gruesos si la roca madre es una lava o arcillo limosos en el caso de una toba (Figura 28).



Figura 28. Monoclinal Este, Aeropuerto. (Álvarez-Manilla et al, 2003)



Figura 29. Monoclinal Oeste, Huertas La Joya. (Álvarez-Manilla et al, 2003)

2.12.4 Laderas, Pendientes

Toda porción de superficie presenta un declive, no existe la pendiente nula, ni siquiera en un lago colmatado. La pendiente o ladera puede estar o no en equilibrio. Se dice que está en equilibrio cuando no tiende a aumentar o disminuir, o bien, cuando los agentes de acumulación o erosión equilibran su actividad. A las variaciones bruscas de las laderas o pendiente se les denomina “roturas de pendiente” y se hace necesario encontrar la naturaleza de ellas.

2.12.5 Evolución de la vertiente

En los relieves pronunciados los ríos se hunden en él y como éste trabaja sobre las vertientes, el relieve se convierte en insignificante. Tal es el caso del “estadio” que aparece en la parte central norte del Valle de Querétaro, por arriba de San Pedro Mártir. En esta parte del valle, el proceso de erosión ha trabajado en la zona de Jurica y de Tlacote de manera interrumpida conformando la ladera mostrada (Figuras 30 y 31).

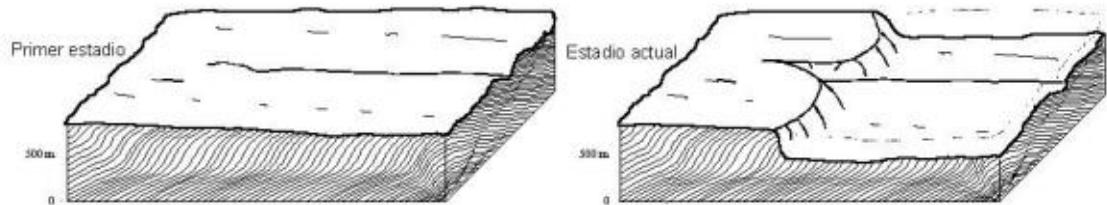


Figura 30. Estadios del ciclo erosivo. Ladera Centro, San Pablo. (Álvarez-Manilla et al, 2003)



Figura 31. Estadio del sector San Pablo. (Álvarez-Manilla et al., 2003)

En esta zona, los suelos generados corresponden a suelos residuales que van desde arcillas hasta limos, en algunas ocasiones se llegan a encontrar bloques de variadas dimensiones.

Se asume que en la zona oriente del Valle de Querétaro los procesos tectónicos generaron un pequeño escarpe como el que aparece en la (Figura 29), dejando a la Zona Metropolitana antigua como una zona de lomeríos (Figura 30).

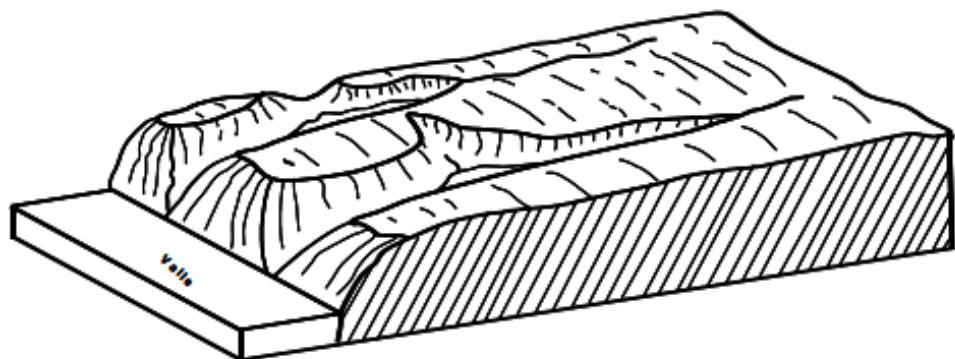


Figura 32. Estadios del escarpe Oriente del Valle de Querétaro. (Álvarez-Manilla et al, 2003)

2.12.6 Fluviales

Cuando la pendiente de una vertiente aumenta en la base por cualquier proceso de erosión, como puede ser el fluvial, y en ausencia de una imbibición de la roca por el agua, se llegan a formar las “terracillas” (Figura 33). Se crea una fuerza (peso de la formación) que provoca el cizallamiento generando peldaños desde unos cuantos centímetros hasta varios metros, dependiendo de la competencia de los materiales geológicos envueltos. En la figura 31 se presentan las terracillas de la Microfosa Menchaca en la ciudad de Querétaro.

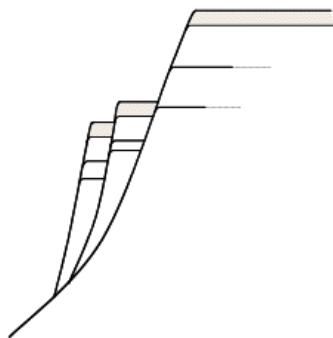


Figura 33. Terracillas en la “Microfosa Menchaca”. (Álvarez-Manilla et al, 2003)

En estas zonas aparece una gran cantidad de cantos redondeados con su eje mayor alineado en la dirección del flujo, de acuerdo a la energía del transporte y períodos de calma, se encuentran limos y arcillas.

Estructura y Textura del suelo

Debido a que la estructura del suelo describe la forma en que se agregan las partículas del suelo. Esta propiedad, por tanto, define la naturaleza del sistema y los canales de un suelo (FAO, 2009; Brady et al., 2010).

Juntas, la textura y la estructura del suelo ayudan a determinar la capacidad del suelo para retener y conducir el agua y el aire necesarios para sustentar la vida. Estos factores también determinan cómo se comportan los suelos cuando se utilizan para carreteras y cimientos de edificios, o cuando se manipulan mediante laboreo. De hecho, a través de su influencia en el movimiento del agua a través y fuera de los suelos, las propiedades físicas también ejercen un control considerable sobre la destrucción del propio suelo por la erosión.

Estructura de los suelos

El término estructura del suelo se refiere a la disposición de la arena, el limo, la cal y las partículas orgánicas en los suelos. Las partículas se aglutan debido a diversas fuerzas y a diferentes escalas para formar unidades estructurales diferenciadas denominadas mascotas o agregados. El término «ped» se utiliza normalmente para describir la estructura a gran escala que se observa en los perfiles del suelo y que incluye unidades estructurales cuyo tamaño oscila entre unos pocos mm y aproximadamente 1 m. Los horizontes superficiales suelen caracterizarse por una estructura granular redondeada que presenta una jerarquía en la que macroagregados relativamente grandes (de 2 a $250 \text{ } 10^{-6} \text{ m}$). Estos últimos, a su vez, están compuestos por diminutos paquetes de arcilla y materia orgánica de sólo unos pocos um de tamaño.

Color del suelo

El color suele ser la característica más obvia de un suelo. Aunque el color en sí mismo tiene poco efecto sobre el comportamiento y el uso de los suelos, proporciona pistas sobre otras propiedades y condiciones del suelo. Para obtener la descripción precisa y repetible de los colores necesaria para la clasificación e interpretación de los suelos,

2.12.7 Ambientes de Lago

Considerando la imagen de la figura 34, si ningún accidente geológico estorba la evolución de un ciclo erosivo, el relieve pasa a ser una superficie sin grandes desniveles, que a *grossos modo* se les denomina “penillanuras” o “peniplanos”, tal y como se presenta entre la Zona Metropolitana antigua de Querétaro y propiamente el Valle (Figuras 33 y 34).

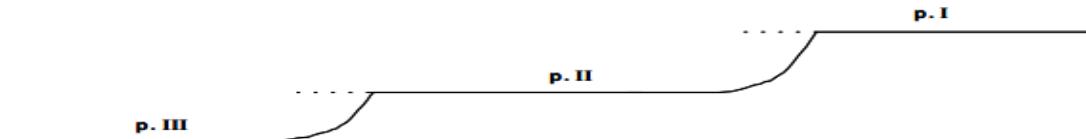


Figura 34. Esquema de una Penillanura. (Álvarez-Manilla et al, 2003).

En un mapa topográfico, la penillanura se manifiesta como se muestra en la figura 35, la línea topográfica donde se da el cambio de nivel entre las penillanuras coincide con la

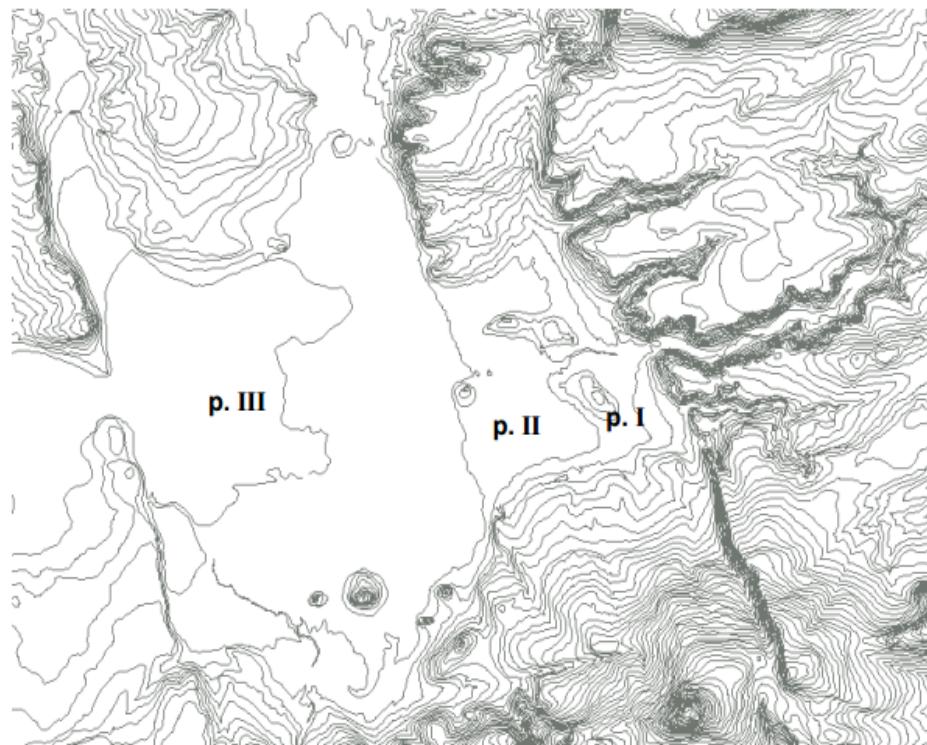


Figura 35. Tres penillanuras (p) de la Zona Metropolitana Antigua y del Valle de Querétaro. (Álvarez-Manilla et al, 2003).

En la figura 36 se presenta una imagen elaborada con los sistemas de información geográfica de los cuerpos de agua superficiales en el Valle y Zona Metropolitana de Querétaro, los cuerpos de agua son desde lagos, bordos, arroyos y ríos.



Figura 36. Ríos, arroyos y cuerpos de agua del Valle de Querétaro. (Álvarez-Manilla et al, 2003)

El drenaje corresponde al del tipo dendrítico en la porción noroeste de la zona estudiada, mientras que hacia el oriente este se puede considerar rectangular y en los promontorios de los cerros Gordo, Cerro de las Campanas, Tepetate, San Gremal y el Volcán del Cimatario, es del tipo radial.

La figura 37 muestra los depósitos del tipo lacustre ubicados al oriente del Valle de Querétaro, en las inmediaciones del Rancho La Colmena.



Figura 37. Depósitos del tipo Lacustre Zona Poniente del Valle de Querétaro. (Álvarez-Manilla et al, 2003)

Alrededor del 60% de las áreas cubiertas con vegetación natural forestal (bosques y matorrales) se han deforestado en la ZMQ. Los tipos de vegetación más afectados han sido: el mezquital, del que se perdió más del 99% de su distribución probable original; el bosque tropical caducifolio, desaparecido en más del 90%, y el bosque de encino (y encino-coníferas) perdido en más del 85%.

En el reporte GEO Querétaro 2008, se determina que el agua subterránea de la ciudad presenta una sensibilidad especial debido al descenso de cuatro a seis metros anuales en niveles de pozos, lo cual plantea la posibilidad de agotamiento del acuífero y la posibilidad de que incrementar la vulnerabilidad de la ciudad ante fenómenos naturales y sociales. La limitada existencia de agua subterránea se ve presionada por la creciente demanda del servicio de agua para uso doméstico, en una zona cuya agua subterránea ha sido explotada por décadas (el déficit de acuerdo a los datos del CNA es de -105.9Mm^3). Todas las aguas del Valle de Querétaro descargan en la Cuenca del Río Lerma-Chapala, que provee de agua a las grandes zonas metropolitanas y a las operaciones industriales más concentradas de México (CONAGUA, 2012).

La cabecera del río Querétaro se encuentra en la Sierra Gorda (la región montañosa centro-occidental del estado) y fluyen hacia el suroeste hasta entrar en las elevaciones más bajas del Valle. A continuación, el río fluye hacia el oeste, pasa por la ciudad de Querétaro y

desemboca en Las Adjuntas (el punto de desembocadura del río Querétaro) para finalmente cruzar el límite estatal hacia Guanajuato (CONAGUA, 2015)

La ciudad prácticamente no cuenta con fuentes de agua superficiales y las aguas residuales son vertidas al Río Querétaro, cuyo tratamiento es parcial y la infraestructura del drenaje urbano resulta insuficiente. Por lo tanto, El Valle de Querétaro depende de las aguas subterráneas suministradas por el acuífero del Valle de Querétaro para casi todas sus necesidades domésticas, industriales y agrarias (Ochoa-González, 2003).

Anteriormente se planteó la construcción de obras para la distribución de agua en la ciudad (Acuífero) para traerla desde la cuenca del Pánuco (Acueducto II) donde se encuentra el manantial de Infiernillo, ubicado en el río Moctezuma, cuyo aprovechamiento solventaría parcialmente la dependencia del acuífero local (GEO Querétaro, 2008) y se plantea únicamente para un abasto de los siguientes 30 años (PERI, 2014). Actualmente se continúa explotando desde los manantiales y la Presa Zimapán en Cadereyta, y recientemente para el fin de la década se sugiere traerla de la presa El Batán, misma que se encuentra igualmente en situación de vulnerabilidad hídrica. Se observa cierto escepticismo dentro de la Comisión Estatal de Aguas debido a que los agentes internos cuestionan la viabilidad abastecer de agua durante las siguientes décadas en función de la desregulación inmobiliaria voraz (Comunicación personal con Agente de la CNA, 2014)

La biodiversidad regional muestra diversas áreas naturales amenazadas por el crecimiento urbano y conflictos agrarios (caso de Peña Colorada y Cadereyta) y a varias especies endémicas o en la norma, en riesgo de extinción.

Como veremos a continuación, la elevación del nivel freático del acuífero Valle de Querétaro que abastece a la ciudad, está influida de forma natural por la geología, la topografía y las fluctuaciones de las precipitaciones. El nivel freático antropogénicamente por la extracción de aguas subterráneas, los sistemas de sistemas de riego/drenaje, y los cambios de uso de suelo (National Geographic Society, 2019; USGS, 2018a).

Los informes históricos indican que, en la década de 1940, el nivel freático alcanzó cotas superficiales (Cortés Silva et al., 2012; González-Sosa et al., 2013), pero el bombeo más extensivo de agua subterránea en la década de 1970 hizo que el nivel freático descendiera decenas de metros (Ochoa-González et al., 2018). El Acuífero Superior existía entre 40 y 70

metros bajo la superficie del suelo y sirvió como fuente primaria de agua subterránea para el Valle de Querétaro hasta que se agotó en la década de 1990 (Ochoa-González et al., 2018; SUEZ, 2019).

Tras el agotamiento del Acuífero Superior, el bombeo transitó hacia las unidades volcánicas del Acuífero Principal, compuestas por basaltos fisurados y coladas de lava con permeabilidad media-alta (Carreón-Freyre et al., 2005; SUEZ, 2019). El nivel freático descendió entre 120 y 140 metros por debajo de la superficie del suelo en 2010, limitando el agua disponible a las unidades geológicas piroclásticas y unidades geológicas lacustres que forman el fondo del Acuífero Principal. La profundidad media de los pozos se sitúa actualmente entre 150 y 180 metros por debajo de la superficie (Kirkland, 2020).

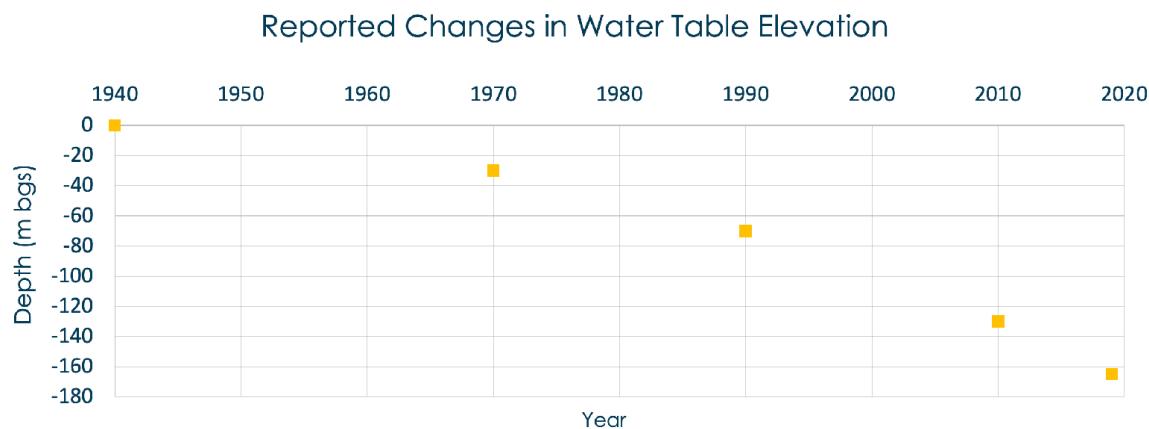


Figura 38. Cambio aproximado en la elevación del nivel freático desde 1940. Fuente: Datos adaptados de. Cortés Silva et al. (2012); González-Sosa et al. (2013) y SUEZ (2019) en Kirkland, 2020.

El Acuífero Valle de Querétaro se recarga de forma natural a partir de la infiltración de la precipitación, de flujos de agua subterránea de acuíferos adyacentes y artificialmente por la actividad humana (SUEZ, 2019). Las zonas de recarga del Valle de Querétaro se concentran en las áreas vegetadas de mayor relieve topográfico que rodean el centro del Valle (ONU-Hábitat, 2018). Durante los eventos de precipitación, el agua se infiltra y fluye verticalmente a lo largo de los planos de falla y horizontalmente a través de rocas volcánicas porosas hacia el centro del Valle de menor elevación (debido a la gravedad y las diferencias de carga hidráulica) (Carreón-Freyre et al., 2005; SUEZ, 2019). Gran parte de estas importantes zonas de recarga han sido o están actualmente siendo urbanizadas, afectando al potencial de

recarga. El aumento del uso de superficies impermeables (es decir, hormigón, pavimento y materiales para techos) resulta en un aumento de la escorrentía superficial y la erosión y la disminución de la infiltración y la recarga del acuífero del Valle de Querétaro (Figura 39).

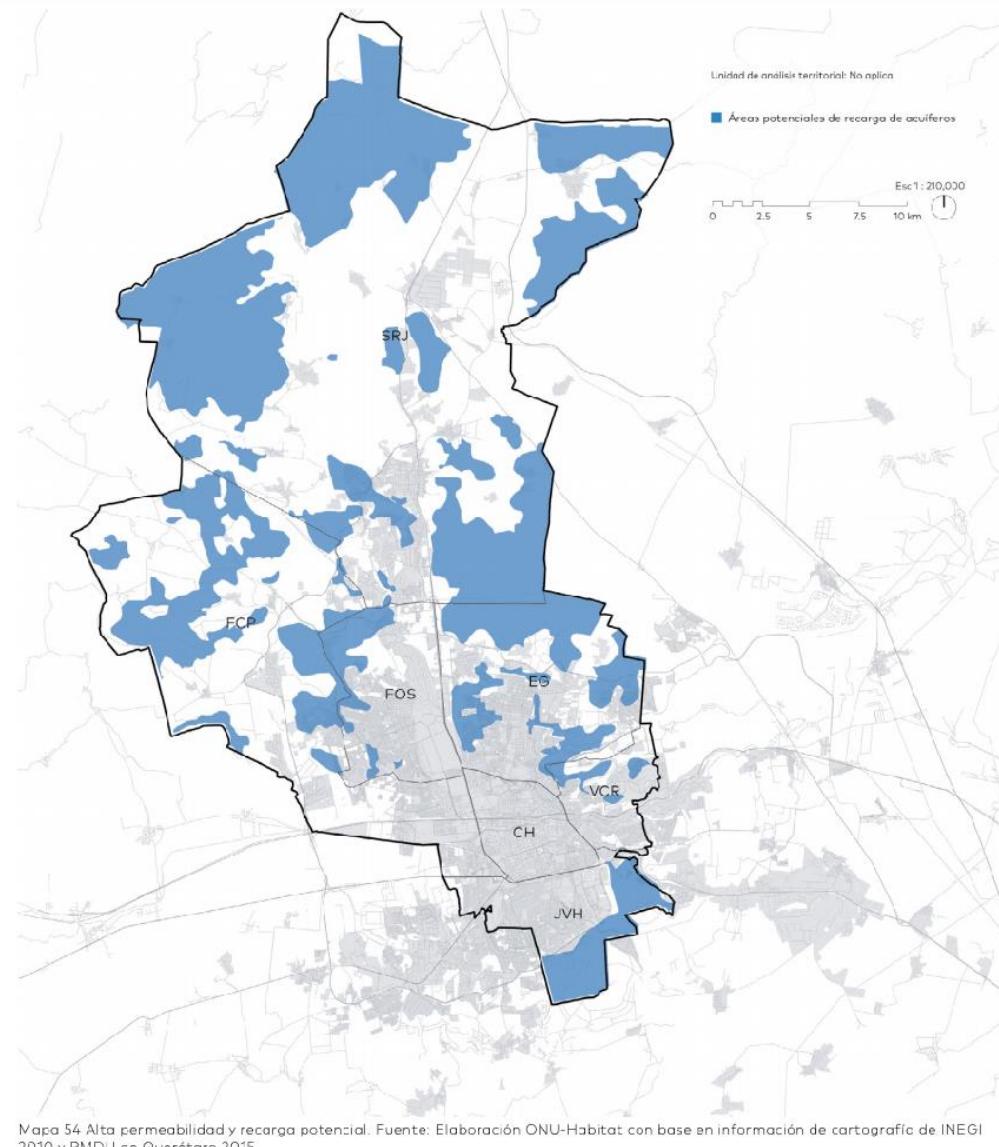


Figura 39. Zonas de recarga resaltadas en azul para el Acuífero Valle de Querétaro (Fuente: Adaptación de ONU Habitat 2018, en Kirkland, 2020).

2.13 Historia previa al establecimiento del centro urbano

Antes de la colonización española, la zona era ocupada por el grupo étnico otomí o hñähñü del valle del Mezquital. Los otomíes establecieron asentamientos permanentes

basados en una agricultura de secano, y construyeron estructuras para la captura de agua (Toledo et al., 1985). Según los estudios de Johnson (1977), el manejo de recursos naturales que practicaron los otomíes refleja un nivel de producción diversificada, adaptada a los diversos paisajes del valle de Mezquital, así como un énfasis en la agricultura de secano y uso intensivo del maguey (*Agave spp*).

Con un conocimiento detallado de suelos, relieve, vegetación y los movimientos del agua, los otomíes construyen bordos para atrapar el agua de lluvia y concentrar los sedimentos en el suelo. La colocación de piedras y de plantas del maguey es crucial durante la construcción de bordos, y los campos se fertilizan con estiércol para mejorar el suelo (Altieri, M y Nicholls, C., 2009).

En el Valle de Querétaro, el agua dulce se adquiría inicialmente de fuentes superficiales superficiales como pozos excavados a mano, pozos artesianos, zanjas o directamente del Río Querétaro (de la Llata Gómez, 2003; Suárez Cortéz, 1998). El consumo y uso de aguas superficiales contaminadas acabó provocando problemas de salud. El río Querétaro estaba altamente contaminado por el lavado doméstico, producción textil, disposición de desechos de curtidurías y descargas regulares de efluentes agrícolas y antropogénicos (Suárez Cortéz, 1998) provocando la necesidad de la construcción del Acueducto de Querétaro en la década de 1720. El acueducto canalizaba el agua artesiana de la ciudad y permitía separar el agua limpia de las aguas residuales.

Si bien la construcción del acueducto mejoró la salud pública en general, también acentuó los problemas ambientales al permitir que el río Querétaro se convirtiera en el destino de todos los residuos generados. También surgieron conflictos socioeconómicos debido a que los pobladores afluente que vivían en el centro tuvieron acceso ilimitado a los servicios de agua potable y alcantarillado, mientras que las poblaciones empobrecidas e indígenas de los márgenes tenían un acceso mínimo (Suárez Cortéz, 1998).

Un aumento de las enfermedades gastrointestinales en la década de 1940 inició la perforación de los primeros pozos de bombeo modernos en Querétaro (de la Llata Gómez, 2003) y, finalmente, a principios de la década de 1970 se pasó al uso exclusivo de aguas subterráneas.

En la actualidad, el Río Querétaro y sus afluentes continúan experimentando altos niveles de contaminación que los convierten en alternativas inadecuadas para el agua potable (Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero del Valle de Querétaro [CTASAVQ], 2002; Cortés Silva et al., 2012). En 2019, el Programa de Restauración Hidrológica y Saneamiento del Río Querétaro, dirigido por el Dr. Eusebio Ventura Ramos, identificó 48 puntos críticos de contaminación a lo largo del río Querétaro.

La contaminación en los cauces regionales más importantes es resultado de basureros residenciales combinados con continuas descargas domésticas, industriales y agrícolas (Alcalá, 2019).

En la última década y como resultado de los problemas de inseguridad en el norte del país, existe una nueva oleada inmigratoria de personas de clases media que buscan la seguridad de sus familias y con capacidad de comprar suelo habitacional en las diferentes zonas de la ciudad, donde la oferta de casas excede a la demanda local.

2.14 La presión de la urbanización en la ciudad de Querétaro en las zonas agrícolas

Por su centralidad logística en el país y cercanía a la CDMX, desde hace tres décadas se ha podido observar una urbanización masiva en la ciudad de Querétaro. Esta viene aparejada con el boom inmobiliario dada por la compra de tierras agrícolas y/o ganaderas, ejidales de pequeños propietarios, o de preservación ecológica, todas ellas capturadas por grupos empresariales de la construcción a bajos precios. El motor detrás del crecimiento de la mancha urbana, ha sido el apoyo al sector industrial e inmobiliario y, en menor medida por el sector servicios (Arvizu, 2005, Basaldúa et al. 2001, Delgado 1993, González O. y González C.I., 1992 y 2006, García, 1998, González C.I y Osorio 2000). El cambio de uso de suelo ocurre principalmente para su urbanización, la construcción de vivienda, el crecimiento expansivo y de baja intensidad, la tasa de urbanización mayor a la tasa de crecimiento demográfico, la sobrevaloración de los precios de la vivienda, el crecimiento expansivo y de baja densidad, una tasa de urbanización mayor a la tasa de crecimiento demográfico, la sobrevaloración del precio de la vivienda en tanto los salarios no crecen a

ese nivel para adquirirla, la pérdida de espacios naturales con funciones ambientales claves como la infiltración de agua a los acuíferos, mayores distancias de recorridos aparejado de la ampliación de vialidades para el uso del auto, gasto público para el equipamiento de estas zonas y por ende la re-valorización del suelo y las viviendas (Angulo, 2012).

Desde 1950 la ciudad ha quintuplicado su número y el crecimiento se ha exponenciado desde los últimos 25 años (Angulo, 2013). De 1970 a 2010 la mancha urbana de la zona metropolitana pasó de ocupar mil 41 hectáreas a 23 mil 653, lo que representó un avance sobre las tierras de cultivo de 22.7 veces su tamaño para ese periodo (Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas SDUOP, 2013). En los últimos 35 años, el crecimiento de la mancha urbana que se incrementó 22.7 veces causando una reducción relativa de las tierras productivas que abastecen la ciudad y una explosión demográfica del 218.49 % (AM Querétaro, 2013) que demanda servicios básicos y de alimentación. De acuerdo al Instituto Queretano del Transporte, entre 1988 y 2020, la mancha urbana de Querétaro creció 3,600%, lo cual generó presión en el otorgamiento de servicios de calidad (Diario de Querétaro, 2020).

Los habitantes de Santa María Magdalena, una zona históricamente destinada al cultivo agrícola, aseguran que el 83% de las tierras destinadas al cultivo de alfalfa han sido vendidas para construir y cedidas a la urbanización que avanza a un costado de la avenida Tlacote (AM Querétaro, 2013). Esto demuestra una falta de planeación y desregulación para la venta de las mejores tierras cultivables de alimentos para la ciudad.

2.15 Historia demográfica de la Zona Metropolitana de Querétaro

La estructura de la ciudad de Querétaro se mantuvo alargada y compacta de oriente a poniente y siguiendo el cauce del Río, poco desarrollada hacia el norte y limitada al Sur por la Alameda, hasta 1940 cuando la industria textil era el principal motor económico y la primera zona industrial, conocida como “La Antigua” al poniente de la ciudad, se mantenía sin alteraciones significativas. Mediante el plano regulador de 1947, Querétaro comenzó a adecuar espacios internos, abrir nuevas vialidades y agrupar tanto las funciones económicas como a la población. A finales de esta década la traza urbana rompe definitivamente su forma tradicional, ampliándose algunas colonias suburbanas, como la colonia Niños Héroes, incorporándose el uso industrial al norte y norponiente, la zona habitacional obrera al norte

y hacia el sur y surponiente, la salida a Celaya para las zonas residenciales. En la década de los cincuentas la Ley para el Fomento a la Construcción comienza a erigir viviendas dirigidas a la población de estrato económico alto, iniciando con la Colonia Cimatario a un costado de la Alameda, Jardines Querétaro al este y el más exclusivo, el Club Campestre. La mancha urbana comenzó entonces a invadir los terrenos de cultivo ubicados al sureste de la ciudad y la base de la estructura tradicional se desarrolló hacia los cuatro puntos cardinales. La ciudad de inmediato tomó ventaja de la ubicación estratégica que le permite conectar los mercados de la Ciudad de México con el norte del país y su tradición agrícola y pecuaria. Con ello la estructura urbana de la ciudad empezó a cambiar por la apertura de la carretera federal 45, puesta en operación en 1957. Durante la década de 1970 el modelo de sustitución de importaciones a nivel nacional incentivó en Querétaro las industrias vinculadas con la producción de alimentos y bebidas. El fenómeno de expansión ha llevado a Querétaro hacia la conurbación del municipio de sus tres vecinos: Corregidora, el Marqués y algunas partes de Huimilpan (en orden de incorporación) para formar la ZMQ, que llegó a 5,964 ha y una ampliación de la superficie urbana de más de 65% en 5 años (Informe GEO Querétaro, 2008). La aparente mejora en el nivel de vida de la población de clase media con las facilidades otorgadas al crédito hipotecario, han activado la movilidad espacial, auspiciados por el crecimiento del transporte vehicular privado y el público con serios sesgos de inersión en la movilidad dirigidos hacia determinadas colonias por estrato socioeconómico, la instalación de industrias y el desarrollo inmobiliario. La cercanía al área metropolitana de la Ciudad de México ha influido en el fenómeno de su conurbación como ciudad satélite.

2.16 Principales conflictos socioambientales de la Zona Metropolitana de Querétaro

El costo de esa urbanización ha implicado la eliminación de grandes áreas de vegetación natural de tres tipos: bosque tropical caducifolio (selvas bajas caducifolias), matorral crasicaule o xerófilo y bosque ripario (Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro). Esta pérdida de biodiversidad en la zona periurbana tiene un efecto de isla de calor que aumenta la temperatura promedio en la ciudad de Querétaro (Colunga et al. 2015). Las actividades humanas en regiones urbanas, alteran la disponibilidad de nutrientes y agua, afectando la población, comunidad y las dinámicas del ecosistema. Las

áreas urbanizadas modifican el microclima y la calidad del aire al alternar la naturaleza de la cobertura terrestre y al generar grandes cantidades de calor. El efecto de la isla de calor, que sirve como una bolsa para contaminantes atmosféricos, es probablemente el caso más apreciable de modificación climática (Alberti, 2008).

Algunas de las consecuencias del efecto de isla de calor incluyen el malestar humano y a veces, riesgos para la salud humana, un aumento del consumo de energía para enfriamiento y aire acondicionado, cuyo uso también tiene consecuencias en la liberación de gases de efecto invernadero a costos más altos debido al consecuente aumento en el uso del agua y energía.

Aunado a la pérdida de biodiversidad, el avance de la industria en la zona periférica de la ciudad ha traído consecuencias importantes en la configuración de una ciudad en crecimiento continuo, con dinámicas complejas como la provisión de empleos a la población asentada en las zonas, tanto en los municipios centrales como en los periféricos. El aumento en el ingreso per cápita de la ciudad de Querétaro y su zona metropolitana, la inversión extranjera en la zona, los cambios en el uso de suelo de ejidal o comunal a la propiedad privada y la tenencia de la tierra; han generado multiplicidad de problemas que impactan en el medio natural y en el bienestar en la población. Algunas de las consecuencias ya se viven en los asentamientos de población, industria, comercio, zonas de conservación derivadas de la ausencia de instrumentos de planeación eficientes y eficaces que regulen el control del crecimiento urbano, la provisión de agua y el crecimiento de la inseguridad vial (@espaciiovivido, @pedaleanda, @netasciudadanas, @avesdeciudad, @ciudadajusta, @rodadasepicas, @ternuiracuir, @azulejo_inquieto, 2024).

Paralelamente a los conflictos en el Centro urbano, en la Zona Metropolitana se han identificado 18 conflictos socioecológicos, de los cuales 8 están directamente vinculados a la presión inmobiliaria.

La mayoría son recientes, aunque algunos llevan más tiempo como la contaminación en la localidad Felipe Carrillo Puerto, al poniente de la ciudad de Querétaro; la presión inmobiliaria contra Peña Colorada; la contaminación en el Río San Juan; así como la agravante del conflicto hídrico por la obra Acueducto II.

1.- Depredación inmobiliaria en El Tángano (Municipios de El Marqués, Huimilpan y Querétaro).

Los daños que identifican por la afectación a esta área natural protegida son: inundaciones, escurrimientos, erosión del suelo, pérdida de biodiversidad y vulnerabilidad climática.

2.- Privación del derecho humano al agua en San Isidro (Municipio de El Marqués).

Los daños que advierten a los habitantes de este fraccionamiento son desabasto, coacción para contratar el servicio, disminución de la calidad del agua y violación de derechos humanos.

3.- Agresión, detenciones arbitrarias y criminalización de la protesta (Municipio de Querétaro).

Se trata de la represión que sufrieron mujeres, personas de la tercera edad, indígenas y jóvenes, que realizaban una protesta el 10 de junio de la Red REDAVI en 2022 contra la llamada “Ley Concesiones” que impulsó el gobernador Mauricio Kuri González. Los daños registrados fueron: “Estigmatización, desaparición forzada, tortura psicológica, criminalización, agresiones a defensores del agua”.

4.- Invasión inmobiliaria en los Cerros de Hércules y La Cañada (Municipios de El Marqués y Querétaro).

En este caso observan riesgos como gentrificación, afectaciones a la salud, pérdida de biodiversidad, contaminación por aguas residuales y vulnerabilidad hidrológica.

5.- Acueducto II (Municipios de Cadereyta y San Joaquín, así como Zimapán en Hidalgo).

Sobre este proyecto iniciado en el sexenio del gobernador Francisco Garrido Patrón, del PAN, consideran los siguientes daños: despojo, exclusión, desabasto y vulnerabilidad hídrica.

6.- Contaminación del Río San Juan (Municipio de San Juan del Río).

Los daños identificados por la contaminación en este cuerpo de agua son: pérdida de biodiversidad, afectaciones a la salud por residuos y vulnerabilidad hidrológica.

7.- Depredación ecológica en el Parque Nacional El Cimatario (Municipios de Corregidora, El Marqués, Huimilpan y Querétaro).

Respecto de esta área natural, rodeada de desarrollos inmobiliarios, se ven riesgos como afectaciones hidrológicas, contaminación atmosférica y pérdida de biodiversidad.

8.- Presión Inmobiliaria en Peña Colorada (Municipios de El Marqués y Querétaro).

Esta zona de casi 5 mil hectáreas está de nueva cuenta en un proceso para su declaratoria como área natural protegida, pero desde hace años ha sido amenazada por diversos proyectos inmobiliarios. Los riesgos y daños que advierten son: inundaciones, escurrimientos, erosión del suelo, vulnerabilidad hídrica y pérdida de biodiversidad.

9.- Despojo de agua en Santiago Mexquititlán (Municipio de Amealco).

Los riesgos que enlistan en esta localidad con población indígena son: desabasto, sequía en contextos de cambio climático y agresiones a defensores.

10.- Privatización del agua en La Pradera (Municipio de El Marqués).

En este fraccionamiento, donde es una empresa privada la que otorga el servicio de agua, ubican los siguientes daños y riesgos: desabasto, coacción para contratar, sobre explotación y deslinde de responsabilidad.

11.- Inundación por urbanización en Jurica y Juriquilla (Municipio de Querétaro).

En 2017, tras un aguacero se formó un socavón en la vialidad construida a un costado del centro comercial Antea. Un operador de taxi perdió la vida. Los riesgos identificados son: pérdida de vivienda, pérdida de vida humana y nuevas inundaciones. La falta de planeación y conciencia de la plenillanura geológica existente en esa zona y detallada anteriormente, muestra la nula evaluación del riesgo en zonas que deberían regularse para recarga de acuíferos.

12.- Contaminación en El Batán (Municipio de Corregidora).

Los riesgos que advierten en esta área natural protegida –que en 2020 sufrió un cambio de uso de suelo– son desecamiento, pérdida de vida acuática, daños a la salud y pérdida de función hidrológica.

13.- Vulnerabilidad hídrica por urbanización ilegal en El Zapote (Municipio de Querétaro).

“Grupo Carther” fue señalada de defraudar a personas con la venta de lotes de esta zona natural, en donde proyectaban un desarrollo inmobiliario. Autoridades municipales y estatales informaron que el proyecto carecía de permisos.

Los riesgos que reporta Bajo Tierra Museo son: daños hidrológicos, impacto ecológico y hasta desplazamiento forzado.

14.- Proyecto del Eje Vial Zaragoza (Municipio de Querétaro).

Esta obra fue planteada en el sexenio pasado por el gobierno del panista Francisco Domínguez Servién generando mucha oposición entre habitantes de la zona y ambientalistas.

Las afectaciones señaladas son: deforestación, erosión, falta de consulta pública y hermetismo en la información.

15.- Despojo de tierras en Cerro Prieto (Municipio de El Marqués).

En esa zona donde se ha generado un conflicto entre pobladores y elementos de seguridad privada que custodian los predios, ubican los siguientes riesgos y daños: desplazamiento forzado, agresiones, deforestación y pérdida de biodiversidad.

16.- Contaminación industrial en Felipe Carrillo Puerto (Municipio de Querétaro).

Según la organización Bajo Tierra Museo del Agua, este conflicto inició desde 1970. Los riesgos y daños son: desplazamiento forzado, enfermedad por contaminación, exclusión social e inundaciones. Recientemente se conoce que el único parque remanente está siendo asediado por intereses industriales para ser venidido a privados, para ello se ha organizado una resistencia vecinal que denuncia los múltiples riesgos a la salud que les implica el avance de la zona industrial sin regulaciones ambientales ni de los cambio de usos de suelo.

17.- Depredación inmobiliaria en el Parque Intraurbano Jurica (Municipio de Querétaro).

Los riesgos identificados son degradación ecológica, desplazamiento de especies y vulnerabilidad al cambio climático.

18.- La obra vial de Paseo 5 de Febrero, que fue desde sus inicios un desastre urbano y un fraude millonario de la gubernatura de Mauricio Kuri y el presidente municipal Nava, ha implicado más de dos años de afectaciones incuantificables para la población urbana en largos tiempos de pérdidas, esperas y afectaciones psicológicas de estrés y ansiedad por no llegar a tiempo al trabajo, movilidad limitada con puentes antipeatonales, falta de una buena planeación pluvial e inundaciones. De igual forma se revela la falta de evaluación de riesgos y negligencia, con el caso del puente ubicado a la altura de la Delegación Carillo Puerto que se desplomó, el sinfín de pérdidas económicas conocidas como externalidades, el desempleo inducido y la disminución del PIB local durante más de dos años. Dichas afectaciones a la ciudadanía provocaron que, en las elecciones de junio de 2024, el Partido Acción Nacional perdiera por primera vez en la historia del municipio, la mayoría en el congreso local.

Efectos de la urbanización en la provisión alimentaria y la volatilidad de precios.

En 1992 las Naciones Unidas firmaron el U.N. Convención Marco en Cambio Climático (UN FCCC). Este tratado internacional se enfocó en el problema de las emisiones de gases de efecto invernadero por causas antropogénicas. A partir de este marco, se han creado diferentes programas municipales que promueven el análisis y la implementación local de medidas de reducción de emisiones (Cordeiro, 2008)

El comportamiento de los precios en los alimentos en el Estado de Querétaro muestra el mismo patrón alcístico de los precios internacionales del petróleo. Los precios de los alimentos en los mercados, tianguis y puntos de provisión de alimentos en la ciudad de

Querétaro y su ZM se mantuvieron constantes pese al incremento en la población en la década pasada.

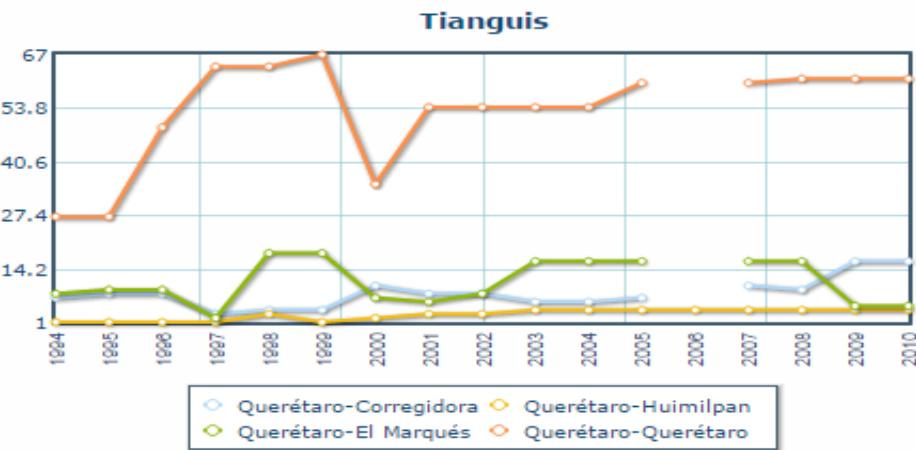


Figura 40. Cantidad de tianguis existentes en la zona urbana y periurbana de Querétaro. En 2010 Santiago de Querétaro contaba con 61 tianguis, El Marqués con 5, Corregidora 16 y Huimilpan con 4. Fuente: Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado.1994-2010.

A nivel nacional, el precio de alimentos llevó a la inflación a cerrar el 2022 en su mayor nivel en dos décadas (El Economista, 2023). En el 2022, la invasión rusa a Ucrania generó presiones inflacionarias, lo cual, a su vez, llevó los precios de alimentos básicos y genéricos como el trigo a niveles desde el año 2000. Tras todo un año de presiones, la inflación cerró el 2022 en su nivel más alto para un diciembre desde hace más de dos décadas, de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2022). El reporte del Inegi informó que, en su comparación mensual, el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) avanzó 0.38%, con lo que la tasa anual la variación fue de 7.82 por ciento.



Figura 41. La inflación a los consumidores cerró el 2022 en su nivel más alto para un diciembre desde hace más de dos décadas (El Economista, 2024).

Otros factores antropogénicos que limitan una mejoría en los ingresos de las personas en Querétaro son la tan peculiar expansión demográfica de los últimos diez años, el arribo al pico del petróleo histórico y la fluctuación de los precios en los alimentos debido a la especulación financiera. Así, la volatilidad de precios en granos básicos en la bolsa de valores, está por primera vez en la historia desde 2008 – determinada, desde entonces por la especulación de contratos de *venta a futuro*, donde anteriormente sólo se hacía con futuros a la *compra*- por el interés en acumular los capitales de inversión en lugar de guiarse por la sostenibilidad socioecológica (Figura 42).

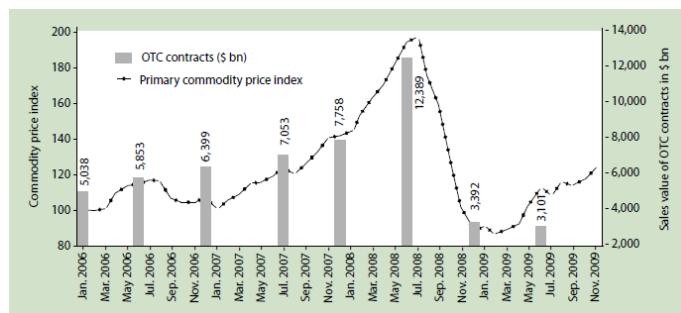


Figura 42. La correlación entre los contratos a futuro de los especuladores y los precios al consumidor ya no se explica únicamente por los mercados.

De la misma manera, otra presión en la determinación de granos básicos y alimentos genéricos es el arribo histórico en 2008 al pico del petróleo. Factor que debe ser considerado

en la búsqueda de alternativas para una agroecología que cierre ciclos energéticos utilizando insumos generados dentro de la misma ciudad. Las reservas probadas en disminución, probablemente reorientarán a los hidrocarburos hacia la extracción de gas. Sin embargo, la era de la digitalización de su servicio generará nuevamente exclusión y una brecha nueva entre quienes pueden adaptarse a este cambio y quienes seguirán al margen (Figura 43).

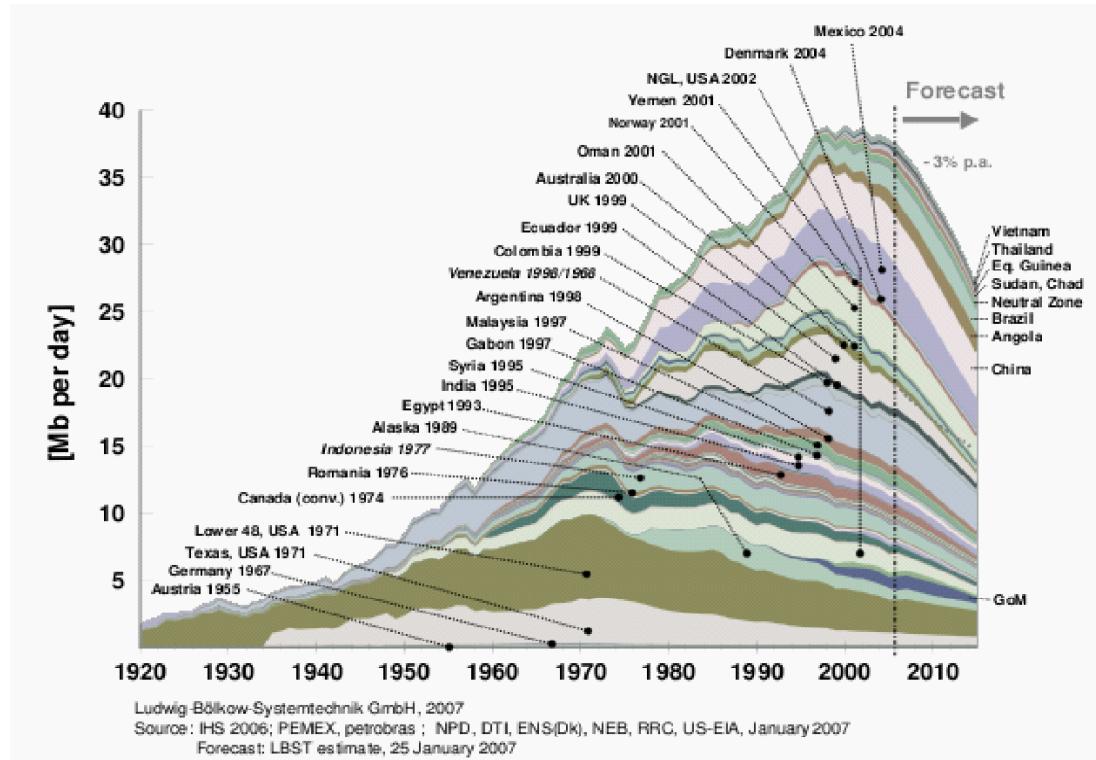


Figura 43. Pico del petróleo estimado a partir de índices de reservas de varias compañías petroleras mundiales. Bölkov, 2007.

El comportamiento de los precios en los alimentos en el Estado de Querétaro refleja también un patrón paralelo al de los precios internacionales del petróleo que en los últimos años han aumentado considerablemente (Figuras 44, 45, 46 y 47).



Figura 44. Índice histórico de precios. Fuente: FAO Stat. 1964-2024.



Figura 45. Precios nominales históricos hasta 2024 para tortillas en México desde la crisis del pico del Petróleo en 2008. Fuente: Food Price Monitoring and Analysis (FPMA) Tool.



Figura 46. Precios nominales históricos hasta 2024 para maíz blanco en México desde la crisis del pico del Petróleo en 2008. Fuente: Food Price Monitoring and Analysis (FPMA) Tool.



Figura 47. Precios nominales históricos hasta 2024 para frijol negro en México desde la crisis del pico del Petróleo en 2008. Fuente: Food Price Monitoring and Analysis (FPMA) Tool.

La disponibilidad de alimentos en mercados y tianguis de la ciudad de Querétaro y su ZM se mantienen constantes pese al incremento en la población, es decir, no hay un incremento de plazas en función de la expansión demográfica, lo cual podría ocasionar inflación en el mercado local.

En recientes declaraciones los comerciantes de la capital, buscan que al menos se instalen 39 nuevos tianguis (Salvador López/Agencia Quadratín, 2024) para dar servicio a los más

de 2,368, 467 habitantes según el censo de población de 2020. En este sentido, el funcionario Subsecretario de gobierno del Municipio de Querétaro, Juan Carlos Arreguín recalcó que es difícil implementar una cantidad así, debido a que estas infraestructuras itinerantes causan tráfico, molestias e incluso puede ser un foco de basura. Esto ha ocurrido principalmente, porque para autorizar licencias de funcionamiento, se tiene que tomar en cuenta que los vecinos, del tianguis a instalar estén de acuerdo o no.

MERCADOS PÚBLICOS Y LOCALES EN EL MUNICIPIO, 2021.		
DELEGACIÓN	MERCADOS	LOCALES
Centro Histórico		1,782
Josefa Ortiz de Domínguez "La Cruz"		570
General Mariano Escobedo		842
Benito Juárez "El Tepetate"	5	180
Miguel Hidalgo		126
Las Flores		64
Félix Osores Sotomayor		65
José María Morelos y Pavón	1	65
Josefa Vergara y Hernández		367
Lomas de Casa Blanca	2	241
Lázaro Cárdenas		126
TOTAL	8	2,214

Figura 48. En el municipio de Querétaro existen 8 mercados funcionando en las delegaciones Centro Histórico, Félix Osores Sotomayor y Josefa Vergara y Hernández. En total suman 2,214 locales. Fuente: Municipio de Querétaro, Secretaría de Servicios Públicos Municipales, 2022.

2.17 La autosuficiencia alimentaria como alternativa de consumo local

La actual crisis económica puede ser mitigada por la producción en huertos de traspatio y contribuir en la subsistencia de la unidad familiar (Ruenes y Jiménez-Osorio, 1997; Ruenes et al 1999; Jiménez-Osorio et al, 1999). Los actuales hábitos alimenticios y de estilo de vida se han venido modificando y muchas prácticas y conocimientos tradicionales se están perdiendo o quedando relegados por la facilidad de consumir los satisfactores cotidianos que reducen tiempo para las dinámicas urbanas.

Si las hambrunas y desastres sociales de gran magnitud ocurren con frecuencia, en sociedades autoritarias (Sen, 1999), en comunidades tribales o en dictaduras tecnocráticas modernas, en economías coloniales y en países de reciente independencia dirigidos por líderes nacionales despóticos o partidos únicos dominantes e intolerantes; los huertos urbanos no sólo adquieren relevancia en la mejora de la calidad de vida proporcionando alimentos saludables y ejercicio físico, sino que también permiten mantener una red social de intercambio de semillas, productos y conocimientos que contribuyen a la cohesión social y a la afirmación de la identidad cultural (Garnatje, 2011)

Según el informe la representación de la FAO en México, en el país existen ya algunos indicios de políticas públicas en donde trabajan grupos populares de las grandes ciudades, cuyo acceso se ve cada vez más comprometido (FAO, 2009; Declaración de Medellín 2009). En este contexto, la FAO ha cooperado con los gobiernos estatal y municipal en la ciudad de Puebla con el proyecto *TCP/MEX/3202 Estrategia de fomento y desarrollo de la agricultura urbana y periurbana*, para el diseño e instrumentación de un programa que fomente la agricultura urbana y periurbana a través de la participación de familias que se dediquen a esta actividad con la finalidad de fomentar su *seguridad alimentaria* y desarrollar actividades que mejoren su *ingreso*. Para lograrlo, en 2009 se ratificó la Declaración de Medellín en la que se busca hacer frente a los retos comunes de urbanización en América Latina.

Tabla 3. Comunicado de la Declaración de Medellín, Agricultura urbana.

DECLARACIÓN DE MEDELLÍN REAFIRMA EL PAPEL DE LA AGRICULTURA URBANA EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA REGIÓN*

Representantes de gobiernos locales, centros de investigación públicos y privados, ONG, universidades y productores urbanos de 13 países de la Región firmaron la Declaración de Medellín sobre agricultura urbana y periurbana, la cual reafirma su importancia para la seguridad alimentaria de la Región.

Los gobiernos nacionales y locales están incluyendo la agricultura urbana y periurbana como estrategia dentro de las políticas de seguridad alimentaria y nutricional y otras políticas de gestión urbana en América Latina y el Caribe, que contribuyen al fortalecimiento de capacidades sin

acudir a fines asistencialistas.

En tiempos de crisis como los que atravesamos es fundamental apoyar a las poblaciones rurales y urbanas con este tipo de iniciativas, ya que la disminución en el ingreso lleva a que las familias reduzcan ciertos tipos de alimentos de su canasta familiar, como hortalizas y frutas.

La agricultura urbana es multifuncional: mejora la seguridad alimentaria, genera ingresos complementarios y enriquece la dieta, permite la gestión ambiental y fortalece la organización y la inclusión social.

América Latina y el Caribe es la región más urbanizada del mundo. Por eso es urgente traer el saber del campo a la ciudad para apoyar la seguridad alimentaria de los habitantes de las ciudades, mediante la producción de autoconsumo o gracias a la comercialización de los excedentes de estos huertos.

*Comunicado de Prensa FAO, Santiago, Chile, 29 de octubre de 2009.

2.18 Efectos del cambio climático en la producción agrícola de la ciudad.

En general, la región Centro y Occidente del país posee condiciones favorables de humedad para iniciar el período de crecimiento a partir del 1 de junio, fecha en que se ha establecido el verano o sea la época de lluvias. Ambas áreas suman 64% del total de la región cuyas tierras agrícolas poseen condiciones de humedad propicias para sustentar cultivos de temporal: frijol y maíz con un ciclo de cultivo de 90-100 días. (SAGARPA, 2010 en Granados R. 2011).

Estas afectaciones regionales también se presentaron a nivel país, en la Figura 49 se muestra la superficie siniestrada de maíz en México, para el período histórico 1980-2008, y los efectos ocurridos en los años El Niño correspondientes. En 1982 se reportó 38% y para 1997 el 23% de superficies con siniestro. En 1982, Querétaro se encontró entre las entidades más afectadas en su sector agrícola y el municipio de Santiago de Querétaro y su área metropolitana. Tras la sequía, en 1985 se registraron 2 inundaciones ocurridas el 3 de junio y 25 de julio en Querétaro y San Juan del Rio, sumando cuantiosas pérdidas económicas (Reseña de impacto de los principales desastres, CEPAL 1996).

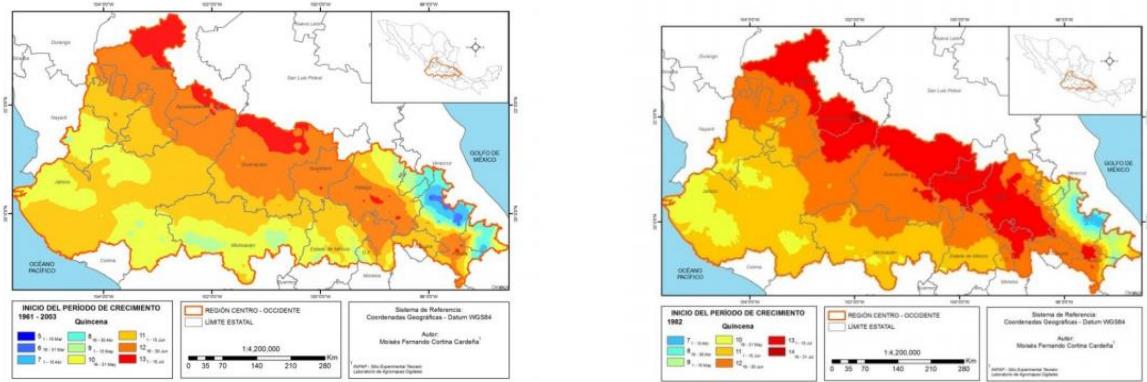


Figura 49. Inicio del Período de Crecimiento del Fenómeno el Niño en la Región Centro-Occidente de México para los años 1961-2003 y 1982 respectivamente. (McKee et al., 1993).

Según el Índice Estandarizado de Precipitación, SPI (McKee et al., 1993), que determina si en una región y en un periodo determinado hay déficit o exceso de precipitación respecto a las condiciones normales (Hayes et al., 1999; Komuscu, 1999 y Tadesse et al., 2004) se indicó que 1982 fue uno de los años más adversos de la agricultura en México, y como se aprecia en la figura 50.

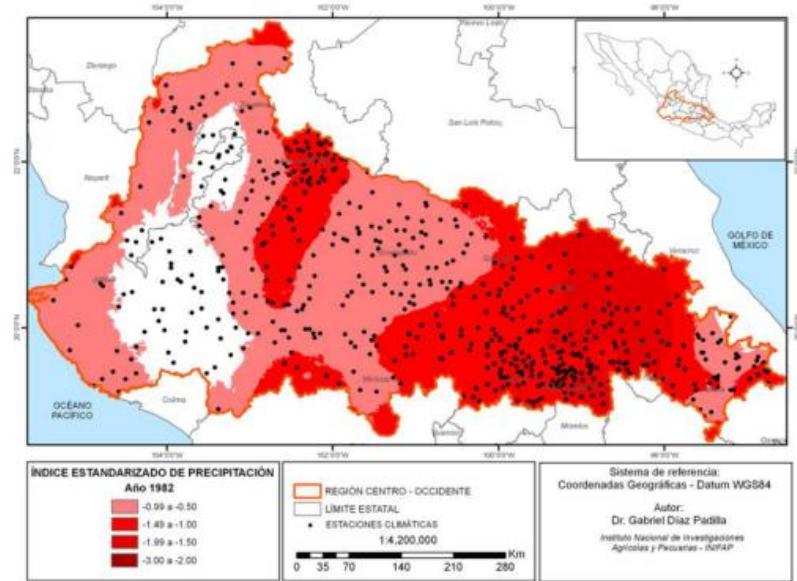


Figura 50. Índice Estandarización de Precipitación, bajo condiciones del fenómeno de El Niño del año 1982. (McKee et al., 1993).

En la Figura 51, se aprecia que cerca del 40 por ciento de la agricultura de temporal sembrada con maíz fue declarada como siniestrada a causa, principalmente, de la intensa sequía.

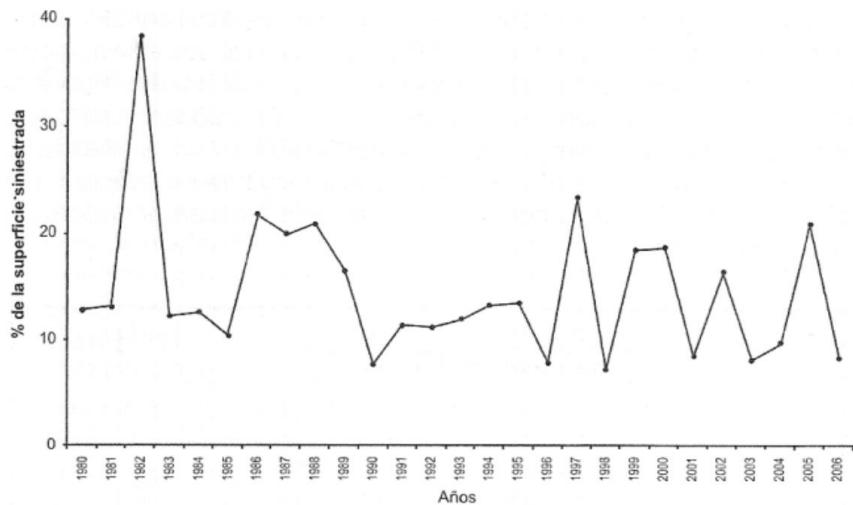


Figura 51. Registro histórico de superficie siniestrada de maíz de temporal en México.

Particularmente la zona urbana y periurbana de Querétaro presenta los niveles más altos de riesgo asociado con inundaciones y sequías, siendo Querétaro y San Juan del Río los más susceptibles tanto en tormentas como en inundaciones. Las secciones del centro y sur del estado que incluyen los municipios de San Juan del Río, El Marqués, Pedro Escobedo, Tequisquiapan, Huimilpan, Querétaro y Corregidora constituyen los núcleos poblacionales más numerosos y densificados del estado. Entre el 2001 y 2010 el número de personas afectadas superó los 60,000 habitantes de un total de 1,466,103 habitantes que integran esos municipios (el estado de Querétaro al 2010 presenta 1,827,937 habitantes); el 55% de ellos se relacionan directamente con inundaciones, el 35% con tormentas y el 10% restante con granizadas (PEACC Querétaro, 2014), (Figura 52).

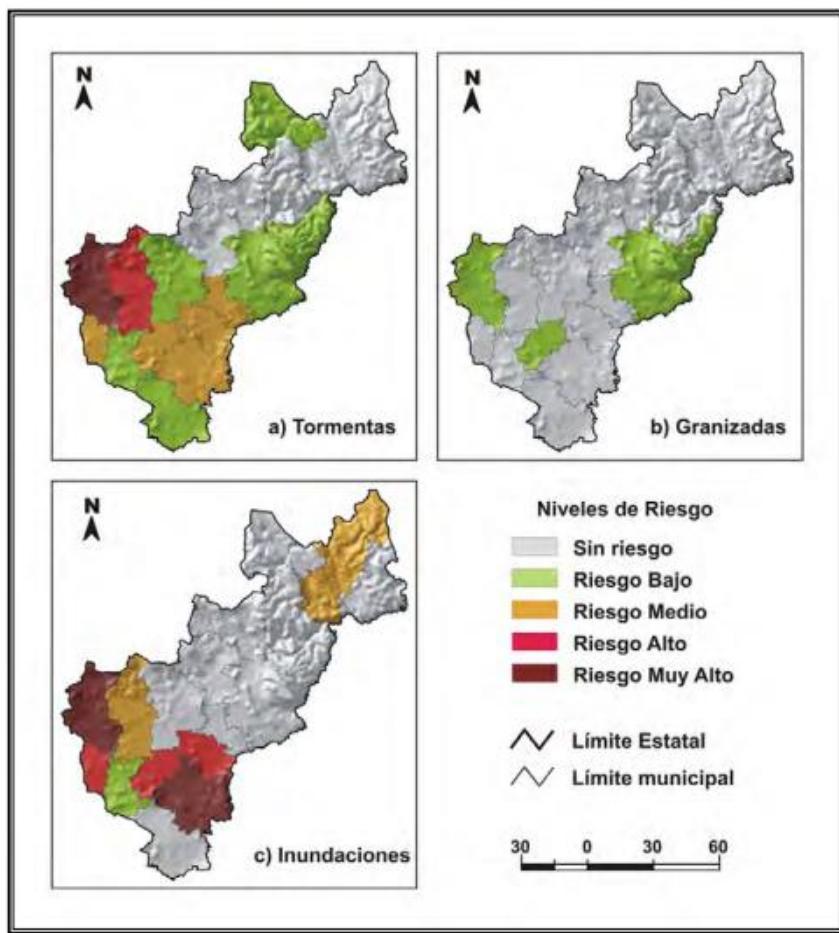


Figura 52. Mapa de riesgo urbano (PEACC Querétaro, 2014)

En la zona urbana de Querétaro la deficiencia en infraestructura hidráulica es evidente, eso ocasiona que los habitantes establezcan estrategias adaptativas mediante insumos frágiles y ligeros que funcionan de manera temporal (barreras de contención con maderas, plásticos o rocas, así como la modificación de canales a cielo abierto sin previo estudio) de acuerdo a sus posibilidades de adaptación (PEACC Querétaro, 2014).

Cabe señalar que las inundaciones en áreas urbanas, casi siempre se acompañan de un descenso del Producto Interno Bruto (PIB), traducido en pérdidas de ingresos y oportunidades para los habitantes. Por esa razón, las repercusiones de un desastre se manifiestan con mayor intensidad sobre los sectores más desprotegidos, ya que por sí solos constituyen entornos vulnerables, caracterizados por la carencia en opciones de empleo,

vivienda, servicios, ingresos, seguridad médica y educación, ello propicia que en algunos casos la vulnerabilidad aumente y se convierta en crónica (PEACC Querétaro, 2014).

En cuanto a la calidad del aire, a nivel nacional, la Secretaría de Salud establece los estándares, mientras que la SEMARNAT es la agencia responsable de fijar las regulaciones de control de la calidad del aire con estándares de emisiones. A nivel estatal y local, el Secretario de Desarrollo Sustentable inauguró la Red de Monitorio de la Calidad del Aire (Red SIEC). El plan de Desarrollo de 2004 del estado de Querétaro, fija la agenda de ejecutiva de actividades y contiene un capítulo en Desarrollo Sustentable que cubre el tema de Protección Ambiental.

Desde el año 2000, Querétaro ha venido operando la Unidad Móvil de Monitoreo Atmosférico (UMMA) para proveer de un monitoreo constante, automático y en tiempo real de las concentraciones de ozono, dióxido de sulfuro, dióxido de nitrógeno, partículas de carbono y monóxido de carbono. Para complementar la información de la UMMA, en la ciudad de Querétaro, cinco estaciones meteorológicas monitorean distintas variables desde 2009, cuatro son fijas desde 1987 y una es móvil.

Adicionalmente, en la zona metropolitana de Santiago de Querétaro opera una red manual de calidad del aire que consiste en siete estaciones localizadas en diferentes puntos alrededor de la ciudad (Figura 53).



Figura 53. Unidades Móviles de Monitoreo Atmosférico. Juriquilla FCN-UAQ, CEA Área Central 2, CEA El Milagro, CEA Universidad Tecnológica, Aeropuerto de Querétaro, CEA Plaza Escobedo y El Campanario.
Fuente: WunderMap.

Estas estaciones miden semanalmente, las concentraciones del total de partículas suspendidas, dióxido de sulfuro, nitratos, sulfatos y ciertos metales (Tabla 4).

Tabla 4. Límites máximos permisibles. SEDESU

Contaminante	Límite Máximo Permisible (LMP)	Zona Preventiva	Normas
Bióxido de Nitrógeno (NO ₂)	0.210 ppm	0.168 ppm	NOM-023-SSA1-1993
Bióxido de Azufre (SO ₂)	0.130 ppm	0.104 ppm	NOM-022-SSA1-2010
Partículas Suspendidas (PST)	210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	168 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOM-025-SSA1-1993
Monóxido de Carbono (CO)	11 ppm	8.8 ppm	NOM-021-SSA1-1993
Ozono (O ₃)	.110 ppm	0.088 ppm	NOM-020-SSA1-1993

Nota: Fuente: Calidad del Aire. Gobierno de Querétaro 2014.

A pesar del crecimiento demográfico e industrial en los alrededores de la ciudad de Querétaro, el estado de la calidad del aire, según cifras oficiales de la SEDESU, se mantienen dentro de los límites establecidos en la legislación nacional.

2.19 Los huertos urbanos son dispositivos pedagógicos de adaptación al calentamiento climático global

Como estrategias de organizaciones de base familiares, los huertos urbanos son dispositivos pedagógicos de transformación donde observamos que algunos de los beneficios en términos ecológicos, económicos, de capacidad política ciudadana y de la salud pública en diferentes partes del mundo son la fijación de partículas contaminantes, la disminución del efecto invernadero (anhídrido carbónico), la reducción de ecos y de ruido en 3dB, su favorecimiento tanto al ciclo natural del agua y su infiltración que previene inundaciones y la reducción del caudal de saneamiento de las lluvias torrenciales como el aumento de la humedad relativa, la estabilización de la temperatura de la ciudad, la regulación de los entornos cálidos hasta en 5-7 °C, la absorción del 80% de la radiación UV, el ahorro de energía por un mejor aislamiento, el aprovechamiento agrícola convirtiendo los deshechos en composta, el uso de aguas residuales para el riego de jardines y huertas, el aumento de la vida útil de los edificios y la reducción de los costes de conservación por oscilaciones térmicas, la reducción de 5 °C supone un ahorro del 50% en refrigeración de los edificios, el incremento de la plusvalía de las zonas residenciales y finalmente la soberanía alimentaria y nutricional.

Aunque en todos los agroecosistemas existen polinizadores, enemigos naturales y microorganismos del suelo, los componentes clave de la biodiversidad que juegan papeles ecológicos importantes en la ciudad a través de los huertos urbanos; el tipo y abundancia de la biodiversidad dependen de la estructura y manejo del agroecosistema en cuestión.

Tanto el efecto de los cambios de uso de suelo como la fijación antropogénica de nitrógeno y el aumento de un casi 35% de dióxido de carbono en relación con los registros históricos, existe evidencia de que varios aspectos fisiológicos y morfológicos de las plantas son afectadas por el incremento de CO₂ en la atmósfera. En una atmósfera enriquecida con CO₂ en general aumenta la asimilación de carbono en saturación de luz, la asimilación diurna de carbono, la tasa de crecimiento, la productividad primaria neta por arriba del suelo y el cociente carbono/nitrógeno en los tejidos vegetales, y se reduce el área foliar específica y la conductancia de estomas (Ainsworth y Long, 2005). Estos cambios fisiológicos y

morfológicos tienen efectos diversos en las interacciones bióticas de las plantas, incluyendo aquellas con herbívoros, micorrizas y patógenos. Se predice que las modificaciones de los patrones climáticos tendrán consecuencias en diversas escalas, y dependen potencial de reconfigurar la distribución espacial (latitud y altitud) de las especies de plantas, animales y microbios. El incremento de temperatura generará expansión de las zonas áridas o prolongados periodos de sequía, especialmente en las zonas más internas de todos los continentes e islas. Inevitablemente muchos procesos fisiológicos y bioquímicos propios de los organismos serán afectados con consecuencias aún no evaluadas tanto en el nivel autoecológico como en las interacciones bióticas (Knapp et al. 2008). En particular, los cambios de temperatura provocarán desacoplos fenológicos, por ejemplo, entre la floración y la llegada de los polinizadores o la explosión del crecimiento vegetativo de plantas anuales en los desiertos intertropicales y la emergencia de sus herbívoros.

Los cambios de uso de suelo y cobertura de terreno y su efecto de borde (efecto físico-biológico derivado de la interfase entre la matriz de hábitat transformado y los remanentes del hábitat natural) ha ocasionado manchones de vegetación original con una matriz drásticamente transformada, con la predecible reducción de diversidad y abundancia de especies y con impactos diversos sobre sus interacciones bióticas. La fragmentación puede aumentar o disminuir los controles descendentes como la depredación o el parasitismo de herbívoros, entre los factores bióticos y puede generar cambios en la fertilidad del suelo enriquecido con el desborde de fertilizantes desde los campos de cultivos aledaños, entre los factores bióticos. En cinco casos aumenta la abundancia de herbívoros (principalmente áfidos) o la formación de agallas, mientras que en cuatro disminuyen (Del Val, 2012).

Para la polinización en relación a los cambios de uso de suelo y cobertura de terreno, se tiene información que percibe un claro efecto negativo de la fragmentación del hábitat y la alteración de la presencia de polinizadores, por ejemplo: de abejas, debido al desfase fenológico entre la floración y la llegada de los polinizadores (generada por cambios microambientales).

Para el caso de la eutrofización y alteración de los procesos biogeoquímicos, son los productos sintéticos para los cultivos, que asimilan menos del 50% del total del fertilizante aplicado y que deja más de la mitad de éste a la deriva. Las consecuencias del depósito de

nitrógeno alteran potencialmente las dinámicas de muchas interacciones tales como la micorrización, afectada por el acceso a nutrientes del suelo por parte de las plantas. La evidencia bibliográfica muestra que en 60% de los casos, la adición de nitrógeno al suelo disminuye los parámetros de desempeño de las interacciones micorrícicas (porcentaje de raíz colonizada y longitud de hifas). Aunque se puede hipotetizar que un aumento en CO₂ en la atmósfera estaría asociado a un aumento de superficie vegetal y a un aumento en la cantidad de tejido consumido por los herbívoros, los estudios hasta ahora realizados no muestran tendencia de que esa premisa se corrobore, ya que siguen un patrón aleatorio ($\chi^2=1.15$, $gl=2$, $P=0.562$). Para el caso de las micorrizas, existe una tendencia estadística a incrementos en los indicadores de desempeño de las interacciones micorríticas cuando la atmósfera está enriquecida con CO₂ ($\chi^2=4.95$, $gl=2$, $P=0.084$). En los estudios que han evaluado el desempeño de los hongos existe una tendencia estadística marginal no significativa al incremento en el desempeño de los hongos ($\chi^2=5.18$, $gl=2$, $P=0.075$). Tampoco se sabe a partir de la bibliografía si los efectos del aumento de CO₂ en la atmósfera en las interacciones micorrícicas son similares para las plantas que utilizan diferentes rutas metabólicas fotosintéticas como C3, C4 y CAM. Se necesita más investigación para conocer el efecto del cambio climático en micorrización, herbivoría, dispersión de semillas y las infecciones patogénicas; la información disponible aún es mínima y no concluyente (Del Val, 2012).

Lo cierto es que a consecuencia de la prolongación de estaciones cálidas y estadios de crecimiento más largos, varias especies de insectos plaga pueden completar un mayor número de generaciones por año y también propiciar la proliferación de enfermedades de las plantas, con el consecuente incremento de pérdidas en las cosechas.

Se predice que el calentamiento global dará lugar a una variedad de efectos físicos que afectarán negativamente la producción agrícola. La pérdida de materia orgánica del suelo por calentamiento y el aceleramiento de su descomposición, puede afectar la fertilidad del suelo. A nivel global, el aumento en temperatura del agua del mar, junto con la pérdida parcial de glaciares, resultará en un incremento del nivel del mar que puede incluso, plantear una amenaza en las áreas costeras, donde se verá afectado el drenaje de agua superficial y subterránea, y puede propiciar la intrusión del agua de mar en los estuarios y acuíferos (Radio Mundo Real, 2024).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

Existe un creciente interés a nivel mundial por adoptar enfoques interdisciplinarios en el estudio de las multifacéticas relaciones entre la sociedad y sus paisajes (Barrera-Bassols, 2005) esta cualidad le permitirá a un campo de conocimiento en disputa que resistan la captura, la cooptación y la corrupción.

3.1 Ecología política urbana

El planeta es un sistema abierto a la energía solar pero cerrado a la entrada de materiales. La economía necesita entradas de energía y materiales, y produce dos tipos de residuos: el calor disipado o la energía degradada, tal como en la segunda ley de la termodinámica y los residuos materiales, que mediante la reutilización o el reciclaje pueden volver a ser utilizados (Martínez Alier, 2013). En ecología, la función del ecosistema es la habilidad de la Tierra de procesar y sostener la vida a través de un largo periodo de tiempo. La biodiversidad es esencial para el funcionamiento y la sostenibilidad de un ecosistema. Las diferentes especies juegan diferentes roles y funciones, cambios en la composición de especies, riqueza de especies y tipos funcionales afectan la eficiencia con la que los recursos son procesados dentro de un ecosistema. Por lo tanto, la pérdida de especies desbalancearía las funciones biogeoquímicas de un ecosistema. Más allá, la distribución, abundancia y la dinámica de las interacciones de las especies pueden ser buenos indicadores de la condición de un ecosistema (Rapport et al, 1985 en Alberti 2008). Existe una variedad de especies con distintos tipos funcionales y de medidas para las funciones del ecosistema (flujo de energía, ciclos de los nutrientes, productividad, interacciones de especies) para asegurar la salud del sistema. Otro indicador es la producción primaria neta, que determina la cantidad de energía luminosa que es fijada por los procesos fotosintéticos.

El concepto de las funciones ecosistémicas ha evolucionado a través del tiempo hasta incluir las interacciones entre la estructura del sistema, las funciones y su heterogeneidad espacial. Los ecosistemas no son cerrados, ni entidades autoreguladas que en su estado maduro alcancen al equilibrio. En cambio, son entes abiertos, dinámicos, muy impredecibles y

sistemas multi-equilibrio. El disturbio es una característica frecuente e intrínseca del ecosistema (Alberti, 2008). Las sucesiones dependen de la historia y el contexto. La resiliencia depende de la distribución, abundancia, la dinámica de las especies y diferentes escalas espaciales y temporales (Holling et al, 2001). En este contexto, muchos ecólogos han propuesto históricamente que la diversidad funcional debe ser el foco de la biología de la conservación, en vez de especies individuales (Folke, 1996 en Alberti, 2008; Bergelson, 2021).

Ya que algunas especies tienen roles ecológicos similares, mantener la distribución o frecuencia de las especies entre distintas escalas en tiempo y espacio, es necesario para mantener funciones clave a pesar del cambio. Por lo tanto, si los humanos son parte integral del ecosistema urbano, la resiliencia depende del mantenimiento tanto de la complejidad de las funciones ecológicas, como del manejo humano.

En 1998 el economista James O'Connor fundó la revista *Capitalism, Nature, Socialism. A Journal of Socialist Ecology*, intentando dar un papel central a la “segunda contradicción del capitalismo”, la que menciona que al crecer el capitalismo estropea sus propias condiciones de producción, ya que contamina el agua, el aire, hace desaparecer la biodiversidad y agota los recursos naturales. Eso a veces, implica costos crecientes para restablecer sus condiciones de producción. En su crítica, O'Connor observa que no debe infravalorarse la capacidad del capital de ganar dinero en muchos lugares y durante mucho tiempo en medio de la degradación ambiental, ya que puede incluso ser convertida en oportunidad para crear nuevos negocios, como la gestión de residuos o de manera más sofisticada pero no por ello, generando menos impacto, los mecanismos de compensación con bonos de carbono. Esta crítica, se ha continuado por John Bellamy Foster con otra línea de marxismo ecológico que Foster y otros autores están manteniendo desde las páginas de la *Monthly Review*, fundada en 1949 por Paul Sweezy.

Estos teóricos dudan de la eficiencia en el balance energético de la agricultura moderna, al, desde un enfoque económico, contabilizar las “externalidades” con una perspectiva diferente a la rentabilidad o a la cantidad de producción agrícola (medida en kilogramos de un determinado producto o en kilocalorías) que obtenemos por hora de trabajo. Introducen para ello, el valor de la producción y sus externalidades, como la deducción de varias

contaminaciones producto de la agricultura moderna, el valor de la erosión del suelo y de la pérdida de la biodiversidad. Por lo tanto, al dudar de si la agricultura moderna realmente supone un aumento de la productividad a largo plazo; al señalar el conflicto entre la valoración económica convencional y los resultados obtenidos del estudio del flujo de la energía de la agricultura, al preguntarnos sobre la valoración adecuada de recursos y servicios ambientales menoscabados por la modernización de la agricultura, nos situamos en el tema principal de estudio de la ecología política, los costos reales para el sistema vivo y la dinámica de sus actores responsables.

El supuesto de que la valoración de los servicios ecosistémicos ayuda a paliar los efectos decrecientes de materiales en economías ricas, pretende idealmente, que en algún momento la actividad económica se desvincule del uso de los materiales gracias a los aumentos de eficiencia y a los cambios en la estructura de la demanda. Dentro de este supuesto alienado de la realidad finita de los recursos del planeta, lo verdaderamente desvinculante entre el crecimiento económico y el impacto ambiental sería el volumen material absoluto de materias primas consumidas, y no el volumen en relación con el PNB (Bunker, 1997).

Un resumen de resultados selectos de Alberti (2008) sobre la literatura en las funciones ecosistémicas que refleja los temas de interés en los patrones urbanos se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Literatura previa en agricultura urbana

Función del ecosistema	Resultados y argumentos	Referencia
<i>Productividad primaria</i>	La urbanización en EUA ha reducido la productividad anual en un 1.6% de su valor preurbano.	Imhoff et al 1997
	La urbanización se está dando en los mejores suelos	Imhoff et al 1997
	Las islas de calor urbanas extienden la temporada de cultivos en las zonas frías e incrementan el invierno	Imhoff et al 1997
<i>Hidrología</i>	La urbanización incrementa la superficie de escorrentíos	Dunne y Leopold, 1978, Arnold y Gibbons 1996
	La inundación de las descargas incrementa con la superficies	Booth and Jackson

	impermeables	1997
	Las áreas riparias urbanas son más brillantes que las no urbanas	Konrad and Booth 2002
	El flujo de la corriente en corrientes urbanas es altamente variable	Konrad 2000, Booth 2004
<i>Ciclos de nutrientes</i>	Las concentraciones de fósforo son más altas en áreas riparias con un alto porcentaje de uso de suelo urbano.	Omernik 1976, Meybeck 1998, Wernick et al. 1998
	Concentraciones salinas y de metales pesados, de acidez en suelos incrementan con la proximidad al nicho urbano	Pouyat et al. 1995
	Las ciudades tienen reservas de energía de 100 a 300 veces mayores que los ecosistemas naturales.	Odum 1997
	Las lombrices favorecen los procesos del ciclo del nitrógeno al compensar por los efectos de la contaminación ambiental en la descomposición de basureros	Steinberg et al 1997
	Pérdida de masa y de nitrógeno es mayor en encino urbano y la mineralización N es mayor en sitios urbanos	Pouyat et al 1997
	Correlaciones positivas observadas entre zonas de amortiguamiento urbano y concentraciones de algunos contaminantes en agua	Horner et al 1997
	La descomposición de basureros es más lenta que en las zonas rurales	Carreiro et al. 1999
	La “sequía hidrológica” crea las condiciones aeróbicas en suelos riparios urbanos mismos que disminuyen en desnitrificación.	Groffman et al. 2004
	Las cuencas urbanas y suburbanas tienen mayores pérdidas de nitrógeno que las cuencas forestales	Groffman et al 2004
	Los reservorios urbanos muestran mayores variaciones en concentraciones líquidas de nutrientes	Grimm et al 2005
	Las cuencas urbanas y suburbanas tienen una mayor retención de N que las cuencas forestales	Wollheim et al. 2005
<i>Biodiversidad de la vegetación</i>	Las especies exóticas de encinos urbanos y suburbanos – preponderancia existente en Nueva York	Rudnick and McDonell 1989
	Las flores nativas disminuyen del borde urbano al centro de la ciudad	Kowarik 1990
	Las especies nativas disminuyen del borde urbano al centro de la ciudad en diferentes ciudades latinoamericanas	Rapoport 1999

	La diversidad de plantas es mayor en áreas inhabitadas de las áreas urbanas	Bastin and Thomas 1999
<i>Aves</i>	Los gatos y otros animales domésticos influencian la población de aves en áreas suburbanas	Churcer and Lawton 1987
	La urbanización altera la composición de las comunidades avícolas (decremento especies nativas e incremento de explotadores)	Beissinger and Osborne 1982, Mills et al 1989, Blair 1996, Bock et al 1997, Marzluff 2001, Blair 2001
	La urbanización afecta la edad de los hábitats, el área total del chaparral y depredación	Soulé et al. 1988
	La urbanización afecta la depredación de nidos, parasitismo y la disponibilidad de alimento	Robinson and Wilcove 1994, Newton 1998
	Las generalistas exóticas constituyen entre 80 y 90 por ciento de las comunidades de aves en las ciudades	Wetterer 1997
	La proximidad del uso de la tierra influencia a las comunidades de aves en las áreas verdes urbanas	Nilon and Pais 1997
	La diversidad de cantos de aves aumenta en paisajes con niveles de disturbio intermedio debido a que esas áreas absorben más especies sinantrópicas y sucesionales tempranas	Marzluff 2005
<i>Peces e invertebrados</i>	La diversidad de peces disminuye con el aumento de la superficie impermeable	Klein 1979, Steedman 1988, Schueler and Galli 1992
	El efecto de la superficie impermeable en la integridad biótica se reduce en las zonas riparias intactas	Horner et al. 1997
	Índice biótico de Integridad disminuye con el aumento de superficies impermeables	Allan et al. 1997 Yorder et al 1999
	Los efectos de las superficies impermeables en la diversidad de peces es minimizada en corrientes con alta vegetación riparia	Yorder et al 1999
	El B-IBI disminuye con el incremento en la cobertura urbana, mejor explicada por sub-cuenca que por escala local	Morley and Karr 2002

	Los patrones del paisaje urbano (agregación del área de superficie impermeable y de la densidad de caminos) asociados a la integridad de las corrientes.	Alberti et al 2007
<i>Provisión del hábitat</i>	El hábitat en el gradiente urbano y rural cambia como resultado de cambios en los procesos biofísicos	Pickett et al 1997
	El hábitat humano en las ciudades instala nuevas fuerzas de selección que afectan el comportamiento y la estructura genética de las poblaciones	Wandeler et al. 2003, Yeh 2004
	Las islas de calor en los ambientes urbanos amortiguan las condiciones climáticas extremas afectando las interacciones bióticas	Parris y Hazell 2005
	La ausencia o la disminución de predadores y el aumento en la abundancia y predictibilidad de los recursos en áreas urbanas pueden causar un cambio en los controles de arriba a abajo y de abajo hacia arriba	Schocat et al. 2006
	Los cambios de productividad afectan las fluctuaciones estacionales y anuales de diversidad de especies	Feath et al. 2006
<i>Régimen de disturbios</i>	La erosión del suelo incrementa los índices de sedimentos	Wolman 1967, Leopold 1968
	El ensanchamiento de los canales incrementa con el incremento de superficies impermeables	Hammer 1972
	Las áreas urbanas tienen un mayor nivel de especies invasoras e migratorias	McDonell et al 1997
	Las fuentes de disturbio humano incluyen la introducción de especies exóticas, modificación del paisaje y de las redes de drenaje, control y la modificación de los agentes de disturbio natural y de la infraestructura extensiva	Pickett et al. 1997
	Los disturbios alteran la heterogeneidad del paisaje	Turner et al. 1998
	La vegetación en desarrollos habitacionales es sujeta a disturbios catastróficos cuando se edificios se demuelen y se reconstruyen.	Sukkup and Startfinger 1999

3.2 El estudio de los sistemas agroecológicos

La evolución del término sistemas agroecológicos a la que me refiero, tiene una raíz histórica en el movimiento académico y agronómico que se contrapuso a la iniciativa de la Fundación Rockefeller en México desde los años 60s. Desde sus inicios la agroecología fue dividida en dos grandes áreas del conocimiento. Por un lado, la agronomía de la producción

de cultivos y cosechas y por el otro, la ecología de la distribución de cultivos y la adaptación al medioambiente de plantas y animales. Durante los años 70s el término comúnmente utilizado fue el de *ecología de cultivos* y hacía énfasis en el desarrollo de tecnologías que permitieran ajustar o modificar el entorno de la granja para satisfacer así las necesidades del organismo cultivado y obtener el mejor rendimiento. Ya desde 1930s, Bensin consideraba que la agroecología era una ciencia multidisciplinar que debía considerar todos los factores que influyen en el desarrollo y éxito de un cultivo (Barkin, 1978). Para él, la investigación agroecológica debía basarse en la botánica, la cría de plantas, la meteorología, la climatología, la edafología y la agronomía experimental. Bensin, criticó la agronomía experimental de su tiempo por estar concentrada en los beneficios obtenidos de nuevos insumos y prácticas, en lugar de enfocarse en las causas de los resultados obtenidos. Durante los años siguientes, la ecología de cultivos tuvo como objetivo principal obtener los cultivos deseados mediante la modificación ambiental y los insumos agrícolas. Fue basándose en la meteorología agrícola y edafología. Azzi (1956) propuso el campo de la ecología agrícola como una manera de integrar disciplinas separadas para entender como cada una influye en el cultivo esperado. Fue en 1965, que Tischler reflexionó sobre la importancia de reconocer cada uno de los componentes del *sistema agrícola*, desde las adaptaciones de los cultivos, hasta el manejo de los insectos y la labranza de la tierra. Los trabajos anteriores fueron pioneros en percibir a los sistemas agrícolas como ecosistemas y el trabajo que a partir de ahí iniciaría, enfatizaría no sólo en los cultivos, sino que incluiría a las personas que trabajan en ellos. Se piensa que la falta de una visión integradora entre los cultivos y la agricultura sin ningún componente social, pudo haber generado la tendencia hacia el énfasis en la producción, que culminó en la llamada Revolución Industrial de los años sesenta.

La visión de la agricultura como ecosistema se formalizó a partir del trabajo de Daniel Janzen (1973) quien reflexionó sobre los ecosistemas productivos y dijo que éstos debían basarse en el conocimiento ecológico local y estar localmente adaptados, limitados por sus entornos y la cultura locales, diseñados para satisfacer en primer lugar las variadas necesidades locales. Posteriormente en 1977, Orie Loucks señaló el fortalecimiento de la estructura y función de los ecosistemas y en 1969 la obra clásica de Odum, clarificó que los sistemas agrícolas poseían características similares a los ecosistemas naturales con la diferencia de que las

cosechas ocasionan “fugas” en el ecosistema, mismos que se incrementaban con la pérdida de interconexión y complejidad en los flujos de energía y ciclos de nutrientes promovidos por la agricultura moderna. En 1977, Loucks propuso un enfoque que no sólo permitía mejorar el rendimiento sino apoyar la estabilización a largo plazo y ello dio la pauta para la fundación de la INTECOL Asociación Internacional para la Ecología y el primer número de la revista Agroecosystems, con un enfoque de interacciones ecológicas y validación agronómica pero aún sin una aproximación multidisciplinaria.

En 1979 con un enfoque evolutivo, el libro *Agriculture Ecology: An Analysis of World Food Production Systems* (Cox y Atkins 1979), se situaron los sistemas de producción de alimentos en un contexto histórico y ecológico, posicionando a la agricultura como el sistema de coevolución entre cultura y medioambiente por excelencia. Examinaba la agricultura actual según sus fortalezas y debilidades, el impacto ecológico de los cultivos, pasto, riego y fertilización sobre el ecosistema del suelo, y se propusieron alternativas que ayudarán a mantener un ecosistema sano de las tierras de producción. Se revisó el impacto negativo de los pesticidas y se contrastó con alternativas positivas como el control biológico, las rotaciones, la diversificación, el saneamiento. El libro intentó ir más allá del énfasis en rendimientos y puntualizó la necesidad de tomar en cuenta los contextos culturales y económicos dentro de los cuales se producen cambios en la agricultura. Observando el desequilibrio socioecológico, producto de la Revolución Verde, el libro hace un llamado a una ecología agrícola que muestra las aptitudes ecológicas de los sistemas agrícolas del pasado y del presente como base para el desarrollo de una visión de la agricultura ecológicamente responsable en el futuro. En 1979 también el libro *Agroecosistemas: Conceptos Básicos*, editado por el CATIE en Costa Rica (Hart, 1979), profundizó en el contenido ecológico para entender la estructura, función, relaciones y dinámica de los agroecosistemas, desde la planta o animal individual, desde la granja, la región, y finalmente, hasta el sistema global de alimentos. Todos los componentes de los agroecosistemas eran vistos como subsistemas, como la tierra, los cultivos, malas hierbas, las plagas y enfermedades. Mediante la comprensión de la relación entre subsistemas podía visualizarse un diseño para integrarlos en conjunto. Este libro enfatizó la integración de conocimientos y experiencias de los agricultores locales para la comprensión de las intervenciones en los

agroecosistemas como sistemas agrícolas diversos, de bajos insumos externos y adaptados localmente.

Con la fundación del Centro Internacional de la Mejora del Maíz y Trigo, CIMMYT en 1966 y el fortalecimiento de la Revolución Verde en México, los sistemas milenarios agrícolas diversos, de bajos insumos externos y adaptados localmente; se vieron desplazados por un sistema de monocultivo con dependencia a altos insumos externos basados en el combustible fósil y orientados a la exportación. El ingeniero agrónomo y etnobotánico Efraím Hernández Xocolotzi sostuvo en el Seminario Nacional de Análisis de los Agroecosistemas de México en 1976 que la Revolución Verde ignoró el eje ecológico de los agroecosistemas y enfatizó la introducción de nuevos insumos, prácticas y tecnologías destinadas a aumentar los rendimientos para responder a las presiones del mercado y al pensamiento desarrollista de la época dominante y homogeneizante. Durante este tiempo y a finales de los años 70s los precios de los alimentos empezaron a dispararse debido a que México había pasado de la autosuficiencia del maíz a ser importador. La agrobiodiversidad comenzó a reducirse, y con ello inició un movimiento de resistencia que se basaba en la valoración de la rica historia co-evolutiva y la memoria cultural de los sistemas agrícolas locales, indígenas y tradicionales de México.

Al mismo tiempo, el ecólogo y botánico Arturo Gómez-Pompa, fundó el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) con sede en Xalapa, Veracruz en donde se desarrollaron alternativas basadas en conocimientos biológicos y ecológicos relacionados con la experiencia tradicional de los sistemas agrícolas locales. Su trabajo basado en los lechos elevados o chinampas para la agricultura de humedal, fue denominado *Agrobiología*.

Dentro del Departamento de Ecología, cuyos cursos inspirados en el trabajo de Hernández Xocolotzi se transformaron en Agroecología, no tardaron en analizar que tanto en los campos experimentales de monocultivos, como en los campos de los agricultores del Plan Chontalpa -cuya primera fase había talado unas 90,000 hectáreas de bosque tropical- la falta de sostenibilidad no sólo se reducía al ámbito ecológico, sino también a las esferas sociales, económicas y culturales. Fueron muchas las injusticias sociales que trajo consigo el proyecto de desarrollo de la Revolución Verde (Barkin, 1978) con ejemplos como el Plan Chontalpa

y los ecólogos comenzaron a mirar hacia una agricultura que estaba perdiendo generaciones de conocimiento agroecológico local y que había estado al margen del proyecto, la agricultura tradicional maya. En 1978 durante el seminario regional del CSAT “Los Agroecosistemas con atención especial al estudio de la Tecnología Agrícola Tradicional” (TAT), la Agroecología se presentó como una manera de estudiar, preservar, sistematizar y ampliar estos agroecosistemas y como una fuerte llamada a todos los estudios para que incluyeran la plena participación de los agricultores y sus comunidades (Barkin, 1978). Con el trabajo de los huertos familiares (Martínez Tirado 1980, Alliston 1983) el conocimiento tradicional fue visto como una base para la sostenibilidad ecológica, sino también como una fuente alternativa de oportunidades para las comunidades.

Durante el tercer congreso Internacional de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología celebrado en Oaxtepec, México en 2011 con la participación de más de 700 asistentes, las palabras “agroecología”, “agroecosistemas” y “sistemas alimentarios” fueron palabras que aparecían en las etiquetas de los participantes, universidades, organizaciones no gubernamentales, gubernamentales nacionales y extranjeras y estudiantes.

Según Carlos Guadarrama-Zugasti (2007) los agroecólogos debemos mantener constantemente el enfoque interdisciplinario, para que sus cimientos de resistencia no sean capturados, cooptados o corrompidos.

Según Gliessman (2013) la resistencia agroecológica contemporánea se inspira en la siguiente ideología:

“La agroecología debe integrar ciencia, tecnología y práctica, y a los movimientos para el cambio social. No podemos dejar que la separación artificial de estas tres áreas sea una excusa que algunos utilicen para justificar el hacer solamente las partes de investigación o la tecnología. La agroecología se centra en el sistema entero de alimentos, desde la semilla hasta la mesa. El agroecólogo ideal es aquel que hace ciencia, cultiva y se compromete a asegurar que la justicia social oriente su acción para el cambio. Debemos ayudar a conectar a las personas que cultivan los alimentos con las personas que los consumen, en una relación que beneficie a ambos. Debemos restablecer la seguridad alimentaria, la soberanía alimentaria y las oportunidades en las comunidades rurales de América Latina, que han sido

severamente dañadas por el sistema alimentario globalizado. Debemos respetar los diferentes sistemas de conocimiento que han co-evolucionado durante milenios bajo ecologías y culturas locales. Actuando de este modo, podemos evitar la eminente crisis alimentaria y establecer una base sostenible para los sistemas alimentarios del futuro” (Gliessman 2012).

Todos los agroecosistemas son dinámicos y están sujetos a diferentes tipos de manejo, de manera que los arreglos de cultivos en el tiempo y en el espacio están cambiando continuamente de acuerdo con factores biológicos, socioeconómicos y ambientales. Tales variaciones en el paisaje determinan el grado de heterogeneidad característica de cada región agrícola, la que a su vez condiciona el tipo de biodiversidad presente y la cual puede o no beneficiar la protección de cultivos en agroecosistemas particulares. Uno de los mayores desafíos para los agroecólogos es identificar ensamblajes de biodiversidad, ya sea a nivel del campo o paisaje, que rendirán resultados favorables tales como regulación de plagas. El desafío de diseñar tales arquitecturas solamente se podrá enfrentar estudiando las relaciones entre la diversificación de la vegetación y la dinámica poblacional de herbívoros y sus enemigos naturales asociados en agroecosistemas particulares (Nicholls, 2012).

3.2.1 Interacciones y sinergias ecológicas identificadas en los huertos urbanos de Querétaro como ecosistemas perturbados.

Por sucesión ecológica, los ecosistemas urbanos de Querétaro tienden a regresar al estado inicial del ecosistema de matorral xerófito. La necesidad de la energía del trabajo es un debate fértil entre el manejo inherente a la totalidad de los ecosistemas terrestres y la noción de que sin nuestra presencia los ecosistemas se regeneran. Este proceso sucede tanto a nivel de estructura o arquitectura arbórea como al nivel del suelo, también conocido como memoria edáfica. Tal y como el principio de correspondencia universal enuncia, como es arriba es abajo, por lo tanto, el manejo del suelo es la parte que evidencia mejor la necesidad de interacciones ecológicas hombre-naturaleza.

Para mantener un balance entre la producción y las funciones reguladoras⁹, la agroecología aplica los principios ecológicos en el diseño y la gestión de los agroecosistemas sostenibles. Es decir, se aprovecha los procesos naturales de las interacciones que se producen en el huerto con el fin de reducir el uso de insumos externos y mejorar la eficiencia biológica de los sistemas de cultivo. Conocer el rol de la biodiversidad en los agroecosistemas, los flujos de energía y nutrientes, la dinámica poblacional de las especies, para luego explicar cómo se aplican los principios de las dinámicas de los agroecosistemas en el manejo de la fertilidad del suelo, plagas y en el manejo de sistemas diversificados y sustentables.

Algunos ejemplos de manejo de la diversidad a nivel de parcela y de granja son los cultivos intercalados, las rotaciones, los policultivos y la integración de animales, variedades y diversidad genética. A nivel del paisaje, uno debe considerar componentes tales como las zonas de amortiguamiento, fragmentos de bosque o continuidad de franjas de corredores de vegetación, pastoreo rotativo y obras de conservación de suelos. Lo importante no es simplemente la presencia de una gran diversidad de especies o de prácticas agrícolas, sino la forma en que estas interactúan para proporcionar funciones ecosistémicas (es decir, polinización, control de plagas, ciclaje de nutrientes, etc.) que favorezcan la producción agrícola y los medios de vida para los habitantes rurales (Kremen et al. 2012).

Las relaciones intraespecíficas se establecen en las asociaciones familiares, coloniales, gregarias, en la competencia intraespecífica y en la territorialidad. Las interrelaciones interespecíficas son el parasitismo y la depredación, la necrofagia o el aprovechamiento de otros organismos para conseguir protección, lugar donde vivir, alimento y transporte. El mutualismo no obligatorio o protocolooperación es una asociación recíproca positiva entre dos individuos de especies distintas en que ambos resultan beneficiados. La relación que se establece entre algunas especies de aves que limpian de parásitos a los rumiantes y les avisan de los posibles peligros, mientras que ellas obtienen fácilmente su alimento. Ambos se benefician, pero no es una relación obligatoria. Ambas especies aumentan su supervivencia, crecimiento o reproducción y obtienen algún grado de beneficio, pero pueden vivir el uno sin

⁹ La estructura y fisiología de los seres vivos y la manera en que los factores físicos y biológicos se combinan para formar una gran variedad de ambientes en distintas partes de la biosfera, permiten que la vida de un ser vivo esté estrechamente ajustada a las condiciones físicas de su ambiente, así como a su entorno biótico.

el otro. La protocooperación o mutualismo se presenta en la mayoría de los casos de diseminación y en la polinización; interacción que produce beneficios a los insectos, puesto que les proporciona alimento, y también a las plantas, porque permite el cruzamiento, y la dispersión y propagación de las especies. Sin embargo, si la interacción no se produce, los organismos tienen otras fuentes de alimento, y las plantas otros agentes de polinización y de diseminación. Existen diferentes grados de adaptación entre plantas y animales en cuanto a diseminación. También la diseminación de semillas por aves, mamíferos u otros propágulos de plantas pueden calificarse como casos de protocooperación o interacción positiva facultativa.

La importancia de estas relaciones es que establecen muchas veces los flujos de energía dentro de las redes tróficas y por tanto contribuyen a la estructuración del ecosistema. Las relaciones en las que intervienen organismos vegetales son más estáticas que aquellas propias de los animales, pero son el resultado de la evolución del medio, sobre la cual, a su vez las especies actúan, incluso modificándolo, en virtud de las relaciones que mantienen entre ellas. Todo individuo no sólo se relaciona con individuos de su misma especie, sino, además con seres de otras especies, estas interrelaciones pueden clasificarse como positivas y negativas. El desafío de la entomología y la agroecología está en identificar los ensamblajes correctos de especies que, a través de sus sinergias, proveerán servicios ecológicos claves tal como el ciclaje de nutrientes, control biológico de plagas, la conservación de suelo y agua dentro de los huertos.

En sistemas urbanos del bajío Queretano, según la Golubov y Mandujano, tenemos una relación de protocooperación sistémica del granjeno *celtis pallida*, un frutal con potencial de nodricismo porque proporciona alimento y refugio a diversas especies silvestres. La mariposa *Asterocampa celtis* Boisduval & Leconte (Nymphalidae) se reproduce y alimenta en ella. Sus frutos de aproximadamente unos 6 mm de diámetro, dulces y con propiedades astringentes para los productores, también son valiosos para reptiles, aves y mamíferos, por ejemplo, el 22% de la especie *Bassaricus astutus* Lichtenstein.

Por su producción de flores, en algunos agroecosistemas urbanos, se introduce palo bobo, *Ipomoea murucoides*, su flor es importante para la atracción de polinizadores y la alimentación de murciélagos de las especies *Choeronycteris mexicana* Tschudi y

Leptonycteris nivalis Saussure. Diversas especies de colibríes aprovechan el néctar de las flores de esta especie. La *Ipomoea murucoides* ayuda en tratamientos de enfermedades de la piel y la caída del cabello, la flor cocida, hoja, tallo y corteza se emplea contra el dolor e inflamación por golpes y reumas. Se ingiere vía oral para el caso de picaduras de alacrán, su resina para las mordeduras de animales ponzoñosos, es también útil contra el dolor de muelas, tos, la hidropesía, inflamación del vientre, ovarios y pies, para controlar los nervios y como diurético. Es un árbol que requiere poco mantenimiento, la recolecta de hojas, flores, frutos y semillas, que caducan pueden acopiarse para formar composta y posteriormente *mulching* (Sánchez-Martínez, E. et al., 2011).

El huaje *Leucaena leucocephala* además de fijar nitrógeno, tiene gran potencial ecológico en sistemas agroecológicos urbanos del Bajío. Su floración continua y profusa la convierten en una especie melífera que los apicultores pueden utilizar. Los extractos de su follaje se consideran insecticidas naturales viables para controlar el gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* Smith). Las vainas semillas y los ápices de las hojas son comestibles. Al interior de los huertos y con el propósito de mejorar la fertilidad del suelo, se reporta que plantar especies freatofíticas, de raíz principal profunda, aunque con copiosas raíces superficiales que favorecen la infiltración de agua y la fijación de nitrógeno; es tan importante como plantar leguminosas.

Algunas especies freatofíticas y nativas que podrían favorecer estas funciones ecológicas en Querétaro son el palo prieto *Lysiloma divaricata*, por su aumento de biomasa anual, el palo blanco *Albizzia occidentalis*, Leucaena *Leucaena leucocephala*, tepehuaje *Lysiloma acapulquense*, palo dulce *Eysenhardtia punctata*, jaboncillo *Bronniartia lupinoides* y pertenecientes a otra familia botánica bricho liso *Senna septemtrionalis*, además de lantrisco *Rhus pachyrrhachis* y nogal cimarrón *Cedrela dugesii* (Terrones Rincón, 2006). En cuanto a arbustivas, es posible plantar especies nativas de porte bajo como tepehuaje, palo prieto, palo dulce y lantrisco, éste último se utiliza como infusión complementaria para la dieta de los enfermos de diabetes y por su aumento de biomasa anual. Las especies arbustivas generalmente se asocian con agaves, cactáceas, hortalizas o hierbas aromáticas para la obtención de alimentos y de productos no maderables.

La simbiosis es un tipo de interacción biológica en la cual una especie no puede vivir sin la otra, es decir, se benefician mutuamente. Mientras más diverso es el agroecosistema y menos disturbada es la diversidad, los nexos tróficos aumentan desarrollándose sinergismos que promueven la estabilidad poblacional insectil. Por ejemplo, en los huertos, la *Albizia occidentalis* beneficia los suelos por sus aportaciones orgánicas ricas en Nitrógeno y la mayoría de estas fabáceas causan una relación simbiótica con la cepa *Rhizobium*. Su abundante floración atrae a insectos polinizadores benéficos como *Apis mellifera* Linnaeus y *Bombus* spp, una variedad murciélagos. En suelos degradados, permite ir recuperando y reteniendo el suelo, mejorarlo y controlar la erosión gracias a su sistema radicular extensivo; también estabiliza los cursos de agua y los suelos degradados (Andrade et al, 2007). Los microorganismos en el suelo son factores bióticos que determinarán el éxito en los procesos sucesionales de comunidades vegetales. Por ejemplo, las micorrizas vesículo arbusculares en la rizósfera que se asocian a la *Ceiba aesculifolia* en una variedad de funciones como la interrelación hídrica, la biodisponibilidad de macronutrientes, como nitrógeno y fósforo y la protección contra posibles patógenos (Estrada-Álvarez, A. y Malda, G., 2011). En zonas áridas como Querétaro, la presencia de estas micorrizas incrementa la absorción de agua. Esta es un ejemplo de interacción mutualista ya que las plantas pierden en promedio de 5 a 10% (Pugnaire y Valladares, 1999) del total de carbohidratos fotosintetizados, pudiendo llegar hasta el 20% y con ello, el hongo genera una mayor extensión de hifas (Jakobsen y Rosendahl, 1990).

Las especies comedoras de raíces por excelencia son los nemátodos. En un estudio de *Prosopis grandulosa*, en varias localidades del desierto chihuahuense (Freckman y Virginia 1989) encontraron que los nemátodos pueden llegar a infestar las raíces de hasta 12 m de profundidad en los hábitats originales de la planta. Contrario a la idea de que los nemátodos pudieran representar una plaga, se ha encontrado que bajos niveles de herbivoría en las raíces, mejora el estatus nutricional y el desempeño de las plantas; debido a que al perforar las raíces existe una fuga de carbohidratos hacia el suelo que induce una proliferación de nemátodos benéficos, que a su vez crean porosidad para la adsorción de nutrientes, generando una retroalimentación positiva o simbiosis entre la herbívora en raíces y un mejor desempeño global de la planta. Pero los nemátodos también pueden causar daños importantes a las

plántulas. Los nemátodos pueden ser endoparásitos (cuando se alimentan del interior de las plantas) o ectoparásitos (cuando se alimentan de los órganos externos). Dependiendo de su hábito alimenticio y de la salud de la planta, los nemátodos pueden romper la estructura celular de las raíces, remover su contenido, alterar procesos fisiológicos e incluso modificar la expresión genética de la planta. La infestación por nemátodos incluso cambia la morfología de las raíces. Como mencionamos anteriormente, algunos estudios demuestran que la presencia moderada de nemátodos puede ser benéfica para las plantas, debido a un incremento en la concentración de carbono y nitrógeno alrededor de las raíces, debido a la infiltración de los contenidos celulares dañados por los nemátodos y a la modificación de la morfología de las raíces que a su vez afecta los exudados. Esto promueve el crecimiento de los microorganismos asociados con la rizósfera, que facilitan la adquisición de nutrientes por la planta (Hasse, S. et al, 2007)

Otros ejemplos de interacciones podemos verlos en la *Bursera fagaroides* que controla la erosión como cerco vivo, y que también funciona como sitio de percheo para aves como *Corvus cryptoleucus* Couch, *Falco Sparverius* Linnaeus, *Polyborus plancus* Miller y *Buteo jamaicensis* J.F. (Rzedowski, J. y Guevara-Féfer, 1992)

El cultivo frutal de *Myrtillocactus geometrizans* como especie melífera favorece las funciones de polinización y es también fuente de flores y frutos comestibles. Las flores se preparan capeadas en huevo, el fruto es muy dulce y se consume fresco, seco, para aguas frescas, paletas, helados, mermeladas y licor. Por su estructura radicular, también ayuda a evitar la erosión del suelo (Scheinvar, 2004).

El xoconostle *Opuntia elizondoana*, además de ser alimento y funcionar como barrera y cerco vivo, tiene una función de infiltración de agua, retención de suelos y el control de la erosión, ya que sus tallos le permiten una captura eficiente de la energía solar y fijación de bióxido de carbono, cuya actividad fotosintética continúa en época de sequías (Scheinvar, 2004; Terrones et al., 2006). De manera similar la *Opuntia robusta*, cuyos frutos son comestibles y las pencas se usan en la cocina tradicional del semidesierto queretano, proporciona refugio y alimento a la matraca del desierto *Campylorynchus brunneicapillus* (Lafresnaye)), el pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus* (Muller)), la tórtola (*Columbina inca* (Lesson) y *C.*

passerina (Linnaeus)) el bolsero tunero y el bolsero de Wagler (*Icterus parisorum* Bonaparte e *I. wagleri* Sclater), el carpintero cheje (*Melanerpes aurifrons* (Wagler)), el cenzontle (*Mimus polyglottos* (Linnaeus)), el rascador pardo (*Pipilo fuscus* Swainson), el cuitlacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre* (Swainson)), y la paloma huilota (*Zenaida macroura* Linnaeus), al menos 16 especies de aves (Bravo y Sánchez-Mejorada, 1978; Granados y Castañeda, 1991; Martínez et al., 2003; Meagher y Colony, 2008)

Los cactus columnares del Bosque Tropical caducifolio, elementos dominantes en los matorrales xerófilos y crasicaules, son una especie nativa presente en los huertos de traspatio de zonas periurbanas queretana. Las flores del órgano o pitayo de Querétaro, *Stenocereus queretaroensis* son visitadas por insectos (*Apis mellifera* Linnaeus, *Epicharis* sp., *Xilocopa* sp, *Exomalopsis* sp., *Lasioglossum* sp., *Agopostemon* sp., entre otros) y aves (*Amazilia*, *Cynanthus*, *Melanerpes* e *Icterus*) y, principalmente, murciélagos (*Leptonycteris*, *Glossophaga* y *Choeronycteris*) (Nobel, 1998; Valiente-Banuet et al. 1998; Esquivel, 2004; Scheinvar, 2004; Ibarra et al., 2005). Los frutos de las pitayas tienen gran valor nutricional. La *Yucca filifera*, presente en menor medida en el paisaje urbano, alberga a por lo menos 10 especies de aves residentes: matraca del desierto *Campylorhynchus brunneicapillus* (Lafresbaye), bolsero tunero *Icterus parisorum* Bonaparte, carpintero cheje *Melanerpes aurifrons* (Wagler) y paloma huilota *Zenaida macroura* Linnaeus, donde el estrato arbóreo les sirve también de protección, zona de alimentación, percheo y sitio de anidación (Vega y Monroy, 1989; Magallán, 1998; Martínez et al., 2003; Hochstätter, 2004)

El mutualismo entre la Yuca y polinizadores del izote, las palomillas del género *Tegeticula* es relevante en la cadena alimentaria, dado que, en sus distintas fases metamórficas, las palomillas sirven de alimento para aves diurnas y nocturnas, lagartijas (*Sceloporus* spp.) y murciélagos. Hongos del género *Pleurotus* crecen en los troncos de esta *Agavaceae* (Terrones et al., 2004)

Otro tipo de respuesta a los insectos de las clases Hymenoptera o Díptera o por ácaros de la familia Eriophyidae es la aparición de agallas. Cuando un insecto adulto oviposita en el tejido de la planta, esta presenta una reacción que involucra el desarrollo anormal de sus células para englobar el objeto extraño, en este caso el huevo. Las agallas son más abundantes en hábitats xéricos y en formas arbustivas (Fernandes y Price, 1988).

La estrategia interactiva conocida *por escape*, se realiza por plantas que presentan follaje cuando los herbívoros están ausentes o completan su ciclo de vida cuando no hay herbívoros. Es el caso de *Jacquinia nervosa* (Theophrasteceae) que presenta fenología invertida y se ha documentado que sus niveles de herbivoría son bajos, menores al promedio de otras especies que se encuentran en Chamela, Jalisco (Sánchez Lieja, 2006). Otras estrategias que usan las plantas para enfrentar a los herbívoros son la defensa son la resistencia y la tolerancia. La resistencia tiene que ver con los mecanismos que utilizan las plantas para enfermar, repeler o disuadir a los herbívoros, mientras que la tolerancia es la capacidad de soportar el daño ejercido por los herbívoros sin que se vea reflejado en una pérdida en la adaptación de la planta. La resistencia en plantas puede ser constitutiva, cuando las plantas tienen sustancias o medios físicos para defenderse independientemente del daño realizado por los herbívoros. También se ha encontrado que, para reducir costos de producción, muchas plantas activan los mecanismos de defensa únicamente cuando son dañadas, lo que se conoce *como defensa inducida*. En particular se ha observado que muchas especies de plantas se defienden activamente de los herbívoros con mecanismos que los repelen, enferman o intoxican. El efecto neto de la estrategia de resistencia es un decremento en el tejido dañado por herbívoros. Por ejemplo, la estrategia química, es la producción de metabolitos secundarios que funcionan como veneno, repelente o advertencia para los herbívoros. Existen tres tipos de compuestos que cumplen con este propósito, como la producción de fenoles, alcaloides y terpenoides. Los fenoles son compuestos basados en carbono derivados de la ruta metabólica del ácido shikímico. Todos presentan uno o varios anillos aromáticos unidos a un radical hidroxilo. Los fenoles se encuentran en muchas plantas vasculares. Dentro de este grupo, los compuestos más abundantes son los taninos. Los animales que ingieren plantas con altos contenidos de taninos mueren de hambre, porque los taninos hacen que las proteínas ingeridas en el tejido vegetal no se puedan digerir, dañando a los animales al precipitar las proteínas constitutivas del tracto digestivo. Los taninos tienen un efecto negativo sobre los microorganismos simbóticos de los mamíferos rumiantes, por lo que la digestión de estos se ve muy perjudicada. El efecto de los taninos es tan fuerte que se utilizan para curtir piel, permitiendo con estos extractos vegetales, que se forme un tejido muy durable impermeable a los ataques de hongos y bacterias (Mangan, 1988)

Otro grupo grande de compuestos químicos exclusivos de las angiospermas que forman parte de la resistencia química son los alcaloides. Este grupo de metabolitos secundarios es muy diverso y tienen en común presentar nitrógeno en un anillo heterocíclico y la mayoría se deriva de la transformación de aminoácidos. Las ligninas también son fenoles son parte fundamental de la evolución de estructuras arborescentes que permiten el sostén de estructuras muy grandes con el fin de inhibir la digestibilidad de los tejidos y de impedir el acceso de herbívoros a las plantas. Es importante mencionar que, al unirse con proteínas, ácidos nucleicos y polisacáridos de los tejidos vegetales, tanto las ligninas como los taninos tienen una contribución importante en la estabilidad de la hojarasca y por lo tanto también influyen en el ciclaje de nutrientes en el ecosistema. Los flavonoides y las furanocurmarinas también son compuestos fenólicos y se han vinculado con la resistencia en las plantas ornamentales como la *Datura* sp comúnmente conocido como floripondio, planta principalmente ornamental de presencia ubicua en varios de los huertos visitados.

Tales metabolitos secundarios se encuentran presentes en plantas aromáticas y medicinales como ruda *Ruta chalepensis*, romero *Rosmarinus officinalis*, ajenjo *Artemisa* sp., mirto *Myrtus* sp., mejorana *Origanum mejorana* y Salvia *Salvia* sp. Las funciones socioecológicas que estos sistemas multiestrato proporcionan al huerto actúan como atenuación térmica, contra temperaturas extremas o vientos, sombra, fertilidad de suelo, ciclaje de nutrientes, aumento de la biomasa en suelo (humus) y de recreación, autoabasto, terapéuticos y acciones de autosuficiencia individual o colectiva.

Debido a la diversidad en la composición química de los alcaloides, la actividad biológica de estos compuestos también es muy diversa; en general se ha visto que pueden interferir en la replicación de ADN, la transcripción de ARN, la síntesis de proteínas y el transporte de membrana (activo y pasivo). También pueden inhibir o activar enzimas y bloquear síntesis de otras macromoléculas. Los alcaloides son activos a muy bajas concentraciones, por ejemplo, los presentes en la hoja de coca. Los terpenoides presentes en árboles como alcanfores, introducidos y plantados en la ciudad de Querétaro en la década de los 70s y presentes en la muestra identificada, también muestran una función de colonización del

ecosistema y son muy abundantes. Los terpenoides son producidos por la ruta metabólica del ácido mevalónico a partir de acetil-coenzima A. En ecosistemas templados las coníferas presentan grandes cantidades del terpenoide alcanfor, que funciona como repelente de liebres. Algunas Asteraceae también producen sesquiterpenos que funcionan como repelentes de insectos y mamíferos. Es importante resaltar que los terpenos también tienen un rol preponderante en otras interacciones bióticas como la polinización y la alelopatía (Gershenzon y Dudareva, 2007).

Otra resistencia, en este caso física, muy interesante en los jitomates o la alfalfa del huerto, es la presencia de altas densidades de tricomas que disminuye significativamente la presencia de saltadores de hoja, como los cicadélidos. Algunas otras resistencias físicas son el engrosamiento de la cutícula, la producción de ceras epicuticulares y la presencia de espinas, tricomas y cristales de sílice que en los pastos africanos disminuyen significativamente la cantidad de tejido que es ingerida por mamíferos. Existen dos tipos de tricomas, los simples y los glandulares que secretan sustancias tóxicas o pegajosas que atrapan a los herbívoros. Se ha visto que los tricomas glandulares son muy efectivos tanto en contra de invertebrados como de vertebrados (McNaughton, 1985).

Otro tipo de resistencia en las plantas es la asociación mutualista defensiva con insectos, en especial con hormigas y avispas. Las hormigas proveen de defensa para la planta atacando a los herbívoros que intentan alimentarse de los tejidos de aquellas, ya sea de su tallo, del tejido reproductivo como flores y brácteas. A su vez, las plantas proporcionan alimento, y son un lugar para que sus hormigas protectoras vivan. Este es un ejemplo de interacción mirmecófila, donde el alimento es suministrado por las plantas para las hormigas en forma de néctar u otro tipo de recompensa alimenticia empacada en corpúsculos (ricos en azúcares, lípidos o proteínas). Las estructuras donde viven las hormigas se denominan domacios, y pueden estar en el tronco hueco de la planta o en las estructuras vegetales modificadas provistas de cavidades que den albergue a la colonia, incluyendo espinas, ramas o dobleces en el pecíolo de las hojas. Un ejemplo es la planta *Acacia cornigera* y sus hormigas mutualistas *Pseudomyrmex ferruginea*, en ella las hormigas habitan en las espinas huecas de la planta y se alimentan de unos pequeños glóbulos ricos en glucógeno (cuerpos de Belt) que son secretados por el ápice de los foliolos. Las hormigas entonces ejercen una acción benéfica

para las acacias y las acacias que no tienen asociación con hormigas son atacadas por herbívoros o invadidas por lianas trepadoras, lo cual puede afectar seriamente a la planta. La interacción mirmecófila tiene diferentes grados de dependencia, desde mutualismos obligatorios, hasta mutualismos laxos, por lo que se prefiere ubicar a las diversas relaciones mirmecrófila en un amplio espectro en vez de una dicotomía excluyente, y en consecuencia su efectividad como mecanismo de resistencia para la planta dependerá de la intensidad de la asociación con las hormigas (Jolivet, 1998).

Las plantas presentan también además de la microfilia como una respuesta a factores ambientales de tolerancia a la sequía, la capacidad de compensar el tejido removido por los herbívoros sin que ello represente pérdidas en su adecuación, movilizando sustancias de reserva y con ello produciendo tejido compensatorio. Ellas activan meristemos que estaban previamente latentes. En plantas con dominancia apical, las fitohormonas del meristemo principal impiden que los otros meristemos se desarrolle y produzcan hojas, pero cuando el meristemo es removido por un herbívoro, los otros meristemos se activan y pueden comenzar a crecer, lo que permite sustituir el tejido perdido, compensándolo. Otro mecanismo de reasignación de recursos, es la movilización de carbohidratos de reserva de estructuras de la planta que no fueron atacadas por los herbívoros hacia las que si fueron consumidas. Algunas plantas pueden incluso, compensar las pérdidas de tejido aumentando su capacidad fotosintética o la tasa de adquisición de nutrientes del suelo para reparar las hojas sobrevivientes.

Los policultivos o cultivos asociados, son el agrupamiento de plantas con distinta eficiencia energética, hábitos de crecimiento y estructuras radiculares que emplean de forma más eficiente la energía solar, nutrientes y agua (Altieri y Nicholls, 2000).

La asociación maíz, frijol y calabaza potencia la relación agua-suelo-planta-ambiente, ya que el frijol fija nitrógeno atmosférico para que sea aprovechado por el maíz; en tanto que la calabaza con su amplio follaje y hábito rastrero protege al suelo de la erosión e impide el crecimiento de malezas y la evaporación de agua (Rojas, 2000)

La rotación de cultivos mejora, por un lado, las propiedades de los suelos preparándolos desde el punto de vista microbiológico para retener más humedad y nutrientes; y, por otra

parte, para romper el ciclo biológico de las plagas, con lo cual se aportan nutrientes y una mayor sanidad al suelo (Mendoza R, 2004). Para Altieri y Nicholls (2000) la rotación de cultivos reduce los problemas de maleza, plagas y enfermedades, aumenta los niveles de nitrógeno disponible en el suelo, disminuye la necesidad de fertilizantes sintéticos y, junto con las prácticas de la labranza de conservación de suelo, reducen la erosión edáfica. En las zonas periurbanas, suburbanas y marginadas, la ganadería de traspatio es un sistema caracterizado por la crianza de un conjunto de animales como aves, gallinas (*Gallus gallus*) y pavos (*Meleagris gallopavo*), equinos (*Equus caballus*), burros (*Equus asinus*), vacunos (*Bos Taurus*), cerdos (*Sus scrofa ssp*), caprinos (*Capra hircus*) y ovinos (*Ovis aries*). El estiércol generado por la ganadería de traspatio constituye un fertilizante inocuo y efectivo si se maneja debidamente, ya que aporta elementos esenciales para los cultivos, libera nutrientes en forma gradual que favorece la disponibilidad para el desarrollo del cultivo, mejora la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad de retención del agua, forman complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a estos disponibles para las plantas, contribuyendo así, al rendimiento de los cultivos (Trinidad, 2010)

De esta manera observamos que el policultivo comensalístico es una relación interespecífica entre dos organismos vivientes, donde uno de los individuos se beneficia y el otro no se ve perjudicado ni tampoco ayudado. Es la interacción entre las especies de cultivo con un efecto positivo neto sobre una especie y ninguna sobre la otra, es decir, las especies de cultivo generan una complementación en la cual una de las especies se beneficia de la otra. Este tipo de relaciones en el huerto son usadas como base para el Manejo Integrado de Plagas y en esta relación una de las especies se ve perjudicada.

El policultivo amensalístico produce cuando un organismo se ve perjudicado en la relación y el otro no experimenta ninguna alteración, es decir, la relación le resulta neutra. En algunos bosques de la selva amazónica, hay árboles de mayor tamaño que impiden la llegada de luz solar a las hierbas que se encuentran a ras del suelo. Éste es un ejemplo de amensalismo, y se diferencia de la competencia en que las plantas de menor tamaño no afectan en nada la supervivencia de los árboles de mayor tamaño.

En el parasitismo uno de los organismos, el parásito, consigue la mayor parte del beneficio de la relación íntima. El parasitismo puede ser considerado depredación. Los parásitos que viven dentro del organismo huésped se llaman endoparásitos y aquellos que viven fuera del organismo huésped reciben el nombre de ectoparásitos. Un parásito que mata al organismo donde se hospeda, hospedero, es llamado parasitoide. Algunos parásitos son parásitos sociales, teniendo ventaja de interacciones entre miembros de una especie social-huésped como son las hormigas o las termitas. Por ejemplo, en un huerto urbano, los árboles crean sombra, lo que hace posible que crezcan cultivos tolerantes a la sombra. Asociadas a los árboles existen pequeñas avispas que buscan el néctar en las flores de los árboles. Estas avispas son parasitoides naturales de plagas que normalmente atacan a los cultivos. Las avispas son parte de la biodiversidad asociada. Así los árboles crean sombra (función directa) y atraen avispas (función indirecta) (Vandermeer & Perfecto 1995).

En las relaciones de competencia la aptitud o adecuación biológica de un organismo es reducida a consecuencia de la presencia del otro. Existe una limitación de la cantidad de por lo menos un recurso usado por ambos organismos o especies; tal recurso puede ser alimento, agua, territorio y/o parejas.

Los policultivos inhibitorios son la interacción entre los cultivos tiene un efecto negativo neto sobre todas las especies. Por ejemplo, los árboles de eucalipto producen aceites esenciales y fitohormonas alelopáticas, mismas que inhiben el mantenimiento de microorganismos u hongos en el suelo, alterando su fertilidad y la presencia de algunos artrópodos.

Algunos de los animales involucrados en el consumo de las plantas en los sistemas agrícolas son, dentro de los insectos, las órdenes de especies Himenóptera, Lepidóptera, Coleóptera, Díptera, Hemíptera y Ortóptera. Casi el 80% de estas especies herbívoras son especialistas. Otro grupo de invertebrados del filo Mollusca, como los caracoles y las babosas, atacan gran cantidad es especies, especialmente en su estadio de plántula.

Algunos mamíferos herbívoros poseen estrategias de detoxificación de los alimentos, por ejemplo, poseen microorganismos simbióticos que son capaces de fermentar los tejidos vegetales y hacer accesibles los nutrientes para los mamíferos hospederos (Stevens, 1988). Por ejemplo, los equinos realizan la fermentación del tejido vegetal en la estructura del

intestino grueso llamada ciego, que se encuentra después del estómago y los rumiantes, realizan la fermentación en el retículo y rumen (Hildebrand, 1991). Algunas aves herbívoras presentan una estructura similar a la de los mamíferos en la que se realiza la fermentación denominada *ciego gástrico*, mientras que las especies acuáticas, presentes por ejemplo en los agroecosistemas de los arrozales, tienen la estrategia de comer todo el tiempo con un tracto digestivo en constante actividad enzimática que les permite digerir el alimento sin los costos energéticos asociados a estructuras anatómicas de fermentación bacteriana.

Finalmente, algunas asociaciones usadas como métodos para control de plagas más comunes en los huertos urbanos son las siguientes:

- a) Los Áfidos o pulgones del género Hemíptera pueden ser combatidos con Neurópteros y Crisopheulacarnea, moscas depredadoras, Syrphidae y Coccinaellidae.
- b) Las gallinas ciegas de la familia Coleóptera pueden ser combatidos por nemátodos entomopatógenos, del género *Sterneinenia* o *Heterohabditis* y con el hongo *Metarrhizium anisopliae*; también con ceniza y sus larvas hasta con cerveza.
- c) Plantas como la citronella y los crisantemos son benéficas como insecticidas, estas últimas debido a la mezcla de compuestos orgánicos llamadas piretrinas que se encuentran de forma natural en sus hojas. Las piretrinas se usan para controlar una amplia variedad de insectos como mosquitos, orugas y escarabajos (Casida, 1980).

La medición y evaluación de interacciones y sinergias se realiza por frecuencias de visitas, porcentaje de daño en la planta para la herbivoría o cargas de polen en el caso de los polinizadores. Dado que los órganos reproductivos de las angiospermas son las flores, estas presentan colores vivos para atraer a los polinizadores. El éxito de la polinización está ligado al número de visitas de polinizadores, que a su vez dependen de la morfología floral y su simetría.

Por ejemplo, en las micorrizas arbusculares se miden por conteo de esporas de la misma especie en diferentes grados de maduración utilizando claves para identificación del INVAM y un posterior análisis multivariado para identificar diferencias significativas entre sitios (Estrada A., 2011)

En el caso de los modelos de competencia es más pertinente medir las interacciones a través del Modelo demográfico de Lotka-Volterra o los Modelos mecanísticos asociados con la

dinámica de la cantidad de un recurso o disponibilidad de dos recursos, incorporando la noción de que rasgos como la fecundidad y la probabilidad de supervivencia se relacionan con la disponibilidad de recursos, a la vez que otros rasgos representan gastos de recursos (como procesos fisiológicos de la respiración, senescencia).

Para el caso de interacciones positivas, una forma de medir es con modelos de nicho ecológico, en donde la planta nodriza, descrita principalmente en ecosistemas semiáridos, son aquellas que modifican el microclima y favorecen el establecimiento de plántulas de otras especies bajo una lógica de “sucesión por facilitación”.

3.3 La perspectiva económica de la compensación por servicios ecosistémicos

Si bien, al inicio de esta investigación se contempló valorar la perspectiva económica de los servicios ambientales, concepto que sirve a los intereses de mercantilización de la naturaleza, posteriormente se decidió que era más relevante para nuestros propósitos comprender las funciones del ecosistema. Aunque partimos desde una perspectiva socioecológica, el objetivo de esta investigación no busca nutrir la narrativa de la valoración económica de los servicios ambientales para efectos de compensaciones de emisiones a la atmósfera. Es imprescindible señalar la dirección ética a la que podría encaminarse un estudio como este sin lo que considero, la conciencia de sus implicaciones, cuyos resultados podrían caer en la tentación de extender la economía de mercado a los ecosistemas y a la atmósfera, existente desde hace casi tres décadas.

En la conferencia de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible “Río+20” de junio de 2012, se aprueba con máxima importancia en la agenda de esta Cumbre “la economía verde”, como solución a las crisis ecológica, económica y social. Definida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como “una economía que conlleva una mejora del bienestar humano y de la igualdad social, reduciendo significativamente los riesgos medioambientales y la escasez de recursos”; en realidad se trata de aplicar los instrumentos y mecanismos de mercado para la “gestión” de la naturaleza y del bienestar

humano. El objetivo consiste por lo tanto en transformar la crisis ecológica en una oportunidad de crecimiento “verde” para las empresas, asegurando un marco jurídico internacional que facilite el acaparamiento de la naturaleza por parte de empresas multinacionales y los fondos de inversión.

Los bancos han conseguido con éxito influenciar las instituciones internacionales. La creación y el reconocimiento oficial de una sección PNUMA-Finanzas les permiten convertir sus intereses privados en intereses públicos. La culminación de esta estrategia fue el lanzamiento, con motivo de Río+20, de una Declaración sobre el Capital Natural <http://www.naturalcapitaldeclaration.org/>.

El Consenso de Washington dirigido por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional en conjunto con el Departamento del Tesoro de Estados Unidos promueven la liberalización comercial y la apertura de mercados a través de "reformas estructurales" (Montes, 2020)¹⁰.

Actualmente las Soluciones Basadas en la Naturaleza (Nature-Based Solutions) son la nueva moda de la misma lógica de crecimiento de capitales financieros sin plena conciencia de la finitud de la base funcional de los ecosistemas vivos. Entonces, la dominación financiera de la economía produce crisis repetidas. Después de las burbujas especulativas de los sectores de la informática IT, del sector inmobiliario y en 2008 en los futuros de los alimentos, los mercados y los bancos buscan nuevas oportunidades de beneficios y colocación.

Con la crisis ecológica, se les ofrece un nuevo objetivo: la naturaleza. De esta manera, es muy posible que las políticas de la ONU de financiarización de la naturaleza, no sirvan

¹⁰ El Consenso de Washington fue el conjunto de fórmulas económicas neoliberales impulsadas por varios organismos financieros internacionales en los años ochenta y noventa. El economista británico John Williamson acuñó el término inconscientemente en un artículo de 1989 en el que revisaba las diez medidas económicas que profesaban el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Departamento del Tesoro de Estados Unidos, todas ellas con sede en la capital de Estados Unidos, Washington D. C. Estas propuestas conformaron un decálogo del neoliberalismo recetado para abordar la crisis económica de 1989 en Latinoamérica, sumida en una larga recesión conocida como la década perdida. El paquete se presentaba como la fórmula hacia el crecimiento económico, el control de precios y la distribución equitativa. Para la política económica interior, el Consenso recomendaba minimizar el gasto público, los impuestos y las subvenciones, acoger y facilitar la inversión extranjera y local, favorecer a la empresa privada, desregular los precios y los despidos, y asegurar los derechos de propiedad privada, intelectual y de empresa. Para el exterior, prescribía liberalizar las importaciones y exportaciones, y orientar la moneda nacional hacia la competitividad internacional y la exportación no tradicional.

necesariamente al interés público; por el contrario, que apoyen los intereses comerciales de ciertas empresas o ciertos sectores económicos y articulen una hegemonía financiera sobre la base socioecológica del sustento de la vida, en profunda alienación y lejos de su cuidado.¹¹

En función de este sistema estructural social, a nivel internacional, el concepto de Servicios Ecosistémicos es el más extendido, principalmente en la literatura relacionada con ecología, mientras que la literatura económica utiliza en mayor medida el término Servicios Ambientales. En la literatura internacional no existe un claro consenso entre la diferencia conceptual de los términos SA y SE; tampoco se refleja explícitamente el origen de uno y otro (ICTSD, 2012). Según Meral 2005 la evolución del tema se podría dividir en tres periodos. El primero de 1970 a 1997 con SA en los medios académicos con las publicaciones de G Daily "Nature services", el segundo a partir de la publicación de Constanza (1997) titulada "The value of the world's ecosystem services and natural capital", y el tercero a partir de 2005, tomando como referencia la propuesta del Millennium Ecosystem Assessment (MEA). La primera aparición del término Servicios Ambientales en una intervención forestal fue en Costa Rica con el primer esquema gubernamental de PSA del mundo. Bajo el racional de libre mercado o neoliberalismo, la OMC prohibió brindar subsidios a los sectores productivos, lo cual propició pasar de una retórica de "ayuda" a una de "mercado" (Ley No. 7575 Costa Rica). Puesto que ya no se podía recurrir a los subsidios tradicionales, se impulsó el concepto de SA como una nueva herramienta para legitimar las ayudas al sector forestal. La contradicción más grande entre las decisiones de la OMC derivadas de las políticas de austeridad y de ajuste estructural para la reducción de la pobreza que impulsan los países miembros del G8 y quienes controlan las decisiones de la OMC; es que ellos en lo doméstico, han utilizado históricamente políticas del Estado Benefactor con onerosos subsidios a su sector agroforestal. Basta recordar la política económica del Big Deal de Roosvelt tanto en

¹¹ En 2008, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) publicó un extenso estudio sobre la economía de los ecosistemas para intentar cifrar estos servicios: <http://www.teebweb.org/>. El ejercicio podría parecer interesante, pero la identidad de los autores de este estudio permite comprender la "agenda" que se quiere imponer: Pavan Sukhdev, un economista del Deutsche Bank, los actores financieros ejercen una gran influencia en el estudio, sobre todo a través del PNUMA-Finanzas, estructura paralela a las Naciones Unidas que se encarga de realizar lobby corporativo.

su sector forestal –como es el caso del U.S. Forest Service o de la Japan Forest Agency y el Bundesministerium en Alemania- como en sus instrumentos para continuar el subsidio en el sector agrícola. Prueba de ello está en el estancamiento de la Agenda 20 de la OMC y las continuas reticencias de Francia, Italia y el Reino Unido de liberar su comercio y dejar de subsidiar sus sectores estratégicos primarios. A partir de esta doble lógica discursiva que no busca la sostenibilidad, podemos advertir un intenso lobby corporativo en busca de mejores beneficios derivados de la renta en la llamada Agricultura Smart, en los Mercados de Carbono, su Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), REDD+ y Nature-Based Solutions, generan estrategias de arriba hacia abajo que no contemplan las diversas necesidades de los agricultores derivadas de su pequeña escala. En palabras de Manuel González de Molina (2013), la implantación de este tipo de economía no va a resolver la crisis ecológica. Esta economía llamada verde se asienta en la sustitución a través del mercado de tecnologías sucias por otras limpias y de los materiales, estimulados por los precios relativos y en el funcionamiento autorregulado de los mercados sin realizar cambios profundos al status-quo.

3.4 El huerto familiar en México. Antecedentes de trabajos similares al que se desarrolla

Según la revisión extensiva de literatura de Lope-Alzina, de 150 referencias bibliográficas en su mayoría estudios de caso, relevantes para comprender la interrelación entre el contexto y dinámica sociocultural y la estructura, composición y funciones del huerto familiar en México y Centroamérica; se encontró información detallada de: las interrelaciones entre estructura y/o composición y/o funciones del huerto familiar: 1) la arquitectura arbórea en relación a la orientación económica, 2) cambios en la “configuración espacial” en generaciones de abuelos, padres e hijos, 3) los componentes del huerto en relación a a) fase y edad del huerto y b) edad y sexo de los miembros del grupo doméstico, 4) la influencia de la especialización económica, urbanización y modernización de la estructura del huerto, 5) relación entre número de especies y a) tamaño del huerto, b) fase y edad del huerto, c) la influencia de la urbanización, d) modernización y e) migración, 6) restos arqueológicos que permiten entender cómo eran los huertos familiares ahora extintos (Lope-Alzina, 2012).

Para el área de estudio de la agroecología urbana aún existe escasa información de: 1) diversidad florística intra-específica (pocas especies exploradas), 2) la importancia de los huertos en las funciones agroecológicas, 3) el componente faunístico (especies criollas, mejoramiento, especies silvestres), 4) la presencia de organismos tales como hongos, bacterias e insectos, 5) evidencia arqueológica para identificar la organización social prehispánica o su relación con el entorno ambiental, 6) estudios históricos que nos revelen la evolución del huerto familiar, 7) zoonosis, 8) excepto por la función de “espacio social”, pocos estudios han abortado funciones no utilitarias como la transmisión del conocimiento, identidad étnica y de género, herencia biocultural, autonomía de la mujer, fortalecimiento de las redes sociales a través del intercambio de productos y/o conocimientos.

En la gran mayoría de los trabajos analizados, el enfoque ha sido principalmente desde la agroforestería y etnobotánica; identificándose aún graves vacíos hacia la comprensión de la interrelación entre estructura, composición y funciones, la que a su vez está íntimamente relacionada con la dinámica social (relaciones de conocimiento, propiedad y acceso a los recursos, a la división del trabajo, diferenciación social –estatus migratorio, étnico, género- entre otras).

Las técnicas o modalidades de manejo del espacio relacionadas con el manejo de los huertos se refieren a las formas en que cada uno de los huertos dentro de su categorización como Huertos Mixtos tiene lugar. Ellas pueden ser de traspatio, verticales, de manejo integrado (bancales, sintrópicos, *Hugelkultur*¹², entre otros), directamente en suelo, en camas elevadas, en microclimas similares a invernaderos y en recipientes adaptados para la siembra.

La confusión en los sistemas, agroecosistemas y agroecosistemas urbanos radica en la escala. Los agroecosistemas urbanos estudiados aquí tienen como propósito fundamental establecer

¹² El *hugelkultur* es una técnica de horticultura que se basa en la creación de montículos elevados utilizando restos orgánicos, como ramas, hojas, césped y residuos de cocina. Estos montículos actúan como camas de cultivo en las que se pueden plantar diferentes tipos de vegetación comestible. Esta técnica aprovecha la madera en descomposición para mejorar la calidad del suelo y aumentar la productividad de las plantas. El término proviene del alemán, donde «hugel» significa montículo y «kultur» se refiere a la cultura o práctica. Consiste en construir montículos o camas elevadas utilizando troncos, ramas, hojas y otros materiales orgánicos.

una dinámica local y de autoconsumo, por lo que las fincas de exportación que utilizan insumos orgánicos comprados no fueron estudiadas.

IV. JUSTIFICACIÓN

Ante las múltiples crisis de nuestros tiempos (Crisis financiera, crisis de hidrocarburos, alimentaria y crisis ambiental) la ciudad de Querétaro enfrenta el reto de ser una de las ciudades en crecimiento con una inmigración de 63 personas diarias en 2013 a 118 en 2022 (El Financiero, 2013; Diario de Querétaro, 2022). Esta situación de inmigración aunada al alza que se registra en los precios del petróleo desde 2008 ha provocado un aumento en los precios de los alimentos. Entonces tenemos una situación en la que la demanda de alimentos se concentra en la ciudad y se distribuye en función del estrato social en supermercados o en mercados zonales y al mismo tiempo se encarece dependiendo del punto de venta.

Los retos de una solución integral a la crisis de abastecimiento de alimentos existente, deberá ser un modelo alternativo que no dependa del petróleo, de bajo impacto ambiental, biodiverso, resiliente al cambio climático, capaz de minimizar riesgos a través de la regulación al oligopolio y ecológicamente multifuncional.

La creación de una agricultura viable y productiva, de pequeñas unidades de producción donde se apliquen los principios de agroecología de manera participativa es un horizonte de vanguardia. Este modelo promete ser eficaz para eliminar la pobreza rural, proteger el ambiente y conservar la productividad de la tierra (Vandana Shiva, 2013). Contrario a estas prácticas de agroecología urbana, vemos que la agricultura industrializada es responsable del 15% del total de gases de efecto invernadero, mientras la agricultura orgánica, puede eliminar inmediatamente el 40% de las emisiones de carbono (Vandana Shiva, 2013).

La crisis del hambre que lleva a la deforestación no se genera por falta de alimento, este es un mito cuya causa verdadera es la monopolización y el problema de acceso al alimento. Los precios de los alimentos básicos que dan de comer a amplias capas de la población, especialmente en los países del Sur Global, han aumentado un 83% en situaciones de crisis global. (Holt-Giménez y Peabody, 2008). Paradójicamente la producción de alimentos es la más alta en la historia. Hoy se producen tres veces más comida que hace cuarenta años,

mientras que la población mundial tan sólo se ha duplicado (GRAIN, 2008) y posterior a la pandemia por COVID incluso se ha reducido. Por lo tanto, no estamos hablando de un problema de “producción de alimentos”, sino de un problema de “acceso”, debido a que amplias capas de la población no pueden pagar los precios establecidos.

Las semillas son la llave de la red alimentaria de cada país y del mundo y son el corazón de la vida campesina y la base de toda la agricultura. Partimos del supuesto de que el uso de la biotecnología no es complementario con los sistemas tradicionales hasta que no se hayan estudiado a fondo los posibles efectos pleiotrópicos como la formación de organismos aberrantes o la excesiva susceptibilidad que pueden generar las semillas transgénicas al ecosistema forestal. En este sentido, la investigación de Eric Holt-Giménez demuestra que la biotecnología no es necesaria para crear resiliencia, pues las parcelas con alta diversidad vegetal con plátano, maíz, hortaliza son más resilientes a sufrir daños o eventos extremos del clima en ecosistemas de transición como el bosque mesófilo de montaña. Es por ello que propongo que dejar de estimular a la investigación agrícola funcional y al desarrollo, debido a la desviación de los fondos y prácticas hacia la biotecnología, desperdiciará una oportunidad histórica de elevar la productividad agrícola a formas de mejoramiento social económicamente viables y ambientalmente benignas.

En Querétaro las técnicas de agroecología funcionan únicamente como métodos de subsistencia local en muy escasos municipios del estado, por lo que es importante rescatar y difundir estas técnicas tradicionales tanto para mitigar los efectos del cambio climático como para brindar soberanía a los pobladores de la región.

La revolución verde de los años 70s fue una catástrofe ambiental para Querétaro y debilitó el conocimiento de los campesinos con relación a la tierra, las lecciones aprendidas están ampliamente documentadas a nivel nacional. El modelo recetado para toda América Latina a través del Consenso de Washington, fue la distribución del grano a través del modelo nacional de compra paraestatal y fijación de precios para las semillas de los cultivos agrointensivos (Altieri, 2013). Hay innumerables cantidades de investigaciones que registraron el deterioro y la degradación de suelos por agroquímicos que fue lo que representó la “innovación tecnológica” de su tiempo. La actual revolución biotecnológica parece estar

guiada por los mismos principios de lógica económica y de maximización de utilidades, por lo que sus resultados son previsibles. La solución está y ha estado desde hace mucho tiempo en los cultivos agroecológicos, diversificando el ecosistema (contrario a los monocultivos) disminuyendo la vulnerabilidad del ecosistema, enriqueciendo la cobertura de manera orgánica y reteniendo el suelo con barreras verdes, zanjas trincheras, tinas ciegas, terrazas, petriles, etc.

Para Miguel Altieri (2011), “no nos queda otra”, hay que seguir el camino de la agroecología. “El producir cultivos sanos tiene una serie de beneficios de los que la humanidad va a empezar a darse cuenta”, especifica. Altieri ejemplifica señalando que en Brasil hay ciudades rodeadas de agricultura agroecológica, que tienen 10 grados menos que aquellas que han sido rodeadas por monocultivos de caña de azúcar (Altieri, 2013). Señala además que el agua que proviene de una cuenca manejada agroecológicamente es mucho más pura, a lo que se agrega la “captura de carbono” y la conservación de la biodiversidad. Según el científico, “todos estos beneficios se llaman servicios ecológicos de la agricultura multifuncional y van a ser valorados en el futuro”, porque tiene directa influencia con la calidad de vida. “Creo que el cambio climático y el manejo del agua va a forzar a muchos agricultores a entender que la forma de hacer más resistentes sus cultivos es la diversidad e incremento de materia orgánica en el suelo”, asegura. “El monocultivo va a ser del pasado si queremos adaptarnos a los escenarios climáticos que vienen sobre todo para los climas mediterráneos como el de Chile”, concluye (Altieri, 2013).

La agricultura urbana podría tener un rol importante al abordar la vulnerabilidad alimentaria, que parece adquirir mayor relevancia de acuerdo a las tendencias de urbanización de la pobreza y de la población, tanto a nivel nacional como a nivel local (Zezza, 2010). Nuestra comprensión de su importancia y las implicaciones de la vulnerabilidad alimentaria está desafortunadamente plagada de falta de datos debido a que la investigación en este campo continúa siendo incipiente y en algunos casos, como el presente documento, emergente. La importancia de la magnitud del aporte económico de las actividades de agricultura urbana no es desdeñable variando entre 10-70% por vivienda urbana (Zezza, 2010) y se estima conservadoramente que un 15-20% de la comida que se consume en el mundo es producida

en zonas urbanas y periurbanas (ETC Group, 2008 con datos de RUAF Resource Center on Urban Agriculture and Food Security).

Aunado al crecimiento poblacional, en las recientes alzas históricas en los precios de los alimentos, tenemos la necesidad de comprender y contrarrestar las causas la inseguridad alimentaria y de la pobreza urbana. Estudios de caso provenientes de situaciones de emergencia humanitaria (FAO, 2010/6) revelan que la respuesta que abordan las causas estructurales de la crisis se encuentra en el establecimiento de los mercados locales, la promoción de los huertos urbanos, el fomento de la gestión mejorada de los recursos naturales y la propiedad de la tierra, entre otros.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Caracterizar la agricultura urbana presente en la ciudad de Santiago de Querétaro y analizar la resiliencia socioecológica de los agricultores de huertos urbanos y periurbanos para reconocer las diferencias entre prácticas de manejo adaptativo al cambio climático y sus posibles implicaciones en la soberanía alimentaria.

5.2 Objetivos particulares

5.2.1 Caracterización de los urbicultores, agrodiversidad en los huertos urbanos y periurbanos de Querétaro.

- Caracterización del avance de la mancha urbana sobre los terrenos de cultivo en la ciudad de Querétaro a partir de la más reciente industrialización.
- Caracterización del origen y composición socioeconómica de los productores.
- Mapeo y caracterización de los sistemas de huertos urbanos existentes en la ciudad-media de Santiago de Querétaro, de la zona periurbana y de las interacciones entre productores.
- Conocer el posible impacto en la ciudad de los huertos como puntos dinamizadores de biodiversidad.
- Realizar la clasificación de plantas utilizadas en los sistemas agroecológicos urbanos o huertos familiares.

5.2.2 Caracterización y diagnóstico agroecológico de los cultivos, porcentajes de cobertura y valores de importancia ecológica de los huertos urbanos y periurbanos.

- Definición de los indicadores de análisis del diagnóstico de los tipos de manejo en huertos urbanos para describir sus prácticas de cultivo.
- Caracterizar a nivel exploratorio, la agrodiversidad presente basado en el factor de importancia ecológica, medida con el índice de valor de importancia, (factor I.V.I.)

5.2.3 Clasificación de suelos

- Clasificar y conocer las propiedades biofisicoquímicas del suelo para caracterizar y reconocer su estructura, la dinámica de retención de agua y disponibilidad de nutrientes.
- Conocer dentro de los indicadores físicos y químicos (color, agregación, estructura, carbonatos, pH) para relacionarlos con su contenido de materia orgánica, su capacidad de intercambio y la retención de nutrientes.

5.2.4 La agricultura urbana manejada agroecológicamente y su relación con la resiliencia socioecológica para la restauración de la fractura metabólica.

- Socialización de indicadores que contribuyen a la resiliencia de los sistemas urbanos de producción de alimentos con los urbicultores para promover una estrategia colectiva de urbicultura.
- Propuesta de un modelo para evaluar la de resiliencia socioecológica de la agroecología urbana como método para continuar con futuras líneas de investigación en huertos urbanos.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Aproximaciones a la evaluación de la resiliencia socioecológica

La propuesta metodológica de esta investigación busca analizar la vulnerabilidad frente al cambio climático se orienta con base en la teoría de la resiliencia ecológica y en menor grado de la ecología política, como una aproximación híbrida (Eakin H. y Luers, A.L, 2006)

proveyendo de nuevas perspectivas en las causas y las consecuencias del estudio de vulnerabilidad y en la innovación de los indicadores para medirla.

El objetivo de caracterizar tanto en los sistemas sociales como ecológicos los atributos de identidad, la estructura básica y funciones, la naturaleza y el carácter ecológico de los huertos urbanos, para de esta manera mantener las condiciones para la satisfacción de las necesidades humanas. De esta manera, mientras la economía-política analiza la vulnerabilidad restando importancia al poder explicativo de los procesos físicos, la ecología-política demanda una mayor consideración a ambas, la dinámica biofísica y social con especial atención a la representatividad de las dinámicas de organización de los actores y su toma de decisiones.

En los sistemas de agroecología urbana se busca explorar y reconocer situaciones importantes como la existencia de cobertura de suelo para evitar desecación durante las sequías, mantenimiento de la biodiversidad, la creación de barreras vivas para reducir la exposición a vientos y a la erosión por pendiente geológica, el manejo del suelo por escorrentía, exceso de agua o inundaciones, las estrategias para incrementar la absorción del suelo, el intercambio de semillas, la cosecha de lluvia, entre muchas otras. Por tanto, la resiliencia del agroecosistema urbano se puede lograr a través de actividades prácticas de conservación de suelos donde este ha quedado desprovisto, de manejo del agua, de diversificación del ecosistema a nivel de variedades de semillas, del reciclaje de nutrientes para aumentar la actividad del suelo, reducir el sellamiento y asegurar obras que promuevan la infiltración.

Dado que la explosión demográfica urbana de los pueblos y ciudades de los países del Sur Global del mundo indica que para el próximo año, 2025, más de la mitad del Sur Global 3.5 billones de personas, serán urbanas, y se proyecta a 9.3 billones para el 2050 (UNESA, 2011); se sugieren escenarios futuros muy cercanos de vulnerabilidad que es necesario caracterizar.

Históricamente hay tres aproximaciones que han orientado la evaluación de la vulnerabilidad (Eakin H. y Luers, A., 2006):

1. Estudios que se enfocan en el riesgo de desastres o aproximaciones biofísicas.
2. Estudios que aplican el marco de referencia de la ecología política o de la política económica;

3. Investigaciones en vulnerabilidad inspirados por el concepto de resiliencia ecológica

Nuestra propuesta busca ser un estudio que combina las tres, excluyendo el análisis econométrico, y se propone como un estudio exploratorio de agroecología urbana para impactar futuros modelos de investigación multidisciplinaria.

6.2 Métodos y técnicas de muestreo

Fase inicial

Método de muestreo estratificado

Para ubicar la mayor cantidad posible de huertos urbanos establecidos en la zona urbana y periurbana de la ciudad de Querétaro se realizó una invitación inicial en Radio Universidad a agricultores urbanos o referidos que se encontraran plantando alimentos en casa para participar en el estudio. Dicha acción no se sostuvo en el tiempo, por lo que suponemos que fue la principal razón de su éxito limitado. Posteriormene se optó por un muestreo por estratificado y finalmene el método no probabilístico por bola de nieve probó su eficacia.

Mapeo de la mancha urbana sobre las tierras de agricultura de temporal y de riego

El presente estudio es un esfuerzo por iniciar la recopilación y exploración de datos primarios sobre la agroecología y urbicultura en la ciudad de Satiago de Querétaro. Con el fin de realizar un muestreo estratificado, se realizó un mapeo inicial del uso de suelo de la ciudad, especialmente con miras a comprender la vulnerabilidad de la ciudad, la disponibilidad de agricultura tanto de temporal como de riego y las áreas de bajo y alto riesgo de inundación (Figura 54).

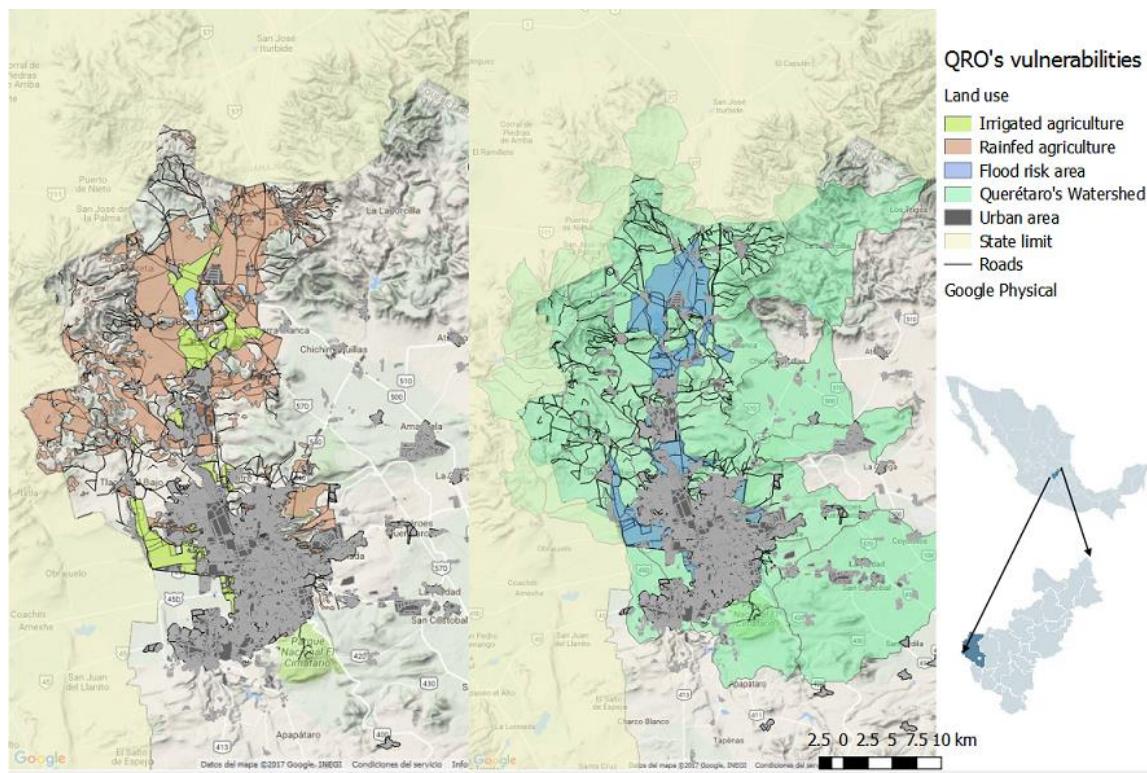


Figura 54. La vulnerabilidad urbana de zonas anteriormente destinadas a la agricultura de riego y temporal para abastecimiento local y actualmente ocupadas por el proceso de expansión demográfica (Fuente: Elaboración propia).

Reconocer las zonas de la cuenca en la ciudad, nos dio la pauta para comprender que el lecho se ubica principalmente sobre áreas altamente urbanizadas por zonas industriales y vías rápidas, así demostrar lab manera en la que el avance de la mancha urbana ha proliferado en zonas anteriormente destinadas a la agricultura de riego.

Debido a que actualmente no existen datos, como un censo, sobre el número o distribución de los huertos urbanos en la ciudad, se realizó un muestreo de conveniencia utilizando el método de bola de nieve. El muestreo comenzó con cinco propietarios de huertos de una lista de personas referidas por Radio UAQ, amigos y conocidos a los que se visitó e invitó a participar en el estudio. En la fase exploratoria inicial, los informantes clave proporcionaron más contactos de amigos con quienes intercambiaban semillas y saberes, lo que dio lugar a una lista de 17 urbicultores a los que empezamos a visitar. Esos propietarios de huertos nos facilitaron los nombres de otros propietarios de huertos, y así sucesivamente. También contactamos con grupos de Facebook y redes online (Sembradores Urbanos-Colectivo Tlalli,

NaYax, CIASPE, Zona Viva), así como con redes emergentes y horticultores autónomos dedicados a los huertos urbanos (Muta, Transición Querétaro y Urbicultura). A partir de estos contactos, la muestra se incrementó a 31 huertos, de los cuales 28 huertos fueron aptos para el estudio, debido principalmente a su producción de alimentos y disponibilidad de los dueños privados como anfitriones. Durante las tres temporadas de recolección de datos del estudio, de 2015 a 2017, cada uno de los 28 huertos fue visitado al menos tres veces en persona para aplicar encuestas, realizar entrevistas, documentar la agrobiodiversidad y las prácticas de manejo de suelo con la excavación de calicatas, únicamente donde se tuvo autorización del propietario o propietaria. La ubicación de cada huerto se registró con GPS para trazar los datos en Quantum GIS Versión 2.18.2 con GRASS 7.0.5 y Google Earth Pro (Figura 48).

Ubicación de los huertos en la ciudad

Con fines descriptivos, categoricé los 28 huertos urbanos y periurbanos basándome en la adaptación de Orsini (2013) de la tipología socioeconómica de Moustier y Danso (2006). Dieciocho huertos se tipificaron como agricultura a pequeña escala. Estos huertos eran urbanos, tenían menos de 100 metros cuadrados, funcionaban con el autoconsumo como objetivo principal y en su mayoría eran cultivados por mujeres. Dos huertos se clasificaron como agricultura comercial a pequeña escala, situados en zonas urbanas y periurbanas en menos de 1,000 metros cuadrados, y explotados tanto por hombres como por mujeres para la generación de ingresos a pequeña escala.

Cuatro huertos, explotados por hombres en zonas periurbanas en más de 2,000 metros cuadrados para la exportación y la generación de ingresos, se clasificaron como agricultura comercial. Cuatro huertos periurbanos de más de 5.000 metros cuadrados fueron clasificados como agricultura no especializada¹³. El tamaño de los huertos de nuestro estudio se encuentra en un rango de área de entre 12 m² y 0,6 ha, siendo el rango más común el de 25 a 60 m².

¹³ Sus *urbicultores* operaban a escala familiar, cultivando para autoconsumo y para la generación de ingresos a pequeña escala.

Los 28 huertos urbanos y periurbanos analizados eran sistemas muy complejos y heterogéneos. Las prácticas de producción de alimentos consistían en camas elevadas, camas biointensivas, camas de doble excavación, jardines verticales, siembra directa en el suelo, en macetas, en azoteas verdes, en jardines de patio trasero, en aceras de calles, en terrenos baldíos y en parques municipales.

La mitad de los huertos urbanos (14 de 28) se utilizaron principalmente para mejorar el autoconsumo o la autosuficiencia alimentaria de los hogares. Otros usos fueron comerciales (7), didácticos/de aprendizaje (4) y recreativos (3) (Figura 55).

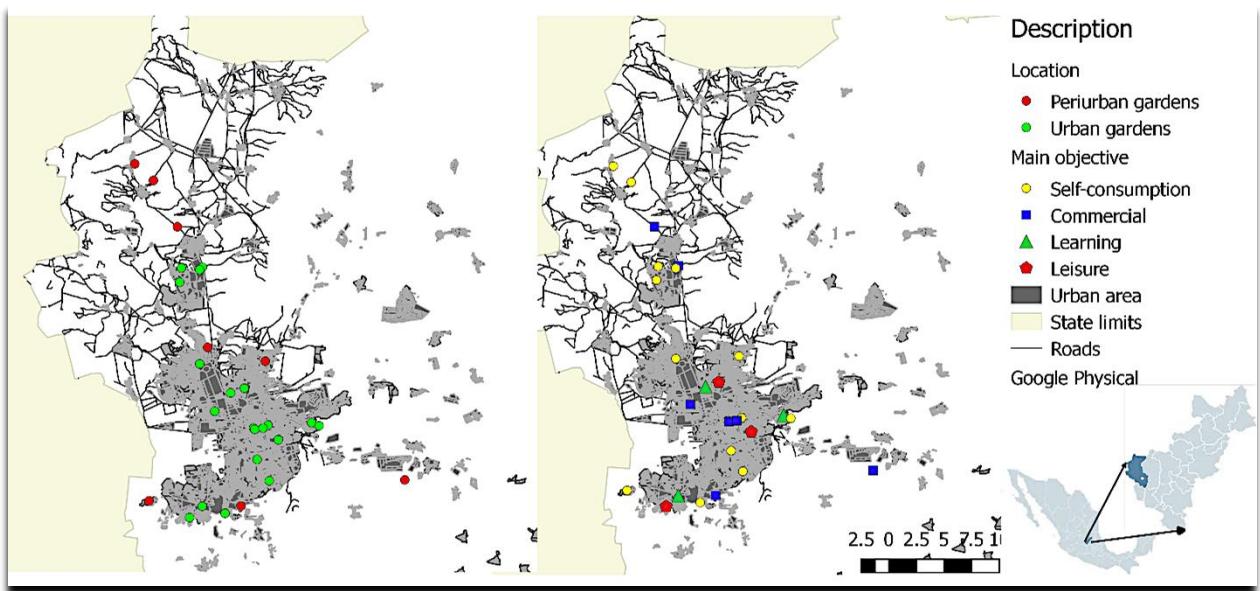


Figura 55. Distribución de huertos por ubicación (tipo urbano=círculo rojo o periurbano=círculo verde; Lado izquierdo) y propósito principal (autoconsumo=círculo amarillo, comercial=cuadrado azul, didáctico=triángulo verde y recreativo=pentágono rojo; Lado derecho) en la ciudad de Querétaro, México. (Fuente: Elaboración propia)

La mayoría de las parcelas de autoconsumo estaban situadas en zonas de renta alta, excepto el «Huerto del Buen Comer» de Menchaca, situado en una zona de renta baja y marginal. Los huertos comerciales se encontraban generalmente en zonas periurbanas, excepto «Bioleta Café», situado en una zona residencial urbana. Todos los huertos comerciales podían pagar a sus empleados. Es importante señalar que, a pesar de que la mayoría de los *urbicultores* eran mujeres, la mayoría de los *urbicultores* con estatus de Población Económicamente Activa (PEA) o empleados formalmente, eran hombres. Esto se debe a la preponderancia de

los huertos comerciales gestionados por hombres en las ubicaciones periurbanas. Casi el 86% de los huertos del estudio eran comunitarios, lo que significa que son financiados y gestionados «internamente» por miembros de la comunidad sin el apoyo municipal.

Sólo cuatro del total de 28 casos dependían de fondos de asociaciones civiles o de ayudas gubernamentales. Uno de los resultados es que la seguridad en el acceso y la tenencia de la tierra era una de las principales preocupaciones de los encuestados, ya que los huertos comunitarios son informales y viven en permanente riesgo de ser desplazados o desposeídos por el desarrollo urbano. Además de dicha inseguridad en la tenencia de la tierra, los horticultores urbanos mencionaron otros factores limitantes, como la falta de abono, de conocimientos de gestión de semillas y de variedades locales, seguidos de la falta de espacio, los costes del agua y la presencia de plagas.

Fase 2. Diseño experimental

Se realizó el muestreo no probabilístico por bola de nieve, a partir de las referencias de los radioescuchas, de redes de intercambio de urbicultores y de los urbicultores identificados al inicio del estudio.

Para alcanzar el objetivo de caracterizar a los urbicultores, la agrodiversidad en los huertos urbanos y periurbanos se operacionalizaron los siguientes objetivos particulares:

- a) Mapeo de la urbanización sobre tierras de agricultura de temporal y de riego, b) Entrevistas para procedencia y clasificación socioeconómica, c) Ubicación de los huertos en la ciudad, d) Tamaño y caracterización de los huertos con base en la clasificación de Orsini (2013).

El diseño experimental inicial se basaba en un muestreo estratificado y buscaba tomar ventaja del patrón espacial en la población para obtener medidas más precisas de la abundancia poblacional. Posteriormente, el muestreo adaptativo es mucho más eficiente en función del esfuerzo que el muestreo aleatorio convencional, en especial cuando los huertos urbanos están agrupados y son más raros. Thompson (1990) señala que el muestreo adaptativo es 12% más eficiente para $n= 10$ cuadrantes y 50% más eficiente cuando hay $n=30$ cuadrantes. Se consideró correr un experimento piloto con un método aleatorio simple y luego un muestreo

adaptativo de aglomerados para determinar el tamaño de las varianzas resultantes (Krebs, 1989).

En este caso, se pensó muestrear aglomerados “clusters” de forma no aleatoria. El muestreo adaptativo de aglomerados inició con una muestra base de cuadrantes seleccionados de manera aleatoria simple con reemplazo o con muestreo aleatorio simple sin reemplazo. Cuando uno de los cuadrantes seleccionados contuvo el huerto urbano de interés, los cuadrantes adicionales adyacentes al cuadrante original se añadieron a la muestra. De acuerdo con la metodología de Krebs para utilizar el muestreo adaptativo primero se realizan algunas definiciones del universo muestreado:

Condición de selección de un cuadrante: Un cuadrante es seleccionado si contiene al menos un huerto urbano.

Adyacencia al cuadrante X: Todos los cuadrantes que tienen al menos un lugar en común con los cuadrantes X.

Límites de los cuadrantes: Cuadrantes que no satisfacen la condición de selección pero que están continuos a los cuadrantes que satisfacen la condición (ej. cuadrantes vacíos).

Red: Un grupo de cuadrantes cuya selección aleatoria guiaría a todos los cuadrantes incluidos en la muestra.

Es claro que no podemos calcular la media de los 37 cuadrantes contenidos en el ejemplo para obtener una estimación de la abundancia de la media de huertos urbanos sin sesgo. Para estimar la abundancia de la media (Paso 1) de un muestreo adaptativo sin un sesgo procedería de la siguiente forma:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^k y_{ij}}{m}$$

donde W_i = Promedio de abundancia de la red de i-es.

Y_{ij} = Abundancia de los organismos en cada cuadrante k dentro de la red de i-es.

M_i = Es el número de cuadrantes en la red de i-es.

Paso 2. De estos valores obtendría un estimador de la abundancia de la media como sigue:

$$\bar{x} = \frac{\sum w_i}{n}$$

\bar{x} = un estimado in-sesgado de la abundancia media de un muestreo aglomerado adaptativo

n = número de unidades de muestreo inicial seleccionados por muestreo aleatorio.

Si la muestra inicial es seleccionada con reemplazo, la varianza de su media es dada por:

$$var(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^k (w_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}$$

\bar{x}

var

donde \bar{x} = estimado de la varianza de la abundancia de la media para muestreo con reemplazo.

Si la muestra inicial es seleccionada sin reemplazo, la varianza de la media está dada por:

$$var(\bar{x}) = \frac{(N-n) \sum_{i=1}^n (w_i - \bar{x})^2}{Nn(n-1)}$$

donde N = Es el número total de cuadrantes posibles en el universo muestra.

Debido a que el muestreo adaptativo es idealmente dirigido a poblaciones que se encuentran altamente aglomeradas y comenzamos a ubicar huertos muy dispersos o muchos cuadrantes seleccionados aleatoriamente no contendrían huertos con potencial de estudio, se cuestionó su pertinencia y se reemplazó por un muestreo no-probabilístico o bola de nieve, a partir de las referencias de los radioescuchas, de redes de intercambio de urbicultores y de los urbicultores identificados al inicio del estudio.

Una vez definida la muestra y para lograr los Objetivos del Diagnóstico agroecológico se realizó el:

a) Mapeo de la mancha urbana sobre las tierras de agricultura de temporal y de riego en GRASS GIS versión 7.0.5

b) Ubicación de los huertos en la ciudad, su agrodiversidad, el tamaño y características de los huertos, y su inventario fotográfico con la composición botánica por huerto para respaldar el Índice de Valor de Importancia o Factor IVI global (Factor IVI); la caracterización de los tipos de manejo en huertos. A sugerencia del asesor de tesis, se realizó el inventario hortícola de los 28 huertos urbanos, clasificado en sus formas de vida arbórea, arbustiva y herbácea (Suzán et al., 2016).

Una vez logrado un cierto nivel de confianza con los propietarios se pudieron realizar las pruebas de,

c) Clasificación de propiedades biofísicoquímicas del suelo y,

d) Entrevistas para procedencia y clasificación socioeconómica correspondientes.

Para la caracterización de cada huerto en función de su 1) composición hortícola, 2) productividad agrícola, 3) manejo de agua y suelo, estableciendo 9 categorías o indicadores organizadas en: ciclaje de nutrientes, prevención de la pérdida de nutrientes, retención de humedad de agua edáfica, diversificación, calidad de suelo, apoyo organizacional, aspectos de tenencia de la tierra y prácticas de control de plagas o manejo biológico.

Tabla 6. Formato del Instrumento Encuesta de Diagnóstico de Prácticas Agroecológicas. Adaptado de Altieri et al. (2015)

Indicadores	Práctica 1	Puntuación (0-3)	Práctica 2	Puntuación (0-3)	Práctica 3	Puntuación (0-3)
Reciclaje de biomasa	El huerto composta los residuos verdes generados.		Uso de mantillo.		Uso de estiércol animal (Vermicompost, gallinas, estiércol, etc.)	
Prevención de la pérdida de nutrientes	Acolchado, el jardín tiene una cobertura		Control del riego. Riego adecuado		Uso de cultivos de cobertura para la fijación	

	continua del suelo.		en la cantidad correcta y en el momento adecuado. Uso de riego por goteo		biológica del N.	
Conservación del agua y humedad del suelo	Uso de mantillo para reducir la evaporación del agua.		Estabilidad física del suelo: Gestión de la materia orgánica del suelo para aumentar su capacidad de retención de agua.		Sistemas de captación. Recogida de agua de lluvia.	
Diversificación genética Uso de semillas de polinización abierta y/o variedades autóctonas.	Diversifica tu huerto en función de las propiedades que puedas dar a cada planta.		Asociaciones de cultivos y rotación de cultivos.		Uso de plantas adaptadas al bajo consumo de agua.	
Calidad del suelo	Enmiendas del suelo: compost, estiércol, etc.		Se ha analizado el suelo. (No=0, Sí=3)		Resultados del análisis del suelo. Prácticas para remediar o cultivar en suelos contaminados. (Ej. camas elevadas)	
Apoyo organizativo	El huerto cuenta con participación vecinal, familiar o		El huerto está abierto al público (horario).		El huerto cuenta con mano de obra comunitaria voluntaria.	

	comunitaria activa				
Aspectos de propiedad	Cuenta con un soporte de infraestructura satisfactorio .		Seguridad en el terreno.	El huerto cuenta con trabajo remunerado.	
Prácticas de control de plagas	Uso de métodos ecológicos o de bajos insumos externos.		Disponen de un hábitat natural para insectos beneficiosos.	Estos métodos son eficaces.	
Productividad	Baja 0-3,0 kg/m ²		Media (Acumulativa) 3,0-5,0 kg/m ²	Alta (Acumulativa) 5,0->7,5 kg/m ²	
Las puntuaciones de 0-3 oscilan entre: 0=Nunca, 1=A veces, 2=A menudo y 3=Frecuentemente.					

Una vez trazada la agrobiodiversidad de los huertos urbanos por sitio, se utilizó una herramienta de extrapolación para describir e informar de su potencial en toda la ciudad. Se utilizó el algoritmo de ponderación de distancia inversa (IDW) para interpolar e informar de los datos altamente variables asumiendo que el peso de los inversos distantes tiene una influencia local que disminuye con la distancia (Childs, 2004; Cuador, 2017). La ponderación se asignó a los puntos de muestra mediante el uso de un coeficiente de ponderación que controla cómo disminuirá la influencia de la ponderación a medida que aumente la distancia desde el nuevo punto.

Análisis del suelo

Contenido de materia orgánica, contenido de carbonatos y pH

Debido a que la estructura del suelo describe la forma en que se agregan las partículas del suelo. Esta propiedad, por tanto, define la naturaleza del sistema y los canales de un suelo (Brady et al., 2010).

La estructura se caracterizó en muestras intactas conforme a los criterios de la FAO (2009).

Dentro de los indicadores químicos sugeridos por la metodología de Van Reewick (2002) se han determinado el contenido de materia orgánica, el contenido de carbonatos y el pH.

El pH como responsable de las propiedades biofísicoquímicas del suelo, incluyendo la capacidad de intercambio, retención de nutrientes, así como de la estructura, la dinámica de retención de agua y disponibilidad de nutrientes (Ver Anexo 3).

Estructura y Textura del suelo

Juntas, la textura y la estructura del suelo ayudan a determinar la capacidad del suelo para retener y conducir el agua y el aire necesarios para sustentar la vida. Estos factores también determinan cómo se comportan los suelos cuando se utilizan para carreteras y cimientos de edificios, o cuando se manipulan mediante laboreo. De hecho, a través de su influencia en el movimiento del agua a través y fuera de los suelos, las propiedades físicas también ejercen un control considerable sobre la destrucción del propio suelo por la erosión.

Estructura de los suelos

El término estructura del suelo se refiere a la disposición de la arena, el limo, la cal y las partículas orgánicas en los suelos. Las partículas se aglutan debido a diversas fuerzas y a diferentes escalas para formar unidades estructurales diferenciadas denominadas mascotas o agregados. El término «ped» se utiliza normalmente para describir la estructura a gran escala que se observa en los perfiles del suelo y que incluye unidades estructurales cuyo tamaño oscila entre unos pocos mm y aproximadamente 1 m. Los horizontes superficiales suelen caracterizarse por una estructura granular redondeada que presenta una jerarquía en la que macroagregados relativamente grandes (de 2 a $250 \text{ } 10^{-6}$ m). Estos últimos, a su vez, están compuestos por diminutos paquetes de arcilla y materia orgánica de sólo unos pocos um de tamaño.

Color del suelo

El color suele ser la característica más obvia de un suelo. Aunque el color en sí mismo tiene poco efecto sobre el comportamiento y el uso de los suelos, proporciona pistas sobre otras propiedades y condiciones del suelo. Para obtener la descripción precisa y repetible de los colores necesaria para la clasificación e interpretación de los suelos, se comparan pequeños trozos de suelo con fichas de colores estándar en cartas de colores Munsell especiales. Las cartas de colores Munsell están ordenadas por colores en tres componentes, según la forma en que la gente ve el color: el matiz (en los suelos, normalmente rojizo o amarillento), el valor (claridad u oscuridad, un valor de 0 es negro) y el croma (intensidad o brillo, un croma de colores está ordenado en páginas en las que los valores aumentan de abajo a arriba y los cromas aumentan de izquierda a derecha, mientras que los matices cambian de una página a otra.

Penetrabilidad de los suelos

Definida como la masa por unidad volumen de sólidos en el suelo (en contraste con el volumen total del suelo, que incluye el espacio entre partículas). Si 1 metro cúbico (m^3) de suelo sólido pesa 2.6 megagramos (Mg), la densidad de partículas es de 2.6 Mg/ m^3 (que también puede expresarse como 2.6 g/ m^3) (Brady & Weil, 2017).

La densidad de partículas es esencialmente lo mismo que la gravedad específica de una sustancia sólida. La composición química y las estructuras cristalinas minerales determinan su densidad de partículas. La densidad de las partículas no se ve afectada por los espacios porosos, por lo tanto, no está relacionada con el tamaño de las partículas o con la arquitectura de su arreglo (estructura del suelo).

La densidad de partículas de muchos suelos minerales varía entre los límites entre 2.6 a 2.75 Mg/ m^3 debido a los cuarzos, feldespatos, micas y silicatos coloidales que constituyen la mayor proporción de suelos minerales.

Entrevistas para procedencia y clasificación socioeconómica

A manera de exploración y durante la fase piloto, antes de llevar a cabo el Diagnóstico del Manejo Agroecológico (Apéndice del Cap.3), se sostuvo una conversación semiestructurada

con el urbicultor para identificar el potencial del huerto y determinar su participación en el estudio. Por razones de privacidad únicamente se tomó la geolocalización del sitio sin nombres completo.

Tabla 7. Guía de observación y entrevistas de campo.

Guía de observación de campo
1. Aprovisionamiento cultural
a) ¿Cuánto tiempo llevas viviendo aquí?
b) ¿Cómo se parece el huerto al huerto de tus antepasados?
c) ¿Cómo distribuyes tu tiempo diariamente, teniendo en cuenta las implicaciones de la vida cotidiana para lograr un huerto de traspaso?
d) ¿Cuánto tiempo a la semana dedicas a regar tu huerto?
e) ¿Qué implicó realizar la transición de un jardín ocioso a un lugar donde es posible abastecerse de comida?
f) ¿Crees que el huerto te provee de una mejora en tu calidad de vida, relajación o intercambio con personas afines?
2. Listado de Composición de especies y estimación de la productividad primaria
a) ¿De qué cantidad te estás proveyendo? (listado y porcentajes o kg)
b) Tipos de plantas y origen
c) ¿Dónde compran sus semillas?
d) Interacciones entre especies y qué patrones ecológicos encuentro.
3. Impacto en la economía local
a) ¿Cuánto se compra?
b) ¿Cuánto se gasta?
c) ¿Se ahorra? ¿Cuánto?

La recopilación de datos se realizó a través de fuentes secundarias, estadísticas, imágenes satelitales, cartografía, observación, entrevistas a profundidad y semiestructuradas.

Las entrevistas fueron realizadas con enfoque de etnografía como métodos interrogatorios como entrevistas a profundidad, observación participante, muestreo de índices ecológicos en

huertos, inventario fotográfico y en algunos casos, donde el tiempo lo permitió la entrevista fue grabada en video.

Para el análisis cualitativo se utilizaron métodos asociativos y de triangulación. Por métodos asociativos entendemos mapas asociativos de la historia oral, el método biográfico y el diario de campo.

VII. RESULTADOS

7.1 Caracterización de la agrodiversidad, el manejo de los huertos urbanos y su calidad de suelo

Artículo 1, ver en Anexo 1.

Villavicencio-Valdez, G.V. et al. (2023) Urban agroecology enhances Agrobiodiversity and resilient, biocultural food systems. The case of the semi-dryland and medium-sized Querétaro City, Mexico. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Sec. Social Movements, Institutions and Governance. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1066428>
Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2023.1066428/full>
(Accessed: 15 April 2024).

Resultados destacados

1. Las prácticas agreocológicas urbanas en Querétaro demostraron potenciar la agrodiversidad gracias a su gestión
2. Los huertos de aproximadamente 200 m² mostraron la mayor agrobiodiversidad, lo que representa un tamaño razonable para que los urbanistas, paisajistas y responsables políticos aborden la suficiencia alimentaria.
3. Los huertos diversificados promueven la complejidad del ecosistema ecológico urbano al tener una riqueza de biodiversidad de hasta 86 cultivos diferentes por emplazamiento. Producen una media de entre 5 y 7,5 kg/m² de cultivos hortícolas.
4. Las tres especies clave resultantes de las 142 variedades fueron el chile, el aloe vera y la acelga.
5. En esta muestra, el 64% eran mujeres con estudios formales de entre 40 y 49 años, y casi el 86% no contaban con apoyo externo.

Los resultados fueron analizados y sistematizados de acuerdo al método de triangulación con literatura, al diario de campo, la historia oral, el análisis de contenido de prensa, datos del inventario ecológico, referencias históricas, análisis cartográfico en GRASS GIS versión 7.0.5, transcripción y análisis de contenido para las entrevistas grabadas en video, censo de datos y entrevistas a informantes clave que no necesariamente resultaron en los sujetos de estudio.

El resultado más relevante del estudio fue que se encontraron 142 variedades hortícolas o comestibles. En comparación con estudios más exhaustivos de 209 especies en la selva congolesa por Whitney et al. (2017) y de 340 de variedades comestibles registradas en las bases de datos de diferentes instituciones y asociaciones ligadas al UNESCO City of Gastronomy en Tucson, Arizona impulsadas por el Dr. Gary Nabhan (2017).

En este estudio, las variedades clave identificadas fueron: *Capsicum annuum L.* (*Chile* 7.6/300%), *Aloe sp.* (*Sábila* 6.9/300%) y *Beta vulgaris* var. *cicla* (*Espinaca* 6.1/300%). Las familias más comunes fueron Solanaceae, Laminaceae, and Asteraceae, seguidas de Apiaceae, Rutaceae, and Rosaceae (Figura 56). El índice IVI fue calculado para árboles, arbustos y hierbas.

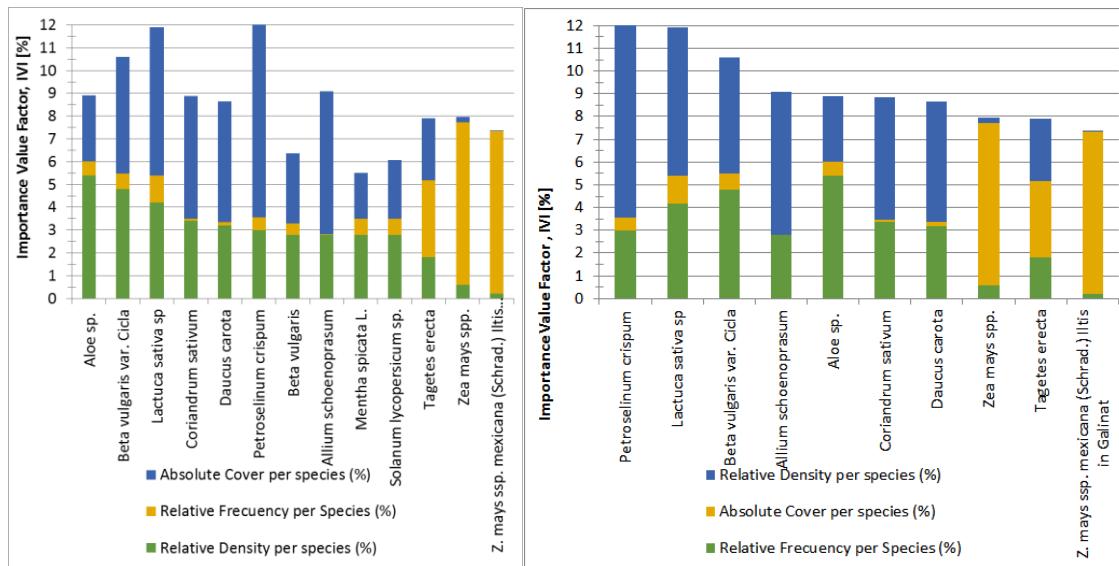


Figura 56. Índice de valor IVI más alto notificado por la principal variedad de hierbas.

Los índices de valor IVI más altos para los arbustos (Figura 57) fueron *Opuntia ficus-indica* (Higo chumbo 43,1%/300), *Capsicum annuum* L. (Guindilla 30,4%/300) y *Rosmarinus officinalis* (Romero 21,2%/300).

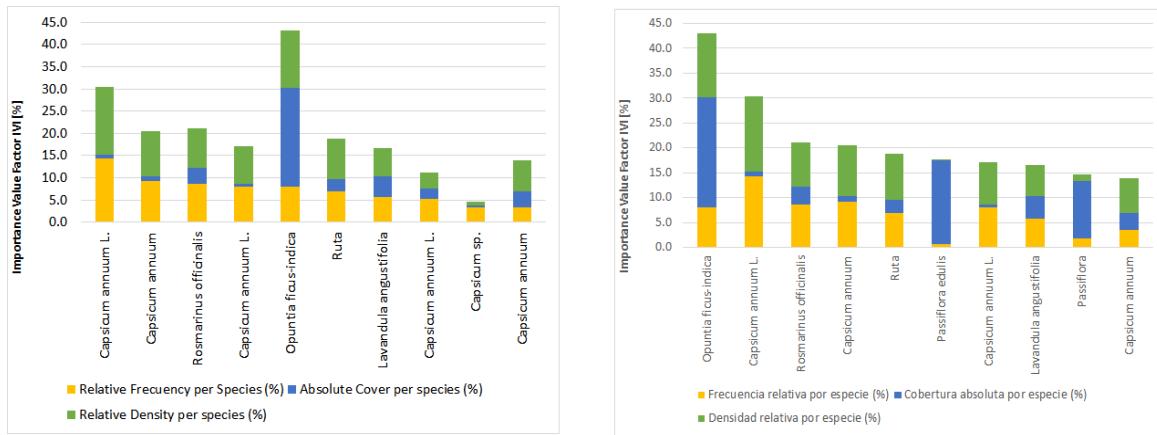


Figura 57. Índice de valor IVI más elevado comunicado por las principales variedades de arvenses.

Los índices de valor IVI más relevantes para los árboles (Figura 58) fueron *Carica papaya* (Papaya 24,5/300%), *Persea americana* (Aguacate 23/300%) y *Prosopis laevigata* (Mesquite 18/300%).

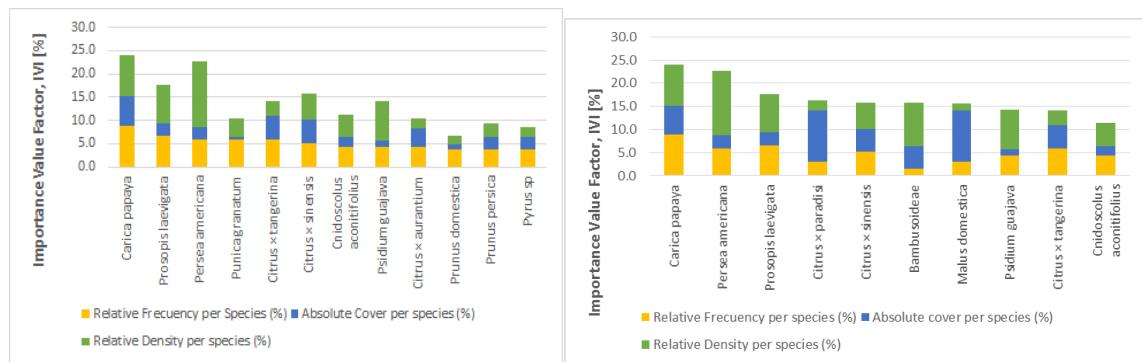


Figura 58. Índice de valor IVI más alto reportado por las principales variedades de árboles.

Otro dato relevante en los 28 sitios estudiados, fue la caracterización demográfica con 18 urbiculturas mujeres y 10 hombres con un promedio de 10.5 años de escolaridad, lo cual equivale a un poco más del primer año de preparatoria y de ellos el 65% fueron mujeres de 40 a 49 años con más de 15 años de escolaridad de más de 15 años de educación formal.

Tabla 8. Tipología de los perfiles socioeconómicos de los huertos urbanos identificados en la ciudad de Querétaro basado en Orsini (2013).

	Agricultura de pequeña escala	Agricultura comercial de pequeña escala	Empresas agrícolas	Agricultura no especializada
Número de Huertos identificados	24	2	2	1
Principal ubicación	Urbana	Urbana y periurbana	Periurbana	Periurbana
Destino de los productos	Hogar	Mercados urbanos	Mercados urbanos y exportación	Hogar y Mercados urbanos
Objetivo principal	Autoconsumo	Generación de pequeños ingresos	Actividades principales o de medio tiempo para la generación de ingresos	Autoconsumo y generación de pequeños ingresos
Clasificación por objetivo	Huertos familiares, privados y de traspaso, comunitarios, comerciales y escolares	Huertos comerciales y comunitarios	Huertos comerciales	Huertos familiares privados y de traspaso
Tipos de manejo	Directamente en suelo, camas biointensivas con doble excavación, en camas elevadas, verticales, techos verdes, camellones en vía pública, lotes baldíos, parques municipales, macetas y en botes de pintura	Lote municipal baldío, camellones, parque municipal, camas biointensivas con doble excavación, sombraderos.	Camas elevadas, directamente en suelo, sombraderos.	Lote municipal baldío, directamente en suelo
Tamaño	<100 m ²	<1,000 m ²	>2,000 m ²	>5,000 m ²
Tipos de productos	Vegetales y hortalizas, flores, frutales y gallinas	Vegetales y hortalizas, nopales, flores, oleaginosas, gallinas, conejos, borregos, leche	Vegetales y hortalizas, flores, gallinas y guajolotes, acuacultura, borregos, equinos	Maíz, frijol, frutales, flores, leguminosas, tubérculos y calabazas, tunas
Nivel de tecnologías apropiadas	Bajo	Bajo a medio	Medio a alto	Muy bajo
Género preponderante	Mujeres	Ambos	Hombres	Ambos
Factores limitantes	Falta de compostura, falta de semillas, plagas (áfidos, moluscos gasterópodos y gallina ciega) y tamaño de la tierra.	Tamaño de la tierra, acceso a la tierra, insumos agrícolas y conocimientos intensivos en agroecología, fluctuaciones del mercado	Conocimiento técnico, fluctuaciones del mercado	Acceso a insumos agrícolas o conocimientos intensivos en agroecología, fertilidad del suelo

La productividad fue significativamente mayor en sitios periurbanos, mismos en donde la riqueza de especies fue más baja. En Querétaro, la producción promedio en jardines urbanos varió entre 5 y 7.5 kg/m². En Cuba, en contraste, este rango oscila entre 10–20 kg/m² (Companioni et al., 2001; Ortiz et al., 2001; Hernández et al., 2005).

En nuestro estudio, los huertos urbanos de 200 m² registraron la mayor riqueza de especies –debido a la red de significancia mayor asociada entre su tradición culinaria y su memoria biocultural-, que los huertos comerciales identificados como periurbanos con mayor productividad, pero poca diversidad. Estos rasgos contribuyen tanto a proporcionar dietas diversificadas como a promover la complejidad y la redundancia (este último es uno de los principios de la resiliencia agroecológica) en el ecosistema urbano y sugieren espacios óptimos para la promoción de una unidad familiar por políticas públicas dirigidas a incentivar la agricultura urbana o urbicultura.

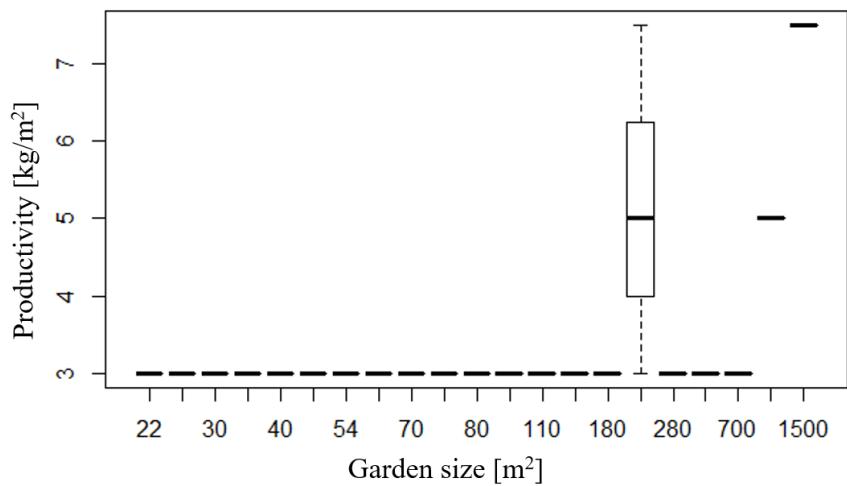


Figura 59. Desviaciones estándar por tamaño de huerto en función de la productividad en la ciudad de Querétaro, México.

La riqueza de especies era mayor en los huertos de tamaño medio (200 m^2) de los jardineros de clase media que en los de clase alta o en los huertos comerciales (Figura 59). De especial relevancia es el hecho de que los huertos urbanos con mayor productividad no fueran los más agrobiodiversos. La producción se asoció de forma más significativa con la ubicación (mayor productividad en las zonas periurbanas) que con la gestión (Figura 60).

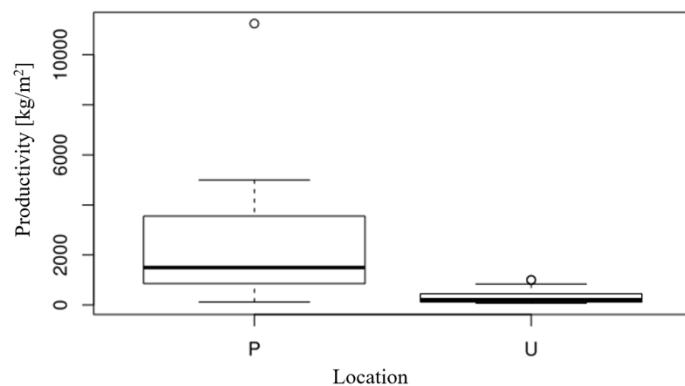


Figura 60. Productividad vs. Ubicación (P, Periurbano; U, Urbano) y Manejo (A, Agroecológico; C, Convencional) mostrando diferencias significativas por localidades en la Ciudad de Querétaro, México

La caracterización de los suelos urbanos está generando y renovando el interés de los planeadores urbanos no sólo para interpretar la posibilidad de producir alimentos frescos sino para manejar la captación de aguas pluviales y para mitigar el impacto de las islas de calor urbanas (Figura 61).

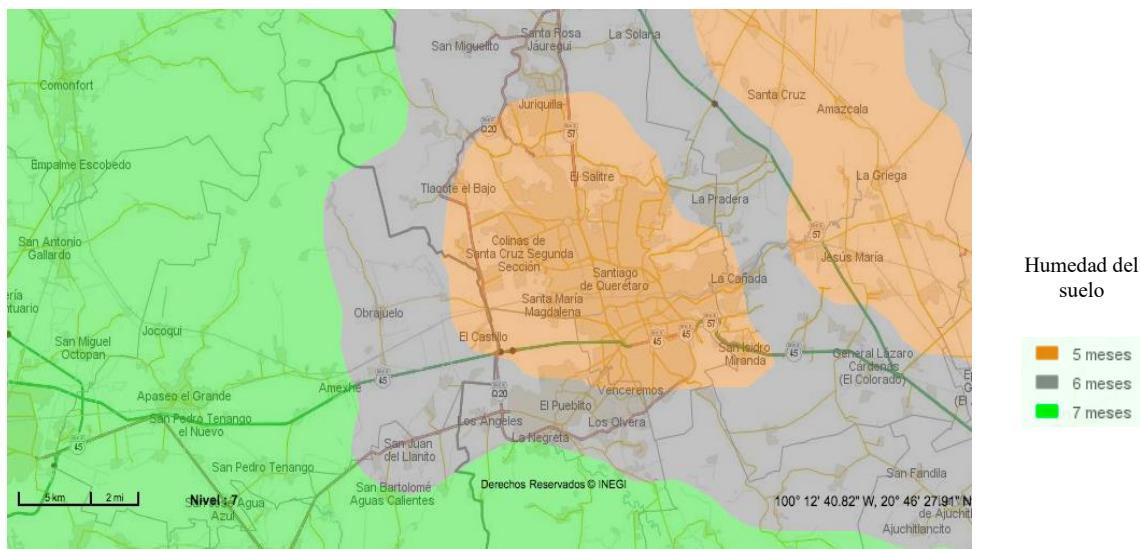


Figura 61. La isla de calor generada por el sellamiento de la cubierta del suelo aumenta la evapotranspiración de la cubierta vegetal, disminuye el tiempo de retención de humedad del suelo y favorece la pérdida por erosión ante la intensidad de las lluvias. Fuente: Mapa Digital de México, GAIA, INEGI 2017

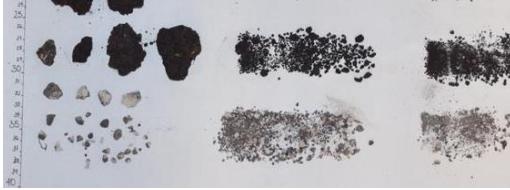
La Zona Metropolitana de Querétaro se sitúa en donde convergen los escurrimientos de la cuenca y grupos de referencia de suelos (GRS), entre los que predominan Vertisoles y PhAeozems, limitan la capacidad de percolación, provocando inundaciones.

La caracterización de los huertos de traspatio estudiados demostró que, en su mayoría, estos se encuentran en suelos urbanos que frecuentemente se encuentran degradados por actividades antropogénicas tales como la urbanización creciente mostrada en capas cartografiadas con datos de INEGI. La cercanía a vialidades principales o a zonas industriales nos permiten suponer que se encuentran contaminados por metales pesados, por hidrocarburos aromáticos policíclicos y por plomo Pb (Brown, 2016). Es por ello que su caracterización es importante para restaurar las funciones ecosistémicas y/o para proporcionar evidencia de su potencial productivo.

La caracterización física de los suelos estudiados determinó factores formadores expresados por indicadores físicos tales como la geomorfología (FAO, 2009), y propiedades y procesos como la estructura del suelo y su tamaño, el color, la organización de la pedogénesis, distribución radicular, poros, evidencia de materiales traslocados y disturbados (Weil & Brady, 2016). La densidad aparente se encuentra relacionada con la porosidad y la compactación de dicha agregación. La textura del suelo comprende la proporción de la

fracción mineral de sus componentes: arenas, limos y arcillas (Ver Anexo 3 para resultados completos por sitio evaluado).

Tabla 9. Ejemplo de caracterización edáfica del huerto 06 en la zona urbana de Santiago de Querétaro. A partir de la profundidad cambia la estructura física (FAO, 2009).

Geomorfología	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH	Textura
	Migajón	5YR-1/3	4	k3	5.0 6.0 7.0 8.0	CRL franco arcilloso
	Subangular en bloques	5YR - 1/2.5	3	k2	0-10 cm	R arcillo limosa
	Subangular en bloques	7.5YR - 1/2.5	3	k3	10-20 cm	R arcillo limosa
	Angular en bloques	7.5 YR- 1/8 y 7.5YR -8/6	0	k3 y 4	20-30 cm	R arcillo limosa
					30-40 cm	R arcillo limosa

Nota: Propiedades físicas y químicas del suelo 06-RiPe mostrando su geomorfología, agregación, estructura, carbonatos, color, M.O., pH y textura.

7.2 Propuesta metodológica de sistemas agroecológicos urbanos

Con base en los resultados publicados, la experiencia y la necesidad de organizar la información de futuras intervenciones en la investigación en agricultura urbana propongo un modelo metodológico tanto para la caracterización en huertos urbanos basado en la propuesta de resiliencia de Alejandro Henao (2014; ver Anexo 4) (Figura 62), buscando especialmente ampliar la muestra a grupos vulnerables y de bajos ingresos ya que fueron los menos representados hasta el momento, y la sistematización los patrones de apropiación de sistemas de alimentación bioculturales hasta la recuperación, cambio o continuidades de las dietas

urbanas. Este diseño y propuesta metodológica socioecológica puede funcionar para futuras investigaciones en agroecología urbana para ciudades medias.

Aunque en la revisión bibliográfica de la Agricultura Urbana (Lope-Alzina, 2012), el enfoque ha sido principalmente desde la agroforestería y etnobotánica; se indefinan aún graves vacíos hacia la comprensión ecológica, en la interrelación entre estructura, composición y funciones, la que a su vez está íntimamente relacionada con la dinámica social (relaciones de conocimiento, propiedad y acceso a los recursos, a la división del trabajo, diferenciación social –estatus migratorio, étnico, género- entre otras). El estudio de la resiliencia socioecológica, es un campo nuevo que puede nutrirse tanto de la ecología como de la sociología, historia, antropología y otras ciencias humanistas. Por lo tanto, enfoques multidimensionales y basados en una mirada integradora de epistemologías decoloniales, pero al mismo tiempo cuantificando lo que existe, pretende llegar a métodos mixtos más ricos e integrales o multidisplinares.

Esta metodología propuesta funciona tanto para medir la estructura y función de sistemas agroecológicos y agroforestales (Palomeque, 2009)¹⁴ en huertos urbanos que incorporan las funciones tanto de animales como de cubierta vegetal y arbórea en el espacio productivo y aumentan la complejidad del paisaje circundante y con ello la resiliencia ecológica de los sistemas. Nótese que el foco deberá ser puesto en la necesidad de recabar las narraciones e historias de vida de los urbicultores y específicamente, desde la resiliencia socioecológica, en que interactúen e intercambien consejos y experiencias en torno al manejo de agua y suelo, al control biológico de plagas y a la diversificación de cultivos.

¹⁴ En 1979, Bene y sus colaboradores definieron la Agroforestería como un sistema de manejo de tierras que combinan cultivos agrícolas, árboles maderables, otras plantas forestales y/o animales, aplicando prácticas de manejo compatibles con la cultura de las poblaciones locales e introducen los conceptos de incremento a la producción total y de la combinación simultánea o escalonada de los elementos del sistema (Palomeque, 2009). Según la FAO, la agroforestería es un grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo. Estas prácticas y sistemas están diseñados y ejecutados dentro del contexto de un plan de manejo de finca, donde la participación del campesino es clave. Una vez que el campesino ha realizado su Plan de Ordenamiento Territorial, el desarrollar sistemas agroforestales permite que su producción sea más sostenible, pues le ofrece un ingreso seguro y diversificado con menor riesgo.

La propuesta para medir la resiliencia de un sistema agroecológico propone tanto leer como interpretar tres ejes en un organizador de análisis basado en la notación visual del triángulo de textura edáfica, en donde se registra el grado de complejidad en un porcentaje y se separan en tres categorías analíticas que corresponden en conjunto a los componentes de la resiliencia socioecológica de un sistema analizados en la revisión de literatura: capacidad de respuesta, amenaza y vulnerabilidad, identificados por los colores azul aqua, rojo y azul (Figura 62). Dentro de ellas se caracterizan los indicadores dentro de tres variables sociales, económicas y ambientales para las diferentes categorías de análisis.

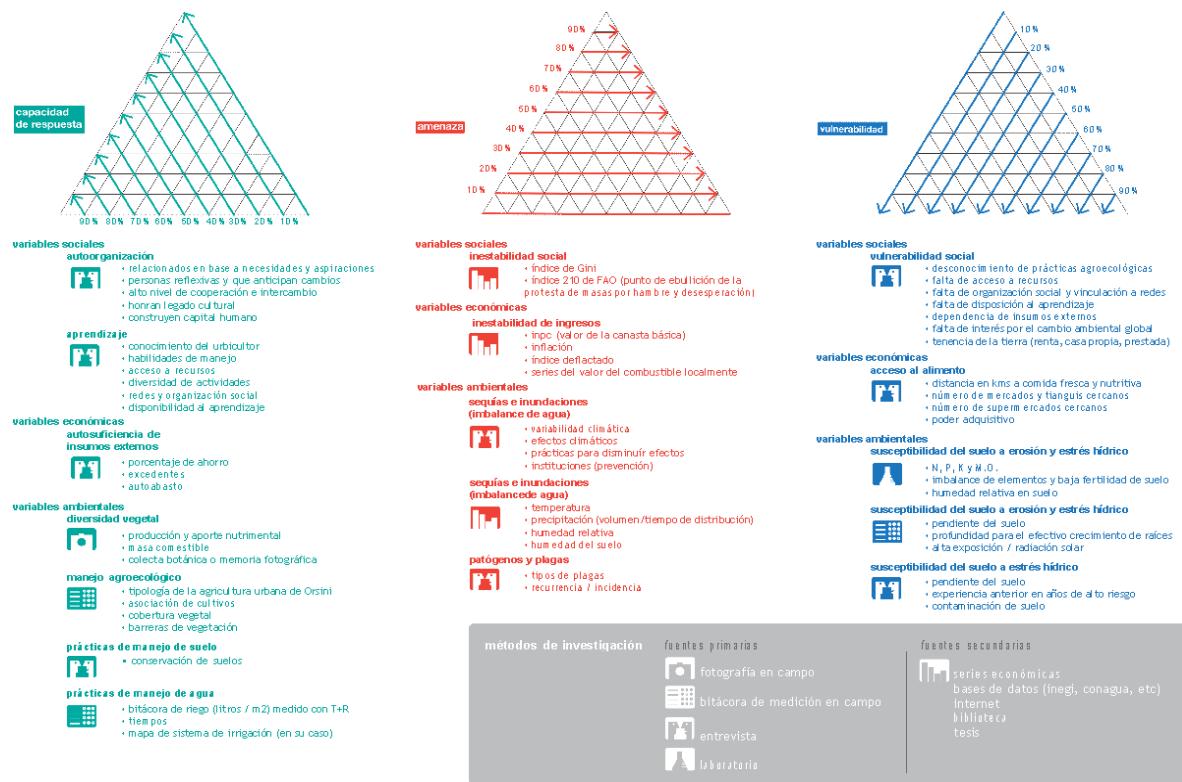


Figura 62. Ejemplo de metodología propuesta para medir la resiliencia socioecológica modificada de Henao (2014). Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, las fuentes secundarias necesitan registrarse a través de series económicas locales, bases de datos especializadas, tesis que muestran el estado del arte actual y hasta registros de cuentas activas en redes sociales que registran la actividad individual y colectiva de organizaciones locales en Instagram y X.

Ejemplo hipotético

Huerto urbano comunitario
Menchaca, Querétaro

30 capacidad de respuesta

40 amenaza

20 vulnerabilidad

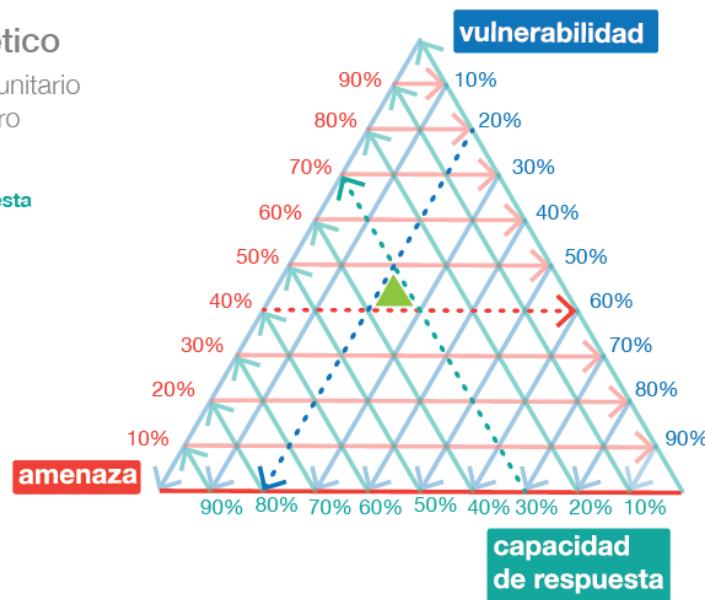


Figura 63. Ejemplo de metodología propuesta para medir la resiliencia socioecológica del Huerto Comunitario de Menchaca Fuente: Elaboración propia.

Una vez vaciados los datos y estimados los porcentajes de las tres categorías, se puede observar que la parte inferior izquierda del vértice del triángulo indica una resiliencia muy alta, mientras en los porcentajes bajos de la parte superior del vértice derecho, tenemos una resiliencia baja, mayor vulnerabilidad y el riesgo de una amenaza mayor (Figura 63 y Figura 64).

Triángulo de resiliencia socioecológica

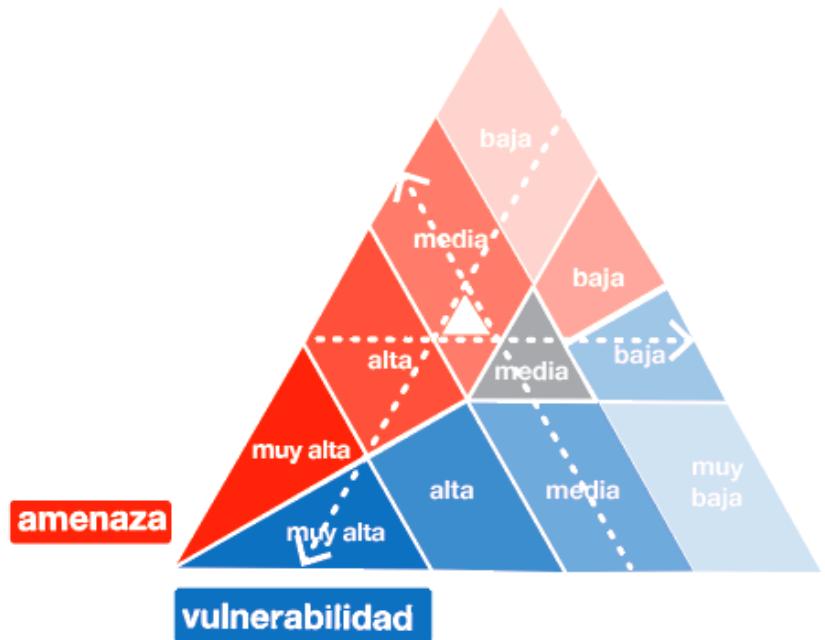


Figura 64. Propuesta de Metodología para medir la resiliencia socioecológica en huertos. Ejemplo con datos del Huerto Comunitario de Menchaca Fuente: Elaboración propia.

VIII. DISCUSIÓN

En general, el estudio proporciona datos exploratorios sobre la agricultura urbana y la agrobiodiversidad en Querétaro, con el fin de abrir la presencia de una corriente de urbicultores pioneros en la agroecología urbana que trabajan entusiastamente fuera de todo apoyo gubernamental, informar sobre futuras líneas de investigación necesarias y para brindar elementos e indicadores para la formulación de políticas sobre la agroecología urbana orientadas a resolver los retos de la resiliencia socioecológica en contextos de sobre población y concentración de servicios. Basándose en encuestas y entrevistas con

agricultores urbanos, el estudio también revela algunas de las vulnerabilidades de la agricultura urbana y periurbana en las que la posibilidad de brindar espacios públicos de 200 m² como espacios demostrativos podría funcionar de aliciente para activar la cultura de la producción local y adaptativa, brindar alternativas a la ignorancia responsable de la indiferencia ante hábitos de autoprovisión y generar redes de apoyo mutuo que beneficien al bienestar integral de la población urbana. Varios informantes mencionaron la tenencia de la tierra como una de las principales preocupaciones para la permanencia de los huertos. De hecho, el aumento del coste de los arrendamientos de terrenos y la especulación del suelo suelen ser aspectos desatendidos de la agricultura urbana a pesar de que pueden alimentar el aburguesamiento o gentrificación y marginar el espacio para la producción de alimentos, especialmente para las personas con menores ingresos (Mougeot, 2000; Schupp y Sharp, 2012; McClintock et al., 2016).

8.1 Manejo del agua y suelo en los agroecosistemas urbanos, consideraciones para el caso de Querétaro.

Un factor imprescindible para analizar el potencial de la agricultura urbana y suburbana en Querétaro, es el uso y manejo del agua en una ciudad cuyas reservas se encuentran comprometidas a futuro. En el reporte GEO Querétaro 2008, ya se determinaba que el agua subterránea de la ciudad presenta una sensibilidad especial debido al descenso de cuatro a seis metros anuales en niveles de pozos, lo cual planteaba la posibilidad de agotamiento del acuífero y la posibilidad de incrementar la vulnerabilidad de la ciudad ante fenómenos naturales y sociales. La limitada existencia de agua subterránea se ve presionada por la creciente demanda del servicio de agua para uso doméstico, en una zona cuya agua subterránea ha sido explotada por décadas y actualmente presenta un nivel de extracción de 180 m de profundidad de un total de 300 m. La ciudad prácticamente no cuenta con fuentes de agua superficiales y las aguas residuales son vertidas al Río Querétaro, cuyo tratamiento es parcial y la infraestructura del drenaje urbano resulta insuficiente. Se planea la construcción de obras para la distribución de agua en la ciudad. Hace diez años se planteó traerla desde la cuenca del Pánuco (Acueducto II) desde el manantial de Infiernillo, ubicado en el río Moctezuma, cuyo aprovechamiento solucionaría parcialmente la dependencia del

acuífero local (GEO Querétaro, 2008) y se planteaba supuestamente para un abasto de los siguientes 30 años (PERI, 2014). Sin embargo, los recientes conflictos en Cadereyta revelan la imposibilidad de que Acueducto II abastezca la ciudad a corto plazo. Recientemente se ha manifestado el interés de extraer agua de la presa del Batán y traerla sucesivamente de lugares más lejanos porque la ciudad es incapaz de autoabastecerse con la falta de sistemas de control y supervisión de extracción de agua acuífero de concesiones acordadas de manera privada con Coca Cola FEMSA, Nestlé y Grupo AGA.

8.2 Recomendaciones para prácticas de conservación y el manejo de la zona crítica edáfica para el sostenimiento de la agricultura urbana

De acuerdo a los objetivos de caracterizar las propiedades biofisicoquímicas del suelo para reconocer su estructura y asociarla indirectamente con la dinámica de retención de agua y disponibilidad de nutrientes, concluimos que en cada uno de los huertos se observa una buena estructuración y diversidad, resultado del cuidado y de las prácticas a pequeña escala de sus dueños. Además de conocer dentro de los indicadores químicos, el contenido de materia orgánica, el contenido de carbonatos y el pH para reconocer la capacidad de intercambio y la retención de nutrientes; hemos comprendido cómo tales propiedades ayudan a promover la infiltración y a la vez reducir el lavado del suelo, usualmente el más grande objetivo del manejo hidrológico y edafológico.

En las zonas urbanas es particularmente relevante, aunque aparentemente invisible porque desafortunadamente por cultura e historia urbanística el suelo está impermeabilizado. Es así que el uso de maquinaria para la preparación del suelo urbanizado puede dañar severamente el suelo y su capacidad de infiltración y saturar su conductividad hidráulica. La erosión por lavado del suelo derivado de las corrientes de la cuenca en zonas urbanas se incrementa mucho más de lo habitual debido a que el suelo está cubierto completamente por superficies impermeables (techos, calles pavimentadas y estacionamientos). El daño a las zonas riparias y de riachuelos en las ciudades se incrementa debido a las descargas y al exceso de nutrientes que es lavado a altas velocidades en el suelo, mientras las corrientes

concentran gran cantidad de lavados en un corto tiempo, y son un signo típico de la degradación ambiental que asegura que las corrientes se sobrecarguen.

Debido a que la sobreexplotación del acuífero Querétaro, por las razones de saqueo corporativo antes expuestas, está llegando a su fin en parte, por la falta de recarga local. Es por ello que se hace relevante asumir las posibilidades de generar alternativas a su manejo. El daño a las corrientes de descenso de la cuenca en las zonas urbanas, es afectada debido al exceso de erosión del suelo, causando severos problemas de hundimientos en cárcavas, vulnerabilidad en zonas con pendiente, colapsos, socavones, entre muchos otros. Es necesario que los planeadores urbanos e ingenieros trabajen con científicos del suelo para reducir las disrupciones al ciclo hidrológico en el desarrollo urbano. Habilitar pavimentaciones que permitan cierta infiltración (materiales permeables, porosos o abiertos y zonas de captación y recarga de mantos freáticos intencionadas) incluso en estacionamientos y jardines captadores de lluvia, para que retengan el lavado infiltrándolo lentamente, son parte de lo que se denomina diseño urbano de bajo impacto.

Si un suelo está lo suficientemente suelto y granulado o estructurado en forma óptima, una alta proporción de agua se infiltrará y se asegurará la recarga de los mantos freáticos. En contraste, los suelos altamente arcillosos con estructuras inestables resisten la infiltración. Otros factores que influencian el balance entre infiltración y pérdida por lavado incluyen el grado de la pendiente y las capas impermeables dentro del perfil de suelo. Estas zonas impermeables como fragipanes y arcillas pueden restingir la infiltración y favorecer la pérdida de suelo una vez que los horizontes superficiales se saturan pasando del límite plástico al límite líquido, provocando el deslizamiento de grandes masas de suelo (Brady & Weil, 2010) al alcanzar la profundidad del suelo menos porosa. Todo el suelo y los factores discutidos pueden resultar en que en algunas zonas exista mayor lavado de nutrientes que en otras y esta heterogeneidad espacial de la infiltración y lavado es particularmente importante para las funciones del agroecosistema en regiones secas como la ciudad de Querétaro.

La mayoría de los huertos identificados en este estudio practican estrategias de composteo

para la conservación del suelo. Algunos construyen terrazas con siembra de contorno en pendientes, acolchado, integración de bordos de flores para promover el acercamiento a polinizadores e insectos benéficos, otros alternaron ciclos de cultivo y realizan asociaciones de cultivos. En este mismo sentido, el riesgo del suelo se logra en algunos casos con el uso eficiente del agua con riego por goteo, el uso sistemas de captura y tratamiento de agua con Tlaloques o colecta de aguas de las actividades domésticas para riego como aguas grises.

Algunas de las recomendaciones para este tipo de tecnosoles y antrosoles identificados son:

- Organización vecinal o de grupos de transición hacia los huertos urbanos que aseguren espacios de intercambio con o sin soporte gubernamental
- Capacitación tanto en técnicas de cultivo como en transformación culinaria de las cosechas
- Dinamizar juntanzas y compartencias periódicas para asegurar que el tejido social urbano se mantiene dinámico y el intercambio de semillas asegura la propagación y el mantenimiento del germoplasma.
- Continuar evaluando la agrobiodiversidad y la resiliencia socioecológica y ampliar la muestra con esta propuesta metodológica

8.3 Aproximaciones al potencial de Querétaro como ciudad alimentariamente resiliente

La caracterización de esa resiliencia por unidad de huerto, es la principal motivación de esta investigación, para identificar los factores que facilitan o impiden su capacidad de réplica en otros sitios.

El objeto de la presente investigación no es demostrar que los huertos sólo son una estrategia mitigante del cambio climático, sino que son una estrategia adaptativa y hasta transformativa y que probablemente pueden ser resilientes por sí mismos en la medida que adopten estrategias y prácticas de conservación de sus recursos. Pese a la escala en la que estamos observando que se presentan, los resultados de esta investigación demostraron que las mujeres buscan estrategias adaptativas y alternativas para alimentarse de manera saludable

con sistemas de policultivos y a partir de una amplia diversidad de variedades de cultivos. El estudio de las interacciones bióticas, es un campo que se puede complementar entre los biólogos de la conservación, quienes han estudiado el impacto antropogénico sobre diversos componentes de la biodiversidad y los especialistas en el estudio de las interacciones bióticas a modo de un diálogo de saberes.

8.4 La agroecología urbana como estrategia pedagógica de liberación

El movimiento mundial por las Ciudades en Transición, el Descrecimiento y la Ecología Política, retoman a la Agroecología como la agricultura que reivindica los saberes ancestrales. La resiliencia socioecológica es una fuente de reflexión activa para la reconstrucción de un racional caótico que se incuba en el sistema imperial o global como experiencia alternativa cíclica e histórica, y que imagina a partir de sistemas de manejo de agrodiversidad diversificada, la construcción de otras alternativas de sociedad. Los teóricos que la apoyan están desafiando el monopolio de la cultura, cuestionando los cánones de la ortodoxia teórica y metodológica de la ciencia descartiana, atreviéndose a transitar por nuevos senderos que marcan el sentido común, al lado de las necesidades de las personas. Esta nueva reflexión epistemológica ambiental está denunciando la corrupción ética de las instituciones y de los científicos al servicio de la guerra, del despojo de semillas y tierras, del mercado. La batalla no es sólo epistemológica, también es política, científica y tecnológica, y finalmente de proyectos y de instituciones.

El conflicto de intereses entre el crecimiento económico y la supervivencia humana se da internamente en ciudades como Querétaro. La contradicción de la ciudad se da internamente, entre las distintas visiones desarrollistas modernas y, por otro lado, la conservación productiva de los recursos naturales. La racionalidad del crecimiento económico tiene que cambiar. No podemos basar la sustentabilidad en función de la rentabilidad económica. Los criterios de la sustentabilidad tienen que estar basados en la defensa de la vida misma. El Cambio Climático tiene el potencial de agudizar la necesidad de replantear criterios mínimos de subsistencia de las poblaciones locales, cuyos medios de vida en el territorio se irán deteriorando y que harán imposible la necesidad de una democratización ambiental a

partir del derecho de participación, movilización social para su apropiación y organización del manejo de los recursos naturales.

Las oportunidades son promisorias, pero ello implica fundamentalmente un giro en la racionalidad económica productiva, es necesario transitar de la racionalidad económica tradicional de un crecimiento económico sin límites basado en la sobreexplotación de los recursos naturales a un desarrollo socioeconómico basado en la productividad socioecológica sostenible y que de continuidad histórica a la memoria biocultural latente. La *praxis* y el *ethos* de la transición van a depender de un cambio de visión, de conciencia y de políticas públicas para dar ese giro epistémico decolonial y su transición.

8.5 Análisis y aproximaciones éticas de la función de la ciencia de la vida en el contexto del mercado de carbono, una guía para la toma de decisiones.

El pensar positivamente corrige la tendencia existente en los círculos intelectuales (técnicos, políticos populares, académicos) que llevan consigo, en su compromiso con, aunque no siempre desde, la causa popular, una actitud negativa frente a la vida, residuo de su rechazo a su ámbito de origen pequeño burgués y las transmite en su militancia, con mucha jerga revolucionaria y exhibicionismo de inconformidad con el mundo actual, a las masas populares, frenándolas más que motivándolas hacia la vida.

La opción por la vida en términos de Eric Fromm es optar por la práctica y actitud del biofilico, amante de la vida; esta opción también hace posible la voluntad y el poder de que hacer el cambio es posible. Por eso lo vamos a hacer sin megalomanismos en sus tácticas y con claridad en sus estrategias. El hombre nuevo no nace (-aunque sí se favorece) con el cambio de estructuras esclavizantes, el hombre nuevo nace cuando asume en libertad, con voluntad y poder (...). Esta opción es algo sagrado, no del ámbito del saber sino del poder. Esta opción hace posible la creación de un pensar, de "un mundo ideal" sin idealismos (...). Es un estado "animico" y de disciplina, un entrenamiento práctico y mental por lo cual podemos ver, hablar, juzgar y actuar positivamente; constructivo, liberador, creando espacios donde no solamente la vida es más agradable, sino sobre todo más justa a pesar de

los obstáculos. Ninguna revolución borra la estructura sino la modifica en sus posibilidades.

Francisco Vanderhoff Boersma sej
Barranca Colorada, Oaxaca, México 1986

Es imprescindible mencionar que el objetivo de esta investigación no es valorar económicamente los servicios ambientales para efectos de compensaciones de emisiones a la atmósfera, caer en la trampa del capital es la dirección a la que podría encaminarse un estudio como este sin la conciencia de sus implicaciones, cuyos resultados podrían caer en la tentación de extender la economía de mercado a los ecosistemas y a la atmósfera, intención existente desde hace varias décadas.

Bajo el enfoque Agroecológico no se ve al suelo de los huertos como sumideros de carbono ni a los fondos para la captura de carbono a partir del factor de biomasa calculado que puedan obtenerse bajo los mecanismos orientados hacia la racionalidad positivista concreta del mercado de carbono del Protocolo de Kyoto. El determinismo causal de la agroecología hace un análisis exhaustivo de las condiciones materiales de la historia contemporánea y de la función que está ejerciendo el científico en este contexto y decide orientarse a lo que es llamado la biofilia o el camino de la vida.

Visiones más moderadas y escépticas como la de Manuel Gonzalez de Molina (2011), postulan que muchos organismos internacionales están promocionando la llamada economía verde como un intento de dar respuesta a las crecientes demandas sociales de una economía más sostenible. Incluso algunos estados y grandes corporaciones han visto en esta “nueva economía” una gran oportunidad de negocio. “Sin embargo, la implantación de este tipo de economía no resuelve la crisis ecológica. Esta economía llamada verde se asienta en la sustitución a través del mercado de tecnologías sucias por otras limpias sin realizar cambios socioeconómicos profundos. Detrás de ello subsiste la idea de que la crisis será superada mediante sucesivos aumentos de la eficiencia en el uso de la energía y de los materiales, estimulados por los precios relativos y el funcionamiento autorregulado de los mercados. No está claro, sin embargo, que ello suponga una disminución del ya de por sí elevado consumo de recursos naturales, especialmente en los países ricos” (Gonzalez de Molina, M., 2011). En

otras palabras, mientras el problema sea enmarcado en la lógica de la mercancía y la ganancia no hay “solución” real.

Desde mi punto de vista, el mercado financiero de los bonos de carbono ha desarrollado un cuerpo teórico, conceptual y metodológico basado en la comodificación y privatización de la biodiversidad, que no significa un hecho gratuito. Conforme el capitalismo avanza, tanto en lo que se refiere a un desarrollo intensivo de la base técnica que lo produce, como a un desarrollo extensivo del tipo de relaciones sociales- que hacen posible la riqueza objetivo, también lo hace el modo de (re) producción dominante. Si la sociedad reproduce el modo de producción, en esta ocasión la Economía Verde, igualmente el paradigma de racionalidad que lo cubre en todos sus aspectos, avanza e intenta profundizarse. Entonces, el sistema teórico discursivo de los instrumentos de biodiversidad basados en el mercado o también llamados pago por servicios ambientales, constituyen un cuerpo justificado por la ciencia positivista social o también llamada tecnócrata desde el punto de vista de la racionalidad instrumental, que le permite justificarlo no como sociedad causal-histórica participativa, sino como sociedad confluente con las reformas en políticas internacionales y nacionales para facilitar el control de la biodiversidad. El discurso positivista se juega entonces como manera de pensar la sociedad capitalista para naturalizarla, la hipostatiza y las críticas al margen de esta lógica son consideradas retrógradas e incluso anacrónicas. El consenso se manufactura (Chomsky, 2001) con base en la normalización del cinismo. Es cierto que el hombre vive en función de su materialismo histórico y es delimitado por la producción social capitalista, que no es sólo producción económica, sino política, moral, ideológica, etc. y que no vive en una función de sí o de una sociedad libre. Opuesto a ello, existe una corriente basada en la defensa de los territorios, la cultura y la identidad comunitarias como claves para el fortalecimiento de iniciativas locales. Los mecanismos financieros del secuestro de carbono y la lógica de la compensación prolonga las causas de la degradación y destrucción de la biodiversidad por las razones que a continuación me permitiré vislumbrar.

El pago por servicios ambientales (PSA) juega un rol importante en la comodificación de la Naturaleza a través de la financiarización de las Funciones Ecológicas de la Naturaleza que ahora son considerados “Servicios Ecosistémicos”.

“(...) el proceso de comodificación cubre tres estadios: i) darle un marco a una función

ecológica como servicio, ii) asignarle un simple valor de intercambio y iii) ligar proveedores y usuarios de estos servicios en un mercado de intercambio”¹⁵

Para explicar por qué se habla de servicios y no de funciones de la Naturaleza, Gómez-Baggethun (2009) menciona que debido a que en las economías de mercado occidental lo económico es central y todo se ve en relación al costo – beneficio, explica que algunos conservacionistas sintieron que debían “traducir” los intereses ambientales dentro de la economía. Así el concepto de servicios ambientales, pudo verse al inicio como una herramienta de comunicación -y así hay que interpretar algunos ejercicios de valoración económica de la biodiversidad- que, en el mismo lenguaje dominante en lo político y económico, podía hablar sobre la importancia de la biodiversidad. Fue algo pensado para utilizarse en el corto plazo y desde un enfoque considerado como pragmático, no como un fin en sí mismo. Se veía en ese momento que otras políticas fallaban y como este lenguaje es parte del sistema dominante, se usó. Sin embargo, el mismo puesto a la luz del desarrollo económico actual tiene implicaciones cualitativas: en la práctica el concepto se extendió y ha permitido que las Funciones de la Naturaleza sean percibidas como valores de intercambio que pueden ser sujetos de monetización y venta. De esta forma, se comodifican las funciones de los ecosistemas y se reproduce al mismo tiempo, una lógica de mercado en el campo de la conservación de la Naturaleza. Los valores económicos, los métodos de valoración y los esquemas de mercado no son ideológicamente neutros, son culturalmente construidos y constituyen vehículos para articular nociones particulares de propiedad, rationalidades y formas de relación con la Naturaleza. Pueden inducir la competencia - a través de la definición de incentivos económicos para la conservación a lógicas de individualismo y competencia- en sociedades estructuradas previamente como colectivas y con valores de reciprocidad donde se hace lo mejor para todas las personas. Sus métodos de valoración, pueden igualmente eliminar los sentimientos o valores morales hacia la protección de la Naturaleza.

La crisis climática demuestra el agotamiento de este sistema prevista desde 1972 con la crisis del petróleo en el primer informe sobre los Límites del Crecimiento de Dennis Meadows en

¹⁵ Gómez-Baggethun, Erik et al. The history of ecosystem in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes, Ecological Economics, noviembre 2009, 10 páginas, p. 6.

el MIT. En este momento el capitalismo necesita expandirse y generar más riquezas, lo que viene a ser la nueva Casa de la Moneda, es propiamente la naturaleza. Sin embargo, frente a su crisis estructural el capital busca nuevas salidas que le permitan continuidad, para tener una mayor concentración de la riqueza y el poder, y garantizar el lucro para las corporaciones y clases dominantes. El propio dólar pasa por crisis, hay una discusión en el G20 sobre las tasas de cambio de los países. Hay todo un tema sobre las cuatro monedas: Yen, la Libra, el Dólar y el Euro y la posibilidad de los países BRICS de tener su moneda común dentro de esta canasta. La crisis estructural del propio sistema, y desde la crisis financiera de 2008 surge la idea de incorporar el capital natural, y todo el menú de la Biodiversidad como Servicios Ecosistémicos como nuevas variables macroeconómicas (Comunicación personal Camila Moreno de Grupo Belém, 2014). Este cambio de visión de la naturaleza, de ver a la biomasa como materia prima hace que los dueños de la tierra, del territorio y de las empresas puedan especular y en un momento dado puedan plantar árboles o maíz o caña de azúcar y eso puede ir a producir caña, madera, para producir plásticos, biocombustibles o según como les venga mejor el precio en ese momento.

La interpretación de la naturaleza como un proveedor de servicios ecosistémicos, habla de una naturaleza como un *proveedor* de aire limpio, de agua, agua limpia o medio para la fertilización de la tierra con el fin de obtener cosechas. Entonces esos son "servicios" y nosotros estamos acostumbrados a pagar por servicios. Entonces el próximo paso que no es nada banal, nada sencillo, tiene que ver con ¿Cómo uno puede establecer esquemas para pagar por servicios ambientales? (Thomas Fatheuer, 2014). Hoy en día no hablamos más del bosque hablamos de "capital natural" en esa parte del bosque, de ese nuevo "capital natural" hay "x" cantidad de biodiversidad. Y yo puedo describir eso en una unidad de biodiversidad. Ese es mi nuevo activo, puedo generar unos nuevos contratos que incluyen nuevos derechos de propiedad, yo puedo venderlo y especular con eso (Jutta Kill, 2014)

En el Convenio de Cambio Climático se está llamando "Net Zero Emissions" o en español sería "Emisiones Netas Cero". Eso básicamente quiere decir que los contaminadores pueden emitir una cantidad indiscriminada de contaminantes, de polución, de cortar árboles, o de carbono, siempre que lo compensen en otro lado. Entonces lo que hacen en un lado, restado en lo que hacen en otro lado, por ejemplo, hacen una plantación de monocultivos en otro lado

y con eso absorben carbono o que dicen que van a reponer la Biodiversidad con un proyecto como el REDD Reducción de Emisiones por Deforestación y Degrado. El supuesto es que eso compensaría la destrucción que están haciendo en otro lado. Sin embargo, en la realidad, esto no sucede y la estructura de consumo que orienta la visión del crecimiento económico no se toca. Para muestra basta un botón:

“Chevron es la corporación más grande en California¹⁶ y una de las diez corporaciones más grandes del mundo. Su refinería en Richmond, una de las más antiguas en los EE.UU.¹⁷, es uno de los mayores emisores de carbono de California¹⁸ y una de las principales fuentes de contaminantes peligrosos¹⁹. Tan sólo en los últimos cinco años la refinería ha sido citada más de 90 veces por violaciones en las regulaciones de aire, con un número de incidentes cada vez mayor tanto en 2010 y 2011²⁰. En lugar de reducir la contaminación en las comunidades en las que opera, Chevron gastó casi 4 millones de dólares cabildeando para aprobar la Propuesta 26 en California (para evitar que los contaminadores tengan que pagar por los impactos ambientales y de salud que provocan)²¹, mientras proporcionaba 3 millones de dólares a The

¹⁶ Chevron (2010). Chevron in California. <http://www.chevron.com/documents/pdf/ChevronInCalifornia.pdf> (Consultado el 14 de agosto, 2012).

¹⁷ Chevron Richmond (2012). About Chevron Richmond. <http://richmond.chevron.com/home/aboutchevronrichmond.aspx>, (Consultado el 7 de agosto, 2012).

¹⁸ Emitiendo poco menos de 4,8 millones de toneladas métricas de emisiones de dióxido de carbono al año. Vea Lesser A (2010). Court to Chevron: consider climate change. San Francisco Bay Guardian, 11 de mayo, 2010. <http://www.sfbg.com/2010/05/11/court-chevron-consider-climate-change> (Consultado el 14 de agosto, 2012).

¹⁹ US Environmental Protection Agency (EPA) (2007). Toxic Release Inventory. <http://www.epa.gov/region9/tri/report/07/tri-ca.html> (Consultado el 14 de agosto, 2012) (Identificando las instalaciones de Chevron en Richmond como uno de los principales contaminadores tóxicos en California); US Environmental Protection Agency (EPA) (Sin fecha). TRI Facility Detail Report on Chevron Richmond Facility. http://oaspub.epa.gov/enviro/fii_query_dtl disp_program_facility?pgm_sys_id_in=94802CHVRN576ST&pgm_sys_acrm_in=TRIS (Consultado el 14 de agosto, 2012); US Environmental Protection Agency (EPA) (Sin fecha). Envirofacts <http://oaspub.epa.gov/enviro/rsei.html?facid=94802CHVRN576ST> (Consultado el 14 de agosto, 2012); Dearen J (2012). Refinery fire highlights pollution concerns. BloombergBusinessweek, 8 de agosto, 2012. <http://www.businessweek.com/ap/2012-08-08/chevron-response-to-refinery-fire-under-criticism> (Consultado el 9 de agosto, 2012).

²⁰ Dearen J (2012). Refinery fire highlights pollution concerns. BloombergBusinessweek, 8 de agosto, 2012. <http://www.businessweek.com/ap/2012-08-08/chevron-response-to-refinery-fire-under-criticism> (Consultado el 9 de agosto, 2012).

²¹ Roosevelt M (2010). Prop. 26: A new strategy for big oil companies? Los Angeles Times, 1 de noviembre, 2010. <http://latimesblogs.latimes.com/greenspace/2010/11/prop-26-prop-23-oil-companies-chevron.html> (Consultado el 14 de agosto, 2012); Miller RL (2010). The curious case of why Chevron is sitting out Prop 23. Grist, 7 de noviembre, 2010, <http://grist.org/article/solvedthe-curious-case-of-why-chevron-is-sitting-out-prop-23> (Consultado el 14 de agosto, 2012). Además, Chevron gastó millones de dólares en cabildeo en el Congreso en 2011 y ha contribuido con cerca de 700 mil dólares para las campañas federales en el año 2012 hasta la fecha, vea Open Secrets (2012). Influence &

Nature Conservancy para el proyecto de Acción Climática de Guaraqueçaba (compensaciones REDD+), en Brasil.²² Al incluir las compensaciones subnacionales de carbono forestal en el Sistema de Comercio de Emisiones de California, se permite que empresas como Chevron sigan contaminando el medio ambiente en ese estado, mientras hacen un lavado verde de su imagen al establecer dudosos proyectos de compensación en otro lugar. (Greenpeace 2012)"

La financiarización de la naturaleza sólo se puede dar a partir de una negación de los derechos de los pueblos, a decidir sobre el uso y la forma de vida y convivencia en sus territorios. Y se da también a partir de una reforma en las legislaciones y toda la lógica de las políticas públicas para garantizar que ese tipo de inversiones en nuevos activos financieros puedan existir, y que sean aceptados socialmente y co-validados dentro del mercado financiero (Lúcia Ortiz, miembra de la Federación de Amigos de la Tierra Brasil/Internacional, 2014). Por ejemplo, lo que pasa en Brasil y en otros países de América Latina, es que está siendo construida una Arquitectura general sobre la Financiarización y eso involucra también un proceso de cambio de las leyes nacionales. Entonces en el 2012, la aprobación del Nuevo Acuerdo Forestal en Brasil aprobó ya el sistema de Pago por Servicios Ambientales, y eso fue un precedente muy importante para la profundización de ese proceso de Financiarización de la Naturaleza que abre un camino para un sistema de control nacional de la Legislación Nacional ahora llamado "Cap and Trade" Sistema de Límite de Comercio de Derechos de Emisión, que incluye al Carbono como la métrica principal que en la que se basa la financiarización ahora utilizada para la creación de nuevas métricas como la venta de Biodiversidad, la métrica para la venta de Servicios Culturales, Espirituales, para apreciar los paisajes estéticos, todo un proceso de arquitectura de implementación (Camila Moreno, Grupo Carta de Belém 2014). Se pone todavía peor con el tema de que todo esto no necesita ser directo, sino que puede ser a través de "bonos" que se le pueden vender de una compañía

Lobbying, Oil & Gas: Top Contributors to Federal Candidates, Parties, and Outside Groups.
<http://www.opensecrets.org/industries/contrib.php?cycle=2012&ind=E01> (Consultado el 7 de agosto, 2012).

²² UNFCCC (2011). Report of the Conference of the Parties on its sixteenth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010.<http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf> (Consultado el 14 de agosto, 2012).

contaminante a otra compañía contaminante y a su vez con la diferencia de dinero que hay finalmente terminan en que realmente estamos hablando de una "Cero reducción Real" no de Emisiones Netas Cero, los contaminadores no tienen ni siquiera que comprometerse a no contaminar (Silvia Ribeiro, Grupo ETC, 2016).

Entonces, se piensa que estas son las verdaderas soluciones. Hoy en día también existe un gran número de ONGs ambientalistas que se están transformando en dueños de la tierra y que están junto a las empresas del agronegocio para llevar a cabo proyectos en conjunto. (Jutta Kill, 2014). En el caso de Querétaro, preocupa la exclusión de pequeños propietarios de bosques y de la forma en la que el REDD se está llevando a cabo con compra de tierras y/o acaparamiento por parte de Organizaciones financiadas por el World Land Trust en la Sierra Gorda Queretana, operadas por élites locales como el Grupo Ecológico Sierra Gorda y muchas otras ligadas también a centros académicos públicos. Mediante un principio llamado "el que contamina, paga" la lógica de la financiarización permite que el contaminador sea realmente el mayor ganador. Ahora el contaminador paga y lucra, y tiene en sus manos el control de los territorios a través de estas ONGs.

En Chiapas, aún en la fase piloto de la REDD+, los indígenas tzeltales fueron confinados a Comunidades Rurales, parecidas al internado de reservas indígenas que sólo fueron posibles durante la colonización de Estados Unidos en territorios amerindios; en Chiapas han despojado a indígenas de sus tierras y han sido confinados a reservas indígenas en las llamadas por el gobernador Sabines, Ciudades Sustentables "microchip" que recluyen a los campesinos en lugares donde no tienen acceso a la tierra.

Lo que venimos identificando es que, en caso todos los proyectos REDD hay una inversión en el análisis sobre quiénes son los responsables de la deforestación. Nosotros sabemos que las grandes causas de la deforestación están en el agronegocio principalmente. Pero en los proyectos REDD, no se habla del agronegocio, no se habla de la deforestación por monocultivos de soya, de caña de azúcar, de palma aceitera. No aparecen. Lo que sí aparece en los proyectos REDD son los pequeños productores y la comunidad tradicional como responsable de la deforestación. Eso es una inversión de la realidad (Jutta Kill, 2014).

Frente a la ausencia de una política forestal y agrícola que destine más fondos federales a la capacitación y el intercambio de experiencias en manejo forestal y agroforestería, los

profesionistas se orientarán a “profesionalizar” su quehacer aprendiendo la metodología de cuantificar el bosque y abandonar el campo. Esta cuantificación se ha iniciado con el carbono en pie, continuará con el carbono en suelo y se extiende hasta servicios por captación de agua, recreación y más. Esta canasta de productos parece tener potencial para organizaciones que no descuidan las prácticas forestales, pero para ONGs pequeñas, pulverizadas por la escasez de fondos y con pocos recursos humanos, orientarse a esta profesionalización significa abandonar el fortalecimiento de capacidades en las comunidades; foco que debería ser el objetivo de la política forestal en México, independiente a las modas del llamado Progreso, con letra dorada y de molde.

Afortunadamente existen movilizaciones que buscan transformar este modelo y proveen de alternativas tanto a la deforestación como a la actividad de estos intereses privatizadores de empresas trasnacionales. Entre algunos actores y ONGs internacionales que ya se oponen al mercado de carbono están FERN, Friends of Earth International, Indigenous Environmental Network, the Durban Group, World Rainforest Movement, Rainforest Action Network, Global Witness, The Wilderness Society, Greenpeace y The Rainforest Foundation.

Por experiencia como participante del taller “Forest, Markets and Society” en la Universidad de Guadalajara sobre (REDD+), auspiciado por el Ministerio de Educación Alemana, puedo decir que, si las personas y campesinos quieren cuestionar detalles de su implementación, son confrontados con un entramado de jerga técnica, que es extremadamente excluyente, si no es que abiertamente elitista. Desde luego que los campesinos no se dirigen al lobby corporativo de las empresas directamente. Las grandes ONGs intermediarias, similar al coyotaje del movimiento trasnacional comprometido con el capital, como International Conservacy llegan con un enfoque de ambientalismo de mercado, con un discurso demasiado técnico, ofreciendo los servicios para acceder a estos mercados de carbono de REDD. Los técnicos forestales recién contratados y tras un entrenamiento en medición llegan a hacer los planes de negocio, los planes de manejo, los mapeos, a medir el contenido de carbono por hectárea de bosques, a juntar las fotos satelitales y a hacer el contacto con los inversionistas o los brokers de los bonos de carbono. De hecho, hay un gran mercado para los empleos verdes, para burócratas y para gente urbana, para gente que ya habla todo el discurso económico (Otros Mundos, 2012).

Por el contrario, en muchos países la agricultura urbana aún no es reconocida en políticas agrícolas y en planeación urbana. Generalmente los agricultores urbanos operan sin permisos por parte de las autoridades municipales, o en tierras utilizadas por derecho consuetudinario. Dado que este sector es oficialmente “invisible”, no recibe asistencia pública o atención. Los productores urbanos, con ambiguos títulos de propiedad en sus parcelas, con acceso limitado o no acceso a los servicios de extensión, tienen incentivos muy bajos para incrementar su producción. Es imperativo reconocer su valor práctico e integrar a las políticas públicas a la planeación urbana, las múltiples soluciones creativas que se han desarrollado y que no siempre se han mantenido para fortalecer a las comunidades urbanas y para mejorar sus condiciones de vida.

Se espera que el resultado de esta tesis puede servir como contribución para transformar los huertos urbanos en una actividad comercial y profesional propiamente reconocida e integrada a las estrategias de agricultura nacional, a los programas de alimentación, estrategias de nutrición y a la planeación urbana.

La FAO dice que los programas de agricultura urbana y periurbana deberían de tener un lugar preponderante tanto en los esquemas de mejoramiento de cinturones de miseria, como en el diseño de nuevas colonias para la clase baja que desafortunadamente reflejan a las mayorías y a los mecanismos de exclusión y desigualdad al lo largo de las ciudades medias en expansión por toda América Latina. Tanto como ingreso y como alimento, los jardines de vegetales ofrecen un ambiente urbano saludable, una reconexión con nuestra parte animal integrada al metabolismo de la ciudad – y el placer derivado de que los urbanitas vuelvan a meter las manos a la tierra y regar las plantas al amanecer o al atardecer para su ocio y bienestar.

8.6 Una visión de incidencia para futuras políticas públicas en materia de derecho a la alimentación para las zonas urbanas áridas y semiáridas.

En recientes años la visión de la justicia alimentaria desde los movimientos sociales urbanos y del derecho a la alimentación desde grupos disidentes formales de la FAO, han consolidado con mucho esfuerzo, las bases para contravenir las externalidades producidas por décadas de exposición química y social de la industria alimentaria en forma de las bases jurídicas para fundamentar y garantizar el derecho humano a una alimentación sana, inocua

y apropiada. Desafortunadamente, pasar de los principios a su consolidación en regulaciones y normas es un proceso que no está financiado por algún sujeto supranacional y depende enteramente de la capacidad cívica de la población consciente para operacionalizar reglamentos y las evidencias para señalar deberes e indicadores con límites para proteger y responsabilizar en torno al bien común de la alimentación saludable.

Aunque resulta un gran avance que la Ley General de la Alimentación Adecuada y Sostenible (2024) haya salido de su congelamiento por más de 10 años; los problemas estructurales que favorecen a las grandes corporaciones y dejan desprotegidos tanto a los pequeños y medianos productores como a los urbicultores se reflejan en falta de apoyos y poca infraestructura tanto física como social para potencializar su producción. Un ejemplo de ello son los créditos agropecuarios caros y capacitación centralizada que no permite la integración y socialización de saberes.

Ante este escenario, propongo algunas directrices de política pública que podrían facilitar el proceso de fortalecimiento de capacidades de los urbicultores en zonas áridas.

- Continuar la apropiación de la agrobiodiversidad de huertos urbanos a través de mesas de diálogo, cenas de urbicultores como la realizada a través de esta investigación y espacios de convivencia ciudadana.
- Garantizar la participación social, generando y sosteniendo espacios para la siembra en huertos demostrativos cuya superficie sea de mínimo 180 m² y que pueden establecerse temporal (contratos comodato) o definitivamente en terrenos vacantes y espacios subutilizados del área urbana.
- Estos espacios físicos deberán tener de preferencia un espacio comunitario de intercambio de palabra, una biblioteca de intercambio de semillas y un resguardo para la herramienta común que se utiliza.
- Los espacios pueden o no disponer de pequeñas subparcelas para el trabajo de familias asegurando que existan siempre espacios comunes para el intercambio.
- Generar los mecanismos para la participación ciudadana bajo convocatorias y acceso a fondos estatales renovables para generar proyectos de agricultura y agreocología urbana.

- Promover dentro de la gestión del espacio, la vinculación efectiva y el intercambio de saberes entre la población para vigorizar la memoria biocultural y el vínculo entre la apropiación de la alimentación y la cultura, por ejemplo en cocinas comunitarias.
- Divulgar con periodicidad los conocimientos científicos acerca del conocimiento y uso de la agrodiversidad proveniente de las canastas regionales.
- Adopción de medidas que impidan que los particulares priven a las personas del acceso a una alimentación adecuada.
- Fomentar programas, acciones y campañas permanentes para la población urbana y periorbana, y de fácil comprensión, en materia de información y educación nutricional y sobre los sistemas de producción como la agroecológica, así como de entornos y estilos de vida saludable.
- Facilitación de procesos colectivos de cuidado del huerto tomando en cuenta la perspectiva etaria, género e intercultural.
- Promoción de la canasta normativa regional para que los urbicultores socialicen prácticas de cuidados y alimentación apropiada al espacio biofísico árido, que resulten accesibles, asequibles y con pertinencia cultural.
- En los centro de trabajo deberá cuando menos haber la opción de adquirir alimentos no procesados, inocuos y de calidad, y asegurar el acceso al agua potable gratuita.
- Programar talleres demostrativos recurrentes, como la cena de urbicultores descrita en éste ejercicio de intervención, para preservar el uso de las técnicas tradicionales y saberes ancestrales para la producción de alimentos.
- Asegurar obras viales y normativas para asegurar la infiltración del acuífero Querétaro y reducir el sellamiento del suelo.
- Generar proyectos de adaptación para la convicencia social dentro de las zonas riparias con especial atención a zonas de vulnerabilidad y deslizamiento.
- Sanear en brigadas el afluente del río Querétaro y convocar a mesas de diálogo de la situación del acuífero.

- Promover con evidencia científica la creación de programas y de un presupuesto para operacionalizar las acciones concretas mencionadas, un equipo de mercadeo para divulgación y cabildeo dentro de los tres órdenes de gobierno para que la Urbicultura se vuelva parte tanto de la conversación, como que logre generar las condiciones para adaptarse y fortalecer para el bienestar el modo de vida urbanita.

IX. CONCLUSIONES

Los actuales hábitos alimenticios y de estilo de vida se han venido modificando y muchas prácticas y conocimientos tradicionales se están perdiendo o quedando relegados a la comida rápida y aquella que se vende en el supermercado. Los huertos urbanos no sólo adquieren relevancia en la mejora de la calidad de vida proporcionando alimentos saludables y ejercicio físico, sino que también permiten mantener una red social de intercambio de semillas, productos y conocimientos que contribuyen a la cohesión social y a la afirmación de la identidad cultural. Desde posturas conservadoras, la actual crisis económica puede ser mitigada por la producción en huertos de traspaso y contribuir en la subsistencia de la unidad familiar.

Las hambrunas y desastres sociales de gran magnitud ocurren con frecuencia, en sociedades o en dictaduras epistémicas y tecnocráticas modernas como la que en ocasiones se vive en la ciencia, en economías coloniales o de enclave que exportan sus recursos naturales sin transformar a países industrializados y en países de reciente independencia dirigidos por líderes nacionales despóticos o partidos únicos dominantes e intolerantes.

Retomando algunos conceptos y los discutiremos a la luz de diez años de experiencia metropolitana en la ciudad de Querétaro, nos permitimos visualizar posibles escenarios futuros. El conjunto de reflexiones presentes en esta tesis abordó las diferencias fundamentales entre dos visiones del mundo hacia la resiliencia socioecológica y a los servicios ecosistémicos, mismas que están guiando actividades paralelas con objetivos similares pero equidistantes en esencia. En este sentido, algunos sistemas agroforestales están

ya presentes en los huertos urbanos y son alternativas a los sistemas convencionales dominantes de producción de alimentos. Las ciudades en transición comparten un hilo común, siendo esta la emergencia de alternativas ciudadanas inicialmente autogestivas, la cualidad y cantidad de iniciativas estudiadas permite observar que existe una emergencia de estas prácticas, aún incipiente pero auténtica.

9.1 Reorientando el horizonte teórico de los servicios ecosistémicos, ambientales y la oferta ambiental

“Las dos partes más importantes del sistema alimentario — aquellos que cultivan los alimentos y aquellos que los consumen — deben ser reconectadas en un movimiento social que honre la profunda relación entre la cultura y el medioambiente que creó la agricultura por primera vez”.

Stephen R. Gliessman

Durante la primera fase del desarrollo de esta investigación, se pensó incluir el tema de los servicios ecosistémicos como un marco adaptativo capaz de ordenar la complejidad del estudio. Sin embargo y con el tiempo se fue retomando el marco de la Fractura Metabólica como metodología inductiva. En este apartado revisaremos las principales limitaciones del primer marco metodológico, especialmente de índole ético, observadas a lo largo del proceso de implementación. Aunque desde la perspectiva económica se asume a los servicios ecosistémicos, como las funciones existentes dentro de un sistema que permiten su funcionamiento y continuación en el tiempo (Constanza, 1997); en el transcurso de esta tesis hemos revisado cómo los servicios ecosistémicos derivan de un racional que busca ponderar el valor de las funciones dentro del ecosistema con la lógica instrumental de conservarla a partir de su valorización en términos económicos.

9.2 Retomando la ecología política ante la necesidad de una reformulación del modelo de la “ciudad formal”

Movilizar la ciencia en México exclusivamente por la necesidad económica de financiarla, y guiarla en exclusiva por su dependencia al mercado tiene el grave riesgo de que los científicos e instituciones se vuelvan meros subsidiarios de las compañías farmacéuticas, la gigantescas biotecnológicas, informáticas, energéticas transnacionales y las alimentarias agroindustriales; perdiendo su dimensión ética con la sociedad y con el sentido mismo de su experiencia. Por lo tanto, la ciencia de las partes es necesaria pero no suficiente para hacer frente a los problemas tan complejos que han surgido en la fase superior del capitalismo que vivimos hoy. Es por ello que el reconocido ecólogo norteamericano C.S. Holling mencionó en 1998 un axioma que adquiere relevancia contemporánea a la luz de los retos que mi generación enfrenta:

tanto la “ciencia de las partes”, como la “ciencia de la integración de las partes” son hoy esenciales para la comprensión y la acción del complejo mundo moderno; los investigadores que trabajan solamente una de estas dos corrientes estaría obligada a entender a la otra, de lo contrario, la “ciencia de las partes” puede caer en la trampa de proporcionar respuestas precisas a preguntas equivocadas y la “ciencia de la integración de las partes” generar respuestas inútiles a preguntas correctas (Holling, C.S., 1998).

Es por ello la necesidad de un diálogo inter y multidisciplinario, presente ya en algunas universidades del Norte Global. Se han incluído ambas vertientes que dan sustento epistemológico a la resiliencia socioecológica, sustento teórico que la Agroecología ha tomado para decantarla en la *praxis* de su lucha ambiental con la organización campesina de base más grande del mundo; La Vía Campesina, y que adquiere especial relevancia en el contexto, no meramente institucional de la universidad, sino en la organización que está sucediendo fuera de nuestro círculo y fuera de nuestra tendencia objetivizante de mirar la realidad: en el campo y en las calles de las ciudades. Son resistencias en las cuales los “gestionados” se convierten en gestores de sus propias vidas, como aseguraba Gustavo Esteva, donde comienzan a diseñar y ejecutar discursos y prácticas acordes a ellos mismos: alimentación, trabajo, educación, religión, salud, arte, para, por y desde ellxs en una constante confrontación con las élites (Esteva, 2014).

El derecho a la diferencia no es el derecho a la igualdad. Pues la homogeneización forzada en aras de la igualdad ha generado las mayores desigualdades sociales del mundo actual. “La tendencia dominante a tratar como igual lo que meramente es similar –una tendencia ilógica, puesto que nada es realmente igual– es lo que primero creó cualquier base para la lógica.” (Nietzsche F. en Leff, E. 2000)

La complejidad del mundo contemporáneo, nos está llevando a buscar formas alternativas para justificar nuestras prácticas en relación a la naturaleza. Muchas vertientes, de los movimientos de transición están apelando tanto al conocimiento pre-moderno, sus prácticas y tecnologías milenarias que mantuvieron durante más de 10,000 años el balance ecológico, hoy severamente amenazado por causas antropocéntricas. Es probable que los seres humanos no hayamos estado frente a un mundo tan vertiginoso como el actual (Toledo, 2003). Anthony Giddens (1999) le ha llamado “un mundo desbocado” y Francis Fukuyama (1999) “la gran ruptura”, para el historiador J. R. McNeill (2000) se trata de “algo nuevo bajo el sol” o “el fin del antropoceno” refiriéndose a Crutzen en 1995, quien acuñara el nombre de esta era geológica como el Antropoceno.

A pesar de posturas como la del Think Thank, The Marshall Institute cuyo excepticismo al cambio climático -se ha comprobado por las declaraciones de Matthew B. Crawford- obedece a un conflicto de interés con las petroleras que las financian; existe un consenso científico mundial con respecto a las causas antropogénicas del cambio climático. Este consenso, de acuerdo con la investigación de Naomi Oreskes, hace explícito en más de 928 artículos científicos ya desde 1993-2003, que “la tierra ha sido afectada por la actividad humana” y que es necesario caracterizar tanto los impactos de este cambio como mitigar los cambios predichos. El IPCC, academias nacionales en diferentes países del mundo y hasta el Informe Stern con su sesgo hacia la *economía verde*, han legitimado la existencia de un cambio superior en el calentamiento del planeta a partir de la Revolución Industrial (Stern, 2006). En los países de América Latina, a pesar de la deuda histórica de desigualdad entre países ricos y pobres, basada en un proceso de más de 500 años de colonización, y de instauración

de un modelo de racionalidad de enclave, en donde los recursos naturales del tercer mundo han sido absorbidos por el sistema financiero y económico de los países colonizadores. Existe un cambio incipiente en la ciudadanía común (Leff, 2000) y este cambio de conciencia se plantean principios y problemas éticos, de elección de la gente, de asumir o no los valores de la modernidad y del desarrollismo. El movimiento de transición y de descrecimiento acepta la desigualdad histórica y la necesidad de modificar los estilos de vida, reclama que, si todos buscamos el derecho a tener el nivel de vida de un norteamericano actual, entonces no hay manera de resolver el problema. El país no sería sostenible.

Desde hace cuatro décadas ha habido una discusión teórica y epistemológica sobre el análisis integrado de los sistemas ecológicos o naturales y los sistemas sociales para ese desarrollo alternativo, ese desarrollo sustentable. El debate sobre el libro *Los Límites del Crecimiento* escrito en 1972 por D.L. Meadows continúa en la actualidad con el debate sobre los estilos del desarrollo que queremos con nuevas corrientes que buscan desfosilizar la economía o buscar el *Descrecimiento* como fuente de un desarrollo sustentable alternativo dado que cuando la tasa de acumulación de capital crece más rápido que la economía, entonces la desigualdad aumenta (Piketti, 2013; Meadows, 1972).

En esta fructífera discusión contemporánea destaca, la trayectoria seguida por un grupo internacional formado por ecólogos, economistas, antropólogos y matemáticos que han colaborado proyectos multidisciplinarios. Dos de sus principales productos son el libro *Linking ecological and social systems* (Berkes y Folke, 1998) resultado de un proyecto auspiciado por el Beijer International Institute de Suecia; y el libro *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems* (Gunderson y Holling, 2001) fruto del llamado “Resilient Group”²³. Ambos esfuerzos han sido guiados por los planteamientos teóricos de C.S. Holling (1973; 1978) bajo el supuesto de que detrás de toda complejidad existe siempre una simplicidad que es necesario identificar, comprender y comunicar. Con el desarrollo de esta epistemología ambiental integrada podemos entender que no sólo es necesaria, sino posible, la construcción de un conocimiento de los sistemas complejos; y que esta experiencia no sólo es parte del dominio de la ciencia, sino de una experiencia

²³ (véase www.resalliance.org/reports)

socialmente compartida entre los campos de reflexión, conocimiento y praxis espiritual-filosófica, de la ciencia y de la sabiduría indígena mesoamericana. Simplificar la realidad, es decir, negar su complejidad, significa no sólo abonar un camino que conduce al suicidio de la especie humana y de su entorno, sino negar la validez de la experiencia históricamente acumulada por otras tradiciones. El esfuerzo por un análisis socio-ecológico ha abierto el actual escenario de la teoría del conocimiento a un nuevo grupo de científicos (naturales y sociales), técnicos, humanistas, educadores, pedagogos y filósofos a proponer un nuevo escenario epistemológico (véase Feyerabend, 1982; Thuillier, 1990; Morin, 2001; Funtowicz y Ravetz, 1993; Leff, 2000)

La idea de continuar realizando ciencia basada en los paradigmas establecidos por Descartes, Newton y Bacon en el siglo XVII, una ciencia analítica, mecanicista, monodisciplinaria, especializada, experimental y finalmente reduccionista, equivale en palabras del ecólogo Víctor Toledo a pensar que los sistemas naturales pueden estudiarse de manera separada de la sociedad, es decir, como entidades aisladas de toda influencia humana o social. La ciencia socioecológica es una ciencia de la integración de las partes, basada en enfoques sistémicos y en la interdisciplina o multidisciplina, que combina los enfoques experimentales, comparativo e histórico y termina siendo un puente entre las ciencias naturales y las ciencias sociales (Holling, C.S., 1978).

9.3 La resiliencia socioecológica de los procesos alimentarios en Querétaro

Los habitantes pobres de la ciudad, quienes son en su mayoría dependientes de los mercados para su suministro de comida, son particularmente vulnerables a las crisis de precios, y son el grupo de la sociedad que constantemente sufre de más del alza de precios (Jatta, 2013; Dessus, 2008). En la ciudad de Querétaro, la fractura metabólica se hace presente tanto en forma de comida traída de zonas rurales, como en la disponibilidad casi privilegiada de traer agua de la Sierra Gorda al abrir el grifo. Sin embargo, no todos los lugares de la ciudad gozan de tales bienestares básicos. El grado de resiliencia urbana se relaciona con la posibilidad de cada colonia de adaptarse, en función de su grado de negociación e interacción con el sistema sociopolítico, a las condiciones socioecológicas que

imponen las múltiples disparidades de clase de la dinámica urbana.

Por ejemplo, en la ciudad de Querétaro los estresores a la agricultura urbana en términos de contaminación del aire se darían con mayor vulnerabilidad en la zona poniente de la ciudad y estarían relacionadas con el desastre vial de la obra Paseo 5 de Febrero. La forma de negociar de los habitantes de la zona para reducir la presión de las vialidades que favorecen a los desarrollos inmobiliarios depende de la capacidad de respuesta organizativa de las diferentes colonias aledañas. Aunque su diseño fue impuesto de manera arbitraria y vertical y no obedeció a necesidades reales de peatones y transéuntes; la capacidad de solucionar muchos de los errores de diseño, dependen de la estructura socioecológica y el grado de relacionabilidad organizativa existente en la población.

En un sentido más específico, la agricultura de pequeña escala en Querétaro, tiende a agregar un sinfín de mecanismos y acciones de manejo que buscan reducir los impactos antropogénicos y a mantener o incrementar su estabilidad y resiliencia a eventos impredecibles y azarosos. De ahí que la supresión temporal de la actividad humana en períodos de barbecho, inexplicables desde el punto de vista industrial, busque superar la presencia de malezas o la baja fertilidad, con mecanismos autocorrectivos del ecosistema. Los tipos de vegetación, no sólo en función del espacio, sino del tiempo, en lo que se denomina procesos de sucesión ecológica. Otros mecanismos de manejo que buscan mantener la resiliencia del ecosistema son el mantenimiento de una alta diversidad de paisajes, especies y variedades, expresado en policultivos, germoplasmas poligénicos, rotación espacial y temporal prácticas, la creación de sistemas de carácter híbrido (agroforestales, agropecuarios, agropiscícolas y agrosilvopastoriles) y un manejo integrado a las distintas escalas de tiempo y espacio. Una modalidad de manejo en la que el productor o urbicultor posee la capacidad de ajustar el modo, la intensidad y la escala de los cambios, también llamada “manejo que se ajusta” (adaptive management) es uno de los principios más aceptados en la teoría actual del manejo de los ecosistemas (Holling 1978, Berkes, 2000) y consiste en ir aprendiendo de los experimentos en campo para ir generando una curva de aprendizaje social paulatina.

9.4 La soberanía alimentaria, necesidad de una aproximación socioecológica a la resiliencia en el contexto del cambio ambiental global.

La adopción de modelos de pequeña escala destinados a satisfacer la alimentación nacional, debería ser un imperativo en todas las economías, aún de enclave, destinadas a la exportación. Las reformas estructurales en México fueron adoptadas para asegurar la economía de algunos países industrializados que dependen de relaciones asimétricas. A pesar de la reciente aprobación de la Ley General de la Alimentación Adecuada y Sostenible 2024, los actuales modelos agrícolas basados en el monocultivo para la exportación, destinados a distintos usos como el forraje para la industria cárnica o la producción de biocombustibles, ya no están orientados a alimentarnos. Dicha ley se aprobó con el bloqueo de la industria alimentaria, cuya producción y explotación de acuíferos afectan una relación fundamental en las actividades humanas y a manera de externalidades derivadas de los fertilizantes y pesticidas químicos para la salud pública en favor de la producción a gran escala. Las recientes investigaciones sobre los daños a la salud humana comienzan a dar luz sobre los efectos a largo plazo y la falta de inocuidad que incluso está siendo probada por investigadores independientes quienes deben “comprobar” la peligrosidad de los herbicidas o productos transgénicos (Sarich, 2015), y no las propias compañías quienes demuestren su inocuidad²⁴. Por su parte, la institucionalización del término seguridad alimentaria, despolitiza la disputa por el acceso y el control de los bienes comunes, pues únicamente se refiere al derecho universal a la alimentación, asegurando que tengamos acceso físico, social y económico a alimentos nutritivos para alcanzar las necesidades dietéticas y las preferencias alimentarias para una vida activa y saludable. Ante los desafíos macroeconómicos y los desafíos del cambio climático global, la agroecología toma un papel preponderante en la lucha por la soberanía alimentaria que incluye la gobernanza de los bienes comunes: el acceso al agua, las semillas y las tierras. Cuando los pueblos rurales pierden sus tierras y territorios, estos caen en las manos del agronegocio o de otros especuladores de tierra como el Grupo

²⁴ La historia y la sociología de la ciencia ha mostrado muy bien este fenómeno de ocultamiento de la verdad o de creación deliberada de la ignorancia, basta ver los trabajos de Robert N. Proctor sobre las tabacaleras, de Angus Wright sobre la agricultura.

Ecológico Sierra Gorda que compra tierras para conservación con dinero del World Land Trust (Perez-Arce, L. Comunicación personal, 2015), operadas por élites caciquiles locales que continuarán recibiendo pago por servicios ambientales; la soberanía alimentaria adquiere especial relevancia. El agronegocio promueve el monocultivo industrial que produce comida cara y no inocua, destruye la vida social de las comunidades rurales, llevando a la migración masiva, que saliniza la tierra con agrotóxicos y transgénicos (Rebossio, 2015; Ribeiro, 2015), y es parte de un sistema alimentario global corporativo que es una de las principales fuentes de emisiones de gases con efecto invernadero, que están causando el calentamiento global.

En México las cadenas de suministro habituales en las ciudades se han ido consolidando en monopolios paulatinamente desde la liberalización comercial con la firma del GATT en 1989, preludio del TLCAN y en el mundo desde la caída del muro de Berlín y de ausencia de un simbólico contrapeso institucional al capitalismo. Con ello, en Querétaro, la cadena de distribución generados por sistemas alimentarios en la ciudad se reducen a las opciones de distribución que llegan desde las conocidas cadenas de supermercados como Walmart en primer lugar, Oxxo en segundo con 14,000 establecimientos para 2016 y 20,000 tiendas en 2024, mismas que han minado la capacidad de las misceláneas que han ido desapareciendo y finalmente con la fusión de Soriana con Comercial Mexicana (Grain, 2015); además de lo que se concentra y monopoliza en la Central de Abastos de la Ciudad de Querétaro y las cadenas de valor que se integran a los tianguis locales.

En este contexto de dependencia alimentaria, la resiliencia socio-ecológica es la capacidad de un sistema humano de integrarse al territorio ecológico y de utilizar saberes ancestrales y conocimiento tradicional para adaptarse a las amenazas de la crisis sistémica también llamada cambio ambiental global. El objetivo de la resiliencia socio-ecológica va más allá de mitigar o adaptarse, y tiene un origen ontológico transformativo y tendiente a cambiar estructuras, sobre todo del consumo y reutilización de energía, presentes en la actividad humana (Pelling, 2011; Freire P, 1970).

Los ecosistemas no son cerrados, ni entidades autoreguladas que en su estado maduro alcancen al equilibrio. En cambio, son entes abiertos, dinámicos, muy impredecibles y sistemas multi-equilibrio. El disturbio es una característica frecuente e intrínseca del ecosistema (Alberti, 2008). Las sucesiones dependen de la historia y el contexto. La

resiliencia depende de la distribución, abundancia, la dinámica de las especies y diferentes escalas espaciales y temporales (Holling et al, 2001). En este contexto, muchos ecólogos proponen que la diversidad funcional debe ser el foco de estudio, en vez de especies individuales (Folke, 1996 en Alberti, 2008). Por lo tanto, si los humanos son parte integral del ecosistema urbano, la resiliencia depende del mantenimiento de ambas funciones ecológicas (mantener la distribución o frecuencia de las especies entre distintas escalas en tiempo y espacio para mantener funciones clave a pesar del cambio) y humanas.

Aunque la soberanía alimentaria se fundamenta en el derecho de los pueblos a decidir sobre los alimentos que consumen y que en esta cadena de valor se privilegie la producción nacional, el acceso al agua, a las semillas y a la tierra; la resiliencia socioecológica depende incluso de la capacidad de las instituciones de generar presión social para que las políticas públicas faciliten esta relación con el derecho a la alimentación. La resiliencia social se observa encaminando tanto los aspectos positivos como negativos de la exclusión social, grado de marginalización y capacidad de agencia individual y colectiva (sustituyendo el término de capital social) y con indicadores como el cambio institucional, la estructura económica y el cambio demográfico (Adger, 2000). Según Adger, el crecimiento económico, la estabilidad y la distribución del ingreso en la población, comúnmente medido con el *índice de Ginni*²⁵, dan una medida de la dependencia y la rigidez del aspecto económico de la resiliencia. En segundo lugar, la variabilidad ambiental, con la incidencia de eventos extremos en la naturaleza, como la sequía y las inundaciones, y del impacto de las plagas y las enfermedades en los sistemas agrícolas. La estabilidad de los hogares, medida a partir de la varianza de los ingresos económicos, en la que se parte de la premisa de que el crecimiento económico depende de capturar las externalidades positivas de la inversión en capital humano. Otros indicadores para medir la resiliencia social son el sector de empleo formal, las tasas de crimen registrado, factores demográficos y otras variables culturales. Estos indicadores ayudan a examinar los cambios en la producción de las cuales las comunidades

²⁵ Se trata de una medida económica que sirve para calcular la desigualdad de ingresos que existe entre los ciudadanos de un país en concreto. El valor del índice de Gini se encuentra entre 0 y 1: donde 0 sería la máxima igualdad, es decir, que todos los ciudadanos tienen los mismos ingresos; y 1 sería la máxima desigualdad, esto es, que todos los ingresos los tiene un solo ciudadano.

dependen. A nivel individual de viviendas es más sencillo observar el nivel de ingresos y los patrones de migración, que son estrategias para enfrentar y mitigar la influencia del sistema productivo y del orden social (Machlis et al., 1990).

Si los espacios sociales y ecológicos están ligados entre sí (Norgaard, 1994) a sinergias y relaciones coevolutivas; la resiliencia social, como se ha mencionado al inicio, está ligada a la resiliencia de los sistemas ecológicos de los cuales dependen. Es el caso de las sociedades altamente dependientes de los combustibles fósiles, que dependen de la variabilidad del mercado (Adger, 2000). Así, se ha visto en México y e incluso actualmente en Bolivia con todo y lo progresista de los Derechos de la Madre Tierra, que en tiempos de bonanza la mayor preocupación por administrar los beneficios impide la creación de descentralización económica, reforma agraria y otro tipo de alternativas de desarrollo. Por lo anterior podemos decir que la dependencia trae consigo un cúmulo de sus propios vicios tanto en la esfera económica como en la social.

En México, el panorama actual institucional no corresponde a la necesidad de fortalecer los mercados locales, por lo que para suplir el adelgazamiento están surgiendo grupos autogestivos al margen institucional que se orientan a propiciar espacios de soberanía por conciencia, salud o economía local.

Aún falta mucho por aprender, dos de los prerrequisitos que señala Elinor Ostrom (1990) incluyen la dependencia de los recursos dentro del sistema de vida y la relativa distribución homogénea de los beneficios entre los comunes. Por lo que podemos concluir que la administración de una propiedad común resiliente es fortalecida a través de usuarios que cooperan en la base de una equitativa distribución de los beneficios de uso y del rol crítico de la renovación de los recursos en la estabilidad de su sustento.

En respuesta al adelgazamiento de las funciones del Estado de garantizar la equidad social, se están generando redes de apoyo mutuo como un intento de generar una economía más horizontal y solidaria, basada en la reciprocidad y en la ayuda mutua, paralelamente al grado de interés por los alimentos libres de pesticidas y fertilizantes conocidos popularmente como orgánicos. Independientemente de estos espacios, este grado de concientización alcanza el embrión de la autosuficiencia en los intentos de ciertas familias por reducir sus gastos, por encontrar opciones de alimentos libres de pesticidas, como estrategia de ahorro familiar o por

el hecho de conectarse con los otros o incluso con su memoria ancestral a través de la conexión con la tierra. Los propósitos son tan variados como la cantidad de personas involucradas en las actividades de agricultura urbana, los hay desde los influenciados por el colectivo hacia la economía verde sin trastocar las causas de la desigualdad, hasta los más radicales que conscientemente someten la mayoría de sus decisiones a la crítica y a la ética del respeto por la vida misma y por sus congéneres, a la autoobservación, a la responsabilidad y con ello construyen una esperanza activa.

La crisis es civilizatoria porque además de referirse a la concentración demográfica en las ciudades, se asienta en el incremento del consumo energético derivado de las actividades de consumo y en última instancia del uso y tipo de tecnologías intensivas que condicionan nuestra cultura.

Dadas las condiciones materiales históricas que condicionan el contexto de la agricultura en el Bajío, todo parece indicar que sólo el cambio climático o una disruptión en los patrones de consumo, es lo que finalmente va a poner los límites a la agricultura industrial. El modelo basado en capital intensivo y en insumos externos para su funcionamiento, estará en serios problemas al aumentar el precio de los combustibles, la escasez hídrica que se avecina y ante la creciente especulación con contratos a la venta de futuros en la nueva tendencia de la Agricultura Smart que promoverá los capitales golondrinos y la visión cortoplacista del campo, empobreciendo la tierra y llevándose el agua en forma de cosecha de hortalizas para la exportación. La agroecología trae ventajas que no trajo ni traerá la revolución verde en esta segunda ola, como el hecho de que es socialmente activante, porque para que funcione y para practicarla tiene que ser participativa y crear redes de intercambio. Y es culturalmente respetuosa porque no trata de modificar el conocimiento ni de imponerlo verticalmente como muchas instituciones lo hacen (ej. SAGARPA). Es económicamente viable porque busca utilizar los recursos locales sin depender de recursos externos. Y es ecológicamente sostenible porque no pretende modificar el sistema campesino, como la imposición del conocimiento occidental que trajo la revolución verde. Asimismo, ubica la productividad agrícola como un sistema de policultivo mucho más diverso que la cosecha de la agricultura convencional. Dicha heterogeneidad genética sienta las bases para una complejidad del huerto o de la parcela y por lo tanto de una mejor resiliencia ecológica. Si a ello sumamos

que la agroecología es una ciencia que se basa por un lado en el conocimiento tradicional del campesino y que utiliza algunos de los avances de la ciencia agrícola moderna (salvo la biotecnología transgénica y los pesticidas) como avances que tienen que ver con ecología, biología del suelo, control biológico de plagas; entonces crea un diálogo de saberes y por lo tanto podemos hablar de una resiliencia socioecológica.

El desafío del cambio climático y la necesidad de una transición energética implican importantes definiciones en torno a la producción de alimentos y de biocombustibles que compiten con los campos agrícolas; así como al papel de los campesinos y agricultores del siglo XXI. Es imperativo consolidar las bases de la economía nacional del sector primario y de los alimentos, sector estratégico clave para mantener la *seguridad nacional*. La agroecología se caracteriza por usar un enfoque transdisciplinario, participativo y orientado a la acción. El que los pequeños productores nacionales sean reconocidos como un sector estratégico, no sólo por el sector institucional como por los mercados locales y se entienda que se tiene que proteger a la producción nacional sin ponerla a competir en un mercado desleal con prácticas de *dumping*, que se creen redes de intercambio, se fortalezcan los proyectos de investigación y extensión universitaria, de organizaciones de acompañamiento y fortalecimiento, se formen recursos humanos para hacerlo; daría las bases para una producción autosuficiente y nos permitirían enfrentar los retos tanto del cambio climático como de la desigualdad en la repartición de la riqueza con alternativas y autonomías hacia la soberanía alimentaria.

El fortalecimiento de la agricultura campesina e incluso la urbana en una escala aún inexistente, podría en un momento dado contribuir a la mitigación del cambio climático global, no sólo por la reducción de fertilizantes derivados de los combustibles fósiles sino porque la descentralización del sistema alimentario dominado por grandes corporaciones se caracteriza justamente por su elevado consumo de energía a lo largo de toda la cadena y la agroecología, aunque es intensiva en trabajo y conocimiento, busca cerrar los ciclos energéticos.

En el contexto del cambio climático y de una crisis sistémica en la fase superior del capitalismo, la resiliencia socioecológica tiene la posibilidad de analizar la “segunda

contradicción del capitalismo”, aquella en la que al crecer el capitalismo estropea sus propias condiciones de producción, contaminando el agua, el aire, hace desaparecer la biodiversidad y agota los recursos naturales. Eso a veces, implica costos crecientes para restablecer sus condiciones de producción. En su crítica, O’Connor (2000) observa que no debe infravalorarse la capacidad del capital de ganar dinero en muchos lugares y durante mucho tiempo en medio de la degradación ambiental, ya que puede incluso ser convertida en oportunidad para crear nuevos negocios, como la gestión de residuos o los mecanismos de compensación como los bonos de carbono. (Para una crítica científica sobre este tema ver los 30 artículos imprescindibles compilados por Böhm y Dahbi, 2009). Sin embargo, la resiliencia socioecológica precisamente permite la innovación, enfrentar el cambio y el aprendizaje social en las instituciones sociales de maneras flexibles y hasta diluidas, muy acordes a las condiciones materiales de la modernidad en la cual se inserta.

En el futuro, el tema de la resiliencia y de la vulnerabilidad será más importante al contextualizar las cuestiones de manejo de los recursos, debido a que facilitan un puente entre el análisis de las instituciones y las economías con los recursos naturales de los cuales dependen. Son útiles porque tanto la estabilidad ecológica como la resiliencia son percibidos como objetivo deseable por una variedad de razones, desde la conservación de los recursos hasta la contingencia del cambio climático. Con la teoría de los sistemas complejos (Constanza et al 1993, Kauffman 1993, Holland 1995, Levin 1999a) inició una veta en el conocimiento que desde entonces ha venido expandido el campo de teoría sistémica. Se deberá avanzar en la observación de los sistemas complejos, incluyendo la nolinearidad, la incertidumbre, la emergencia, la escala y la capacidad de autorganización (Berkes y Folke, 1998). En este sentido la resiliencia es una propiedad del sistema que no puede ser predicha ni entendida únicamente examinando las partes del sistema. Se buscará ver que la resiliencia absorbe el cambio, y la capacidad de adaptarse a ese cambio depende de que exista un manejo que pueda ser flexible y adaptativo, capaz de enfrentar la incertidumbre y las sorpresas, al construir procesos y capacidades para adaptarse a dicho cambio. El manejo adaptativo deberá ser entonces orientado a aprender-haciendo, y toma la perspectiva de que los manejos de recursos pueden ser tratados como “experimentos” de los que podemos aprender (Gunderson, 1999). Las organizaciones y las

instituciones pueden “aprender” al igual que los individuos, por lo que el manejo adaptativo se basa tanto en el aprendizaje social como institucional. El manejo adaptativo difiere entonces del manejo convencional de los recursos al enfatizar la importancia de la retroalimentación del ambiente al ajustar las políticas, continuando con más experimentación sistemática para dar cabida a una política subsecuente, y así sucesivamente. Entonces, el proceso es iterativo, basado en el aprendizaje retroalimentativo, co-evolutivo incluyendo la retroalimentación de dos vías entre el manejo de las políticas y el estado de los recursos, y dirigiendo la autogestión a través de la retroalimentación mutua (Berkes y Folke, 1998).

Aunque en la presente administración de la 4T se haya registrado el primer superávit histórico de la balanza comercial agropecuaria y esto pudiera representar una disminución de la dependencia alimentaria, el tipo de mercancías que exportamos no son un reflejo de la bonanza de la producción campesina y por el contrario se continúa reproduciendo el modelo rentista y agroindustrial que ha probado servir como modelo intensivo de explotación de los recursos naturales, despojo a poblaciones de sus yacimientos de agua y contaminación intensificada de ríos, erosión de sus parcelas rentadas y deforestación de sus bosques en aras de proveer de un modelo de producción insostenible. En el discurso este modelo brinda “seguridad alimentaria”, en la realidad no mantiene las condiciones a largo plazo para la resiliencia de los ecosistemas.

No existe un interés político claro y consciente en nuestro país hacia la soberanía alimentaria. Es entonces, una tarea de la ciudadanía, de académicos comprometidos y estudiantes con fondos CONAHCYT del Estado, nutrir la participación con información para generar masa crítica que incida en políticas públicas acordes a dichas necesidades que no vieron la luz la década pasada. En 2005 existió una iniciativa de Ley de Planeación para la Soberanía y Seguridad Agroalimentaria y Nutricional (LPSSAN), misma que el relator Especial sobre el derecho a la alimentación, Olivier de Schutter observó con interés, probablemente debido a intenso lobby corporativo del agronegocio; y en 2006 tras haber sido aprobada con un Programa Integral de Inversiones con 328 votos a favor, cinco en contra y seis abstenciones; simplemente fue congelada hasta 2021-2022, demorando un instrumento tan apremiante para

el campo mexicano. Antes del 2022, la iniciativa de Ley sólo concretaba en un magro Artículo 2. Sección XXXIII de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable:

“XXXIII. Soberanía alimentaria. La libre determinación del país en materia de producción, abasto y acceso de alimentos a toda la población, basada fundamentalmente en la producción nacional”.

Dicho artículo no reflejó el espíritu de la iniciativa inicial al evadir clarificar el concepto de soberanía y seguridad alimentaria, misma que perdió tal oportunidad de convertirse en una iniciativa de vanguardia en 2005, hace casi 20 años:

“Soberanía agroalimentaria es la capacidad de autodeterminación de la Nación para establecer sus propias políticas de producción, transformación, distribución, comercio y consumo de alimentos, en función de su propio proyecto de desarrollo nacional, equitativo, sustentable y libre de toda dependencia del exterior”.

Es hasta el 17 de abril de 2024 finalmente se aprueba en el Senado, por primera vez y bajo el mandato de Andrés Manuel López Obrador, la Ley General de Alimentación Adecuada y Sostenible, en donde se incluyen los términos seguridad, soberanía y autosuficiencia alimentaria y se establecen las bases para la participación ciudadana encaminadas a lograr su ejercicio pleno. Lo que aún no se ha logrado es priorizar la noción de soberanía alimentaria en los términos políticos mencionados con anterioridad, pues se prioriza la noción de *autosuficiencia alimentaria* que se limita únicamente a la producción y abasto de la mayoría de los alimentos que requiere la población para satisfacer sus necesidades alimentarias mínimas. En este sentido, se observa la tensión existente dentro de las definiciones de la ley porque puede favorecer ampliamente las intenciones de abasto de las corporaciones alimentarias. Por otro lado, el reflejo e incidencia de grupos y movimientos sociales es visible cuando define *Agroecosistemas*, como los sistemas de producción de alimentos en su totalidad, basados en principios ecológicos de los ecosistemas naturales y contemplando diversas formas de organización y trabajo humano en sus aspectos económicos, sociales y culturales.

Finalmente se observa una alta injerencia del lobbysmo corporativo dentro de una definición de soberanía alimentaria que retoma términos mercantiles como “abasto” y “tecnologías” muy alejados de la definición de “distribución y saberes” presente en la declaración de los pueblos de Nyéléni en Mali de 2007:

La soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos a alimentos nutritivos y culturalmente adecuados, accesibles, producidos de forma sostenible y ecológica, y su derecho a decidir su propio sistema alimentario y productivo. Esto pone a aquellos que producen, distribuyen y consumen alimentos en el corazón de los sistemas y políticas alimentarias, por encima de las exigencias de los mercados y de las empresas. Defiende los intereses de, e incluye a, las futuras generaciones. Nos ofrece una estrategia para resistir y desmantelar el comercio libre y corporativo y el régimen alimentario actual, y para encauzar los sistemas alimentarios, agrícolas, pastoriles y de pesca para que pasen a estar gestionados por los productores y productoras locales. La soberanía alimentaria da prioridad a las economías locales y a los mercados locales y nacionales, y otorga el poder a los campesinos y a la agricultura familiar, la pesca artesanal y el pastoreo tradicional, y coloca la producción alimentaria, la distribución y el consumo sobre la base de la sostenibilidad medioambiental, social y económica. La soberanía alimentaria promueve el comercio transparente, que garantiza ingresos dignos para todos los pueblos, y los derechos de los consumidores para controlar su propia alimentación y nutrición. Garantiza que los derechos de

acceso y a la gestión de nuestra tierra, de nuestros territorios, nuestras aguas, nuestras semillas, nuestro ganado y la biodiversidad, estén en manos de aquellos que producimos los alimentos. La soberanía alimentaria supone nuevas relaciones sociales libres de opresión y desigualdades entre los hombres y mujeres, pueblos, grupos raciales, clases sociales y generaciones.

Para la Ley mexicana la *Soberanía alimentaria* es la capacidad del pueblo de México para establecer libremente las prioridades del país en materia de producción, *abasto* y acceso a alimentos adecuados para toda la población, con base en la producción nacional e incluyendo la elección de las *técnicas y tecnologías que resulten óptimas* para garantizar el bienestar de las personas. Esta definición además de escueta, permite tanto la injerencia de los capitales en la toma de decisiones de distribución, entendida como abasto; mientras justifica la entrada de tecnologías de la *agricultura Smart* como óptimas para la producción. La soberanía agroalimentaria de los campesinos tradicionales mexicanos es entonces, un mandato de justicia social para el Estado nacional. Se deben establecer políticas activas y reglamentaciones para dar prioridad a la producción nacional de alimentos adecuados a la realidad de sus productores y campesinos, de manera sustentable, con la participación de la sociedad rural, en un marco de corresponsabilidad y utilizando en forma óptima los recursos naturales, humanos, económicos, tecnológicos e institucionales de que disponga o pueda desarrollar la Nación. De lo anterior se derivan las responsabilidades fundamentales para el Estado mexicano para que se logren establecer las condiciones y adoptar las políticas que garanticen la producción y el abasto de alimentos. Para garantizar el acceso de toda la población a los alimentos saludables, culturalmente adecuados y suficientes, para el desarrollo de cada una de las personas, es necesario que la soberanía alimentaria no se entienda como autarquía, autosuficiencia, autoabastecimiento o aislamiento comercial, sino como la capacidad del Estado y la sociedad nacional para adoptar las decisiones que correspondan al bien público y al interés general.

Aunque el control del Estado en materia alimentaria es una garantía de Seguridad Nacional; sin reglamentos que definan criterios para determinar cuándo y en qué medida se ponen en riesgo tanto la salud de la economía local como la salud pública de la población por la falta de acceso a alimentos frescos e inocuos, se evidencia la insuficiencia de capacidad para envisionar y garantizar la adecuada planeación y presupuestación a largo plazo del desarrollo agroalimentario del país, dejando nuevamente este sector estratégico a merced de los vainenes del mercado y los intereses del capital del agronegocio. Sobra decir que no existe una ley de seguridad financiera que porporcione suficiente acceso al crédito para la producción agrícola, tampoco suficiente asistencia técnica, condiciones para la venta y comercialización. La relación de la política fiscal con el irracional desmantelamiento de instituciones de apoyo a la producción, comercialización y abasto alimentario prueban que la visión neoliberal desde los años 90s ya había afectado profundamente a la economía agropecuaria nacional, que se asentó en la crisis especulatoria de 2008 y se exacerbó tras la pandemia por COVID-19.

Para lograr propuestas multidisciplinarias, algunos estudios agroalimentarios mapean las determinantes de la vulnerabilidad en un esfuerzo por identificar las diferentes capacidades y sensibilidades y yuxtaponen mapas de la vulnerabilidad al cambio climático para mostrar la doble exposición de esas poblaciones a los estreses.

En el marco de la ecología política y la política económica, se analizan procesos sociales y económicos en escalas interactuantes. Se hace énfasis en factores sociopolíticos, culturales y económicos, mismos que explican la exposición diferenciada a los desastres, los impactos y las capacidades diferenciales para recuperarse, las fortalezas para adaptarse y enfrentar los futuros. Los conceptos de derechos y capacidades (centrales en la soberanía alimentaria y en las formas de reproducción de la vida) son la piedra angular de este enfoque y han servido de puente teórico entre soberanía alimentaria y pobreza. En este enfoque la vulnerabilidad no es un resultado, sino una condición muy dinámica y condicionada por las inequidades existentes en el acceso y distribución de los recursos, el control que los individuos pueden ejercer sobre las opciones y oportunidades y los patrones históricos de dominio social y marginación. La ecología política explora la vulnerabilidad con respecto a los procesos institucionales y del

cambio ambiental. Toma en cuenta procesos sociales, económicos y políticos en diferentes escalas. El análisis político-económico tiende a minimizar la explicación de los procesos físicos de la vulnerabilidad; la ecología política considera un mejor balance entre la dinámica biofísica y la social con especial atención de la dinámica de toma de decisiones y relaciones de poder.

Aún existen muchas limitaciones importantes al intentar caracterizar, teórica y prácticamente, la vulnerabilidad de un sistema frente al cambio climático y a otros determinantes del cambio ambiental. Estas dificultades están dadas por la cada vez más fuerte interrelación entre los sistemas sociales y ecológicos necesarios para el análisis, con un enfoque que cada vez integra más los determinantes que harían vulnerable frente al cambio climático al sistema de interés, en este caso a la agricultura urbana de la ciudad de Querétaro. La necesidad de incorporar de manera más explícita los aspectos biofísicos de la vulnerabilidad de los sistemas ecológicos y sociales frente al cambio ambiental, se han propuesto nuevas aproximaciones metodológicas y conceptuales; en ella, la teoría de la resiliencia ha incorporado varios aspectos de los “sistemas resilientes” frente a la variación ambiental y de manera más extendida aquellos métodos de la Ecología Política caracterizados y revisados en el artículo que presento en el (Anexo 2). De la misma forma el concepto de “adaptación sostenible” es promovido para orientar las estrategias que contribuyan a mejorar la flexibilidad de los ecosistemas frente a diversas situaciones climáticas y ambientales y no únicamente en situaciones coyunturales de corto plazo, evitando la mayor vulnerabilidad con la operacionalización de la adaptación.

La complementariedad de los diversos enfoques es evidente dada la enorme complejidad que emerge de los socioecosistemas en los cuales sus componentes sociales y biológicos están relacionados de manera funcional y recíproca.

De particular importancia fue reconocer la provisión de agua en la ciudad, como el manejo del suelo urbano, misma que como en campos rurales, presenta una red física increíblemente compleja de superficies sólidas, poros e interfaces que sirve de escenario a una mirada de procesos químicos, biológicos, físicos pero también políticos. Estos, a su vez, influyen en el crecimiento de las plantas, la hidrología, la gestión medioambiental, los usos técnicos, en

este caso y en su mayoría, de Anthrosols. La naturaleza y las propiedades de cada partícula, su distribución de tamaños y su disposición en el suelo determinan (el volumen total del espacio poroso no sólido, así como el tamaño de los poros) la calidad del agua y la fertilidad, la productividad y la salud de los suelos.

Los factores ambientales en los huertos urbanos incluyen biodiversidad, uso de agua y suelo, variables agroecológicas y uso energético. Evaluar el impacto ambiental en la agricultura urbana, será cada vez más relevante en la medida en que la demanda por abordar el Cambio Climático sea inevitable. Continuar analizando el tema construirá mayores convicciones para lograr que invertir en la agricultura urbana sea un esfuerzo interdisciplinario y municipal.

El desarrollo de la agricultura urbana y periurbana en la ciudad de Querétaro, requerirá de acción en distintos frentes. El desafío de lograr que la suficiencia de agua para riego sea constante va a depender de la capacidad de cosecha de agua de lluvia y ello a su vez de la visión y coordinación tanto de la Comisión Estatal del Agua CEA, como de la CONAGUA para responder de una manera integrada a las necesidades de abastecimiento del agua en la ciudad.

Actualmente no existe soporte gubernamental, sin embargo, una estrategia efectiva tanto por parte de centros de investigación aplicada como de agencias gubernamentales deberá involucrar a urbicultores experimentados para desarrollar objetivos que reflejen sus necesidades reales.

Al mismo tiempo, nuevas aproximaciones pedagógicas en cuanto a asistencia técnica y capacitación de urbicultores serán requeridos. Los programas con servicios de asesoría integral en vez de proyectos individuales deberán promover estrategias más apropiadas de campesino-a-campesino por colonia o barrio.

La promoción de alternativas que aumenten la capa de materia orgánica en el suelo deberá privilegiarse sobre cualquier tipo de fertilización sintética y de uso de pesticidas. Las estrategias agroecológicas serán un componente medular en los mecanismos de extensión, con especial énfasis en el Manejo Integrado de Plagas, la Restauración de suelos, el Manejo

integral del Agua y el Diseño de Sinergias Ecológicas para el diseño de sistemas integrados alimentarios.

Reducir la especulación urbana sobre los terrenos de cultivo periurbanos requerirá cambios en la presente regulación, reforzamiento de su ejecución y mecanismos de vigilancia ciudadana. Las leyes que prohíban la expansión urbana en sitios destinados a la recarga de mantos acuíferos y al suelo de conservación deberán someterse a mecanismos de transparencia ciudadana. La organización vecinal es clave tanto para evitar la gentrificación del suelo urbano como para lograr un mayor alcance de programas de urbicultura apropiada.

Me gustaría concluir el ensayo pensando en que, si pudiera haber un diálogo entre el químico, filósofo de la ciencia y ambientalista Enrique Leff y el historiador socioeconómico Marc Bloch, este quizás versaría sobre el tiempo de los ciclos vitales, de la poesía de nuestra condición humana y hasta de nuestra función ecológica. Para las ciencias de la vida como lo dice Enrique Leff, con razón, sabiduría y sensibilidad, sólo el *tiempo* tiene el potencial de elucidar lo que será, y ese potencial está más allá del saber. Al mismo tiempo, cuando Marc Bloch menciona “Cuidémonos de quitar a nuestra ciencia su parte de poesía. Cuidémonos, sobre todo, de sonrojarnos por ello” [...] Sería una formidable tontería pensar que por tan poderoso atractivo sobre la sensibilidad, tiene que ser menos capaz también de satisfacer a nuestra inteligencia”; es probable que esta poesía a la que se refiere Bloch, no podría darse sin el tiempo que requiere el instante infinito del acercamiento al enigma de la vida que nos recuerda Leff, a esa capacidad de observación y asombro, que es la poesía de las ciencias de la vida y que las salvaría de los embates estructurales del mundo moderno. Si le quitamos a nuestra ciencia su poesía, ante la inminencia del tiempo, le quitamos a la condición humana, su belleza. No intentarlo, es pobre para la mente, no es interesante, es vivir sin riesgo y finalmente nos aleja de nuestra función humana en el sagrado ecosistema de la vida.

Dados los resultados de la caracterización de esta investigación, la formación con voluntad política y de fortalecimiento de los sistemas agrícolas urbanos y su reactivación biológica (diversidad genética de especies vegetales y de fauna, ecosistémica en función de los microclimas urbanos) es capaz de generar en la ciudad sistemas familiares que generen

soberanía alimentaria y soberanía tecnológica; y estéticamente hablando, un florecimiento de las capacidades del *homo habilis* urbanita.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Adger Neil, W. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography* 24, pp. 347-364
2. Aguilar. A. (2011) “Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades”. Porrúa, México.
3. Ainsworth, E.. y Long, S. (2005). What have we learned from 15 years of free-air CO₂ Enrichment (FACE)? A Meta-Analytic Review of the Responses of Photosynthesis, Canopy Properties and Plant Production to Rising CO₂. *New Phytologist*, 165(2):351-371.
4. Ajuria, B. (2017). Proximidad, vinculación e instituciones en los circuitos cortos de comercialización alimentaria en México. El caso de los tianguis de productos orgánicos en el centro de México. XXV Congreso AMER. Bahía de Banderas, Nayarit.
5. Alberti, M. (2008). *Advances in Urban Ecology. Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems*. Springer.
6. Alonso-Falcón, R. et al. (2022) ¿Cuánto ha avanzado la Agricultura Urbana en estos 35 años? CubaDebate: Por la verdad y las ideas. Accesado el 21 de Octubre de 2024 (<http://www.cubadebate.cu/noticias/2022/12/27/cuanto-ha-avanzado-la-agricultura-urbana-en-estos-35-anos/>)
7. Altieri M. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder.
8. Altieri. M. (1995). El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural de América Latina, en Cárdenas, M.A. (Ed) *Agricultura y desarrollo sostenible*. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), p.p. 151-203.
9. Altieri, M. y Nicholls, C. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, primera edición. México, pp.13-44.

10. Altieri, M. Nicholls, Clara. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de agroecología*. 24 (4): 6-9.
11. Altieri, M. (2014). Entrevista SOCLA. Última consulta 05 de mayo de 2014: <https://www.youtube.com/watch?v=uTS6siyC68A>
12. Álvarez-Manilla A, Martínez G, Salazar A, Paulino JC. (2002). Caracterización de suelos y control espacial por medio de los sistemas de información geográfica; caso Valle de Querétaro. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte. ISSN 0188-7297. Publicación Técnica No. 203. Sanfandila, Qro, México.
13. Andrade Pérez, A. (2007). Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica. CEM-IUCN, 2007. Bogotá, Colombia.
14. Andrade, G., G. Calderón, S.L. Camargo, R. Grether, H.M. Hernández, A. Martínez, L. Rico, J. Rzedowski y M. Souza. (2007). Familia Leguminosae. Subfamilia Mimosoidae. Fascículo 150. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional Bajío. CONACYT, CONABIO. Pátzcuaro, Michoacán, México. 229 p.
15. Angulo, A. (2012). La renta ambiental, ordenamiento ecológico y acción ciudadana. Ediciones Viceversa,
16. Angulo, A. (2014). El Medio Ambiente: Una reflexión Metropolitana. Ecología Profunda, Periódico Ketzalkoatl.
17. Aristegui Noticias (2014). El TLC provocó un “desastre” en el campo mexicano: Frente Campesino de Chihuahua. Redacción AN.
18. Armar-Klemesu, M. (2001). Urban agriculture and food security nutrition and health. Capítulo temático en Baker, N. et al. (Eds), *Growing cities, Growing food: Urban Agriculture on the policy Agenda*. DSE.
19. Arvizu-García, C. (2006) .Evolución Urbana de Querétaro. 1531-2005. Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro- Municipio de Querétaro, Querétaro, México.
20. Astillero Informa (2024). Retroceso permitir el glifosato. Se equivoca AMLO,

desconoce revolución agroecológica en México. Accesado el 05/04/2024 <https://youtu.be/RsxH0-V2zxA?si=efeJ7fi8imp6uteB>.

21. AZ Medios. (2024). La dependencia alimentaria de México, llegó a 40 por ciento hasta julio pasado. Agencias Chiapas. Antonio Alejandro Zavaleta Herrera, reportero. Disponible en <https://azmedios.net/2024/09/20/la-dependencia-alimentaria-de-mexico-llego-a-40-por-ciento-hasta-julio-pasado/>
22. Barrera-Bassols N, Toledo V. (2005). Ethnoecology of the Yucatec Maya: Symbolism, Knowledge and Management of Natural Resources. *Journal of Latin American Geography*, Volume 4, Number 1 pp. 9-41
23. Bergelson, J., Kreitman, M.; Petrov, D., Sanchez, A. Tikhonov, M. (2021). Functional biology in its natural context: A search for emergent simplicity. *eLife*. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.67646>
24. Berkes F. Colding J. y Folke C. (2003). Navigating socio-ecological systems, building resiliency for complexity and change. Cambridge University Press. UK
25. Blancas, José et al. (2013) Mantenimiento y conservación de la biodiversidad en los huertos del Valle de Tehuacán: una perspectiva regional. Proyecto presentado en el Simposium “La diversidad en huertos y su contribución a la soberanía alimentaria en México”.
26. Böhm. Steffen y Dahbi S. (2009). Upsetting the Offset. The Political Economy of Carbon Markets. MayFly Books, London.
27. Bondi, S; Llamas-Estrada, M.; Ortiz-Chao, C; Andreassi, F; Ludovico, D. (2013). Social capital and morphology of informality in the city of Querétaro. Rethinking the Urban. Contemporary Urban Issues Conference Proceedings. DAKAM. Eastern Mediterranean Academic Research Center. Istambul.
28. Bouwman, A.F. (1994). Direct Emission of Nitrous Oxide from Agricultural Soils (Report No. 773004004, National Institute of Public Health and Environment Protection, Bilthoven, The Netherlands)
29. Brandstof voor slavernij, (2019). VIMEO. Último acceso el 16 de enero de 2024. <https://vimeo.com/391700895>
30. Bravo, H. y H. Sánchez-Mejorada. (1978). Las cactáceas de México, volumen

- I, 2^a edición. México D.F. Universidad Nacional Autónoma de México. 743 p.
31. Brookfield H, Stocking M. (1999). Agrodiversity: definition, description and design. *Global Environmental Change* 9:77-80.
 32. Bunch, R. (1995). Two Ears of Corn: A Guide to People-Centered Agricultural Improvement. http://www.atree.org/harini_nagendra
 33. Bunker, S. "Materias primas y la economía global: olvidos y distorsiones de la ecología industrial", *Ecología Política*, num.12 (1997) p.p.81-89.
 34. Carvajal, M. (2010). Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos de la Región de Murcia. Departamento de Nutrición Vegetal. CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Murcia, España.
 35. Casida J.E. (1980). Pyrethrum flowers and pyrethroind insecticides. *Environmental Health Perspectives* 34: 189-202.
 36. CONAFOR y Universidad Autónoma Chapingo. (2013). Sistemas Agroforestales Maderables en México. Disponible en <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/8/5572SISTEMAS%20AGROFORESTALES%20MADERABLES%20EN%20MEXICO%20AVM.pdf>. Última consulta 18/04/2015.
 37. Cotula, L., Vermeulen, S., Leonard, R. and Keeley, J. (2009). Land Grab or Development Opportunity? Agricultural Investment and Investment and International Land Deals in Africa, IIED/FAO/IFAD, London/Rome. ISBN: 978-1-84369-741-1
 38. CNA (2009). Situación del sector de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
 39. CQRN (2007). El sistema de agua en la Región de Querétaro de la Cuenca Lerma-Chapala Querétaro, Querétaro.
 40. Companioni, N., Ojeda, Y., Paez, E., and Murphy, C. (2001). La agricultura urbana en Cuba. Avances de la agricultura sostenible. ACTAF. Ciudad de La Habana.
 41. Cordeiro, M., Shipper, L. and Noriega D. (2008). Measuring the invisible Querétaro. Quantifying emissions reductions from transport Solutions. Querétaro

Case Study. EMBARQ.

42. De la Llata Gómez, R. (2003). El Sistema de Agua en la Región Querétaro de la Cuenca Lerma-Chapala. (A. Lozano Guzmán, Ed.) (pp. 5-36). Querétaro, Qro: CONCYTEQ. Consultado en <http://www.concyteq.edu.mx/concyteq//uploads/publicacionArchivo/2017-06-232.pdf>
43. Del Val, Ek and Boege, K. (2012.) Ecología y evolución de las interacciones bióticas. Ediciones Científicas Universitarias. Texto científico universitario. México. FCE.
44. Dessus, S. Herrera, S., de Hoyos, R., (2008). The impact of food inflation on urban poverty and its monetary cost: some back of the envelope calculations, Agricultural Economics 39 (Suppl. 417-429).
45. Douglas, I. (2006). “Peri-Urban Ecosystems and Societies: Traditional Zones and Contrasting Values”. En: D. MacGregor y D. Thompson (eds). The Peri-Urban Interface (18-29). London, UK: Earthscan Publishers.
46. Duering-Cufré, Emiliano; González, Gómez, Carmen Imelda. (2014). Entre la conservación y la innovación en los centros urbanos de Querétaro.
47. Duering-Cufré, E. (2024). Educación para la ciudadanía; co-generación de conocimientos y saberes con niños/as y jóvenes sobre la construcción de la paz y el cuidado colectivo, en barrios considerados peligrosos en la región Centro-Occidente de México. CONACYT México. Grant number 309523
48. Eakin H. y Luers, A. L. (2006). Assessing the vulnerability of Social-environmental Systems. Annu. Rev. Environ. Resour. 2006.31:365-94.
49. ECOSOC, UN. (2018) Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo. Disponible en: <https://www.un.org/es/desa/2018-world-urbanization-prospects>
50. Egal, F., Valstar, Meershoek, S. (2001). Urban Agriculture, Household Food Security and Nutrition in South Africa, Mimeo, FAO, Rome.
51. Egziaber, A.C Lee A.G., Lee-Smith, D., Maxwell , D.G. , Memon P.A., L.J.A, Sawio. C.j., (1994). Cities Feeding People An Examination of Urban Agriculture in

- East Africa. IDRC, Ottawa. Ellis, F, Sumberg, J1998. Food Production urban areas and Policy response. *Food policy* 26(2). 213-225.
52. ETC Group. (2008). Who owns nature? Corporate Power and the Final Frontier in the Commodification of Life.
53. Esteva, G. (2014) “Tiempos de indignación, tiempos de reflexión”. En Rebelarse desde el nosotrxs. Porque desde el abismo es imposible vivir sin luchar, 8-38. En cortito que’s pa’largo. Querétaro, México.
54. Estrada-Álvarez A. y Malda, G, (2011). Análisis espacio-temporal de morfotipos de esporas de micorrizas vesículo arbusculares en la rizósfera de *Ceiba aesculifolia*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México.
55. Espacio Vivido. Instagram. (2 de Abril de 2024). Regulen a los especuladores de la vivienda. En México toda la familia tiene dercho a vivienda. <https://www.instagram.com/p/C74Tyt4gnSp/?igsh=MWJkYTV2Y2F0dmlkbQ==>
56. Esquivel, P. (2004). Los frutos de las cactáceas y su potencial como materia prima. *Agronomía Mesoamericana*. 15(2): 215-219. *Ecology*, 70(6):1665-1678.
57. FAO, FIDA, OMS, PMA, UNICEF. (2024). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd1254es>
58. FAO. (1996). *The State of Food and Agriculture*. FAO Rome.
59. FAO. (2003). Perfiles nutricionales por países. México. 2003. Roma, Italia.
60. FAO. (2008). With micro-gardens, urban poor “grow their own”. Programme for Urban and peri-urban Horticulture. Factsheet 6.
61. FAO. (2009). La FAO en México. Más de 60 años de cooperación 1945-2009- Representación de la FAO en México.
62. FAO. (2010). Fighting Poverty and Hunger. What role for urban agriculture? Economic and Social Development Department. 2010. Policy Briefs. Última revisión <http://www.fao.org/economic/es-policybriefs/briefs-detail/en/?uid=45052>

63. FAO. (2010/6) Mesa redonda sobre políticas para hacer frente a la inseguridad alimentaria en situaciones de crisis prolongadas: cuestiones y desafíos. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. 36vo Período de Sesiones. Roma 11-14 y 16 de octubre de 2010. Última revisión 31/05/2014 http://www.csm4cfs.org/files/SottoPagine/29/cfs_36_protracted_crisis_rt_es.pdf.
64. FAO. (2018). Food for the cities. <http://www.fao.org/fcit/fcit-home/es/>
65. Fernandes, G.W. y Price. P.W. (1998). Biogeographical Gradients in Galling Species Richness: Test of Hypotheses. *Oecologia*, 76:161-167
66. Food Price Monitoring and Analysis. (2024). (FPMA) Tool: Monitoring and Analysis of Food Prices FAO Database. Disponible en <https://fpma.fao.org/giews/fpmat4/#/dashboard/tool/domestic>
67. Franco, L.; Delgado, J; y Andrade G. (2011). Protocolo para la evaluación de vulnerabilidad y resiliencia de los humedales altoandinos frente al cambio climático Global. Informe Final- Documento 2. Convenio DHS No. 131 de 2009.
68. Freckman, D.W. y Virginia, R.A. (1989), “Plant-Feeding Nematodes in Deep-Rooting Desert Ecosystems, *Ecology*. 70(6): 1665-1678.
69. Garnatje, T., Calvet-Mir, L., Parada, M. et al. (2017). Los huertos familiares del Pirineo. Aproximaciones etnobotánicas y etnoecológicas del pirineo catalán. *Revista Mètode*. Num 72. Monográfico.
70. Gershenzon, J. y N. Dudareva (2007) The Function of Terpene Natural Products
71. Gispert, C.M, A. Gómez, A. Núñez (1993). “Concepto y manejo tradicional de los huertos familiares en dos bosques tropicales mexicanos”, en: E. Leffty y J. Carabias (eds.). Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales. Vol II., CIICH, UNAM. México, D.F. 575-623 pp.
72. Gliessman, S.R. (2013). La agroecología y la transformación del sistema alimentario. *Agroecología*, vol. 8 (2). Facultad de Biología, Universidad de Murcia.
73. González Sosa, E. (2009). La vulnerabilidad de zonas urbanas ante el cambio climático. Seminario Internacional sobre desastres por inundaciónn. UAQ/CIAQ.

Disponible en <http://www.slideshare.net/IFILACPHI/informe-desastres>

74. Golden, S. (2013). Urban Agriculture Impacts: Social, Health, and Economic. A literature review.
75. Gonzalez de Molina N, M. (2011). Entrevista. Hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas. Barcelona, Icaria.
76. González-Gómez, C.; Duering-Cufré, E. et al. (2010) Morfología urbana actual en ciudades intermedias: Santiago de Querétaro, México. Proyecto colectivo Ciudad, metrópoli y mercado inmobiliario. Querétaro 1970-2010, Universidad Autónoma de Querétaro.
77. Granados, D. y A.D. Castañeda. (1991). El nopal: Historia, fisiología, genética e importancia frutícola. Universidad Autónoma de Chapingo. Editorial Trillas. México. 227 p.
78. Granados R., Aguilar G., Diaz G., Medina M. (2011). Alteraciones de los indicadores agroclimáticos en años con presencia del fenómeno el niño en la región centro-occidente de México. Revista Geográfica de América Central. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica. Vol. II. pp. 1-16.
79. Growing Greener Cities. (2010). Programa de Horticultura Urbana y Periurbana. FAO.
80. Haase, S., L. Ruess, G. Neumann, S. Marhan y E. Kandler (2007) Low-level herbivory by root knot nemadoes (*Meloidogyne incognita*) Modifies root hair morphology and rhizodeposition in host plants (*Hordeum vulgare*), Plant soil, 301(1-2);151-164
81. Hart, R. D. (1979) Agroecosistemas, Conceptos Básicos. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
82. Harvey, D. (1979). Urbanismo y desigualdad social. Siglo Veintiuno Editores. 3era edición. México D.F.
83. Hernández, L., Pino, M. A., Cálvez, E., Dominí, M. E., Ramírez, A., and Terán, Z. (2005). Caracterización de los agricultores, biodiversidad y tecnologías de cultivo en el consejo popular norte y sur del municipio de San José de Las Lajas, provincia La Habana. Cultivos Tropicales 26, 11-16.

84. Hildebrand, M. (1991) Anatomía y embiología de los vertebrados, Limusa, México.
85. Hochstätter, F. (2004). Yuca III (Agavaceae), México. Garmany. pp. 33 y 34.
86. Holling C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4:1-23
87. Holmgren, D. (2002). Permaculture: principles and pathways beyond sustainability. Hepburn, Victoria.
88. Holt-Giménez, E. (2001). Midiendo la resistencia agroecológica contra el huracán Mitch. *LEISA revista de agroecología* 17(1): 7-10.
89. Holt-Giménez E. y Patel, R. (2012). ¡Rebeliones Alimentarias! La crisis y el hambre por la justicia. MA Porrúa, México.
90. Hopkins, R.P. (2009). Local Food: how to make it happen in your community. Tamzin Transitions Books.
91. Ibarra, C, L. I. Iñiguez and V. Sánchez. (2005). Pollination ecology of *Stenocereus queretaroensis* (Cactaceae), a chiropterophilous columnar cactus, in a tropical dry forest of México. *American Journal of Botany* 92:503:509.
92. Jatta, S. (2013). Urban agriculture, price volatility. Drought, and food security in developing countries. *MPRA Paper* 46544.
93. Jolivet, P. (1998) Interrelationship between Insects and Plants, CRC Press, Florida.
94. Kirkland, K., (2020) "The overexploitation of the Valle de Querétaro Aquifer and its impact in small peri-urban communities, Querétaro, México", Open Access Master's Report, Michigan Technological University. <https://doi.org/10.37099/mtu.dc.etdr/1126>
95. Knapp, A.K., C. Beier, D.D. Briske, A.T. Classen, Y. Luo, M. Reichstein, M.D. Smith, S.D. Smith, J.E. Bell, P.A. Fay, J.L. Heisler, S. W. Leavitt, R. Sherry, B. Smith and Weng, E. (2008) Consequences of more extreme precipitation regimes for terrestrial ecosystems, *Biosciences*, 58(9):811-821.
96. Krebs, C. (1989) *J. Ecological Methodology*. Harper & Row, 654 pages.
97. Leff, E. (2000). Ética por la vida. Elogio de la voluntad de poder. Centro de

Información de Naciones Unidas, México.

98. Ley de Desarrollo Rural Sustentable. (2015). Título Primero del Objeto y Aplicación de la Ley. Artículo 3 Sección XXXIII. Legislación Federal Vigente al 7 de abril del 2015. <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/37/4.htm?s> [Última consulta 18/04/2015]
99. Lope-Alzina, D. G. y P. L. Howard. (2012). “The Structure, Composition, and Functions of Homegardens: Focus on the Yucatán Peninsula”. *Etnoecológica* 9 (1):17-41.
100. López-Calleja, M.V. y Bozinovic, F. (2000). “Ecología energética y nutricional en aves herbívoras pequeñas” *Revista Chilena de Historia Natural*, 73(3): 411-420.
101. López, S. /Agencia Quadratín (2024). Agencia Quadratín en la siguiente dirección: <https://queretaro.quadratin.com.mx/comerciantes-buscan-que-se-implementen-al-menos-39-tianguis-en-queretaro/>
102. Losada, H. (2010). The role of urban agriculture in waste management in Mexico City. <http://www.ruaf.org/sites/default/files/UAM23%20mexico%20city%20pag40-41.pdf>
103. Lwasa, S. et al. (2014). Urban and peri-urban agriculture and forestry: Trascending poverty alleviation to climate change mitigation and adaptation. *Urban Climate*. Vol 7: pp. 92-106.
104. MacGregor-Fors, I. (2011). Misconceptions or misunderstandings? On the standardization of basic terms and definitions in urban ecology. *Landscape and Urban Planning* 100, 347–349.
105. MacGregor-Fors, I., Ortega-Álvarez, R., eds. (2013) *Ecología Urbana: Experiencias en América Latina.* 130 p. Disponible en línea: www1.inecol.edu.mx/libro_ecologia_urbana (ISBN: 978-607-00-6869-0)
106. Machlis, G.E., Force J.E. y Burch W.R. (1990): Timber, minerals and social change: an exploratory test of two resource dependent communities. *Rural Sociology* 55,411

107. Magallán, E.F. (1998). Las Agaváceas de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ciencias Naturales. Licenciatura en Biología. Tesis. pp. 155.
108. Mangan, J.L. (1988) “Nutritional Effects of Tanins in Animal Feeds”, *Nutrition Research Reviews*, 1:209-231.
109. Manual sobre agricultura y desarrollo rural, género en agricultura. (2012) .BID, FAO y FIRA,
110. Martínez, M., L. Hernández, R.W. Jones, C. López y R. Pineda. (2003). Evaluación de la biota del Jardín Botánico Regional de Cadereyta “Ing Manuel González de Cosío”. Jardín Botánico Regional de Cadereyta, Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Querétaro 32 p.
111. Martínez-Alier, J. y Jusmet, J.R. (2013). Economía ecológica y política ambiental. 3era. Edición. Fondo de Cultura Económica. México
112. Maxwell, D., Levin, C., & Csete, J. (1998). Does urban agriculture help prevent malnutrition? Evidence from Kampala. *Food Policy*, 23(5), 411-424.
113. McNaughton, S.J., J.L. Tarrants, M. McNaughton y R.H. Davis (1985), Silica as a Defense against Herbivory and a Growth Promotor in African Grasses. *Ecology*, 66(2):528-535.
114. Meadows, D. et al. (1972). Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad. Fondo de Cultura Económica. Volumen 116 de Colección Popular.
115. Meagher, W. and Colony, W.. (2008). Wild and Wonderful. Nature up close in the Botanical Garden “El Jardín del Ingenio”, San Miguel de Allende, W & W Publishinf. San Miguel de Allende, México. P. 86
116. Méndez, I. (1980). Consideraciones relativas a la postulación y contrastación de hipótesis científicas. IMAS UNAM. Monografías Serie Azul. 2nda Reimpresión. Vol 4.
117. Mendoza R., R. (2004). Otras prácticas de cultivo de los productores de maíz: diversificación, rotación de cultivos y técnicas de conservación de suelos. Apropiación de tecnología agrícola. Características, técnicas y sociales de los

- productores de maíz de Tlaxcala, Puebla, México. Pp. 194-205.
118. Milmo, C. & Wasley, A. (2010) Seeds of discontent: the ‘miracle’ crop that has failed to deliver, The Independent, 15 Feb 2010, <http://www.independent.co.uk/life-style/food-and-drink/news/seeds-of-discontent-the-miracle-crop-that-has-failed-to-deliver-1899530.html> [Última consulta 25/10/2010]
119. Monsiváis, C. (2005). “No sin nosotros”: los días del terremoto 1985-2005. Editorial Era. México DF. pp.166
120. Montaña, E. (2017). Análisis de vulnerabilidad. Adaptación basada en ecosistemas, Portal de la comunidad de práctica. Directora Científica del Inter-American Institute for Global Change (IAI). INCIHUSA-CONICET de Argentina. Centros REGATTA.
121. Montes, Ana (2020). ¿Qué fue el Consenso de Washington? El Orden Mundial en el Siglo XXI. Madrid. <https://elordenmundial.com/que-fue-consenso-washington/>
122. Mora Vega, R. (2012) Servicios Ambientales y Ecosistémicos: conceptos y aplicaciones en Costa Rica. Puentes, Vol. 13. No. 2.
123. Mora Vega, R. (2012) ICTSD, International Center for Trade and Sustainable Development. Servicios ambientales y ecosistémicos: conceptos y aplicaciones en Costa Rica. Puentes, Volume 13-Number 2. Última consulta (<http://www.ictsd.org/bridges-news/puentes/news/servicios-ambientales-y-ecosist%C3%A9micos-conceptos-y-aplicaciones-en-costa>) Última consulta 18 de marzo de 2015.
124. Morales, Y. (2018) México, líder en encarecimiento de la canasta básica: OCDE. Revista Vanguardia MX. Sección Dinero. Marzo. (Última consulta 03/02/2024 <https://vanguardia.com.mx/dinero/mexico-lider-en-encarecimiento-de-la-canasta-basica-ocde-EMVG3371746>)
125. Moreno-Gaytán, S.I. (2022) Entre lo comunitario y la escasez: La práctica de la agricultura urbana en la zona oriente del Valle de México. Revista Trace 81, CEMCA, Enero 2022; págs. 24-47, ISSN: 2007:2392. DOI:

126. Morote, C. F. (2010) Cómo creó Goldman Sachs la crisis alimentaria. Nodo 50. [Última consulta 18 de abril de 2014].
127. Mougeot, L.J., (2000). The Hidden Significance of Urban Agriculture. Vision Focus 3. Brief 6 of 10, August. IFPRI Washington, DC
128. Munsell. (2015) Soil color charts. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corp.
129. Nelson T. (1996). Closing the nutrient Loop. World watch. 9:6 November-December , pp. 10-17
130. Nobel. P.S. (1998). Los Incomparables Agaves y Cactos. Editorial Trillas, México. 211 p.
131. Noorgard R.B. (1994). Development betrayed: the end of progress and a coevolutionary revisioning of the future. London: Routledge.
132. Nugent. R., (2001). The impact of urban agriculture on household and local economies. Thematic paper 3. In: Bakker N. et al. Growing cities, growing food: Urban Agriculture the Policy Agenda. DSE
133. OECD Social Indicators Report: Society at a Glance (2014). Highlights Mexico.
134. O'Connor, J. (2000) ¿Es posible el capitalismo sostenible? Universidad de California. Papeles de Población. Vol. 6. No. 24. ISSN 1405-7425.
135. Ofreneh. (2012). Nuevas formas de despojo territorial: RED, REDD y Represas <http://ofraneh.wordpress.com/2011/08/30/nuevas-formas-de-despojo-territorial-red-redd-y-represas/> [Última consulta 25/10/2010].
136. Ordoñez, M.J. Coord. (2018). Atlas biocultural de huertos familiares en México: Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Veracruz y Península de Yucatán. Estudios socioambientales. UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.
137. Ortiz, R., Vera, C., and Leyva, A. (2001). Diagnóstico específico en huertos urbanos del suroeste de Ciudad de La Habana. Evaluación de sus características demográficas, ambientales, tecnología aplicada y agroecosistema. Cultivos Tropicales 22, 5–11.

138. Ostrom, E. (1990). *Governing the commons*. Cambridge: Cambridge University Press.
139. Palomeque F, E. (2009). Sistemas agroforestales. Huehuetán, Chiapas, México.
140. Pedaleanda [@pedaleanda]. Instagram. (2024, 2 de abril). Reportaje especial sobre la marcha por la movilidad desde la Plaza de los Mariachis. https://www.instagram.com/reel/C5Rx9IRA_V2/?igsh=MTBpbWNkbDducIxbw==
141. Pelling, M. (2011). *Adaptation to Climate Change: From resilience to transformation*. London: Routledge.
142. PERI Cimbras y Andamios S.A. Obras hidráulicas. Acueducto II, Piñones, Querétaro, México.
http://www.peri.com.mx/Acue.cfm/fuseaction/showreference/reference_ID/1822/referencategory_ID/22.cfm
143. Peterson, G. (2002). Estimating resilience across landscapes. *Conserv. Ecol.* 6. <http://www.ecologyandsociety.org/vol6/iss1/art17/>
144. Pugnaire, F y F. Valladares. (1999). *Handbook of Functional Plant Ecology*. Chapter 10- Plant survival in Arid Environments. Marcel Dekker Inc. Nueva York, EUA. Pp. 384
145. Ramírez-Miranda, C y Flores-Verduzco, J.J. en Calva, JL Coordinador et al. (2011). Políticas agropecuarias, forestales y pesqueras. Análisis Estratégico para el Desarrollo. Cap. Estrategia para recuperar la soberanía alimentaria y la producción de granos básicos.
146. Ravallion, M., Chen. S. Sangraula P., (2007). New evidence on the Urbanization of global poverty policy research working paper 4199. World Bank Washington, DC.
147. Reul, M.T. (2006). Operationalizing dietary diversity: a review of measurement issues and research priorities. *Journal of nutrition*.
148. Reul, M.T. Garrett. J.L., Morris S.S. Maxwell D., Oshaung A., Engle P., Menon, P., Slack, A, Haddad, L. (1998), *Urban Challenges to Food and Nutrition*

- Security: Review of Food Security, Health and Caregiving in the Cities, FCND Discussion paper no. 51 . IFPRI Washington, DC.
149. Ribeiro, S. (2014) A desalambrar. Grupo ETC. La Jornada 31 de mayo de 2014. <http://www.jornada.unam.mx/2014/05/31/opinion/018a1eco>
Última revisión 12/06/1
150. Robert, M. (2002) Captura de Carbono en los Suelos para un mejor manejo de la tierra. FAO; Roma.
151. Roberts, P. (2008). The end of food: the coming crisis in the world of food industry. London: Bloomsbury. 2008. XXVI, 390 p. ISBN: 978-0-7475-8881-8 (pbk) LIBRIS ID: 10911940
152. Rojas R.T. (1990). La agricultura en la época prehispánica. En Rojas T., M. Romero, C. Rodríguez, G. Von Wobeser y T. Martínez. 1991. La agricultura en tierras mexicanas desde sus orígenes hasta nuestros días. Ed. Grijalbo y Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México. Pp.15-138.
153. Rzedowski J. y Guevara-Féfer, (1992). Familia Burseraceae 3. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional Bajío CONACYT. SEP, Pátzcuaro, Michoacán. México. 46 p.
154. SAGARPA. (2011). “Sistema de información agropecuaria y pesquera”, en www.siap.gob.mx, México
155. SAGARPA. (2020). Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios.
156. Sánchez, Martínez E, Hernández-Oria J.G et al. (2011). Técnicas para la propagación de especies nativas clave para la forestación, la reforestación y la restauración en el municipio de Querétaro y su área de influencia. CONCYTEQ.
157. Sánchez-Lieja, O. (2006), Fenología invertida de *Jacquinia nervosa*: un mecanismo de escape a la herbivoría en una selva estacional, tesis de maestría, Posgrado en Ciencias Biológicas, México.
158. Scheinvar, L. (2004). Flora cactológica del estado de Querétaro: Diversidad y riqueza. Fondo de Cultura Económica. Sección de obras de ciencia y tecnología. México. 390 p.

159. Sen, A. (1999) *Development as Freedom*. New York, Knopf.
160. Serna, A.J. y Palacios-Sierra, P. (2001). Transformaciones sociales y económicas de la periferia rural de una metrópolis mexicana: un análisis de la situación de Huimilpan, Querétaro. Ponencia presentada en el VII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural, Porto de Galinhas Pe., Brasil. Noviembre de 2010.
161. Sida, ETC (2003). *Annotated Bibliography*. ETC Leusden, The Netherlands.
162. Sotomayor G. A. y García R. E. (2005). Cartilla agroforestal No. 2: Sistemas agropastorales. Red Agroforestal Nacional. Chile. 4 p.
163. Stern, N. (2006) *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Disponible en www.sternreview.org.uk
164. Stevens, C.E. (1998) *Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System*, Cambridge University Press.
165. Terrones R. T. del Rosario et al. (2006). *Educación Ambiental en Traspatios Agroforestales con Arbustivas Nativas: espacios para amortiguar la desertificación*. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato, México.
166. Timmerman P. (1981). *Vulnerability, resilience and the collapse of society*. Rep. 1, Inst. Environ. Stud. Toronto, Canada.
167. Toledo, V.M. y Barrera-Bassols, N. (2014). *La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Editorial Universidad del Cauca.
168. Trinidad S.A. (2010). Utilización de estiércoles. SAGARPA. Disponible en: <http://sagarpa.gob.mx/desarrollorural/Documents/fichaaapt/utilizaci%onF3n%20de%20esti%E9rcoles.pdf>
169. UCCS, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad. Página oficial. 2015.
170. UNDP. (1996). *Urban Agriculture Urban agriculture, food, jobs and sustainable Cities* United Nations Development Programme. Publication Series for Habitat H, Vol. UNDP, New York.
171. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population

- Division (2012). World Urbanization Prospects: The 2011 Revision CD-ROM Edition – Datos en formato digital (POP/DB/WUP/Rev.2011).
172. Valiente-Banuet, A., M. del C. Arizmendi, A. Rojas-Martínez, A. Casa, C. Silva, H. Godínez and P. Dávila. (1998). The role of biotic interactions in columnar cacti forest of México. International Workshop on the evolution, ecology, and conservation of the columnar cacti and their mutualists. Departamento de Ecología Funcional y Aplicada, Instituto de Ecología. Universidad Autónoma Nacional de México, Department of Biology, University of Miami. Tehuacán, Puebla, México. 30 p.
173. Vanderhoff B. F. scj. (1986) Organizar la esperanza, teología campesina. Barranca Colorada, Oaxaca, México.
174. Vandermeer J, Perfecto I. (1995). Breakfast of biodiversity: the truth about rainforest destruction. Food First Books, Oakland.
175. Van Reeuwijk LP. (2002). Procedures for Soil Analysis (6th Edition). ISRIC Technical Paper. Wageningen, The Netherlands.
176. Van Veenhuizen. R (2006). Cities farming for the future. Urban Ariculture for Green and Productive Cities. RUAF Foundation IDRG Ottawa.
177. Vásquez Dávila, Marco A. y Lope-Alzina, Diana G. (2012). Aves y huertos de México. 1era Edición Oaxaca, México. CONACYT, Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural.
178. Vaquero-Simancas, J. (2023). Incendios provocados, talas masivas y robo de agua: la industria del aguacate deforesta Michoacán y Jalisco. El País.
179. Vázquez M. (2013). Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. Agroecología 8(1):33-42
180. Vega y Monroy, L. (1989). Viñetas queretanas. Autores de Querétaro. Dirección de Patrimonio Cultural. Secretaría de Cultura y Bienestar Social. Gobierno del Estado de Querétaro. Querétaro, Qro. México. Pp. 77-80.
181. Watson, R.T. , L.G. Meiro Filho, E. Sanhueza, A. Janetos, (1992) in Climate Change 1992- The Supplementary Report of the Intergovernmental Panel on

Climate Change Scientific Assessment (Cambridge Univ. Press, New York, 1992), p.p. 25-46

182. Weil & Brady (2017) The Nature and Properties of Soils. 15th edition. Publisher: Pearson Education. ISBN: 978-0133254488
183. Whitefield, P. (2004). Earth Care Manual: a permaculture handbook for Britain & other temperate climates. Portsmouth: Permanent Publications. ISBN: 1-85623-021-X. LIBRIS-id: 9973104
184. World Urbanization Prospects. (2012). The 2011 Revision. Highlights. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. United Nations. ESA/WP/224.
185. World Development Report. (2008). Agriculture for Development, World Bank. The state of Food Insecurity in the World. How does international price volatility affect domestic economies and food security?
186. Wunder Map. <http://www.wunderground.com/>
187. Zezza, A. and L. Tasciotti (2010): Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries, in: Food Policy. Vol.35(4), pp. 265-273.
188. Zezza, A., Azzari, C., Davis, B., Covarrubias, K., Tasciotti, L., Anriquez, G., (2008). The impact of rising food prices on the poor. FAO-ESA working 08-07.

Artículos periodísticos y reportajes audiovisuales

189. AM Querétaro. (2014). Cemento devora zonas de cultivos. En los últimos 30 años, en la zona metropolitana de Querétaro la mancha urbana ha crecido 22.7 veces, lo que ha causado que se reduzcan las tierras productivas. Domingo, agosto 2013. Última consulta 05 de mayo de 2014 <http://amqueretaro.com/2013/08/cemento-devora-zonas-de-cultivos/.html>
190. CDKN. Integrating urban agriculture and forestry into climate change action plans: Lessons from Sri Lanka. <http://cdkn.org/wp->

- content/uploads/2014/05/SriLanka_Inside_Story_final_web-res.pdf
191. Chávez, H. (2014). El Financiero. Sección economía. Dependencia agroalimentaria pasó del 10 al 43% en 20 años.
192. Committee on World Food Security. (2012). Global Strategic Framework for food security and nutrition.
193. Domain-b.com (2012). Shell scraps controversial biofuels plan after Brazilian Indian protest. http://www.domain-b.com/companies/companies_s/Shell/20120613_indian_protest.html
[Última consulta, 30/07/2012]
194. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, ENSANUT. (2020). http://ensanut.insp.mx/doctos/FactSheet_ResultadosNacionales14Nov.pdf
195. Espejitos por aire, Imponiendo compensaciones subnacionales de REDD, provenientes de México, en el mercado de carbono de California.
196. Friends of the Earth International. (2010). The jatropha trap? The realities of farming
197. Friends of the Earth International (2010). Jatropha in Mozambique. http://www.foei.org/en/resources/publications/pdfs/2010/thejatrophatrap-the-realities-of-farming-jatropha-in-mozambique/at_download/file. Última Consulta, 19/11/2010]; Justiça Ambiental & União Nacional de Camponeses.
198. Friends of the Earth (2012) Reclaim UN from corporate capture. Friends of the Earth International Secretary. <http://www.foei.org/en/resources/publications/pdfs/2012/reclaim-the-un-from-corporate-capture/view> [Última consulta, 30/07/2012]
199. Giraldo, O. (2022) Multitudes agroecológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición. ENES Unidad Mérida. Yucatán, México.
200. Grain Report. (2015). Free Trade and Mexico's junk food epidemic.
201. Infobae (2024). La mayor empresa de alimentos en Venezuela alertó por un riesgo de desabastecimiento. Venezuela. Acceso el 30/03/2024 <https://www.infobae.com/america/venezuela/2020/04/26/la-mayor-empresa-de-alimentos-en-venezuela-alerto-por-un-riesgo-de-desabastecimiento/>

202. Jakobsen, I. y Rosendahl, L. (1990). Carbon flow into soil and external hyphae from roots of mycorrhizal cucumber plants. *New Phytol.* 115(1):77-83
203. Mongabay News (2011) Papua New Guinea suspends controversial grants of community forest lands to foreign corps May 06, 2011. http://news.mongabay.com/2011/0516-png_sabls.html# [Última consulta, 30/07/2012]
204. Otros Mundos (2012). La codicia por los árboles. Documental sobre el REDD. <http://otrosmundoschiapas.org/materiales/redd-la-codicia-por-los-arboles/> [Última consulta, 30/07/2012]
205. Orwa, C., A. Mutua, R. Kindt, R. Jamnadass, S. Anthony. (2009). Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0 <http://www.worldagroforestry.org/resources/databases/agroforestry> [Última consulta, 21/04/2015]
206. Rebossio, A. (2015) Los médicos ligan el cáncer de un pueblo argentino a los agroquímicos. La incidencia de neoplasias en Monte Maíz triplica la tasa nacional. *El País.* (Consultado el 13 de abril de 2015)
207. Ribeiro, S. (2015). Trasngénicos, glifosato y cáncer. Opinión. *La Jornada.* (Consultado el 4 de abril de 2015)
208. Sánchez-Martínez, E.; Hernández-Oria. J.; Hernández-Martínez, M., Maruri-Aguilar, B., Torres-Galeana, L. y Chávez Martínez, R. (2011). Técnicas para la propagación de especies nativas clave para la forestación, la reforestación y la restauración en el municipio de Querétaro y su área de influencia. Jardín Botánico de Cadereyta “Ing. Manuel González de Cosío” Querétaro, México.
209. Sarich, C. (2015). Monsanto employee admits an entire department exists to “discredit” scientists. But no one know about it. *Natural Society. Transform your health naturally.* (Consultado el 6 de abril de 2015)
210. Suárez M. (2008) Formación de agentes del desarrollo local, en: Girardo Cristina. *El desarrollo local en México: Aportes teóricos y empíricos para el debate,* UNAM, UADY, Mérida, Yucatán, México.
211. Ribeiro, S. (2014). Grupo ETC. A desalambrar. Opinión. *La Jornada.* 31 de

mayo 2014.

212. Technology Water. (2013). UN Report says Small-Scale Organic Farming Only Way to Feed The World.
<http://www.technologywater.com/post/69995394390/un-report-says-small-scale-organic-farming-only> [Última consulta, 20/04/2015]
213. Thompson, S.K. (1990) Adaptative cluster sampling. *Journal of American Statistics Assessment*. 67, 224-227.
214. Van Reeuwijk, L. (2002) Procedures for Soil Analysis. 6th Edition, ISRIC, FAO, Wageningen.
215. Young, K. J. (2017). Mimicking Nature: A review of successional agroforestry systems as an analogue to natural regeneration of secondary forest stands. Capítulo 8 en: *Integrating Landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty* p. 179-209.

XI. ANEXOS

10.1 Anexo 1. Artículo de investigación en *Frontiers in Sustainable Food Systems*

Cita: Villavicencio-Valdez, G.V. et al. (2023) Urban agroecology enhances Agrobiodiversity and resilient, biocultural food systems: The case of the semi-dryland and medium-sized Querétaro City, Mexico, *Frontiers*. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2023.1066428/full> (Accessed: 15 April 2024).



OPEN ACCESS

EDITED BY

Laura Zanotti,
Virginia Tech, United States

REVIEWED BY

Brittany Kesselman,
University of Cape Town, South Africa
Gaston Small,
University of St. Thomas, United States

*CORRESPONDENCE

Gabriela Valeria Villavicencio-Valdez
✉ valvillavi@gmail.com;
✉ gvvillavicencio@ensq.edu.mx

¹These authors have contributed equally to this work and share first authorship

RECEIVED 10 October 2022

ACCEPTED 13 October 2023

PUBLISHED 29 November 2023

CITATION

Villavicencio-Valdez GV, Jacobi J, Schneider M, Altieri MA and Suzán-Azpiri H (2023) Urban agroecology enhances agrobiodiversity and resilient, biocultural food systems. The case of the semi-dryland and medium-sized Querétaro City, Mexico. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1066428. doi: 10.3389/fsufs.2023.1066428

COPYRIGHT

© 2023 Villavicencio-Valdez, Jacobi, Schneider, Altieri and Suzán-Azpiri. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Urban agroecology enhances agrobiodiversity and resilient, biocultural food systems. The case of the semi-dryland and medium-sized Querétaro City, Mexico

Gabriela Valeria Villavicencio-Valdez^{1*†}, J. Jacobi^{2†},
M. Schneider³, M. A. Altieri⁴ and H. Suzán-Azpiri¹

¹Department of Natural Sciences, Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Querétaro, México,

²Department of Environmental Systems Science, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zürich, Switzerland, ³International Institute of Social Studies (ISS), Erasmus University Rotterdam, The Hague, Netherlands, ⁴Department of Environmental Science, Policy, and Management, University of California Berkeley, Berkeley, CA, United States

Small-scale agroecological practices in the urban areas of Querétaro, México, as in other mid-sized cities, could maintain agrobiodiversity pools and sufficient productivity for a food sovereignty baseline. The application of agroecological principles fosters agrobiodiversity and socio-ecological resilience in urban food production. Emerging urban gardens result from an immediate necessity for food that does not appear in local statistics, nor is there any account of them in any cadastral source or land register of Querétaro City. Based on studies of 28 urban gardens, we survey and analyze farming practices using socio-ecological resilience methodologies and the Diagnostic Survey of Agroecological Practices. We find that the agroecological management of urban gardens results in significantly more species richness than in conventionally managed plots, likely due to the multifunctional purposes associated with biocultural memory. The number of social actors participating in agroecological management is increasing. It represents an urban strategy of resilience that contributes to enhancing the microclimate and nutrient cycling, as well as to improving water management and biodiversity. Results also indicate that gardens of approximately 200 m² harbor the highest levels of agrobiodiversity. This area size for home vegetable production appears optimal for user-friendly management practices in urban settings and could represent the minimum benchmark for a family and a goal for urban planning and policy recommendations. Urban gardens contribute to the adaptive capacities of city dwellers to enhance their food security and sovereignty. Therefore, given that 70% of the national population face some level of food insecurity, we argue that, along with the protection of land-use rights, the promotion of a diverse urban landscape could improve long-term socio-ecological and food supply resilience. Additionally, urban gardens promote neighborhood social inclusion and affordable access to food. The empirical results and insights from this study in Querétaro can inform land-use policies for urban agriculture more broadly, especially in Latin American metropolitan areas.

KEYWORDS

urban agroecological practices, urban agrobiodiversity, urban socio-ecological resilience, urban food policy, small-scale food systems, biocultural memory, urban farming, adaptative governance

1 Introduction

1.1 Background of the study

City dwellers, scholars, policymakers, and non-governmental organizations increasingly recognize urban agriculture as an essential contributor to food security, the sustainable use of resources, and biodiversity in urban landscapes (Smit, 1996; Barthel et al., 2013; Clausen, 2015). Community gardens, rooftop gardens, school gardens, guerrilla gardens, and other unique forms of urban production enable people to cultivate food and community while conserving agrobiodiversity (Whitney et al., 2017), soil, and water (Colding, 2011; Golden, 2013; Classens, 2014; Tornaghi, 2016). Agrobiodiversity results from interactions between the genetic resources of plant, animal, fungi, and microorganism species (both domesticated and their wild relatives), the environment, and the management systems and practices used by culturally diverse peoples at the intersection of biological and cultural diversity. It includes diversity at the ecosystem, species, and gene levels (FAO, 2004; Jackson et al., 2007 and Casas and Vallejo, 2019) and comprises various foods, fibers, and medicines of natural origin as well as the ways in which they are produced. The collection and cultivation of various species for food and other purposes requires the use of land and water resources. The variety and variability of species are necessary for sustaining key functions of agroecosystems, including both their structure as well as various processes for and in support of food production (FAO, 2004). Indeed, agrobiodiversity is a vital sub-set of overall biodiversity. Many people's food and livelihood security depend on the sustained management of various biological resources that are important for food and agriculture (Schneider and McMichael, 2010). Yet at least 70% of crop genetic diversity has been lost due to climate change, the industrialization of agriculture, and the associated shifts in the socio-economic and cultural dynamics of food and agriculture (FAO, 2020; Njeru et al., 2022).

Parallel to the decline of crop diversity in agricultural landscapes, the current diet of most people is dominated by only three crops – wheat, rice, and corn – which provide over half of the calories consumed globally (Pollan, 2002; UNCSN, 2020). This fact raises concerns about human health as well as the resilience of the global food system, as agrobiodiversity is key to both healthy nutrition and climate change adaptation. This structural lack of diversity in the food system poses immense risks to food security and human well-being, especially for poor and vulnerable populations, for instance in the case of crop failure. These risks are exacerbated by the impacts of financial speculation on food crops (.

The loss of agrobiodiversity¹ also incurs substantial costs. For example, the role of pest control by natural predators is estimated to

be worth 100 billion USD, the role of soil biota in increasing soil fertility at least 25 billion, and the value of crops whose production depends on insect pollinators 15 billion (Constanza et al., 2014). According to the more radical views of activists, grassroots movements, and many peasant and indigenous communities, this extraordinary, abundant diversity is sacred, sustaining all forms of life (not least our own), and should not be subject to pricing and offsets in market-driven speculation that causes inflation for those that most need access to affordable food (Hawkes, 2006; FoEI, 2021). In Mexico, as in many other countries where the Green Revolution was institutionalized, agricultural modernization has led not only to the reduction of crop species diversity but to the replacement and erosion of indigenous crop varieties. These varieties are adapted to particular environments and tolerant to adverse climatic conditions and their loss has driven both the reduction of food resilience and a rise in health problems over recent decades. The push of corporate globalized food systems and free trade agreements to replace diverse and rich traditional diets to highly processed, energy-dense, and micronutrient-poor foods and beverages has led to the proliferation of obesity, diabetes, heart disease, and other diet-related chronic (Popkin et al., 2012). For example, most drinks and snacks consumed in Mexico contain high-fructose corn syrup, which has been linked to the epidemic of obesity and Type 2 diabetes (Bello-Chavolla et al., 2017).

The COVID-19 pandemic also had dramatic effects on people's diets. Besides food prices peaking around the world (GRFC, 2020), demand for fresh produce diminished as many people worried about potential supply chain disruptions and shifted towards greater consumption of heavily processed items with longer shelf lives. This trend links to the incidence and severity of diabetes and other diet-related diseases which have been identified as risk factors for COVID-19 mortality (IPES-FOOD, 2020; UNCSN, 2020). Marginalized city dwellers with underlying health conditions such as diabetes, high blood pressure, obesity, and heart disease – mostly belonging to lower-income groups, communities of color, and indigenous groups – are at particular risk of severe illnesses, including hospitalization and death (Popovich et al., 2020). The crisis of the COVID-19 pandemic must provide the impetus to transition from industrial agriculture towards regenerative, diversified, and resilient agroecology-based food systems (Altieri and Nicholls, 2020).

In terms of urban resilience, medium cities have been identified as both the main hosts of urban growth today and the weakest urban-area types in terms of infrastructure, water service, and food provisioning for the future (World Bank, International Monetary Fund, 2013). Medium cities are those with a population between 100 thousand and 1 million inhabitants (Covarrubias, 1985; Padilla, 1998). Urban areas in Latin America are often defined by a population concentration above 1,000 persons per km² or more than 10 inhabitants per ha with basic services, such as water, electricity, transportation, and communications. Peri-urban areas, on the other hand, are located within the area of influence of city systems and adjoin neighboring “non-urban” systems (MacGregor-Fors and Ortega-Álvarez, 2013). Landscape stewards in urban and peri-urban areas employ diverse socio-ecological practices. Harnessing the power of these practices can cultivate resilience within urban food systems, enabling them to reorganize to meet human needs in times of crisis (Altieri and Nicholls, 2000; Elmquist et al., 2003; Folke, 2003; Folke et al., 2011; Colding and Barthel, 2013; Blay-Palmer et al., 2015). Urban resilience has become ever more important in this age of climate change, urbanization, rampant environmental degradation, pandemics, and intensifying social disparities in the food system.

¹ Related to agrobiodiversity, the flexibility and variety of production and management technologies and practices of small urban farmers is encompassed by the term agrodiversity, used by Pinedo-Vasquez (2008). Pertaining only to primary production, high agrodiversity is central to any strategy aimed at developing sustainable food-production systems that are resilient to stresses driven by climate change (Brookfield and Stocking, 1999; Njeru et al., 2022). In this article, we use the term agrobiodiversity in order to conform to the definitions of the FAO (2004) and the Mexican Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity that operates the National Biodiversity Information System (SNIB, CONABIO, 2023).

Research demonstrates that agroecological perspectives and practices can contribute to food-system adaptation and resilience and, relatedly, to the success and productivity of urban agriculture (Gliesman, 2013; Altieri and Nicholls, 2018). On the field and farm level, this approach aims to foster the optimal recycling of nutrients, organic turnover of soil fertility, closed energy flows, water and soil conservation, and pest regulation. At the same time, management practices that improve crop diversity also significantly contribute to an increase in the supply of critical vitamins and nutrients beyond the production site, particularly when that diversity includes green leafy vegetables (Rajendran et al., 2017). Therefore, agroecology presents a holistic grassroots tool to both improve the ecological impact and the productivity of urban agriculture and benefit surrounding human communities.

Despite the emerging recognition of its advantages, the potential of urban agriculture is scarcely considered in estimates of food production, nor in projections of research priorities. In Mexico, urban farming is not included in agricultural statistics, urban land-use mapping,² or accounts of local and national-level food security.³ The contributions of urban agriculture, in other words, are under-theorized, under-estimated, and under-recognized in both scholarly research and practical policymaking. Given the rapid pace and future trajectory of urbanization around the world – combined with growing concerns over food security, struggles over the resources needed to ensure adequate food access and nutrition, and the ecological implications of industrial food production and long-distance food trade (Schnell, 2013; SEDESOL, 2014) – a strong focus on urban agriculture in scholarship and policy is more urgent than ever.

Our study of urban gardens in the Metropolitan Area of Querétaro, Mexico contributes to the nascent literature on urban agriculture. It provides agrobiodiversity data to inform policy-making processes about the urban circular metabolism and to stimulate political interest in reusing resources in urban ecosystems as much as possible (Bolton and Hildreth, 2013; Mostafavi et al., 2014; Angulo et al., 2015; Lucertini and Musco, 2020; QroCircular, 2023).⁴ The study

was conducted over a 2-year period and included site visits (28 urban and peri-urban gardens in the Querétaro municipality), personal communication and interviews, species identification, and soil sampling. We posed four questions: (1) What are the main components of agrobiodiversity in urban gardens in Querétaro? (2) Do garden management practices differ across the range of urban garden types? (3) Is agrobiodiversity different between Querétaro's urban and peri-urban landscapes, and if so, how? (4) How does agrobiodiversity in urban agriculture contribute to socio-ecological resilience? The remainder of this introduction situates key contexts and concepts for the study of urban agriculture and resilience and provides the rationale for this case study in Querétaro to inform urban planners, scholars, and food providers elsewhere to consider a similar process.

1.2 Urban farming, biocultural food systems, and resilience

Urban agriculture (UA) includes the production, distribution, and consumption of food within the limits of a metropolitan area (Companioni et al., 1997; Altieri, 1999; Smit et al., 2001; Cole et al., 2008). While the boundary between cities and the countryside is ambiguous and shifting, for urban agriculture, the “metropolitan area” typically includes both urban and peri-urban spaces.⁵ In this study, we examine urban and peri-urban gardens which, following Esteva (2013), we refer to as *urbicultura*.⁶

Urbicultura comprises strategies and mutual-support networks for growing food in the city. It has experienced a significant boom in Mexico in recent decades (Esteva, 2013). Such “alternative” food networks have the potential both to increase resilience in the face of ongoing food insecurity due to political strife, economic recession, and climate change and to minimize risks for farmers (Blay-Palmer et al., 2015). An agroecological base in the production system may reduce the dependence on external inputs, promote the consumption of local and healthy food in the population, and generate various alternatives for food access and distribution within the metropolitan area. It also can allow urban dwellers, who are socially isolated from farmers and their policy issues, to connect with each other in ways that can both build and heal communities (Simmel, 1903; Nabhan, 2001; Altieri and Nicholls, 2009; Ostrom, 2009; De Zeeuw et al., 2010; Peretto and Valente, 2015). As such, agroecological *urban farming* can be an important component of efforts toward food sovereignty,

² Cadastral municipal land descriptions of legal ownership, land-use, and location within the Querétaro's Municipal Registration.

³ The National Census, which is conducted every 10 years, does not include urban agriculture metrics, nor does the most recent biennial Household Intercensus Survey (ENIGH, 2022). The SAGARPA-Mexico without Hunger National Program only collects information on small-scale farmers and producers in rural areas (SIAP, 2017). Urban agriculture is also not included in the biannual multidimensional poverty evaluation in Mexico (CONEVAL, 2019). As a result, there is no estimate of the number or contributions of urban farming operations in Mexico.

⁴ Querétaro City is widely used as a representation of a prosperous expansive urban model by mainstream institutions, such as (UN-Habitat, 2017), but in reality, its rapid expansion is repeating the complexity of structural problems of many other mid-sized Latin American cities, like Caracas and Lima and Santiago de Chile. In February 2021, Standard & Poor's awarded Querétaro a national credit rating of MxAA+. This rating came after the state had been recognized as the second most competitive in the country by the Mexican Institute of Competitiveness (IMCO). However, the growing real estate speculation of 56% accounted for only an 18.9% increase in investment in public transportation and 4.4% in water distribution according to the Builders National Survey (ENEC, 2023). Prior to the COVID pandemic, Querétaro

registered a growth of 1.4 million dwellers and after it, became one of the most popular cities for remote workers. In 2022, a total of 118 individuals were reported to daily immigrate into the City of Querétaro (González, 2022).

⁵ In their study of urban agriculture and food security in the Global North, Opitz et al. (2016) argue that urban and peri-urban areas are categorically different from each other, and should be studied as such. For our purposes, and in the context of Querétaro, we approach urban and peri-urban agriculture as spatially overlapping categories.

⁶ We used the term *Urbicultura* in italics and Spanish (with potential translation) since it represents the cultural appropriation of an emerging practice in Mexico. We use this language in an explicit attempt to decolonize research, to preempt viable criticism, and provoke thought about the coloniality of knowledge production.

defined in the Nyéléni (2007) Declaration as, “the right of peoples to healthy culturally appropriate food produced through ecologically sound and sustainable methods, and their right to define their own food and agriculture systems.” Achieving food sovereignty entails gaining bottom-up control over agrifood production, processing, and consumption. It will necessitate strengthening the socio-ecological resilience of food and farming systems within and between rural and urban areas, which includes protections for biodiversity and land rights. It also will require the adoption of knowledge-intensive farming practices linked to the biocultural memory of ingredients, processes, and uses of different varieties of crops. Biocultural memory can be defined as the knowledge, practices, and the basis of identity and beliefs transmitted from generation to generation of peoples (FAO, 2020). The term “biocultural food systems” thus refers to the diversity of food crops and the associated knowledge.

Emerging research indicates that urban farming and its practitioners, often referred to as *urbicultores* in Spanish (which translates as *urbicultivators* in English), have the potential to enhance food security, climate adaptation, and community-level resilience in cities (Colding and Barthel, 2013). Resilience is the capacity of a system to withstand disturbance and to reorganize to retain its function, structure, identity, and feedback (Holling, 1973; Gunderson and Holling, 2002; Walker et al., 2004; FAO, 2010/6; MacGregor-Fors, 2011). For example, *urbicultura*, whether considered as identity-based knowledge of food, culturally-appropriated ingredients, products, and processes or as a biocultural food system (Esteva, 2013), can reduce negative impacts within households during periods of food scarcity. This role is especially relevant when food prices experience substantial spikes, as witnessed during the 2007/2008 global food-price crisis and more recently, amid the COVID-19 pandemic and the war in Ukraine. This is particularly important for poor and marginalized people who are most affected by food price spikes and for whom gardens can be a buffer in the short term. Rather than representing momentary shocks to otherwise well-functioning systems, *disturbances* reveal deeper structural problems in the food system. Indeed, recent food price hikes have pushed the number of hungry in the world to its highest level in human history. At the same time, leading transnational agribusiness corporations recorded record profits during the crisis and the productivist approaches to food security that they champion have gained more traction in policy and business circles (McMichael and Schneider, 2011; Bloomberg, 2021). In the longer term, the food crisis disturbance demonstrates that rather than a lack of food availability, it is social exclusion and economic disparity that systemically limit people's access to food (De Schutter, 2014; Piketty, 2014).

The high proportion of people on the planet who are hungry, food insecure, and/or deficient in micronutrients co-exists with a growing proportion of people who suffer diet-related diseases and maladies from “over-consumption.” This trend is related to the replacement of more locally-based and whole foods with calorically dense but nutritionally empty industrial foodstuffs (Muñoz de Chávez et al., 2002; Drewnowski and Specter, 2004; Patel, 2008; Scrinis, 2008; Carolan, 2012; Tilg and Moschen, 2015; FAO, 2016).

FAO (2010/6) urges that the solution to the structural causes of food crises lies in establishing local markets, promoting urban gardens, improving natural-resource sustainability and land distribution, and supporting grassroots organizations. More than simply a matter of official, top-down policy, maintaining and enhancing urban food production for resilience also involves civil

society. Walker et al. (2004) refer to collective action to empower agency in local food systems and manage resilience as governance *adaptability* (Walker et al., 2004). Urban gardens often serve as an important example of such community-based adaptability led by civil society. However, city dwellers also require a supportive policy environment to ensure land-use rights and safeguard against dislocations.

Urban farming is particularly powerful as a form of resilience when based on the agroecological model, the main objective of which is the prioritization and design of ecological-regulatory functions (Smit, 1996; Golden, 2013; Nicholls et al., 2015a,b). For instance, agroecological practices facilitate functional redundancy through high levels of crop diversity and peripheral plot complexity in urban farming practices (Whitney et al., 2017). Redundancy provides a broader adaptive capacity to respond to disturbances (Altieri, 1999). Agroecological urban farming promotes biological activity in the soil, conserves soil organic matter, and relies on interactions and positive synergies between agroecosystem components, further enhancing the system's resilience. Therefore, agrobiodiversity creates functional insurance and supports the reorganization and renewal efforts of disturbed systems (Elmqvist et al., 2003; Colding, 2007). While greater ecological complexity is essential for a city's resilience, the activation of cultural diversity through conducive governance practices and organization is key for the capacity of cultural practices and the landscape to co-evolve, i.e., for the development of land use and management (Rindos, 1980; Barthel et al., 2005; Colding and Barthel, 2013). As this empirical study shows, this activation depends more on diversification and the knowledge-intensive biocultural memory of its practitioners than on its capital intensity or the productivity of a single crop. Therefore, activating the biocultural memory of city dwellers becomes strategic. The food selection and preparation processes transmitted through history are key for alternative futures. Agroecology has the potential to restore the importance and recognition of agricultural practices that have been present in the territories for several generations and that are kept vital through biocultural memory (Zeeza and Tasciotti, 2008; FAO, 2020). Because of the relatively small scale of production, UA can be highly decentralized. As many crops in UA have been carried to metropolitan areas by migrants, these systems tend to be highly diverse in terms of crop mixtures and production practices. Urban gardens are less dependent on external inputs, such as fossil fuels and fossil fuel-based inputs. Instead, they rely on recycling soil and water and using plant and animal waste for fertility. As such, UA has the potential to close energy cycles in cities (Altieri and Nicholls, 2007). Finally, in addition to improving food access, UA projects are a form of financial saving and community development for urban farmers, and they provide learning opportunities, youth development, and community integration (Colding, 2011).

Urban farming does not inherently embody agroecological principles, nor does it solely rely on biocultural memory. Realizing the full potential of urban agriculture in enhancing resilience often requires an *agroecological transition*. This transition involves the comprehensive transformation of a production system, encompassing technical, productive, ecological, and socio-cultural aspects, in a multilinear process of change (FAO, 1996; Smit, 1996; Freire, 2000; Caporal and Costabeber, 2004; Rogé et al., 2014).

The transition of urban farming in this direction depends on the adaptive capacity of social and ecological conditions. Key social factors, including local governance, the presence of biocultural memory among practitioners, community organization, property rights, and institutional alliances, must be addressed. On the ecological front, it is imperative to enhance biodiversity through functional groups like organisms that perform vital roles such as pollination, seed dispersion, grazing, predation, nitrogen fixation, decomposition, soil fertility enhancement, and water flow modification. To ensure their livelihoods, urban farmers also must re-learn how to maintain ecological functions, such as nutrient cycling and organic matter optimization for soil fertility, system diversification, pest prevention (e.g., by stimulating the presence of natural enemies as a biodiversity management strategy), and sustainable water management over time (Altieri, 2002; Altieri and Toledo, 2011).

1.3 Urban farming: the case of urbanization in Querétaro City

Urban food insecurity and diet-related diseases and illnesses vary across social classes, resulting in corresponding disparities in access to food (Harvey, 2006; McClintock et al., 2016; FAO and OECD, 2020). As is the case in many Latin American metropolitan areas, the underlying root cause of the food-related problems in Querétaro, especially people's inability to access nutritious food, is the structural social crisis of exclusion and economic inequality (FAO, 2012; De Schutter, 2014). Although millions of tons and varieties of food and food products arrive in urban markets every day, they are unevenly distributed throughout the city. Shorter and more equitable food supply chains also exist, but the ongoing industrialization and capitalization of the world's agrifood systems marginalize players in these localized chains (Nabhan, 2001; Clapp and Fuchs, 2009; McMichael, 2009). The farmers (especially smallholders), who might otherwise operate and benefit from their production directly receive only 5 to 17% of their food's retail value (Nabhan, 2001; Baker, 2013; Schneider, 2014).

Historical increases in food prices have limited access to food in Mexico (FAO, 2001, 2009; ENSANUT, 2013; CONEVAL, 2014a,b), particularly following the surge in processed-food consumption associated with NAFTA (Grain Report, 2015). Between 1993 and 2001 the sale of processed food grew 10.5%. This trend, along with food financial speculation (Isakson, 2014), has intensified the country's dependence on food imports, which rose 300% from 5,000 million tons of imports of corn in year 2000 to 18 million tons in 2021 (Enciso, 2021). In Querétaro, as in Mexico more broadly, food access is limited by food availability and price increases. In 2015, almost 22% of the national population lacked access to sufficient amounts of food, and only 30% were considered food secure⁷ (CONEVAL, 2015; GRAIN with ENSANUT). According to CONEVAL (2015), 17.5% of the population (>300,000 people) lack regular access to food in Querétaro alone, and 40% are considered food insecure. In October 2017, the minimum cost of a monthly basic food "basket" in Querétaro's urban

areas was 2,924.94 Mexican pesos (146.98 USD), while it was 1,891.51 Mexican pesos (95.05 USD) in rural areas. In January 2023, the value of the "extreme income poverty line" defined with the price of the urban food basket went from 1,930.38 USD (January 2022) to 2,143.72 USD (January 2023), increasing by 11.1%. Similarly, the value of the rural food basket increased by 11% (from 1,481.10 USD in January 2022 to 1,644.23 USD in January 2023; CONEVAL, 2023).

On its multidimensional poverty measurement ENIGH (2016, 2018, 2020), CONEVAL (2020) reported an increase from 4.9% of the population (99,423 persons) in 2016 to 6.9% in 2020 (164,201 persons) experiencing severe food insecurity in Querétaro, and an increase from 48,798 in 2016 to 66,471 persons having limitations in food access and consumption during pandemic⁸ (CONEVAL, 2020). The consumption limitation of households refers to when household members have a poor or borderline diet. This assessment takes into account the frequency of food consumption and dietary diversity of 12 food groups, the variety of foods across 12 food groups, serving as an approximation of nutrient adequacy. The situation in Querétaro illustrates the broader problem of urban food access, which is becoming a high-priority issue in Mexico and Latin American medium-sized cities (MDGs Goal 2: Zero Hunger Challenge of the United Nations, Envision 2030, Agenda 21, GEO, MDG, UN-Habitat, 2004).

Anemia, i.e., a deficiency in red blood cells or hemoglobin, is also widespread in the Mexican population. Data showed that 11.6% of non-pregnant and 17.9% of pregnant women had anemia in 2012. Since then, this figure has increased to over 20% of pregnant women. This deficiency affects infant growth within the first months of life. In Querétaro, anemia stands at 23.5% in data for pre-scholar toddlers, contrasting with 10.1% of those of school-going age (IC95% 17.9–30.0). Rural children present a smaller index of anemia (22.0%) than urban children (24.4%) (CONEVAL, 2020). This situation within the most critical ages of development creates a public health challenge. The largest portion of the Mexican population is 25–35 years old, meaning that in the coming years, this population will increase demand for public health services due to food-related illnesses.

In Querétaro, like elsewhere,⁹ urbanization is accompanied by both deepening social inequalities and intensifying environmental problems (Jordán and Simioni, 1998; IPCC, 2007; Kunzmann, 2009). With the population having grown around 30% in the last 6 years (from 1,091,025 to 1,530,820 inhabitants in 2022; CONAPO, 2022), the population of Querétaro City¹⁰ is booming. It makes up 64.4% of the entire state's population (INEGI, 2015; COESPO, 2021).

The city has seen state-promoted industrialization, rapid population growth, and national immigration due to the mechanical and aeronautic investment of private capital. This growth has attracted a middle class with resource-intensive lifestyles to Querétaro (Arvizu-García, 2006), even while urban poverty and food insecurity are on

⁸ Mexican Food Security Scale (EMSA), as well as the limitation of food consumption according to the World Food Program (WFP) of the United Nations.

⁹ Rural–urban food disparities are intensifying in the context of rampant global urbanization. Today almost half of the world's population lives in urban areas, and this level is expected to reach 70% by 2050 (FAO, 2016).

¹⁰ Querétaro City Metropolitan area that includes four municipalities: Querétaro, Corregidora, El Marqués and Huimilpan.

⁷ 42% were ranked as mildly food insecure, 18% as moderately food insecure, and 10% as severely food insecure.

the rise. Simultaneously, there has been a notable trend in the real estate sector, characterized by the proliferation of vacant newly built homes (Bayona, 2016).

Furthermore, urban sprawl itself contributes to social inequality as it often encroaches upon agricultural land, including prime farming areas, to accommodate urban and suburban development.

What is more, urban sprawl itself contributes to social inequality: the physical growth of cities often prevents land from being used for farming (Olson and Lyson, 1998).

Querétaro City is sprawling on semi-arid lands previously occupied by agriculture, pasture, and native vegetation (INEGI, 2015). Located in the hydrologic region of Lerma -Santiago, Laja River Basin, and Apaseo River sub-basin, the city has a semi-dry temperate climate (BS1k) according to the Köppen classification. It has warm summers and an average annual precipitation of 550 mm. While El Marqués and Querétaro municipalities have mainly rain-fed agriculture, urban expansion has fragmented the remaining natural vegetation areas, especially those in highly vulnerable locations that serve as regeneration zones for aquifers, such as vegetation on steep cliffs, in the foothills, on stream banks, or sites into canyons (Bayona, 2016). For this reason, the urban and peri-urban areas of Querétaro have the highest risk levels for both flooding and drought in the state. Between 2001 and 2010, out of nearly 1.5 million inhabitants, more than 60,000 people (4% of the population) were affected by floods (Suzán-Azpiri et al., 2014). These disasters have the strongest impacts in neighborhoods characterized by the lack of employment options, housing, services, income, health security, education, and food provision (IPCC, 2014).

The city's water supply faces significant vulnerability. Scarce groundwater has been under pressure for decades (the deficit according to data from CNA is -105.9 Mm^3), and the PNUMA GEO Querétaro 2008 reported that wells were sinking at a rate of 4–6 meters per year, heightening concerns about potential aquifer depletion. The city has virtually no surface water, and sewage is discharged directly into the Querétaro River. The river's treatment is partial and urban drainage infrastructure is insufficient. The Acueducto II Project for water distribution in the city intends to bring water from the Panuco Watershed as far as the Infiernillo spring, located in the Moctezuma River. As many civil protests and human rights violations have happened in 2023 to Cadereyta, Querétaro inhabitants, the current administration is looking to source water from Querétaro semidesert dam in Tzibanzá with a new megaproject for the “following 50 years” called Acueducto III.¹¹ Although the project should partially overcome the dependence on the local aquifer for the next 30 years (PNUMA GEO Ciudad de Querétaro, 2008; Kirkland, 2020; Granados-Muñoz, 2022), there is some skepticism about the medium-term viability of the project among some insiders in the State Water Commission (personal communication CEA Agency, 2022). Furthermore, the watershed course within the city and the presence of vertisols, which tend to limit the drainage velocity,

increase flood vulnerability. The aquifer issue has recently been made public by civil organizations reporting on the critical problem of water availability in Querétaro City (Bajo Tierra Museo, 2022). Additionally, the Metropolitan Zone of Querétaro (MZQ) is decreasing its aquifer water infiltration area due to the conversion of agricultural lands and land of high ecological value into industrial, commercial, or new housing lands (Soria et al., 2020).

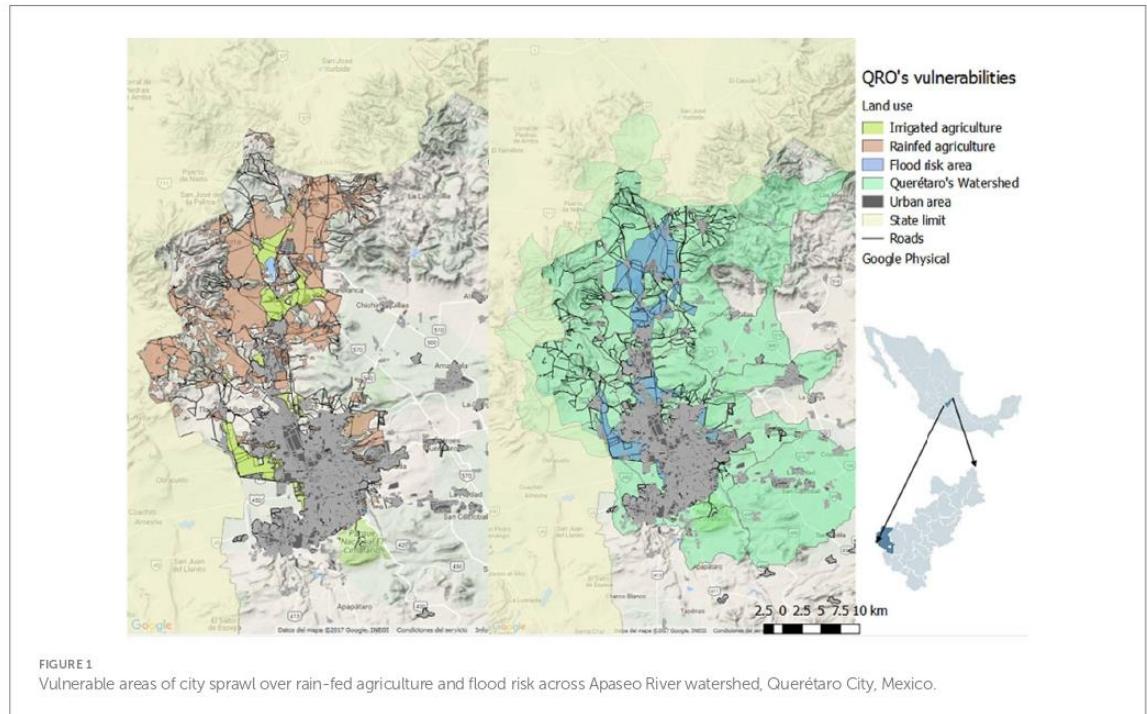
Land use and vegetation juxtaposed layers in Figure 1 show the remaining irrigated and rain-fed agriculture, demonstrating that sources of locally available food have been displaced by urban sprawl. Reduced wild biodiversity and agrobiodiversity around Querétaro make the city increasingly vulnerable to natural and human-induced changes. About 60% of natural forested areas (scrubland) in Querétaro have been removed,¹² including profound losses of mesquite wood (99% reduction), tropical deciduous forest (90% reduction), and oak forest, (85% reduction) (PNUMA GEO Ciudad de Querétaro, 2008). At the microclimate level in dryland urban gardens, the loss of soil organic matter by higher air temperatures caused by the urban heat-island effect can accelerate the decomposition of the remaining organic matter, increasing the salt and sodium contents, affecting soil fertility while suggesting that green vegetation and food production may also reduce urban heat island effects (Colunga et al., 2015). At the same time, longer growing seasons may allow insect pests to complete a greater number of generations per year and spread plant diseases, resulting in crop losses.

Increased cultural diversity is perhaps the bright side of urbanization. Urban farming can benefit from this silver living. Like many cities in Latin America, Querétaro attracts migrants from rural areas and other regions within the country. The immigration rate has grown by 2.6% [La Voz de Querétaro, 2017 with data from COESPO (2017)] and almost doubled during the COVID-19 pandemic (Expansión Obras, 2021). Migrants from rural areas often bring with them agricultural knowledge that can be useful for farming in the city. In referring to biocultural memory, scholars, such as Toledo and Barrera-Bassols (2009), suggest that it can be recovered in the public space of urban agriculture. As such, it can be harnessed to enhance the responsive capacity to, and resilience in the face of, multiple threats, such as those described above. The biocultural memories carried with migrants to Querétaro might be reflected and used in its urban food and farming system. This possibility becomes especially important as the social and environmental impacts of capitalist, industrial food and farming emerge.

In Querétaro, there is a growing recognition of the lack of fresh, safe, and local food. For example, a recent study found that 70% of people between the ages of 18 and 23 in Querétaro expressed concerns about the availability of nutritious food (Félix, 2017). With rising awareness of the harmful impacts of agrochemicals, desire, especially among young people, for non-industrial and “local” foods, and the biocultural memories and “traditional” knowledge carried by migrants, urban agriculture in Querétaro may have a role to play in transitioning towards more agroecologically and socially resilient food

¹¹ The emblematic icon of Queretaro City is a patrimonial UNESCO World Heritage Site shows that from the beginning of the second half of the 17th century, the city has experienced water shortages and struggled to supply the valuable liquid. The aqueduct has been designated as an International Historic Civil Engineering Landmark by the American Society of Civil Engineers.

¹² It should be noted that some vegetative regeneration has occurred with the abandonment of farming plots in peri-urban areas; however, this also makes those regenerative spaces vulnerable to interests of speculative capital to convert land into private urban developments.



and farming systems. To this end, this study aimed to identify the practices of urban farmers in Querétaro and analyze their impacts on agrobiodiversity and socio-ecological resilience in the city.

2 Methods

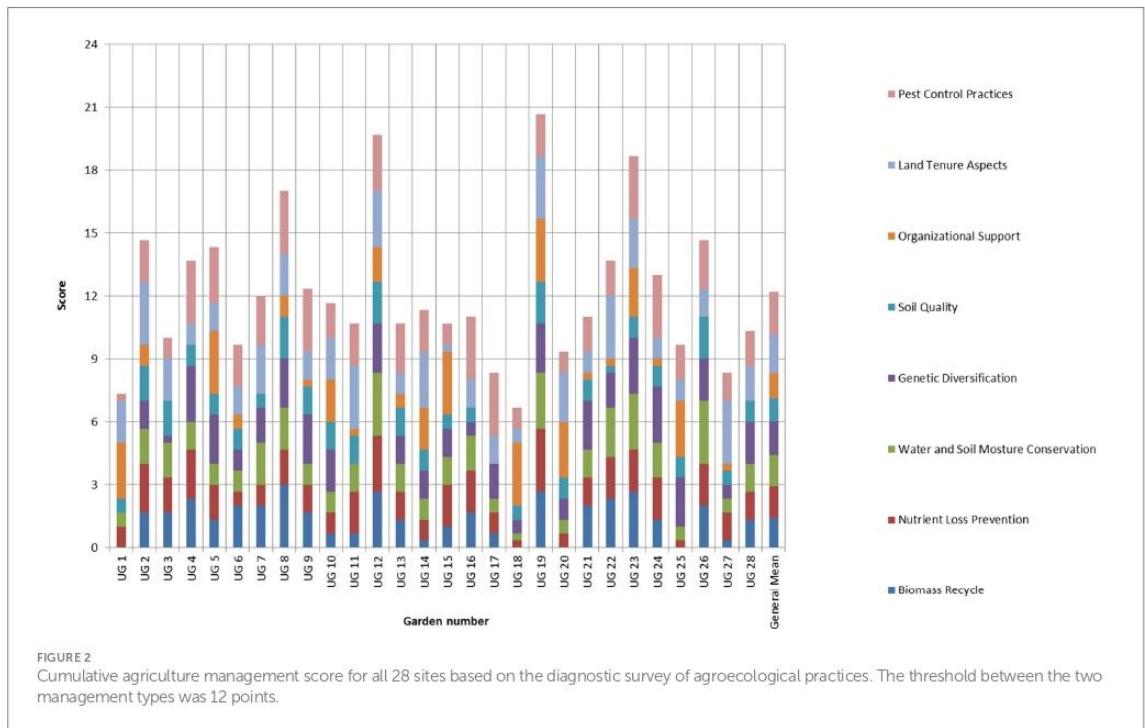
2.1 Sampling and data collection

The present study is an attempt to initiate primary data collection on urban farming in Querétaro City. As there are currently no data on the number or distribution of urban gardens in the city, we used a convenience sample using snowball sampling. Sampling started with five gardens from a list of friends and acquaintances of the authors, whom we visited and whose urban farmers were invited to participate in the study. In the initial phase, key informants provided further contacts, resulting in a contact list of 17 urban farmers which we started visiting. Those garden owners provided us with the names of other gardeners, and so on. We also contacted Facebook groups and online networks (Sembradores Urbanos-Colectivo Tlalli, NaYax, CIASPE), as well as emerging networks and independent horticultural enthusiasts involved in urban gardens (Zona Viva, Transición Querétaro). From these contacts, the sample snowballed to 31 gardens, from which 28 gardens were suitable for the study, due mainly to their food production, hosting availability, and consent to participate in the study. Garden sizes ranged from 12 m² to 0.6 ha, with 25 to 60 m² as the most common range. During the two-season study period from 2015 to 2017, each of the 28 gardens was visited at least three times in person to administer surveys, conduct interviews, and document agrobiodiversity and management practices. The location of each

garden was recorded with GPS to plot data in Quantum GIS Version 2.18.2 with GRASS 7.0.5 and Google Earth Pro.

Using the principles of agroecological methodology (Altieri, 1995; Henao, 2014; Nicholls et al., 2017), we characterized agrobiodiversity in the 28 urban gardens by evaluating each garden's (1) horticultural composition, (2) agricultural productivity, and (3) water and soil management. The first round of data collection to identify garden management practices was based on Altieri et al.'s (2014) Diagnostic Survey of Agroecological Practices. It consisted of a 24-item questionnaire of agroecological indicators, including nine main indicators: nutrient cycles, nutrient loss prevention, soil water and humidity retention, diversification, soil quality, organizational support, land tenure aspects, and pest control practices. The lead author implemented the survey and interviewed every urban farmer or the person who spent the most time in the garden, assigning a score of 0 to 3 for each item in the questionnaire. To differentiate between "conventional" and "agroecological" gardens, management practices were rated on a scale of 24 points. Sites rated above 12 points were identified as agroecological due to their higher complexity (see Figure 2).

Additionally, a quantitative closed-question survey was administered to record the gardeners' demographic profile (age, occupation, formal education, and gender). The species richness (S), defined as the number of species within a plot, was obtained through sampling or via a census of individual frequencies and recorded (Moore, 2013). Once the agrobiodiversity of the urban gardens was plotted, we used an extrapolation tool to describe and report its evidence across the city. The Inverse Distance Weighting (IDW) algorithm was used to interpolate and report the highly variable data, assuming that the weight of distant inverses has a local influence that



diminishes with distance (Childs, 2004). Weighting was assigned to sample points through the use of a weighting coefficient that controls how the weighting influence will drop off as the distance from the new point increases.

2.2 Data categorization and analysis

To gage locational variability in practices and agrobiodiversity, and to test the null hypothesis that no differences exist between management and location that affect species richness and productivity among urban gardens across the city, we differentiated peri-urban and urban gardens. There are many approaches to defining peri-urban spaces (see, for instance, Maestre et al., 2012; MacGregor-Fors and Ortega-Álvarez, 2013). For this study, sites with paved roads were the main attribute used to distinguish peri-urban and urban gardens. As a result, 20 gardens were located within the city of Querétaro (adjacent to an asphalt paved road) and eight were peri-urban (no paved road).

We categorized gardens as: (a) home-consumption gardens, for families sharing a private backyard, (b) community gardens, (c) didactic school gardens, and (d) commercial market gardens (Figure 3).

Botanical records for each garden were created through a combination of site visits and photography. Because gardeners typically do not keep a complete botanical record of their gardens, photographs were taken at each site, species were identified, and the resulting database was compared with botanical keys of plants of the World Online databases of Kew Royal Botanic Gardens (2017) and the Missouri Botanical Garden. Additionally, garden owners were asked to tour their site together and name every possible species by their

common name to later contrast them with botanical keys and databases. In order to review the accepted name and its synonyms, The Plant List (2013) Version 1.1 was consulted to work down the taxonomic hierarchy. Key species in the gardens were determined using the highest Importance Value Index IVI as the measure of the spatial value of one particular species, which is the sum of the relative coverage by species (RC), relative density by species (RD), and the relative frequency by species (RF).

$$IVI = RC + RD + RF^* 100.$$

Relative coverage (RC) was registered by taking the average of two canopy diameters of every species. RD was calculated by accounting for its density across gardens, and RF was the global discrete frequency across gardens. Data was organized by management practices, location, productivity, species richness, and IVI-value for ecological importance. Data about the number and profile of people involved in the garden, land dimensions, and productivity were kept updated in the dataset as the research progressed over a period of three years. Statistical analysis of variance was carried out using R Studio. A two-factor ANOVA (Location * Management) was performed to analyze differences in species richness and productivity. Some analyses required logarithmic or square root transformations to meet assumptions. Significant differences between combinations of factors were subsequently determined by a *post hoc* Tukey's HSD test (Quinn and Keough, 2002). Across the study, horticultural varieties were used as species for richness calculation. Richness and management practices were both indicators of agrobiodiversity.



3 Results

3.1 Agrobiodiversity results

3.1.1 Species richness and productivity

In terms of species richness, the most diverse gardens cultivated up to 86 plant varieties and achieved between 5 to 7.5 kg/m² of overall production (Figure 4).

Location and management were the most important factors in species richness, with urban gardens having higher and significant richness differences ($W=0.86377$, value of $p=0.007404$) than peri-urban gardens ($W=92,503$, value of $p=0.5094$). This was mostly due to the non-commercial focus of the urban garden and the cultural adaptations depending on their food preferences and origins. More specifically, urban sites managed with agroecological practices were shown to enhance the species richness (ANOVA value of $p=1.71e-05^{***}$ post-hoc Tukey test HSD; Kruskall-Wallis of group differences chi-squared = 15.558, df = 3, $p=0.001397$ and a Pairwise comparison using Dunn's test for multiple comparisons of independent samples value of p of 0.0009) as compared to conventional management (Figure 5). Overall, gardens with approximately 200 m² registered the highest biodiversity richness and rated considerably high in productivity.

Species richness was higher in the medium-sized gardens (200 m²) of middle-class gardeners than in high-income or large commercial gardeners. Of special relevance is the fact that urban gardens with the

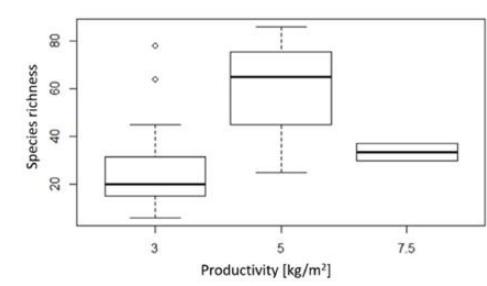
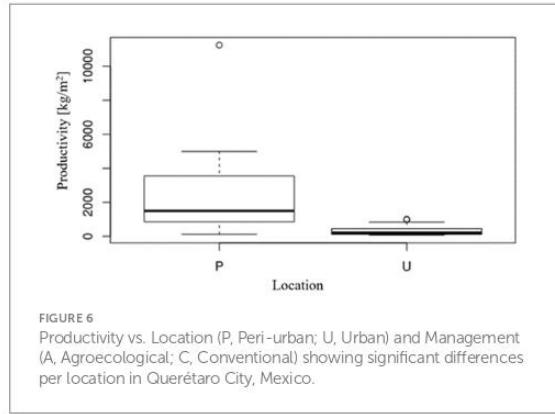
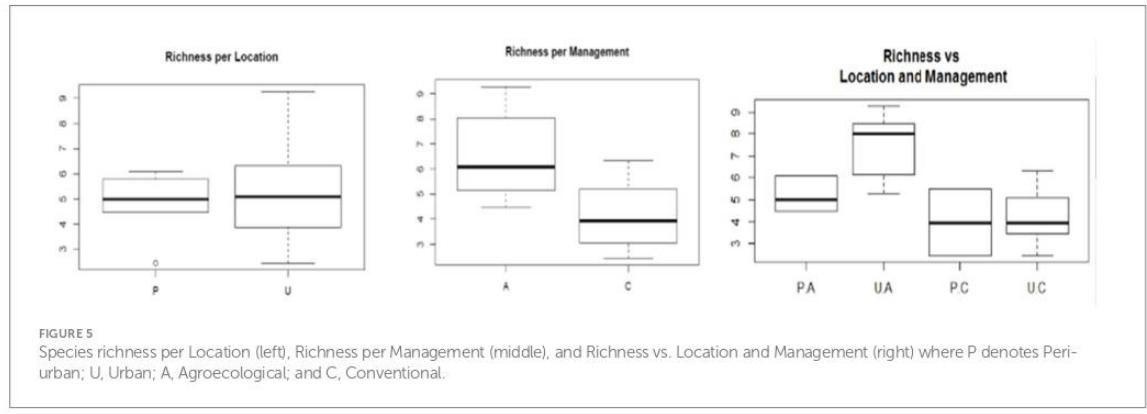


FIGURE 4
Species richness vs. productivity (3, 5, and 7.5 kg average per square meters) in Querétaro City, Mexico.

highest productivity were not the most agrobiodiverse. Production showed a stronger relationship with location (higher productivity in peri-urban areas) than with management (Figure 6).

The total productivity of the urban gardens in the study, which covered a total of 6,984 m², was approximately 36,000 kg wet mass per season. We conservatively estimate that this is the equivalent nutritional intake of 6,050 kg of proteins (168.51 proteins per gram), 161,487.19 Kcal of energy (4,498 Kcal of Energy per gram), 34, 957.41 kg of carbohydrates (973.69 per gram), and 5,428.382 kg of fats (151.2 fats per gram).



3.1.2 Agrobiodiversity composition

Using the Importance Value Index (IVI) described above, of the 142 horticultural varieties identified in the study, the key horticultural varieties were: *Capsicum annuum L.* (Chili 7.6/300%), *Aloe* sp. (*Aloe vera* 6.9/300%) and *Beta vulgaris* var. *cicla* (Chard 6.1/300%). The most common plant families were Solanaceae, Laminaceae, and Asteraceae, followed by Apiaceae, Rutaceae, and Rosaceae. We separated IVI values for trees, shrubs, and herbs. Even though the production of mushrooms was reported, they were not included in the list.

For herbs, vegetables, and annual crops, the most relevant IVI value indexes were *Aloe* sp. (*Aloe vera* 6.9/300%), *Beta vulgaris* var. *cicla* (Chard 6.1/300%), *Lactuca sativa L.* (Lettuce 24.1/300%), and *Coriandrum sativum* (Coriander 8/300%) (Figure 7).

The highest IVI value indexes for shrubs (Figure 8) were *Opuntia ficus-indica* (Prickly pear 43.1/300%), *Capsicum annuum L.* (Chili pepper 30.4/300%), and *Rosmarinus officinalis* (Rosemary 21.2/300%).

The most relevant IVI value indexes for trees (Figure 9) were *Carica papaya* (Papaya 24.5/300%), *Persea Americana* (Avocado 23/300%), and *Prosopis laevis* (Mesquite 18/300%).

Biocultural Food Systems, as reported in Nabhan (2020), restore the broad diversity of wild and cultivated plants once found in ancestral diets, such as prickly pear species that dominate the extensively managed *nopaleras* in Arid America, in the fluctuating border of Mesoamerica and Arid America. The present study shows that in the arid landscape of Querétaro City, *Salvia*, *Aloe*, and *Opuntia* and genera

reported the highest IVI Values. The CAM succulents *Aloe* and *Opuntias*, which exhibited the highest IVI values, are drought-tolerant species that have evolved from ancestral diets. This suggests that these food plants could serve as a foundation for climate-resilient food security when cultivated in perennial-dominated polycultures. This approach can contribute to the restoration of land health, particularly in terms of enhancing the soil moisture retention capacity of *Prosopis laevis* and drought-tolerant or polyphenolic shrubs. Additionally, it can reduce the overall water consumption of crops and provide stability in yields, even in the face of climatic uncertainties (Nabhan et al., 2020).

3.1.3 Agroecological management survey results

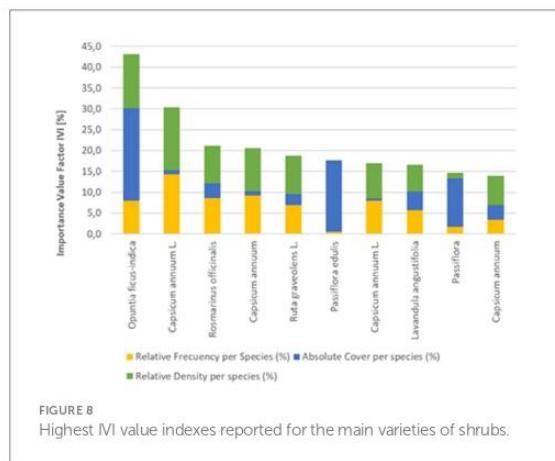
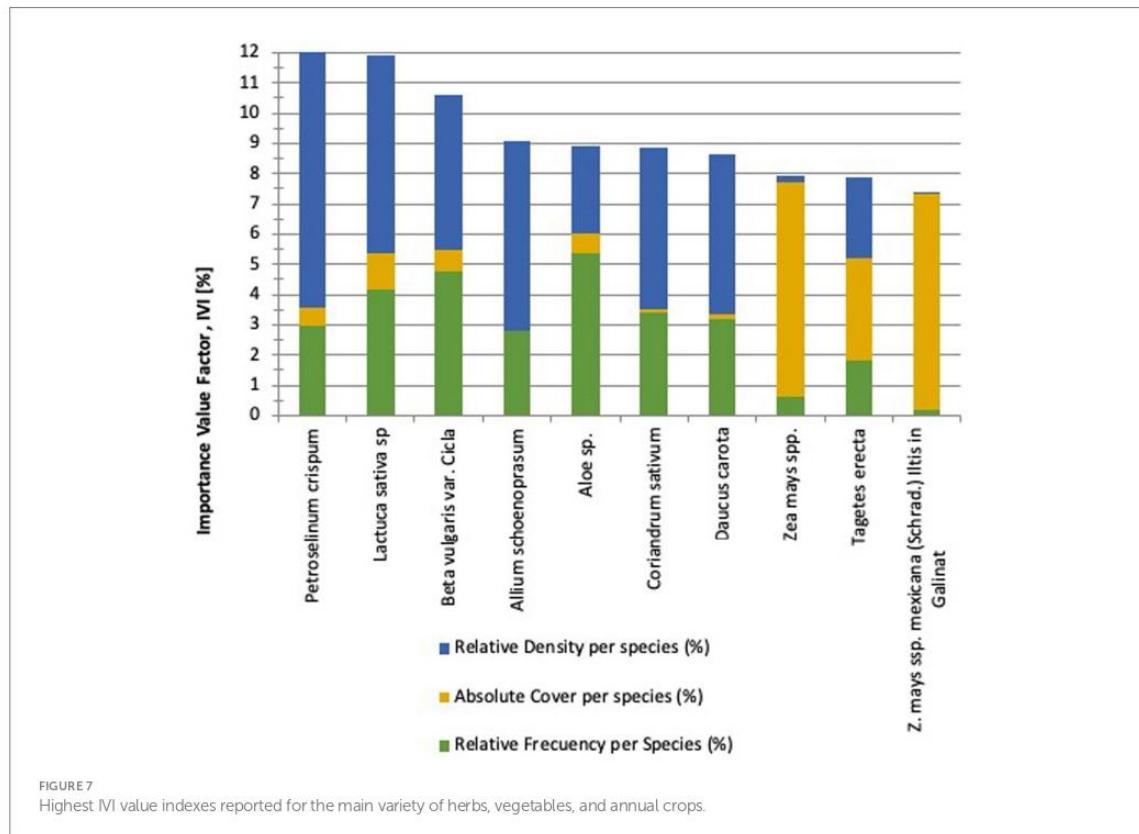
Using the Diagnostic Survey of Agroecological Practices (Table 1), we classified 83% of the gardens as agroecological, and 17% as conventional.

Figure 10 illustrates survey results by garden, using an example of three gardens for the agroecological group and three gardens for the conventional group. Nutrient-loss prevention and water and soil conservation were the most important variables differentiating the two groups (Figure 10).

Most agroecologically managed sites practiced composting for soil conservation. Some did contour planting (only in some peri-urban areas), increased vegetation, mulching, integration of flowers and borders to promote pollination and beneficial insects, intercropping, crop associations, and efficient use of water such as using Tlaloque water treatment systems¹³ or collecting it from kitchen areas as gray watering. The use and availability of appropriate technologies for efficient recycling and collection of biomass and water were greater in commercial gardens. Limiting factors most often mentioned by urban gardens were the lack of compost, management skills, and seeds and local varieties, followed by lack of space, insecure land tenure, water costs, and pest presence.

The community garden *El Huerto del Buen Comer* located in Menchaca III, the economically most disadvantaged garden in the present study, no water irrigation reached the area by the time of the study. The neighbors used to buy waterpipes on communal basis of

¹³ Tlaloque is an ingenious rainwater harvesting system developed by a non-profit that is helping the most marginalized communities in Mexico City and nearby cities to have access to clean water.



cooperation. The water was stored using low-cost practices as much as possible, such as using PET bottles to cover sprouts to reduce water evapotranspiration and enhance soil moisture.

3.2 Demographics of urban farmers

In our study of 28 urban gardens, 18 urban farmers were women and 10 were men. The preliminary results were shared

and validated on 8 March 2017 over a dinner organized and called *De urbicultor a urbicultor* (from urban farmer to urban farmer). Of the 34 attending gardeners, 29 were asked to bring something they harvested from their garden. We collected the harvested vegetables on a previous afternoon and they were cooked by a local chef interested in ancestral cuisine. The dinner took place in the home garden of a local wheat-producing peri-urban farmer and social leader. The age of respondents ranged from 20 to 69, with a mean of 45 for women and 35 for men. Urban farmers were more educated than the state's schooling average of 10.5 years, which is equivalent to a little more than the first year of high school (INEGI, 2020) with 67% of the female respondents and 60% of the male respondents having a bachelor's degree. The idea of food access was particularly relevant for Menchaca's garden, which was the only one under a community-based organization and which has been replaced by a police station. Of the women sampled, 20% held a graduate degree, which is a high-level degree in terms of formal education. Furthermore, 90% of the male gardeners were employed outside the home. For women, an equal number (39%) were employed outside the home, and inside the home, with jobs ranging from flexible, independent jobs and projects to informal jobs done while parenting. Overall, nearly 61% of *urban growers* were women between the ages of 40 and 49, with more than 15 years of formal education. Despite high levels of formal education, only nine gardeners indicated that they felt comfortable with, and knowledgeable about, horticulture.

3.3 Socioeconomic characterization of urban gardens

The main difficulty during sampling was to develop trust with the garden owners for them to allow us to enter their houses. In Mexico there are few front yards, so we needed to cross the whole house to have access to the plots. We visited mostly owned or leased backyards,

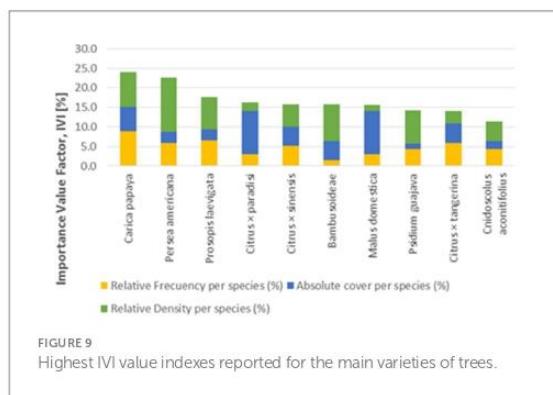


FIGURE 9
Highest IVI value indexes reported for the main varieties of trees.

with the exception of Menchaca's community garden in a vacant lot that has since been taken over by the municipality in order to build a Police Control Station, to reduce the neighborhood insecurity, on top of rich soil.

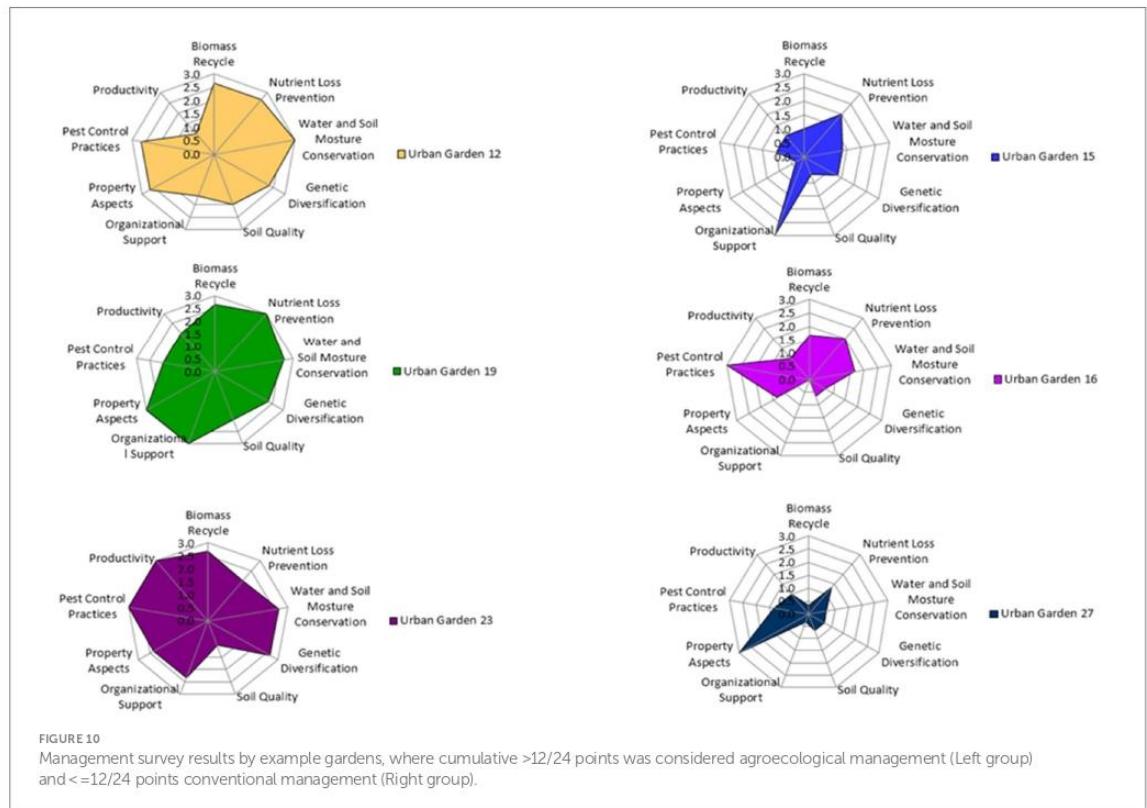
For descriptive purposes, we categorized the 28 urban and peri-urban gardens (UPA) based on Orsini's adaptation [Orsini et al. \(2013\)](#) of [Moustier and Danso's \(2006\)](#) socio-economic typology. In total, 18 gardens were categorized as *small-scale agriculture*. They were urban, less than 100 m², and operated with self-consumption as the main objective. Of these, 90% were operated by women. Two gardens were categorized as *small-scale commercial agriculture*, located in urban and peri-urban areas on less than 1,000 m², and operated by both men and women for small-scale income generation. Four sites, operated by men in peri-urban areas on more than 2,000 m² for income generation, were classified as *agriculture businesses*. Four peri-urban gardens of more than 5,000 m² were categorized as *non-specialized agriculture* (Table 1).

The 28 urban and peri-urban gardens analyzed in our study were highly complex and heterogeneous systems. Food production practices consisted of raised beds, biointensive beds, double digging beds, vertical gardens, planting directly in soil, in pots, on green roofs, in backyard gardens, on street sidewalks, in vacant lots, and in municipal parks. Half of the urban gardens (14 of 28) were primarily

TABLE 1 General typology of socio-economic profiles of urban and peri-urban gardens of Querétaro City.

Socioeconomic profiles of urban farmers, based on Orsini et al. (2013)				
	Small-scale agriculture	Small-scale commercial agriculture	Agriculture business	Non-specialized agriculture
Number of identified gardens	18	2	4	4
Location	Urban	Urban and peri-urban	Peri-urban	Peri-urban
Product's destiny	Self-consumption	Urban markets	Urban and export markets	Self-consumption and urban markets
Main objective	Self-consumption	Small-income generation	Main income or part-time	Self-consumption and small-income generation.
Classification by objective	Family gardens, communitarian, commercial and school gardens.	Commercial and communitarian gardens	Commercial urban gardens	Family gardens
Adaptations by allocations	Directly on the ground, biointensive double digging, raised beds, vertical, green roofs, public roads, vacant lots, municipal parks, pots and reused containers.	Municipal vacant lots, roads, city parks, biointensive double digging, shaded plots.	Raised beds, on the ground growing, greenhouses.	Directly on the ground.
Size	<100 m ²	<1,000 m ²	>2,000 m ²	>5,000 m ²
Products	Vegetables, flowers, fruits and chickens.	Vegetables, prickly pear, flowers, chickens, rabbits, sheep and milk.	Vegetables and flowers, chickens, turkeys, pigs, sheep, horses and aquaculture.	Corn, beans, fruits, flowers, legumes, tubers, pumpkins and prickly pears.
Technology appropriation level	Low	Low to middle	Middle to high	Very low
Gender	Women	Both	Men	Both
Limiting factors	Lack of compost and seeds, pest control (aphids, molluscs, gastrophods and grubs) land size and access.	Land size, land access, insumes, lack of agroecological intensive knowledge, local market prices, fluctuations.	Technological knowledge, market prices fluctuations.	Lack of agroecological intensive knowledge and strategies for water and soil regeneration.

Categorized based on Orsini's adaptation [Orsini et al. \(2013\)](#) of [Moustier and Danso \(2006\)](#).



used for self-consumption or household-level food self-sufficiency. Other uses were commercial (7), didactic/learning (4), and recreational (3) (Figure 11).

While most of the self-consumption plots were founded in high-income areas, Menchaca's "*Huerto del Buen Comer*" was located in a low-income, high-risk, and marginal area (Metropoli, 2013). Commercial gardens were generally located in peri-urban areas except for "*Bioleta Café*" located in an urban residential area. All commercial gardens were able to pay employees. It is important to note that, even though most urban farmers were women, most urban farmers with the "economically active population" status were men. This is due to the preponderance of commercial sites in peri-urban locations that were managed by men. Nearly 86% of the gardens in the study were community-based, meaning that they were financed and operated by their members with no additional state programs or funding provided. Only four of the 28 cases, or 14%, depended on civil-association funds or governmental support. One result of this is that secure land access and tenure were a major concern for respondents, as community-based gardens were informal and at risk of displacement or dispossession due to urban development. In addition to insecure land tenure, urban gardeners mentioned other limiting factors, including the lack of compost, management skills, seeds, and local varieties, followed by a lack of space, high costs for water, and the presence of pests.

Our GPS investigation indicated that rainfed fields appear to be atrophying or disappearing due to the recent urban sprawl and water scarcity. Our findings also show that hotspots of agrobiodiversity

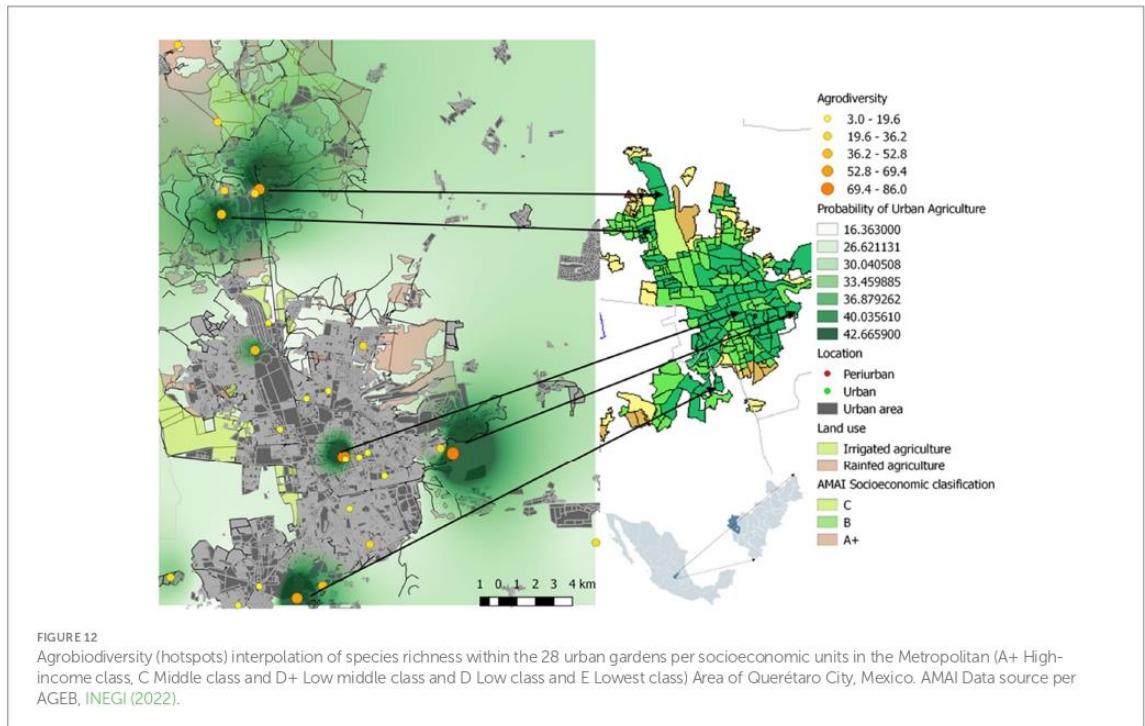
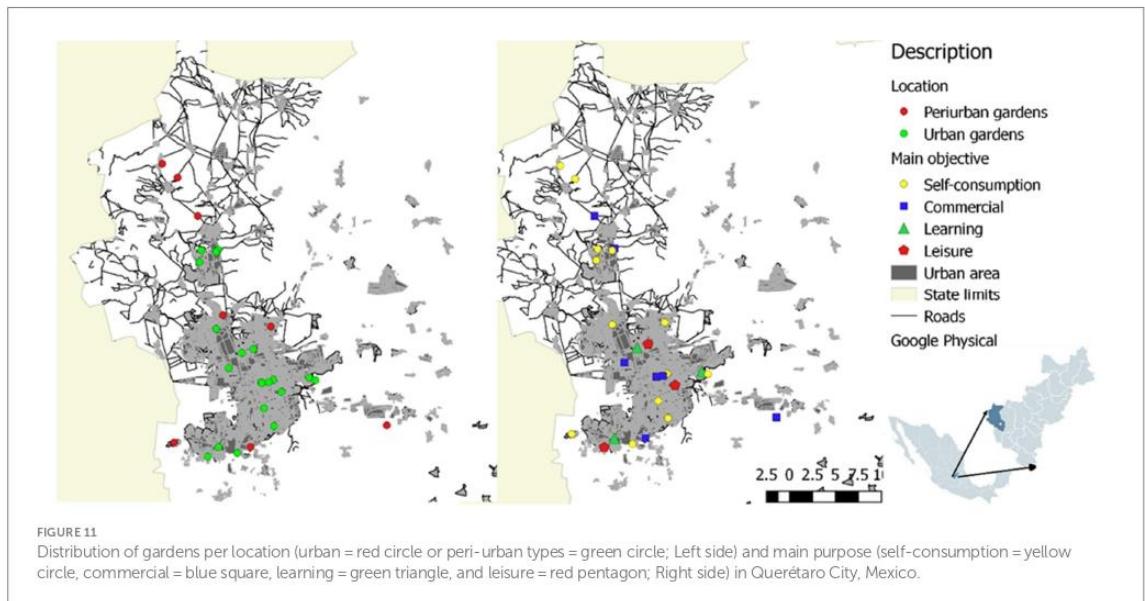
(Figure 12) coincided with high socioeconomic development (levels B and C+) and describe a hierarchical structure in the capacity to access certain goods and lifestyles (AMAI, 2008).

Considering that most of the urban gardens in this study are not located in low-income areas, it is important to highlight the key distinctions of gardens located in low-income areas. These distinctions encompass factors like land tenure and the vulnerability of leases, both in gentrified areas and in cases of State expropriation, as exemplified by the case of *El Huerto del Buen Comer*. Ensuring food security is not a main objective of most of the cases represented in this study due to the fact that the participants are more likely to already have diverse diets through purchasing food and being more socio-ecologically resilient due to their ownership of larger green spaces and potentially higher literacy profiles. Nevertheless, these *urbicultoras* are more engaged in cultural processes of biocultural recognition, native farming or renewed domestication, foraging cacti revival, learning to process local food options, and improving the diversity of their dooryard gardens to value the cultural use of foods and beverages.

4 Discussion

4.1 Urban agroecological practices provide agrobiodiversity

Agricultural management significantly impacts the ecological composition of agrobiodiversity across urban locations. In our study,



urban sites managed with agroecological practices demonstrated enhanced species richness, which is essential for building resilience in food and farming systems. Productivity, however, was significantly higher in peri-urban locations, where species richness was lower. In Querétaro, average production in urban gardens ranged between 5 and 7.5 kg/m². In Cuba, in contrast, the range is 10–20 kg/m² (Companioni et al., 2001; Ortiz et al., 2001; Hernández et al., 2005;

Vázquez-Moreno, 2007). This difference might be related to both precipitation (Querétaro is a dryland area, while Cuba is not), and to the *organopónico* agroecological management of the Cuban case. *Organopónico* refers to community-led low-input systems in which producers plant in beds, plots, or covered areas. Most often this takes place in vacant lots or spaces where there are no urban buildings, patios, or gardens, and is usually of small scale up to 100 m² (Nicholls

et al., 2002). The main difference is that *organopónico* systems were the result of a historical process led by the Cuban state's political will and policies and its *Campesino a campesino* methodology to guarantee food production in the cities (Ortiz et al., 2001; Machin, 2010).

The present study provides explorative data on urban farming and agrobiodiversity in Querétaro, undertaken in part to inform further research and policymaking on urban agriculture and socio-ecological resilience. Based on surveys and interviews with urban farmers, the study also reveals some of the vulnerabilities of urban and peri-urban farming. Several respondents mentioned land tenure as a major concern for the permanence of garden sites. Indeed, the rising cost of land leases and land speculation are often neglected aspects of urban agriculture even though they can fuel gentrification and marginalize the space for food production, especially for lower-income people (Mougeot, 2000; Schupp and Sharp, 2012; McClintock et al., 2016).

In our study, gardens of 200 m² registered the highest species richness and rated considerably high for productivity. These traits contribute both to providing diversified diets and promoting complexity and redundancy (the latter being among the principles of agroecological resilience) in the urban ecosystem. Moreover, the urban gardens rated higher in richness than peri-urban gardens, mostly due to their non-commercial focus which enabled the *urban farmers* to plant a variety of crops. Often these were more associated with crops related to their subjective life stories or to biocultural memory than with yield or market-led productivity. Current leasing costs in Querétaro might limit the further spread and scaling-up of agroecology to only middle- and upper-class citizens within the city. The two exceptions in our study of urban agriculture in downtown Querétaro were only possible because the leasers could still afford a low, almost-frozen rent for large properties with enough space to cultivate. Other marginalized gardens in Menchaca III, the most insecure zone in the city (due to gangs according to interviewed cab-drivers; *El Universal de Querétaro*, 2013, 2017), did not experience the same luck. This was the case of "El Huerto del Buen Comer" the only community garden found in the study that was initiated by a centralized municipality of Querétaro, and progressively self-governed using an organizational culture inspired by Liberation Theology Pedagogy in the 1970s. Not long before the publishing of this study, the municipality dismantled this community garden, which had been creating and co-evolving the biocultural memory in a variety of food collective-cooking activities and restoring the social fabric. The municipality did so with the aim of gaining more control and security of the neighborhood by building a Police Station on top of long-managed fertile soil and a safe public oasis for sociocultural restoration. These kinds of displacements – whether by private or state forces – disempower the idea that people may actively and cooperatively protect their local ecosystems and strengthen the fragile communities as the base of their livelihoods (DeLind, 2001; Martinez Alier and Roca, 2013).

The urban garden represents a heterotopian place that delineates social space where the potential for "something different" exists (Harvey, 1979, 2013; Lefebvre, 2014). In the context of urban farming, this "something different" signifies that through food production, consumption, preserving and practicing biocultural traditions, and ensuring municipal support, the transition to community-based food systems can be promoted, concurrently fostering socio-ecological resilience.

Because of its highly complex and heterogeneous nature, urban agriculture can help to improve food access, enhance agrobiodiversity, conserve energy in the rural–urban relationship, create purposeful jobs, and contribute to overall urban community health and wellness. To bring about a transition to agroecological *urbicultural* systems, it is necessary to identify agroecological principles that allow for biodiverse, resilient, energy-efficient, socially just urban projects and a bottom-up strategy for locally based food and energy production (Altieri, 1995; Giessman et al., 1998; Mougeot, 1999; Holt-Giménez and Patel, 2012; Marasas, 2012). However, this potential to change the "everyday life of the city" is only attainable when the people who build and maintain that everyday life are able to exercise their rights to live in that city (Harvey, 2013). For instance, urban land tenure as a common good could incentivize the emergence of more community garden initiatives (Federici, 2013). We must be careful that these heterotopian places are not absorbed by dominant practices, such as gentrification driven by real estate development. In the case of Querétaro, and in cities more broadly, urban agriculture depends on affordable and secure land tenure, i.e., the main factor that can foster resilience through time. Looking forward, further cultural drivers should be considered to understand the dynamics of urban agrobiodiversity in Querétaro's metropolitan city.

4.2 Resilient, biocultural-systems based, and affordable access to food in the Latin-American, semi-dryland, and medium-sized city of Querétaro, Mexico

Our study shows that urban and peri-urban agroecological practices enhance agrobiodiversity in a semi-dryland city. Enhanced agrobiodiversity is a baseline requirement for creating more resilient food systems. Furthermore, the appearance of highly heterogeneous and complex urban gardens within the urban system has the potential to reactivate the ecological interaction of a diversified genetic pool of plant species which is intrinsically linked to human management. This interaction over centuries has been described as domestication, made possible through socialization and axiological priorities such as exchanging seeds and the continuation of common codes of biocultural memory. Independent of public policies, the marginal and heterogeneous design of urban farming in Querétaro is creating a baseline ecosystem function for resilience. This is vital to sustain the landscape matrix of the food and farming systems we depend on. Compared to the 209 species reported by Whitney et al. (2017) in the drier peripheral semi-evergreen Guineo-Congolean rainforest, and the 340 species of edible plants – higher in urban than in rural areas – documented in Tucson, Arizona, a UNESCO City of Gastronomy (Nabhan et al., 2017), we documented the agroecological management of up to 86 crop varieties in plots of approximately 200 m² and a total of 142 species in Querétaro, a semi-arid city that is experiencing both extensive urban sprawl and water conflicts.

This article suggests that emerging urban farming practices need to be further characterized. An action-research agenda should consider the following. (1) Urban agroecological management practices in Querétaro city have been shown to enhance agrobiodiversity. (2) Gardens of approximately 200 m² showed the

highest agrobiodiversity, representing a reasonable size for city planners, landscape designers, and policymakers to address food sufficiency. (3) Diversified gardens promote complexity in the urban ecosystem by harboring a biodiversity richness of up to 86 different crops per site. They produce on average between 5 to 7.5 kg/m² of horticultural crops. (4) The three key and most frequent species resulting from 142 total landraces were chili, *aloe vera*, and chard. In the interviewed sample, nearly two-thirds of the urban farmers were formally educated women between 40 and 49 years old, and over 85% had no municipal support. (5) Urban gardens with the highest productivity were more significantly associated with location (higher productivity in peri-urban than in urban areas) than with management, demonstrating that private family or backyard gardens (Orsini et al., 2013) were the most agrobiodiverse due to the biocultural memory associated with the urban farmers.

This case study aims to inform policymaking regarding adaptive governance through urban agroecology. The crop richness found in Querétaro's semi-dry garden ecosystems confirms that endogenous solutions may be available through sharing local knowledge and practices, while activities such as the *De urbicultor a urbicultor dinners* should be further stimulated and engage both practitioners and scientists. These ideas enable a practice of deliberative democracy that is needed to change daily practices and build the capacities to produce strategies for public affairs (Habermas, 1989; Niemeyer, 2022). At the producer level, agrobiodiversity may not be related to income and social status but rather to a deeper network of significance between culinary traditions and biocultural memory. Due to the fact that higher agrobiodiversity was present in medium-sized and middle-class or high-income gardeners with culinary traditions, further research will require in-depth patterns of biocultural heritage, local network interconnectedness, and land tenure.

Across much of Latin America, temperature thresholds and drought are beginning to limit the production of most maize and bean varieties (Stiller et al., 2021), and the extremely high summer temperatures are causing the abortion of flowers and fruits (Nabhan, 2013). As most of Mexico's population now dwells in hot, dry climates and the arid food-producing landscapes dominate 60% of the national territory (Pontifex et al., 2018), clearly, food production and diets in the "new climatic normal" will have to employ a set of food crops different from and far more diverse than those currently employed in conventional agriculture (Nabhan, 2020). Besides this, the use of biocultural food systems based on native farming practices reinforces cultural identity.

Identifying key players for an agroecological transition and local efforts that are already underway in the city – along with key challenges, such as land access and tenure – is critical to understanding the impacts, scope, and qualities of current and emerging processes (Right to Food-UN, MDG 1 and 7, 2016). Furthermore, collecting and reporting primary data on the occurrence and contributions of urban agriculture to food sovereignty and urban biodiversity are urgently needed. While the urban poor, especially those coming originally from rural areas, have practiced horticulture as a survival strategy, the sector remains largely informal and usually precarious in Querétaro. Besides citizens' emerging self-organized efforts, municipalities need to realize the possibilities of nurturing small urban farming cultures and local ecological knowledge while becoming drivers of social inclusion and violence reduction. To do this, securing long-term

access to land is essential. Recognizing the environmental and social justice initiatives already taking place in the urban context – whether they are formal participants in food sovereignty movements or informally operating in line with agroecological principles like the participants of this study – and listening to their voices and needs, could inform a cultural shift that diminishes violence, builds an alternative future of social inclusion and community cohesiveness, improves public health and well-being, and promotes landscape urban resilience.

5 Conclusion

From our study, it follows that further ecological analysis of crop diversity across a wider range of urban gardens is necessary. Due to the lack of geographic information regarding urban gardens of food growers, we relied on a sampling method that biases low-income areas, where crop diversity and cultural appropriation might be underrepresented by the scope of the present study. There is potential sampling bias towards middle- and higher-income areas, and therefore there is a need to further research low-income areas to better understand patterns of biocultural food systems appropriation, as well as the revival, continuity, and change of diets. As a recommendation for decision-makers, further peer dialog should be promoted by municipal programs and policies directed at urban agriculture. We think that it is important to cross-pollinate agricultural practices through interaction between people with different socio-economic backgrounds. In order for the social fabric to be restored, biocultural food systems need the interaction and exchange of advice between *urbicultores*, especially regarding water and soil management, integrated pest management control, and crop diversification.

Data availability statement

The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Ethics statement

The studies involving humans were approved by Comité de Bioética, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. The studies were conducted in accordance with the local legislation and institutional requirements. The participants provided their written informed consent to participate in this study.

Author contributions

GV-V contributed to the formal study and survey design, data analysis, writing of the paper, and design of graphics, and conducted field implementation of the survey with primary advising from HS-A. GV-V and JJ both authors contributed to the research article and approved the submitted version. MS contributed with formal analysis. MA contributed to the conceptualization. All authors contributed to the article and approved the submitted version.

Funding

This research was possible thanks to Conacyt doctoral grant no. 365388 to GV-V and to two visitors scientist grants, one at the Department of Environmental Science, Policy and Management (ESPM), University of California Berkeley, United States and a second in Fall 2022 at the Sustainable Agroecosystems (SAE Group), ETH Zurich, Switzerland. Open access funding provided by ETH Zurich.

Acknowledgments

We thank the 28 *urbicultores* or urban farmers, whose address information is kept private, and who shared their efforts towards food sovereignty from their homes in Querétaro. GV-V was supported with a stipend CONACYT Scholarship to pursue her PhD at UAQ. The authors would like to thank Inea Lehner for the generous contribution to the final accuracy and coherence edition and her useful insights in comprehensive language and content. Special thanks to Norma García Calderón and Elizabeth Fuentes-Romero for soil management insights, to Mónica Eugenia Figueroa-Cabañas and Miriam Guadalupe Bojorge-García for statistical analysis and suggestions. We also gratefully acknowledge Eric N. Hansen, Herman Snell, Christopher Bell, Gary Nabhan, Charles

A. Francis, and reviewers for useful comments that helped improve the manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's note

All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

Supplementary material

The Supplementary material for this article can be found online at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2023.1066428/full#supplementary-material>

References

- Altieri, M. A. (1995). "El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural de América Latina" in *Agricultura y desarrollo sostenible*. ed. M. A. En Cárdenas (Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)), 151–203.
- Altieri, M. A. (1999). Applying agroecology to enhance productivity of peasant farming systems in Latin America. *Environ. Dev. Sustain.* 1, 197–217. doi: 10.1023/A:1010078923050
- Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments, agriculture. *Ecosyst. Environ.* 93, 1–24. doi: 10.1016/S0167-8809(02)00085-3
- Altieri, M. A., and Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México: Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, primera edición.
- Altieri, M. A., and Nicholls, C. I. (2007). Conversión agrocológica de sistemas convencionales de producción: teoría estratégica y evaluación. *Revista Ecosistemas*. 16, 3–12.
- Altieri, M. A., and Nicholls, C. I. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA Revista de Agroecología*. 24, 6–9.
- Altieri, M. A., and Nicholls, C. I. (2018). Urban agroecology: designing biodiverse, productive and resilient city farms. *AgroSur* 46, 49–60. doi: 10.4206/agrosur.2018.v46n2-07
- Altieri, M. A., and Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *J. Peasant Stud.* 47, 881–898. doi: 10.1080/03066150.2020.1782891
- Altieri, M. A., Pallud, C. A., Glettner, J., and Matzen, S. (2014). An agroecological survey of urban agriculture sites in the East Bay, California. Berkeley Food Institute Report. Available at: <http://urban.agroeco.org/research-projects/report/> (accessed 6 October 2016).
- Altieri, M., and Toledo, V. (2011). The agroecological revolution of Latin America: nature, securing food Sovereignty and empowering peasants. *J. Peasant Stud.* 36, 587–612. doi: 10.1080/03066150.2011.582947
- AMAI (2008). Asociación Mexicana de Agencias de Investigación de Mercado. <http://nse.amai.org/data/> (accessed 15 September, 2018).
- Angulo, A., Cortinas, C., Kunz, I., De la Llata, R., and Mitre, L. M. (2015). *El reto metropolitano de Querétaro. Punto Cero para el Desarrollo*. Instituto Queretano de la Cultura y las Artes.
- Arvizu-García, C. (2006). *Evolución Urbana de Querétaro*. Querétaro: Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro- Municipio de Querétaro.
- Bajo Tierra Museo. (2022). Sobreexplotación del Agua en la Zona Metropolitana de Querétaro Available at: <https://bajotierra.com.mx/bt/wp-content/uploads/2021/11/Lo-mi-privatizacion-agua-3-paginas.pdf>
- Baker, L. (2013). *Corn meets maize*. Lanham, Md: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Barthel, S., Colding, J., Folke, C., and Elmqvist, T. (2005). History and local management of a biodiversity rich urban cultural landscape. *Ecol. Soc.* 10:10. doi: 10.5751/ES-01568-100210
- Barthel, S., Crumley, C. L., and Svedin, U. (2013). Biocultural refugia: combating the erosion of diversity in landscapes of food production. *Ecol. Soc.* 18:71. doi: 10.5751/ES-06207-180471
- Bayona, A. (2016). *Trabajos del Centro Queretano de Recursos Naturales*. Amealco: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Amealco.
- Bello-Chavolla, O. Y., Rojas-Martinez, R., Aguilar-Salinas, C. A., and Hernández-Avila, M. (2017). Epidemiology of diabetes mellitus in Mexico. *Nutr. Rev.* 75, 4–12. doi: 10.1093/nutrit/nuw030
- Blay-Palmer, A., Renting, H., and Dubbeling, M. (2015). Understanding the City region (CRFS) food system: planning for a more food secure and resilient city. City region food systems. A literature review. RUA Foundation "CityFood Tools Project" and FAO Food for the cities GCP/509/GER.
- Bloomberg. (2021). Crop Giant Cargill reports biggest profit in 156-year history. Available at: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-08-06/crop-giant-cargill-reports-biggest-profit-in-156-year-history#xj4y/vzkq> (accessed September 9, 2023).
- Bolton, T., and Hildreth, P. (2013). Mid-sized cities: their role in England's economy. Center for cities. Available at: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/zonas_metropolitanas_2010/mapas/ZM36.pdf (accessed 15 September, 2018).
- Brookfield, H., and Stocking, M. (1999). Agrodiversity: definition, description and design. *Glob Environ Change*. 9, 77–80. doi: 10.1016/S0959-3780(99)00004-7
- Caporal, F.R., and Costabéber, J.A. (2004). *Agroecología: algunos conceptos e principios*. Brasília: MDA/SAF/DATERIICA. 24
- Carolan, M. (2012). *The sociology of food and agriculture*. New York, NY: Routledge Taylor & Francis Group.
- Casas, A., and Vallejo, M. (2019). Agroecología y agrobiodiversidad. En: P. L. Merino *Crisis ambiental en México*. México: Ruta para el cambio. Universidad Nacional Autónoma de México
- CEA Agency (2022). Comisión Estatal de Aguas Querétaro. Available at: <https://ceaquequeretaro.gob.mx/>

- Childs, C. (2004). *Interpolating surfaces in ArcGIS spatial analyst*. Arc User Manual. Redlands, California, USA: ESRI Education Services. Available at: <https://www.esri.com/news/arcuser/0704/files/interpolating.pdf>
- Clapp, J. (2022). Concentration and crises: exploring the deep roots of vulnerability in the global industrial food system. *J. Peasant Stud.* 50, 1–25. doi: 10.1080/03066150.2022.2129013
- Clapp, J., and Fuchs, D. (2009). Agrifood corporations, global governance, and sustainability: a framework for analysis. *Corpor. Power Glob. Agrifood Govern.* MIT Press. 1–25. Available at: https://www.researchgate.net/publication/289856565_Agrifood_Corporations_Global_Governance_and_Sustainability_A_Framework_for_Analysis
- Clasen, M. (2014). The nature of urban gardens: toward a political ecology of urban agriculture. *Agric. Hum. Values* 32, 229–239. doi: 10.1007/s10460-014-9540-4
- Clausen, M. (2015). Urban agriculture between Pioneer use and urban land grabbing the case of "Prinzessinnengarten" Berlin. *Cities Environ.* 8:15
- COESPO (2017). Informe 2017 de los Grupos Estatales para la Prevención del Embarazo en Adolescentes (GEPEA's). Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/323902/QUERETARO_Informe_GEPEA_2017.pdf (Accessed October 11, 2023).
- COESPO (2021). Breviario Demográfico. Consejo Estatal de Poblaci. Available at: https://issuu.com/gobqro/docs/breviario_2021.segunda_edicion_n_300 (Accessed January 11, 2023).
- Colding, J. (2007). Ecological land-use complementation' for building resilience in urban ecosystems. *Landscape Urban Plan.* 81, 46–55. doi: 10.1016/j.landurbplan.2006.10.016
- Colding, J. (2011). "Creating incentives for increased public engagement in ecosystem-management through urban commons" in *Adapting institutions: Meeting the challenge of global environmental change*. eds. E. Boyd and C. Folke (Cambridge, UK: Cambridge University Press)
- Colding, J., and Barthel, S. (2013). The potential of "urban green commons" in the resilience building of cities. *Ecol. Econ.* doi: 10.1016/j.ecolecon.2012.10.016
- Colé, D C, et al. (2008). *Healthy City harvests: Generating evidence to guide policy on urban agriculture* Kampala, Uganda, and Lima, Per: CIP/Urban Harvest and Makerere University Press.
- Colunga, M. L., Cambrón-Sandoval, H., and Suzán-Azpiri, H. (2015). The role of urban vegetation in temperature and heat island effects in Querétaro city: the role of urban vegetation in temperature and heat island effects in Querétaro city, Mexico. *Atmosfera* 28, 205–218. doi: 10.20937/ATM.2015.28.03.05
- Companioni, N., Ojeda, Y., Paez, E., and Murphy, C. (2001). La agricultura urbana en Cuba. Avances de la agricultura sostenible. ACTAF. Ciudad de La Habana.
- Companioni, N., Rodríguez, A. A., and Carrion, M. (1997). "La Agricultura Urbana en Cuba: su participación en la seguridad alimentaria" in *Proceedings III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica* (Villa Clara: Cuba), 9–13. (Accessed January 11, 2023).
- CONAPO (2022). La situación demográfica de México 2022. Consejo Nacional de Población. Available at: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/la-situacion-demografica-de-mexico-2022> (Accessed January 11, 2023).
- CONEVAL (2014a). National Council for the assessment of social development policy. Medicón de la Pobreza en México 2012. Available at: <http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medicion%C3%B3n/Pobreza%202012/Anexo-estad%C3%ADstico-pobreza-2012.aspx> (accessed November, 2017).
- CONEVAL (2014b). Inventario CONEVAL de Programas y Acciones Federales de Desarrollo Social 2012. Available at: <http://web.coneval.gob.mx/Evaluacion/IPFE/Paginas/historico.aspx> (Accessed January 11, 2023).
- CONEVAL (2015). National Council for the assessment of social development policy. Available at: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/EDP/Paginas/Datos-censales.aspx> (Accessed January 11, 2023).
- CONEVAL (2019). Informe sobre el desempeño del Consejo Nacional de la Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Available at: https://www.coneval.org.mx/quienessomos/ComoNosMedimos/Documents/Informe_desempeno_CONEVAL_2019.pdf (Accessed October 11, 2023).
- CONEVAL (2020). Informe de Pobreza y Evaluación 2020. Available at: https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Informes_de_pobreza_y_evaluacion_2020_Documentos/Informe_Queretaro_2020.pdf (Accessed October 11, 2023).
- CONEVAL (2023). 5 datos del CONEVAL en torno a la maternidad y al trabajo. Available at: <https://us8.campaign-archive.com/?u=a50f7f77609ccfd70f5eecc39&id=b3b6184f3> (Accessed October 11, 2023).
- Constanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., et al. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Glob. Environ. Chang.* 26, 152–158. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002
- Covarrubias, G. F. (1985). Ciudades medianas y distribución de la población. *Vivienda* 10:11.
- De Schutter, O. (2014). The transformative potential of the right to food. Final report drawing conclusions submitted to human rights council in accordance with resolution 22/9.
- De Zeeuw, et al. (2010). The role of urban agriculture in building resilient cities. Paper for UK Foresight project on Global Food and Farming Futures. RUAF Foundation.
- DeLind, B. L. (2001). Place, work and civic agriculture: common fields for cultivation. *Agric. Hum. Values* 19, 217–224. doi: 10.1023/A:101994728252
- Drewnowski, A. And Specter, S.E. (2004). Poverty and obesity: the role of energy density and energy costs. *Am. J. Clin. Nutr.* 79:6–16. doi: 10.1093/ajcn/79.1.6
- El Universal de Querétaro (2013). Menchaca, colonia más insegura: taxistas. Redacción Metrópoli. Available at: <https://www.eluniversalqueretaro.mx/metropoli/24-05-2013/menchaca-colonia-mas-insegura-taxistas/>
- El Universal de Querétaro (2017). Todos los años ocurre lo mismo en Menchaca. Available at: <https://www.eluniversalqueretaro.mx/nuestras-historias/07-09-2017/todos-los-anos-ocurre-lo-mismo-en-menchaca/>
- Elmgqvist, T., Folke, C., Nystrom, M., Peterson, G., Bengtsson, J., Walker, B., et al. (2003). Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Front. Ecol. Environ.* 1, 488–494. doi: 10.1890/1540-9295(2003)001[0488:RDECAR]2.0.CO;2
- Enciso, A. (2021). *Crece 300% importación de maíz en México*. La Jornada: Sociedad.
- INEC (2023). Encuesta Nacional de Empresas Constructoras. INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Available at: <https://inegi.org.mx/rmm/index.php/catalog/851> (Accessed January 11, 2023).
- ENIGH (2016). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*. Mexico: INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- ENIGH (2018). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*. Mexico: INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- ENIGH (2020). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*. Mexico: INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- ENIGH (2022). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares*. Mexico: INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía
- ENSANUT (2013). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012, Resultados por entidad federativa*. Querétaro: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Esteva, G. (2013). Tiempos de indignación, tiempos de reflexión. En Rebeldarse desde el nosotrxs. Porque desde el abismo es imposible vivir sin luchar, Querétaro, México: Querétaro: En cortijo qué s párloro.
- Expansión Obras. (2021). El Desarrollo de Infraestructura en Querétaro no crece a la par que la población. Section. Obras Available at: <https://obras.expansion.mx/immobiliario/2021/03/31/infraestructura-en-Queretaro-no-crece-poblacion>
- FAO (1996). Agro-Ecological Zoning. Guidelines. Soil resources, management and conservation service FAO land and water development division, bulletin no. 73.
- FAO (2001). Food for the cities. Available at: <http://www.fao.org/fcif/fcif-home/es/>
- FAO (2004). *Training manual "building on gender, agrobiodiversity and local knowledge" what is agrobiodiversity*. Rome, Italy: FAO.
- FAO (2009). *La FAO en México. Más de 60 años de cooperación 1945–2009 Representación de la FAO en México* México, FAO.
- FAO (2010/6). Mesa redonda sobre políticas para hacer frente a la inseguridad alimentaria en situaciones de crisis prolongadas: cuestiones y desafíos. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. 36vo Período de Sesiones. Roma 11-14 y 16 de octubre de 2010 Última revisión 31/05/2014
- FAO (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención. Roma. Estudio realizado para el Congreso Internacional Save Food! En Interpack 2011, Düsseldorf, Alemania.
- FAO (2016). Connecting smallholders to markets. Available at: www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/Docs/1516/cfs43/CSM_Connecting_Smallholder_to_Markets_EN.pdf
- FAO (2020). Agroecology knowledge hub. Creating socio-environmental justice: biocultural memory as the foundation of agroecology. Database Available at: <https://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/1301001/>
- FAO and OECD (2020). Food security and nutrition: Challenges for agriculture and the hidden potential of soil. Available at: www.fao.org/publications/
- Federici, S. (2013). Revolución en punto cero. *Trabajo doméstico, reproducción y luchas feministas*. Mapas Series. Madrid, Spain: Traficantes de sueños Editorial.
- Félix, C. A. (2017). *Percepción de los jóvenes Queretanos sobre el mercado de alimentos funcionales*. Querétaro, México: Tesis de Maestría en Administración; Universidad Autónoma de Querétaro, FCyA.
- FoEI (2021). "Position Document" in *Soluciones Basadas en la Naturaleza: Un lobo con piel de cordero*. eds. K. Chandrasekaran, M. Nele, I. Rojas and S. Shaw (Amsterdam The Netherlands: Amigos de la Tierra Internacional Secretariat). Available at: https://foei.org/wp-content/uploads/2021/10/Soluciones-Basadas-en-la-Naturaleza_Un-lobo-con-piel-de-cordero.pdf
- Folke, C. (2003). Reserves and resilience--from single equilibrium to complex systems. *Ambio* 32:379. doi: 10.1579/0044-7447-32.6.379
- Folke, C., Jansson, Å., Rockström, J., Olsson, P., Carpenter, S., Chapin, F., et al. (2011). Reconnecting to the biosphere. *Ambio* 40, 7444–7447. doi: 10.1007/s13280-011-0184-y
- Freire, P. (2000). *Pedagogía del oprimido*. México: Biblioteca clásica Siglo XXI.
- Giessman, S. R. (2013). La agroecología y la transformación del sistema alimentario. Revista Agroecología. Facultad de Biología, Universidad de Murcia. 8, 19–21. Available at: <file:///Users/macbookair/Downloads/editum,+2.pdf>

- Glissman, S. R., Engles, E., and Krieger, R. (1998). *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA.
- Golden, S. (2013). *Urban agriculture impacts: Social, health, and economic: An annotated bibliography*.
- González, H.G. (2022). Diario de Querétaro. Llegan 118 personas cada dia a Querétaro. Local. Available at: <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/llegan-118-personas-cada-dia-a-queretaro-8947531.html#> (Accessed January 11, 2023).
- Grain Report (2015). Free trade and México's. Available at: <https://grain.org/article/5170-free-trade-and-mexicos-junk-food-epidemic> (Accessed January 11, 2023).
- Granados-Muñoz, L. E. (2022). El acueducto II de Querétaro: obras de tránsito y escenarios de desigualdad social. El acueducto II de Querétaro: water transfer works and scenarios of social inequality. Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales. doi: 10.17141/lettrasverdes.32.2022.5273
- GRFC (2020). Global report on food crisis 2020. Available at: <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000114546/download/?ga=2.126964110.221321867.1589466142-2144737428.1589466142> (Accessed October 11, 2023).
- Gunderson, L. H., and Holling, C. S. (2002). *Panarchy: Understanding transformations in systems of humans and nature*. Washington, D.C.: Island Press.
- Habermas, J. (1989). *The structural transformation of public sphere*. Cambridge: Polity Press.
- Harvey, D. (1979). *Urbanismo y desigualdad social*. 3era edición. Siglo Veintiuno Ed. México D.F.
- Harvey, D. (2006). *Spaces of global capitalism: A theory of uneven geographical development verso*. Verso Books. London. 154.
- Harvey, D. (2013). *Urbanismo y desigualdad social*. 3era edición. Siglo Veintiuno Ed. México D.F.
- Hawkes, C. (2006). Uneven dietary development: linking the policies and processes of globalization with the nutrition transition, obesity and diet-related chronic diseases. *Glob. Health* 2:4. doi: 10.1186/1744-8603-2-4
- Henao, A. (2014). Propuesta metodológica de medición de resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. *Agroecología* 8:2013, 85–91.
- Hernández, L., Pino, M. A., Cávez, E., Domínguez, M. E., Ramírez, A., and Terán, Z. (2005). Caracterización de los agricultores, biodiversidad y tecnologías de cultivo en el consejo popular norte y sur del municipio de San José de Las Lajas, provincia La Habana. *Cultivos Tropicales* 26, 11–16.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4, 1–23. doi: 10.1146/annurev.es.04.110173.0000245
- Holt-Giménez, E., and Patel, R. (2012). *Rebeliones Alimentarias* MA Porrúa, México: La crisis y el hambre por la justicia.
- INEGI (2015). Encuesta de hogares. Cuestionario para viviendas particulares habitadas y población. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Available at: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/encuestas/espaciales/intercensal/2015/doc/eic2015_cuestionario.pdf (acceded 14 February 2018).
- INEGI (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Mexico: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: CDMX. Available at: <https://www.inegi.org.mx/programas/cpv/2020/> (Accessed January 11, 2023).
- INEGI (2022). *Censo de Población y Vivienda 2022*. Mexico: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: CDMX. Available at: <https://www.inegi.org.mx/programas/cngf/2022/> (Accessed January 11, 2023).
- IPCC (2007). "Summary for policymakers" in *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. eds. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis and K. B. Averyt (Cambridge: University Press)
- IPCC (2014). *Climate change report*. Switzerland: IPCC Secretariat World Meteorological Organization
- IPES-FOOD (2020). COVID-19 and the crisis in food systems: Symptoms, causes, and potential solutions. Available at: https://www.ipes-food.org/_img/upload/files/COVID-19_ComunicateEN.pdf (Accessed January 11, 2023).
- Isakson, S. R. (2014). Food and finance: the financial transformation of agro-food supply chains. *J. Peasant Stud.* 41, 749–775. doi: 10.1080/03066150.2013.874340
- Jackson, L. E., Pascual, U., and Hodgkin, T. (2007). Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 121, 196–210. doi: 10.1016/j.agee.2006.12.017
- Jordán, R., and Simioni, D. (1998). *Ciudades intermedias de América Latina y el Caribe*. 1st ed. Santiago, Chile: CEPAL/Cooperazione italiana.
- Kew Royal Botanic Gardens. (2017) Plants of the world online. Available at: <https://www.kew.org/> (Accessed January 11, 2023).
- Kirkland, K. (2020). The overexploitation of the Valle de Querétaro aquifer and its impact in small peri-urban communities. Querétaro, México. Open Access Master's Report. Michigan, USA: Michigan Technological University. Available at: <https://digitalcommons.mtu.edu/etdr/1126/> (Accessed January 11, 2023).
- Kunzmann, K. (2009). Medium-sized towns, strategic planning and creative governance in the South Baltic arc. Available at: http://www.visiblecities.net/documents/KRK_MediumSized_Cities.pdf (accessed 14 February 2018).
- La Voz de Querétaro Portada: Crecerá en 25 mil habitantes población de Querétaro durante (2017). Available at: <https://lavozdequeretaro.com/queretaro/crecerá-en-25-mil-habitantes-población-de-querétaro-durante-2017/> (Accessed January 11, 2023).
- Lefebvre, H. (2014). *The urban revolution*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Lucertini, G., and Musco, F. (2020). Circular urban metabolism framework. *One Earth* 2, 138–142. doi: 10.1016/j.oneear.2020.02.004
- MacGregor-Fors, I. (2011). Misconceptions or misunderstandings? On the standardization of basic terms and definitions in urban ecology. *Landsc. Urban Plan.* 100, 347–349. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.01.013
- MacGregor-Fors, I., and Ortega-Álvarez, R. (2013). Ecología Urbana: Experiencias en América Latina. Disponible en línea Available at: www.inecol.edu.mx/libro_ecología_urubana (ISBN: 978-607-00-6869-0)
- Machín, S.B. (2010). *Revolución agroecológica. El movimiento de campesino a campesino de la ANAP en Cuba. Cuando el campesino ve, hace fér*. Cuba: ANAP, Via Campesina. La Habana.
- Maestre, F. T., et al. (2012). Plant science richness and ecosystem multifunctionality in global drylands. *Science* 335, 214–218. doi: 10.1126/science.1215442
- Marasas, M. E. (2012). El camino de la transición agroecológica. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA. Publicaciones IPAF Región Pampeana. Argentina.
- Martínez Alier, J., and Roca, J. *Economía ecológica y política ambiental*. (2013). 3era. Edición. México: Fondo de Cultura Económica.
- McClintock, N., Mahmoudi, D., Simpson, M., and Pereira, S. J. (2016). Socio-spatial differentiation in the Sustainable City: a mixed-methods assessment of residential gardens in metropolitan Portland, Oregon, USA. *Landsc. Urban Plan.* 148, 1–16. doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.12.008
- McMichael, P. (2009). A food regime genealogy. *J. Peasant Stud.* 36, 139–169. doi: 10.1080/0306615090280354
- McMichael, P., and Schneider, M. (2011). Food security politics and the millennium development goals. *Third World Q.* 32, 119–139. doi: 10.1080/01436597.2011.543818
- Metropoli. (2013). Menchaca, colonia más insegura: taxistas. Available at: <https://www.universalQueretaro.mx/metropoli/24-05-2013/menchaca-colonia-mas-insegura-taxistas> (Accessed 10 October 2022).
- Moore, J. (2013). Encyclopedia of biodiversity. Diversity, Taxonomic versus Functional.
- Mostafavi, N., Klöckner, C. A., Tremeac, B., Schädler, S., Lambin, E. F., Alho, J. M., et al. (2014). A framework for integrated urban metabolism analysis tool (IUMAT). *Build. Environ.* doi: 10.1016/j.buildenv.2014.10.020
- Mougeot, L. J. A. (1999). An improving domestic and international environment for African urban agriculture. *Afr. Urban Quar.* 11, 137–152.
- Mougeot, L.J.A. (2000). Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks. In N. Bakker, M. Dubbeling, S. Guendel, U. Sabel-Koschella and Zeeuwel. *of Growing cities, growing food; urban agriculture on the policy agenda*, Feldafing: DSE.
- Moustier, P., and Danso, G.K. (2006). *Local economic development and marketing of urban produced food*.
- Muñoz de Chávez, M., Ledesma, J., and Villasana, A. (2002). *Tablas de valor nutritivo de alimentos: los alimentos y sus nutrientes*. Spain: Mc Graw-Hill Interamericana. 203.
- Nabhan, G.P. (2001). *Coming home to eat: The pleasures and politics of local food*, New York: WW Norton.
- Nabhan, G. P. (2013). Our coming food crisis. New York Times July 21 Available at: <https://www.nytimes.com/2013/07/22/opinion/our-coming-food-crisis.html> (accessed December 2, 2021).
- Nabhan, G. P. (2020). Crops from U.S. food supply chains will never look nor taste the same again. *Agric. Human Value.* 37, 651–652. doi: 10.1007/s10460-020-10109-6
- Nabhan, G.P., Mabry, J., Johnson, D., and Ferrelles, C. (2017). *Pioneering affordable access to food biodiversity in Tucson, Arizona, a UNESCO City of gastronomy*. Tucson Arizona: University of Arizona College of Social and Behavioral Sciences.
- Nabhan, G. P., Riordan, E. C., Aronson, J., Barron-Gafford, G., Bürquez, A., Crews, T. E., et al. (2020). A new Aridamerican food system for a hotter, water-scarce world. *Plants People Planet.* 2, 627–639. doi: 10.1002/ppp3.10129
- Nicholls, C., Altieri, M., and Vázquez, L. (2015b). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología* 10, 61–72.
- Nicholls, C., Henao, A., and Altieri, M. A. (2015a). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología* 10, 7–31.
- Nicholls, C. I., Henao, A., and Altieri, M. A. (2017). *Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático*. Agroecología. Recuperado a partir de. 10, 7–31. Available at: <https://revistas.utm.es/agroecología/article/view/300711>
- Nicholls, C., Pérez, N., Vá, L. L., and Altieri, M. A. (2002). The development and status of biologically based integrated pest management in Cuba. *Integr. Pest Manag. Rev.* 7, 1–16. doi: 10.1023/A:1025728320114

- Niemeyer, S. (2022). Conference "theory of deliberative reason: empirical and substantive implications, transformative mechanisms and prospects for deliberation at scale". Centre for deliberative democracy and global governance (UZH Zurich: University of Canberra).
- Njeru, E. M., Awino, R. O., Kirui, K. C., Koech, K., Jaliloh, A. A., and Muthini, M. (2022). *Agrobiodiversity and perceived climatic change effect on family farming systems in semiarid tropics of Kenya*. Berlin, Germany: De Gruyter. Available at: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-2022-0099/html> (Accessed October 11, 2023).
- Nyéléni. (2007). "Time for food sovereignty." Forum for Food Sovereignty, February 23. Available at: <https://nyeleni.org/spip.php?article1> (accessed 15 September, 2018).
- Olson, R.K., and Lyson, T.A. (1998). *Under the blade: The conversion of agricultural landscapes*. Boulder, CO, USA: Westview Press.
- Opitz, I., Berges, R., Piorr, A., and Krikiser, T. (2016). Contributing to food security in urban areas: differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the global north. *Agric. Human Values* 33, 341–358. doi: 10.1007/s10460-015-9610-2
- Orsini, Kahane, R., Nono-Womdim, R., and Gianquinto, G. (2013). Urban agriculture in the developing world: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 33, 695–720. doi: 10.1007/s13593-013-0143-z
- Ortiz, R., Vera, C., and Leyva, A. (2001). Diagnóstico específico en huertos urbanos del sureste de Ciudad de La Habana. Evaluación de sus características demográficas, ambientales, tecnología aplicada y agroecosistema. *Cultivos Tropicales* 22, 5–11.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for Analyzing sustainability of social – ecological systems. *Science* 325, 419–422. doi: 10.1126/science.1172133
- Padilla, S. (1998). *Ciudades en expansión y transformación: crecimiento y estructura urbana en ciudades mexicanas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Patel, R. (2008) Obesos y famélicos. *El impacto de la globalización en el sistema alimentario mundial*. Libros del Lince Editorial. ISBN: 978-84-612-2489-0.374
- Peretto, P., and Valente, S. (2015). Growth on a finite planet: resources, technology and population in the long run. *J. Econ. Growth* 20, 305–331. doi: 10.1007/s10887-015-9118-z
- Piketty, T. (2014). *El Capital en el siglo XXI*. México DF: Fondo de Cultura Económica, 663.
- Pinedo-Vasquez, M. (2008). Smallholder farmers, Agrobiodiversity, and climate change. Center for Environmental Research and Conservation. People, Land Management and Environmental Change.
- PNUMA GEO Ciudad de Querétaro (2008). *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano* UNEP, Geo Zona Metropolitana Querétaro: CQRN-CONCYTEQ; SEDESU.
- Pollan, M. (2002). When a crop becomes king. The New York Times. Available at: <https://michaelpollan.com/articles-archive/when-a-crop-becomes-king/> (Accessed January 11, 2023).
- Pontifex, P. A., García-Meneses, P. M., Gómez-Aiza, L., Monterroso-Rivas, A. I., and Caso-Chávez, M. (2018). Land use/land cover change and extreme climatic events in the arid and semi-arid ecoregions of Mexico. *Atmósfera*. 31, 355–372. doi: 10.20937/ATM.2018.31.04.04
- Popkin, B. M., Adair, L. S., and Ng, S. W. (2012). Now and then: the global nutrition transition: the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr. Rev.* 70, 3–21. doi: 10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x
- Popovich, N., Singhvi, A., and Conlen, M. (2020). Where chronic health conditions and coronavirus could collide. Available at: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/05/18/us/coronavirus-underlying-conditions.html>
- QroCircular (2023). Manifiesto Interuniversitario para afrontar los retos del cambio climático, sostenibilidad y transición hacia una economía circular del estado de Querétaro. Available at: <https://qrocircular.org/wp-content/uploads/2022/09/Manifiesto-Interuniversitario-QroCircular.pdf> (Accessed January 11, 2023).
- Quinn, G., and Keough, M. (2002). *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rajendran, S., Afari-Sefa, V., Shee, A., Bocher, T., Bekunda, M., dominick, I., et al. (2017). Does crop diversity contribute to dietary diversity? Evidence from integration of vegetables into maize-based farming systems. *Agric. Food Secur.* 6:50. doi: 10.1186/s40066-017-0127-3
- Rindos, D. (1980). Symbiosis, instability, and the origins and spread of agriculture: a new model. *Curr. Anthropol.* 21, 751–772. doi: 10.1086/202569
- Rogé, P., Friedman, A. R., Astier, M., and Altieri, M. A. (2014). Farmer strategies for dealing with climatic variability: a case study from the Mixteca Alta region of Oaxaca, Mexico. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 38, 786–811. doi: 10.1080/21683565.2014.900842
- Schneider, M. (2014). Developing the meat grab. *J. Peasant Stud.* 41, 613–633. doi: 10.1080/03066150.2014.918959
- Schneider, M., and McMichael, P. (2010). Deepening, and repairing, the metabolic rift. *J. Peasant Stud.* 37, 461–484. doi: 10.1080/03066150.2010.494371
- Schnell, S. M. (2013). Food miles, local eating, and community supported agriculture: putting local food in its place. *Agric. Hum. Values* 30, 615–628. doi: 10.1007/s10460-013-9436-8
- Schupp, J. L., and Sharp, J. S. (2012). Exploring the social basis of home gardening. *Agric. Hum. Values* 29, 93–105. doi: 10.1007/s10460-011-9321-2
- Scrinis, G. (2008). On the ideology of nutritionism. *Gastronomica* 8, 39–48. doi: 10.1525/gfc.2008.8.1.39
- SEDESOL (2014). Programa Nacional México sin Hambre 2014–2018. Diario Oficial de la Federación.
- SIAP (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Available at: <https://www.gob.mx/siap/>
- Simmel, G. (1903). *La metrópoli y la vida mental*. New York: Nueva York Free Press, 1950, 409–424.
- Smit, J. (1996). *Urban agriculture: Progress and Prospect 1975–2005. Cities feeding people series report 18*. Ottawa: International Development Research Centre.
- Smit, J., Nasr, J., and Raita, A. (2001). Urban agriculture: food, jobs and sustainable cities. 2nd Washington, DC: The urban agriculture network, with permission from the United Nations development programme.
- SNIB, CONABIO. (2023). National commission for the knowledge and use of biodiversity. Available at: <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/14863.pdf> (Accessed January 11, 2023).
- Soria, K., Palacios, M., and Morales Gomez, C. (2020). Governance and policy limitations for sustainable urban land planning. The case of Mexico. *J. Environ. Manag.* 259:109575. doi: 10.1016/j.jenman.2019.109575
- Stiller, A., Garrison, K., Gurdyumov, K., Kenner, J., Yasmin, F., Yates, P., et al. (2021). From fighting critters to saving lives: polyphenols in plant defense and human health. *Int. J. Mole. Sci.* 22:8995. doi: 10.3390/ijms22168995
- Suzán-Azpiri, H., et al. (2014). Informe PEACC. México: Elementos técnicos del programa estatal de acción ante el cambio climático-Querétaro.
- The Plant List (2013). Published on the internet. Available at: <http://www.theplantlist.org/> (accessed 1st March, 2017).
- Tilg, H., and Moschen, A. R. (2015). Food In immunity, and the microbiome. *Gastroenterology* 148, 1107–1119. doi: 10.1053/j.gastro.2014.12.036
- Toledo, V., and Barrera-Bassols, N. (2009). La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. *Ciencias* 96:76.
- Tornaghi, C. (2016). Urban agriculture in the food-disabling city: (re)defining urban food justice, reimagining a politics of empowerment. Antipode Foundation Ltd. doi: 10.1111/anti.12291,
- UNCSN (2020). The COVID-19 pandemic is disrupting people's food environments: a resource list on food systems and nutrition responses. Available at: <https://www.uncsn.org/uploads/web/file/COVID-19-Nutrition-Resources-UNCSN-Feb-2021.pdf>
- UN-Habitat (2004). The state of the world's cities. Globalization and urban culture. Available at: https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/10/1163_alt1.pdf (Accessed January 11, 2023).
- UN-Habitat (2017). Annual Progress report. Available at: <https://unhabitat.org/annual-progress-report2017> (Accessed January 11, 2023).
- Vázquez-Moreno (2007). Manejo agroecológico de plagas y enfermedades en la agricultura urbana: Estudio de caso ciudad de La Habana, Cuba. Agroecología, ISSN 1887-1941, 21–31.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., and Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in socio-ecological systems. *Ecol. Soc.* 9:5.
- Whitney, C., Luedeling, E., Tabuti, J., Nyamukuru, A., Hensel, O., Gebauer, J., et al. (2017). Crop diversity in homegardens of Southwest Uganda and its importance for rural livelihoods. *Agric. Hum. Values* 35, 399–424. doi: 10.1007/s10460-017-9835-3
- World Bank, International Monetary Fund (2013). *Global monitoring report 2013: Rural-urban dynamics and the millennium development goals*. Washington, DC: World Bank.
- Zeeza, A., and Tasciotti, L. (2008). *Does urban agriculture enhance dietary diversity? Empirical evidence from sampling from developing countries*. Rome: FAO.

10.2 Anexo 2. Artículo de investigación en Revista *Nature Food*:

Cita: **Jacobi, Johanna & Villavicencio-Valdez, Gabriela & Benabderrazik, Kenza.** (2021). Towards political ecologies of food. *Nature Food*. 2. 10.1038/s43016-021-00404-8. [ResearchGate](#)

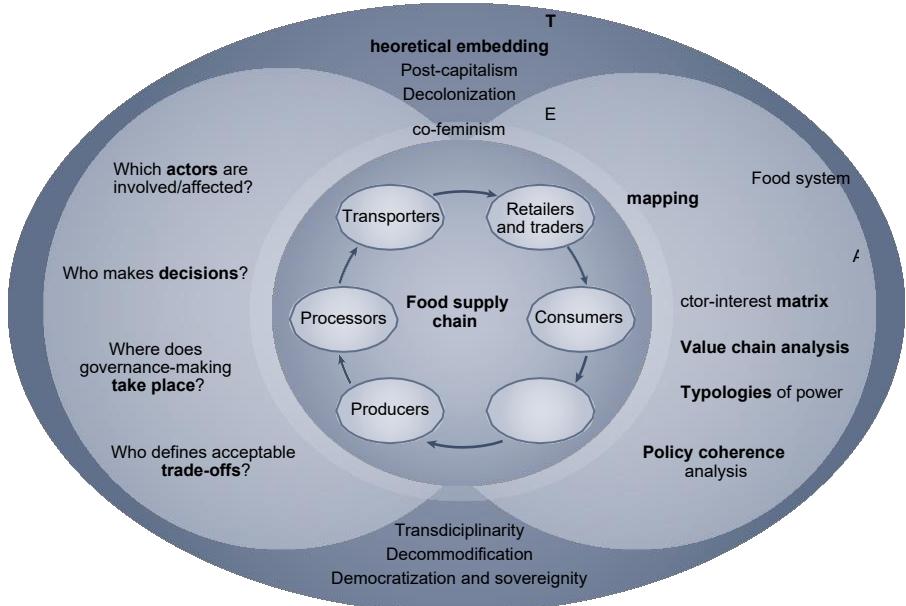


Towards political ecologies of food

Political ecology approaches are relatively absent from food systems research. With deep inequalities in food production, distribution and consumption, the study of power asymmetries is central to food justice and the co-creation of alternative futures.

Johanna Jacobi, Gabriela Valeria Villavicencio Valdez and Kenza Benabderrazik

Sustainable production and healthy food are a privilege in today's world: practising a healthy diet can be nearly five times more expensive than practising an unhealthy one¹, while agricultural incomes are typically too low to ensure a dignified living. Food system activities linked to the uniformization of landscapes give rise to an unequal distribution of benefits and



harms — the latter including deforestation, eutrophization and contamination. At present, food systems are responsible for one-third of anthropogenic greenhouse gas emissions². Ongoing processes of land concentration are forcing small-scale food producers to abandon agriculture. Worldwide, the number of people suffering from hunger is increasing, and, simultaneously, a ‘global syndemic’³ of food-related diseases is spreading. Overall, our food systems are shaped by multidimensional and increasingly asymmetric power relations — defined as the uneven capacity of different actors to influence the goals, processes and outcomes of governance⁴. Despite this, power relations

in food systems have barely been studied, and the tools to investigate them are few.

Political ecology is a field that addresses conditions and changes in social-ecological systems with an explicit consideration of power

relations⁵. In addition, it aims to identify the causes of unsustainable development, rather than just the symptoms as embodied in environmental problems^{5,6}. By shedding light on the actors and institutions that make decisions, as well as those affected by decisions, political ecology approaches can improve our understanding of power relations. They can also help to identify solutions that tend to be overlooked, especially because existing innovators, for example, from local communities, are often ignored or unheard.

Applied to food and agricultural systems,

Fig. 1 | Critical analysis of food systems. A conceptual framework built around food system actors facilitates the compilation of questions and critical tools to study the political ecologies of food systems.

political ecology approaches explore historical and societal processes and scrutinize narratives on food system dynamics that create winners and losers. The field connects a wide range of scientific disciplines. For example, contributions

NATURE FOOD | www.nature.com/natfood

from agroecology, mathematics, medicine, anthropology, science philosophy, biotechnology and astrophysics, just to name a few, were discussed by scientists and social movements at the 2017

CompArte y Conciencias por la Humanidad (ConSciences for Humanity) summit organized by the Zapatistas.

Connecting the field of political ecology with questions of justice, such as the issue of land access, implies studying uneven policy outcomes for different actors⁷ and linking research to questions of procedural justice and recognition, in addition to distributional justice. This ‘ethical bridge’ can enable a dialogue of knowledge and the co-creation of solutions that help to reconcile, on the one hand, the artificially separated domains of environmental integrity and, on the other, the fulfilment of basic human needs. To better understand and tackle current inconsistencies between sustainability and justice in food systems, we propose a new political ecology for food systems and offer a set of critical tools — without claiming

completeness — for its growing application in food systems research.

Analyses of power and

interests While food system approaches are increasingly common in research and the

food industry, they often promote technical solutions to problems that are actually more socio-economic or political in nature. An example from the chocolate industry is that of enhancing cocoa productivity rather than addressing cocoa price formation⁸.

Furthermore, focusing solely or mainly on technological solutions risks overlooking the deeper social–ecological system complexities that problems in food and agriculture often reflect⁹. For instance, planting high-yield crop varieties on marginal land — without the associated inputs, machinery and access to water or irrigation technology, along with other factors — can cause more problems than it solves, including greater indebtedness, dependence on external supplies, loss of traditional knowledge and crops, and higher food insecurity¹⁰.

comment

While new technologies are and have always been important, their prioritization should not preclude action in other crucial areas, like land distribution.

Dominant narratives about how agriculture should be conducted, or how food should look and taste, are socially constructed. These narratives also frame which land use forms are considered desirable and which are not. Common narratives about 'empty' lands, the actors behind deforestation, who produces food and persisting single-output measures risk overlooking the multiple benefits of bioculturally diverse foodscapes. Another example of narrative construction applies to healthy and sustainable food: often depicted as a matter of individual decision-making, which puts the onus on consumers, popular understandings often downplay the interconnected issues that result in unhealthy food being significantly cheaper, more accessible and more widely advertised. Indeed, many consumers now

find themselves in 'food deserts', rooted in historical segregation. Or, on another level, while organic agriculture provides strategies to feed the world sustainably¹¹, sustainability certification alone may not sufficiently address issues of landscape homogenization, inequalities in benefit sharing, or human rights. Against this background, we argue that food system sustainability cannot be separated from socio-economic considerations and questions of governance. To better understand these interconnections, an approach is needed that sheds light on the actors, interests and power relations that are key to the decisions made in food and agriculture.

Introducing the topics of power and vested interests back into food system research demands asking critical questions, employing critical concepts and applying adequate methods. As power asymmetries are not currently a central research topic in food system research, scientists need to open up spaces for political ecology to pave the way for food justice and alternative futures^{7,12}. Conducting research on different food system pathways is as important as scrutinizing dominant food system narratives.

Critical questions and critical tools Political ecology-informed food system research often starts with a set of questions about how food systems or aspects of them are shaped by the interactions of power and interests. Questions may include the following: Which actors are involved or affected? Who has final control over decision-making processes in agri-food value chains? Where do governance and

decision-making take place? What are the spaces of power? Whose perceptions, knowledge, values and aspirations are embedded, and whose are excluded? Who decides which trade-offs are acceptable and which are not?

One way of exploring the reasons behind what we observe in the natural world and linking it to (often distant) decision-making is to reconstruct chains or webs of explanation. One can go back step-by-step and investigate the reasons, drivers and enabling conditions behind a failed harvest, for instance, using process tracing — albeit without assuming a linearity of observed phenomena. Below we introduce some of the many tools that can be useful in this context, which would ideally be applied in a transdisciplinary research setting with and by key food system actors (Fig. 1). Some of them are already frequently used but have yet to be explicitly connected to questions of power, interests or uneven outcomes in food and agricultural systems.

Food system mapping¹³. Taking one food product or commodity and following it upstream or downstream along the value chain makes not only the physical pathways and sites visible but also the related actors and organisations, as well as inputs and outputs one may have overlooked.

Actor-interest matrices¹⁴. Actors directly or indirectly linked to a food system under study can be arranged on a coordinate system, with one axis representing their power in the food system and the other their interest in a given topic (for example, the sustainability of value chains).

Value chain analyses¹⁵. Investigating the value added at each value chain stage or production network node — as well as the actors involved, resources, and more — can enable distributional analyses, either in monetary

terms or in terms of environmental or social footprints, using, for instance, life cycle assessments.

Typologies of power in food systems¹⁶.

Identifying representations of bargaining power, demonstrative power, institutional power and constitutive power helps with developing a better understanding of value chain governance and its social–ecological outcomes.

Power asymmetries⁴.

Differentiating and describing power by design, pragmatic power and framing power in a given context can help to shed light on the capacity of different actors to influence the goals, processes and outcomes of governance.

Power cube¹⁷. Locating a given situation or food system on a cube with the dimensions of (1) spaces, (2) places and (3) forms of power can reveal whether power is visible, hidden or invisible (internalized) and can inspire ideas, for example, regarding how to move decision-making from closed to invited, created or claimed spaces.

Policy coherence analysis¹⁸. Creating a checklist of the (side) effects of policies on different domains — beyond those intended — can reveal undesired or overlooked collateral damage or synergies and can help to tap potential or end perverse incentives.

These questions and tools are meant to illuminate the power dimension of the food system. However, to embed them in a coherent theoretical framework, researchers may integrate concepts from decolonizing science and environmental justice, or questions about democratization. Given the complexity of the task and the multiple connections between food system components and activities at multiple levels, adopting a systems approach is indispensable. The dynamic processes arising from different interactions can inform a greater understanding of feedback loops that have long-term consequences for the food system and can uncover endogenous or exogenous mechanisms, and this will gradually enable more informed debates and, eventually, decision-making.

From de-construction to co-creation Food and agricultural science tends to separate system components for analysis without necessarily linking them back to their systems-level meaning. However, without a critical and systemic analysis that sheds light on power and interests, society is unlikely to embrace scientifically backed solutions in food and agriculture.

The communicative process between theory and practical judgement, embedded in systemic and dynamic thinking, must be emphasized. More holistic, critical and inclusive processes can help to prevent and overcome naturalistic fallacy (the belief that observation alone is enough to determine how things should be). If we are to properly address the normative dimension (also referred to as ‘target knowledge’, or how things should be), another creative and inclusive step is needed.

While political ecology research represents a first step towards attaining ‘systems knowledge’ of power relations, a key second step is taking procedural ownership and engaging in an informed, communicative process¹⁹. This should take the form of joint and independent deliberation, in which the

better argument has the opportunity to win in a mode of ‘communicative action’ as opposed to ‘strategic action’, which is typically subject to power relations. The communicative process of engaging in empathic dialogue requires a set of norms and skills, such as logical argumentation, storytelling and respectful listening²⁰.

To analyse power interactions, the dialogue capacity of food system actors provides a communicative tool that can be used by researchers when assuming a critical distance from the reality in which we are immersed. This can enable a sense of integrity and reflection, in which self-interest and cost-benefit calculus are replaced with a sense of community and the greater good. This is only possible if we are prepared to abandon strategic action and instead put co-created human values at the

centre of focus to encourage social interaction to progress towards communicative action through democratic decision-making.

While no terminology is completely neutral, decolonial and transdisciplinary science — from a political ecology perspective — sees no tension between science and a transparent, ethically informed analysis of power relations. For instance, post-capitalistic theories seek to overcome practical constraints that have alienated governance and decision-making from scientific knowledge and their societal and environmental integrity. Further

examples of analytical frameworks derive, for instance, from eco-feminism and the decommodification of food.

Conclusion

Our contribution is intended as a call for food system scientists to ask more critical questions and to embrace political ecology approaches. When we observe a phenomenon related to a food system, we often note that it is an outcome of a complex network of social–ecological relationships. However, when studying details, we often quickly lose track of the bigger picture. When applied to food systems, our recommended political ecology focus can enable researchers to describe and analyse who makes particular decisions — for instance, those regarding natural resources — and how the related risks and benefits are distributed. At the same time, we are aware that this is not enough to inform and transform food systems. The next step is to link research outcomes to our co-created frameworks for human rights and sustainability. In such a pathway, approaches informed by political ecologies are promising tools that can be used in transformative food systems research, in combination with the transdisciplinary co-creation of knowledge and change.



Johanna Jacobi¹ ,
Gabriela Valeria Villavicencio Valdez² and Kenza Benabderrazik¹

¹Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zürich, Switzerland.
²Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, Mexico.
✉e-mail:
Johanna.jacobi@usys.ethz.ch

<https://doi.org/10.1038/s43016-021-00404-8>

Additional information

Peer review information *Nature Food* thanks the anonymous reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Published: xx xx xxxx

Published online: 03 November 2021

References

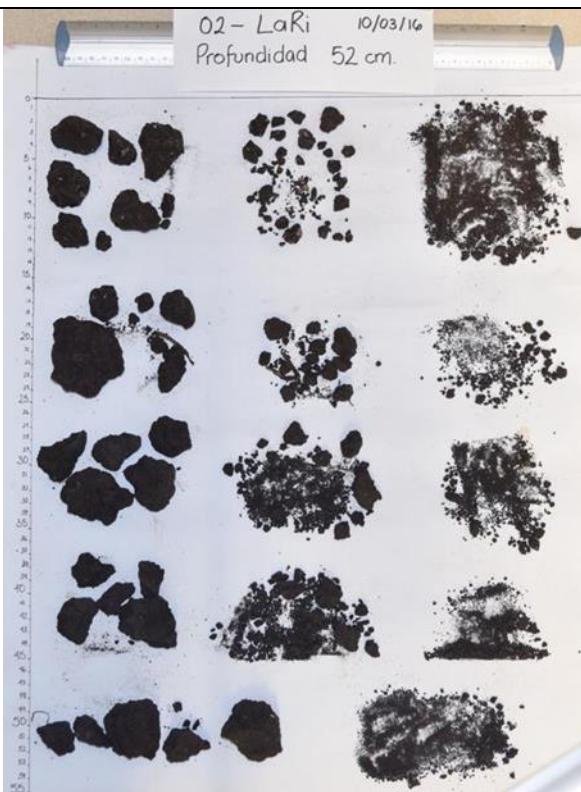
1. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020* (FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, 2020).
2. Crippa, M. et al. *Nat. Food* **2**, 198–209 (2021).
3. Swinburn, B. A. et al. *Lancet* **393**, 791–846 (2019).
4. Morrison, T. H. et al. *Glob. Environ. Chang.* **57**, 101934 (2019).
5. Robbins, P. *Political Ecology* 2nd edn (Wiley-Blackwell, 2011).
6. Giraldo, O.-F. *Political Ecology of Agriculture: Agroecology and Post-Development* (Springer, Cham, 2019).
7. Whitfield, S. et al. *Nat. Food* **2**, 383–385 (2021).
8. Fountain, A. C. & Hütz-Adams, F. *Cocoa Barometer 2020* (ABVV/Horval et al., 2020).
9. *Nat. Food* **2**, 211 (2021).
10. Ramprasad, V. *J. Peasant Stud.* **46**, 1286–1307 (2019).
11. Muller, A. et al. *Nat. Commun.* **8**, 1290 (2017).
12. Moragues-Faus, A. & Marsden, T. *J. Rural Stud.* **55**, 275–288 (2017).
13. Jacobi, J. et al. *Mt Res. Dev.* **39**, R1–R11 (2019).
14. Reed, M. S. et al. *J. Environ. Manage.* **90**, 1933–1949 (2009).
15. Gereffi, G., Humphrey, J. & Sturgeon, T. *Rev. Int. Pol. Econ.* **12**, 78–104 (2005).
16. Grabs, J. & Ponte, S. *J. Econ. Geogr.* **19**, 803–828 (2019).
17. Gaventa, J. in *Exploring Power for Change* (eds Eyben, R., Harris, C. & Pettit, J.) 23–33 (Institute of Development Studies, 2006).
18. Muscat, A., de Olde, E. M., Kovacic, Z., de Boer, I. J. M. & Ripoll-Bosch, R. *Environ. Sci. Policy* **123**, 21–30 (2021).
19. Chambers, J. M. et al. *Nat. Sustain.* <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00755-x> (2021).
20. Dryzek, J. S. et al. *Science* **363**, 1144–1146 (2019).

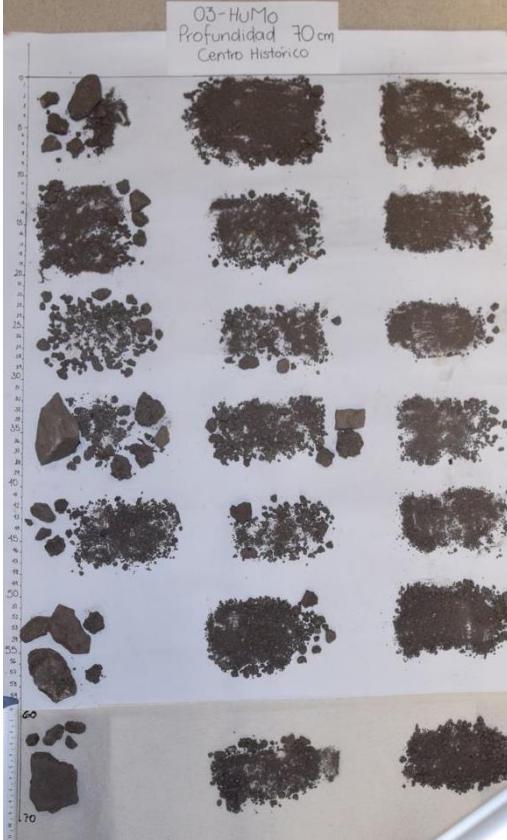
Competing interests

The authors declare no competing interests.

10.3 Anexo 3. Resultados de la caracterización de Estrucutra Edáfica de huertos seleccionados basados en la clasificación de Van Reewick, ISRIC, 2002.

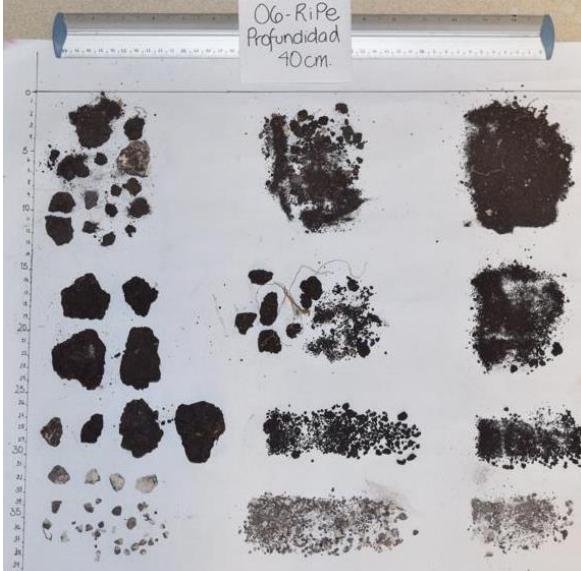
Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH	Textura	P Mg/m ³
	Bloques subangulares y migajón	5YR-2.5/2	4	k2	5.0 6.0 7.0 8.0 9.0	RA Arcillo arenosa	4.50
	Bloques subangulares y horizonte C	5YR-4/2	5	k3	0-9 cm	RA Arcillo arenosa	4.50
	Angular en bloques y horizonte C	5YR-5/1	3	k2	9-15 cm	CA Franco arenosa	2.00
	Horizonte C	5YR-8/2	0	k5	15-25 cm 25-35 cm	AC Arenosa franca	4.00

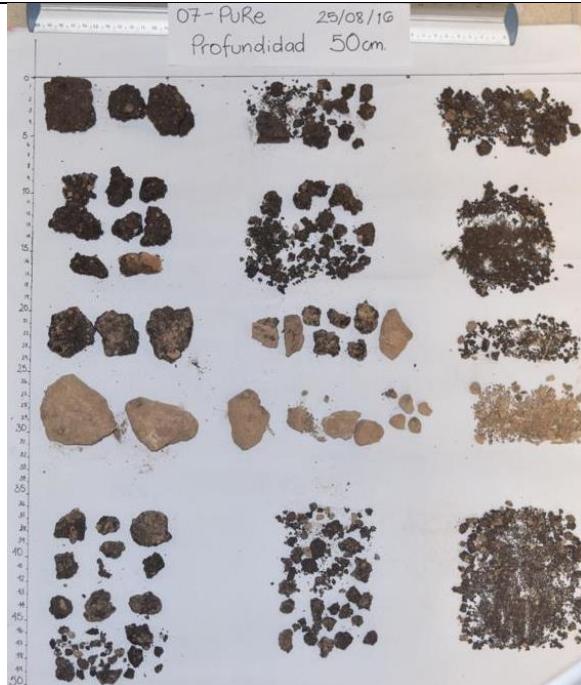
Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH					Textura	P Mg/m ³
	Migajón	5YR-3/1	5	k2	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	RL Arcillo limosa	5.00
	Migajón	5YR-3/1	4	k3	15-25 cm					RL Arcillo limosa	3.50
	Bloques subangulares	5YR-3/1	3	k2	25-35 cm					RL Arcillo limosa	2.25
	Bloques subangulares	5YR-3/1	3	k3	35-45 cm					RL Arcillo limosa	1.25
	Bloques angulares	5YR-3/1	4	k2	45-52 cm					RL Arcillo limosa	0.75

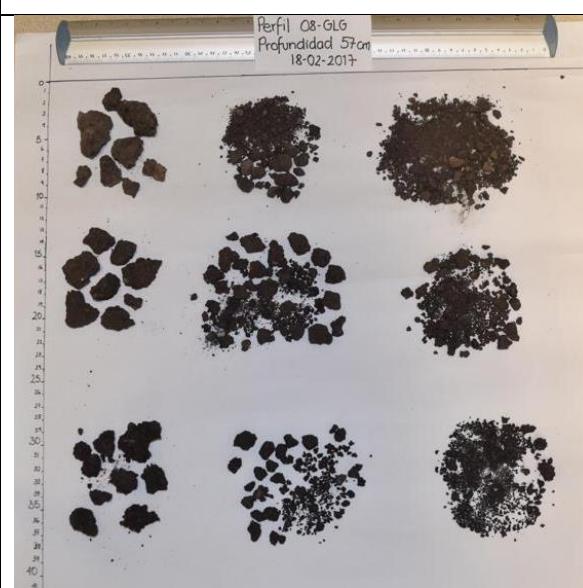
Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH					Textura	P Mg/m ³	
	Angular en bloques/ Migajón Angular en bloques Migajón Subangular en bloques Subangular en bloques Subangular en bloques Fragmentos/ granular	10YR-4/2 10YR-4/2 10YR-5/1 10YR-5/2 10YR-5/2 10YR-4/2 10YR-4/2	5 5 3 4 4 4 4	k5 k6 k6 k6 k5 k5 k5	0-10 cm 10-20 cm 20-30 cm 30-40 cm 40-50 cm 50-60 cm 60-70 cm	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	RA Arcillo arenosa RA Arcillo arenosa RA Arcillo arenosa RA Arcillo arenosa RA Arcillo arenosa RA Arcillo arenosa RA Arcillo arenosa	3.50 2.75 3.75 4.50 2.50 4.50 2.25

Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH					Textura	P Mg/m ³
	Migajón	5YR-3/1	5	k1	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	CLf Franco limosa fina	3.20
	Migajón	5YR-3/1	5	k2	0-10 cm					CLf Franco limosa fina	3.50
	Bloques subangulares	5YR-3/1	3	k1	10-20 cm					CLf Franco limosa fina	4.00
	Bloques subangulares	5YR-3/1	4	k1	20-30 cm					CRL franco arcilloso	4.50
					30-40 cm						

Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH					Textura	P Mg/m ³
	Migajón	10YR 2/1	4	k4	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	CR franco arcilloso	1.60
	Migajón	10YR 3/1	3	k2	0-15 cm	15-25 cm				CR franco arcilloso	1.00
	Subangular en bloques	10YR 2/1	2	k0	25-35 cm					CR franco arcilloso	0.80
	Subangular en bloques	10YR 2/1	3	k4	35-45 cm					RA arcillo arenoso	0.50

Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH	Textura	P Mg/m ³
	Migajón	5YR-1/3	4	k3		CRL franco arcilloso	
	Subangular en bloques	5YR - 1/2.5	3	k2		R arcillo limosa	
	Subangular en bloques	7.5YR -1/2.5	3	k3		R arcillo limosa	
	Angular en bloques	7.5 YR- 1/8 y 7.5YR- 8/6	0	k3 y 4		R arcillo limosa	

Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH					Textura	P Mg/m ³
 <p>07-PuRe 25/08/16 Profundidad 50cm.</p>	Migajón	5YR-2.5/1	3	k3	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	CR franco arcillosa	0.50
	Granular	5YR-2.5/1	4	k3	0-5 cm					CRA	0.50
	Granular	7.5YR-4/4	4	k3	5-20 cm					CRA	1.00
	Granular	7.5YR-8/6	4	k4	20-25 cm					AL	1.00
	Granular	7.5YR-2.5/1	4	k2	25-30 cm					RA arcillo arenosa	2.00
					30-50 cm						

Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH	Textura	P Mg/m ³
 <p>Perfil 08-GLG Profundidad 57cm 18-02-2017</p>	Subangular en bloques	10YR-4/1	4	k0	<p>5.0 6.0 7.0 8.0 9.0</p> <p>0-15 cm</p>	Clf Franco limosa fina	6.50
	Subangular en bloques	10YR-3/1	5	k1	<p>15-25 cm</p>	Clf Franco limosa fina	6.00
	Subangular en bloques	10YR-2/1	4	k1	<p>25-35 cm</p>	Clf Franco limosa fina	4.50

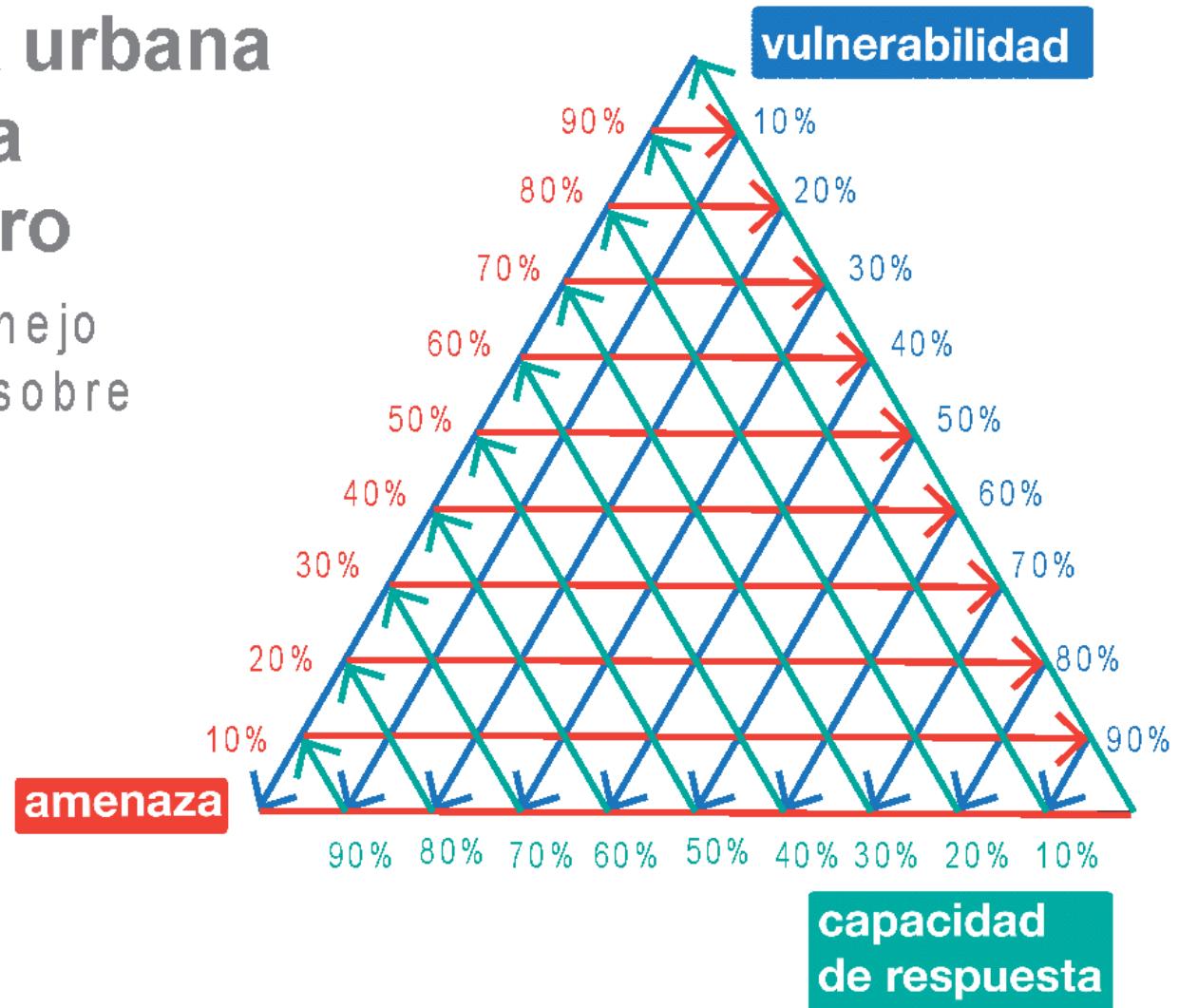
Sitio	Estructura	Color	M.O.	Carbonatos	pH	Textura	P Mg/m ³
	Prismas/ Angular en bloques	10YR-3/2	5	k1	5.0 0-10 cm	CRL franco arcillo limosa	4.50
	Angular en bloques	10YR-3/2	6	k1	10-20 cm	CLf Franco limosa fina	4.50
	Angular en bloques	10YR-3/1	6	k2	20-30 cm	CR franco arcillosa	5.00
	Angular en bloques	10YR-4/1	5	k2	30-40 cm	RA arcillo arenosa	5.20

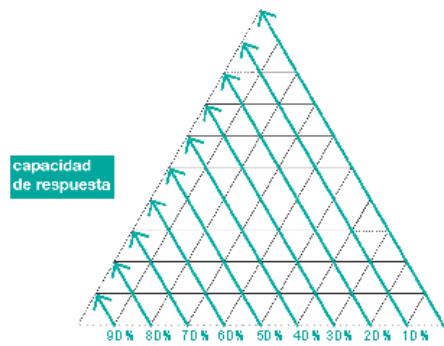
10.4 Anexo 4. Propuesta metodológica para medir la resiliencia socioecológica modificada de Henao (2014) en huertos urbanos de ciudades medias como Querétaro, México .

Agricultura urbana y periubana en Querétaro

Efectos del manejo
agroecológico sobre
la resiliencia
socioecológica

Gabriela Valeria
Villavicencio Valdez





variables sociales

autoorganización



- relacionados en base a necesidades y aspiraciones
- personas reflexivas y que anticipan cambios
- alto nivel de cooperación e intercambio
- honran legado cultural
- construyen capital humano

aprendizaje



- conocimiento del urbicultor
- habilidades de manejo
- acceso a recursos
- diversidad de actividades
- redes y organización social
- disponibilidad al aprendizaje

variables económicas

autosuficiencia de insumos externos



- porcentaje de ahorro
- excedentes
- auto abasto

variables ambientales

diversidad vegetal



- producción y aporte nutrimental
- masa comestible
- colecta botánica o memoria fotográfica

manejo agroecológico



- tipología de la agricultura urbana de Orsini
- asociación de cultivos
- cobertura vegetal
- barreras de vegetación

prácticas de manejo de suelo

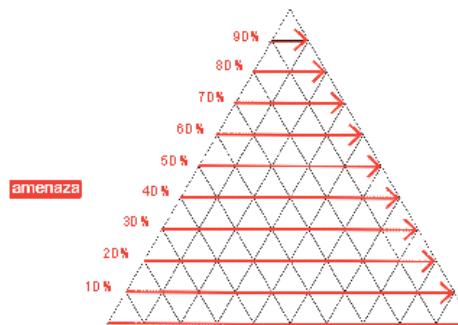


- conservación de suelos

prácticas de manejo de agua



- bitácora de riego (litros / m²) medido con T+R
- tiempos
- mapa de sistema de irrigación (en su caso)



variables sociales

inestabilidad social



- índice de Gini
- índice 210 de FAO (punto de ebullición de la protesta de masas por hambre y desesperación)

variables económicas

inestabilidad de ingresos



- ipnc (valor de la canasta básica)
- inflación
- índice deflactado
- series del valor del combustible localmente

variables ambientales

sequías e inundaciones (imbalance de agua)



- variabilidad climática
- efectos climáticos
- prácticas para disminuir efectos
- instituciones (prevención)

sequías e inundaciones (imbalance de agua)

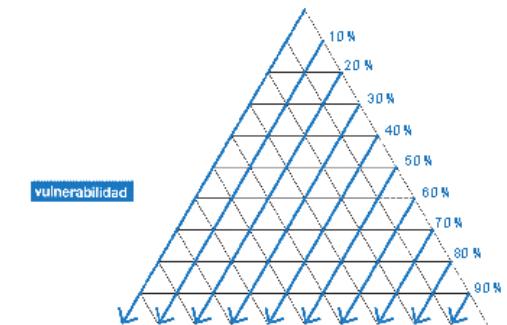


- temperatura
- precipitación (volumen / tiempo de distribución)
- humedad relativa
- humedad del suelo

patógenos y plagas



- tipos de plagas
- recurrencia / incidencia



variables sociales

vulnerabilidad social



- desconocimiento de prácticas agroecológicas
- falta de acceso a recursos
- falta de organización social y vinculación a redes
- falta de disposición al aprendizaje
- dependencia de insumos externos
- falta de interés por el cambio ambiental global
- tenencia de la tierra (renta, casa propia, prestada)

variables económicas

acceso al alimento



- distancia en kms a comida fresca y nutritiva
- número de mercados y tianguis cercanos
- número de supermercados cercanos
- poder adquisitivo

variables ambientales

susceptibilidad del suelo a erosión y estrés hídrico



- N, P, K y M.O.
- imbalanza de elementos y baja fertilidad de suelo
- humedad relativa en suelo

susceptibilidad del suelo a erosión y estrés hídrico



- pendiente del suelo
- profundidad para el efectivo crecimiento de raíces
- alta exposición / radiación solar

susceptibilidad del suelo a estrés hídrico



- pendiente del suelo
- experiencia anterior en años de alto riesgo
- contaminación de suelo

métodos de investigación

fuentes primarias



- fotografía en campo



- bitácora de medición en campo



- entrevista



- laboratorio

fuentes secundarias



- series económicas
- bases de datos (inegi, conagua, etc)
- internet
- biblioteca
- tesis

Con la metodología de Alejandro Henao es posible evaluar **el desempeño de los agroecosistemas biodiversos bajo eventos climáticos extremos y las estrategias para incrementar la resiliencia del agroecosistema de acuerdo a la metodología de la resiliencia socioecológica.**

Con la metodología de Alejandro Henao es posible evaluar **el desempeño de los agroecosistemas biodiversos bajo eventos climáticos extremos:**

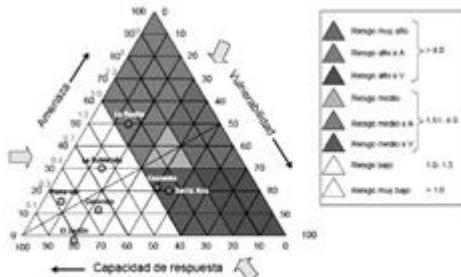


Figura 1. Triángulo del Riesgo de los sistemas agroecológicos y convencionales.

Las estrategias para incrementar la resiliencia del agroecosistema de acuerdo a la metodología de la resiliencia socioecológica de Altieri y Nicholls.

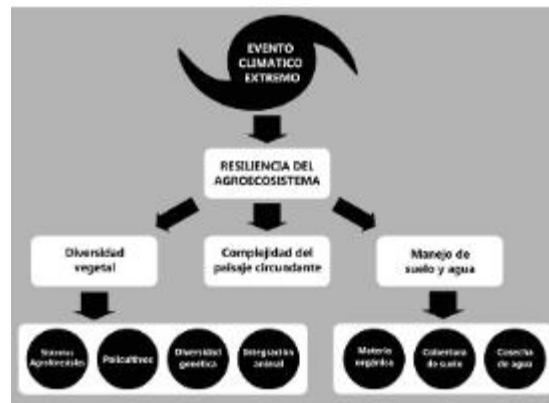


Figura 1. Factores ecológicos a nivel de paisaje, diversidad vegetacional y calidad del suelo que condicionan la resiliencia de un agroecosistema.