

## Perspectivas para la construcción de modelos de gestión hídrica para la agricultura. Una mirada desde los productores de aguacate en pequeña escala (México)

*Perspectives on building water management models for agriculture. Insights from small-scale avocado producers (México)*

**Jeison Javier Loaiza González**

Universidad Autónoma del Estado de México

Toluca, México

jloaizag001@alumno.uaemex.mx

 ORCID: 0000-0003-3021-247X

**Humberto Thomé Ortiz**

Universidad Autónoma del Estado de México

Toluca, México

hthomeo@uaemex.mx

 ORCID: 0000-0002-6714-3490

### Información del artículo

**Recibido:** 25/07/2024

**Revisado:** 03/03/2025

**Aceptado:** 06/03/2025

**Online:** 30/09/2025

**Publicado:** 10/01/2026

**ISSN** 2340-8472

**ISSNe** 2340-7743

**DOI** 10.17561/at.29.8801

### RESUMEN

El artículo explora la importancia del agua para la producción agrícola y pone en evidencia los desafíos relacionados con su escasez bajo los modelos agroalimentarios neoliberales. Para ello, toma como referente empírico los usos del agua por parte de los productores de aguacate de la asociación “La Libertad” del municipio de Donato Guerra, estado de México, y se propone la construcción de un Modelo de Gestión Hídrica para la Agricultura (MOGHIPA). La metodología consistió en un estudio de caso exploratorio, que integra aspectos cuantitativos y cualitativos, para comprender las perspectivas de gestión hídrica desde el punto de vista de los agricultores. Se observa que los agricultores son conscientes de la importancia de proteger las fuentes hídricas, lo que puede ser el precursor de propuestas de gestión. Se concluye que el modelo tiene el potencial de constituirse en una herramienta útil para la planificación del agua en los territorios rurales.

**PALABRAS CLAVE:** Sostenibilidad, Desarrollo territorial, Impacto ambiental, *Persea americana*, Centro de México.

### ABSTRACT

The article explores the importance of water for agricultural production and highlights the challenges related to its scarcity under neoliberal agri-food models. To do so, it draws on empirical evidence from water usage by avocado producers from the “La Libertad” association in the municipality of Donato Guerra, State of Mexico, and proposes the construction of a Water Management Model for Agriculture. The methodology consisted of an exploratory case study, integrating quantitative and qualitative aspects to understand water management perspectives from the farmers’ point of view. It is observed that farmers are aware of the importance of protecting water sources, which could be the precursor to management proposals. It is concluded that the model has the potential to become a useful tool for water planning in rural territories.

**KEYWORDS:** Sustainability, Territorial development, Environmental impact, *Persea americana*, Central Mexico.

## ***Perspectivas para a construção de modelos de gestão hídrica para a agricultura. Um olhar a partir dos produtores de abacate em pequena escala (México)***

### **RESUMO**

O artigo explora a importância da água para a produção agrícola e evidencia os desafios relacionados à sua escassez sob os modelos agroalimentares neoliberais. Para isso, toma como referência empírica os usos da água pelos produtores de abacate da associação “La Libertad”, no município de Donato Guerra, Estado do México, e propõe a construção de um Modelo de Gestão Hídrica para a Agricultura (MOGHIPA). A metodologia consistiu em um estudo de caso exploratório, que integra aspectos quantitativos e qualitativos, para compreender as perspectivas de gestão hídrica do ponto de vista dos agricultores. Observa-se que os agricultores estão conscientes da importância de proteger as fontes hídricas, o que pode ser um precursor para propostas de gestão. Conclui-se que o modelo tem o potencial de se tornar uma ferramenta útil para o planejamento da água nos territórios rurais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, Desenvolvimento territorial, Impacto ambiental, *Persea americana*, Centro do México.

## ***Perspectives pour la construction de modèles de gestion de l'eau pour l'agriculture. Un regard depuis les producteurs d'avocats à petite échelle (México)***

### **RÉSUMÉ**

L'article explore l'importance de l'eau pour la production agricole et met en évidence les défis liés à sa rareté dans le cadre des modèles agroalimentaires néolibéraux. Pour ce faire, il prend comme référence empirique l'utilisation de l'eau par les producteurs d'avocats de l'association “La Libertad” de la municipalité de Donato Guerra, dans l'État de Mexico, et propose la construction d'un Modèle de Gestion

de l'Eau pour l'Agriculture (MOGHIPA). La méthodologie repose sur une étude de cas exploratoire intégrant des aspects quantitatifs et qualitatifs afin de comprendre les perspectives de gestion de l'eau du point de vue des agriculteurs. Il ressort que ces derniers sont conscients de l'importance de protéger les ressources hydriques, ce qui peut constituer un précurseur pour de futures propositions de gestion. L'étude conclut que le modèle a le potentiel de devenir un outil utile pour la planification de l'eau dans les territoires ruraux.

**MOTS-CLÉ:** Durabilité, Développement territorial, Impact environnemental, *Persea americana*, Centre du Mexique.

## ***Prospettive per la costruzione di modelli di gestione idrica per l'agricoltura. Uno sguardo dai produttori di avocado su piccola scala (México)***

### **SOMMARIO**

L'articolo esplora l'importanza dell'acqua per la produzione agricola e mette in evidenza le sfide legate alla sua scarsità nei modelli agroalimentari neoliberali. A tal fine, prende come riferimento empirico l'uso dell'acqua da parte dei produttori di avocado dell'associazione “La Libertad” nel comune di Donato Guerra, Stato del Messico, e propone la costruzione di un Modello di Gestione Idrica per l'Agricoltura (MOGHIPA). La metodologia si basa su uno studio di caso esplorativo che integra aspetti quantitativi e qualitativi per comprendere le prospettive di gestione idrica dal punto di vista degli agricoltori. Si osserva che gli agricoltori sono consapevoli dell'importanza di proteggere le risorse idriche, il che potrebbe essere un precursore di future proposte di gestione. Si conclude che il modello ha il potenziale per diventare uno strumento utile per la pianificazione delle risorse idriche nei territori rurali.

**PAROLE CHIAVE:** Sostenibilità, Sviluppo territoriale, Impatto ambientale, *Persea americana*, Centro del Messico.

## Introducción: el rol crucial del agua para la producción de aguacates

El “oro verde”, así denominan a la *Persea americana*, comúnmente conocido como aguacate en México o palta en otros países latinoamericanos<sup>1</sup>. Su origen puede ubicarse en la región sur de México y las zonas tropicales y subtropicales de Centroamérica, desde entonces es parte fundamental de la gastronomía y cultura de estos pueblos<sup>2</sup>. Sin embargo, en los últimos años, el interés comercial y nutricional por dicha fruta creció exponencialmente y pasó de ser un producto de consumo regional, a llenar los estantes de los supermercados en todo el mundo<sup>3</sup>, a partir de una lógica de mercantilización<sup>4</sup>.

México es el principal productor de aguacate del mundo<sup>5</sup>, pero debido a su alta demanda y rentabilidad, otros países se han interesado en competir dentro de este atractivo mercado<sup>6</sup>. No obstante, se observa un gran problema, pues en la medida en que siguen creciendo los cultivos a nivel mundial y especialmente en México, cada vez son más evidentes los impactos negativos de naturaleza socioambiental que generan los cultivos intensivos de aguacate orientados al mercado internacional. Ejemplo de estos impactos son el cambio en el uso del suelo, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la violencia en los municipios productores por el control de las rentas a manos del crimen organizado y las disputas por el agua<sup>7</sup>.

El estado de México es el tercer productor de aguacate a nivel nacional y el municipio de Donato Guerra figura entre los principales productores, ocupando el segundo lugar a nivel estatal<sup>8</sup>. Desde el año 2010 los cultivos han ido en aumento considerablemente en el municipio, dicha situación se presentó debido a varias razones, entre ellas, a las bajas ganancias que obtenían los productores de otros cultivos como el chicharo, el maíz y las habas; al incremento de los precios a nivel internacional por la alta demanda<sup>9</sup>; la apertura de nuevos mercados; y el estímulo por parte del Gobierno para la conversión de cultivos a huertas de aguacate a través de los llamados Proyectos de Desarrollo Territorial

(PRODETER)<sup>10</sup>. Aquella situación les ha traído una significativa mejora en los ingresos para las familias de los productores, pero, de igual manera, ha desembocado en nuevos retos sociales y ambientales para el territorio, especialmente la deforestación, violencia y conflictos por el agua.

A pesar de que la mayoría de los integrantes de la asociación de productores de aguacate realizaron sustitución de cultivos y plantaron huertas donde antes sembraban milpas, en general, a medida que estos cultivos han ganado terreno dentro del municipio se han deteriorado los ecosistemas y en especial las zonas boscosas<sup>11</sup>. A largo plazo, este escenario afectará el abastecimiento de agua en esta localidad, que ya se encuentra deteriorado por la captación de grandes volúmenes de agua que dan soporte al Sistema Cutzamala<sup>12</sup>, que para el año 2024 suministró un volumen para la Ciudad de México de 5.310 m<sup>3</sup>/s y para el Edomex de 3.556 m<sup>3</sup>/s, con un promedio de 8.866 m<sup>3</sup>/s<sup>13</sup>, lo que refleja la presión sobre las fuentes hídricas en este territorio. Así mismo, teniendo en cuenta que las huertas de aguacate demandan una considerable cantidad de agua para su riego, este fenómeno se irá agudizando paulatinamente.

El caso de la producción de aguacate demuestra la interconexión entre los problemas socioambientales y los sistemas agroalimentarios globales. Lo anterior pone en evidencia la necesidad de pensar en modelos integrales que contemplen la transformación agrícola de los territorios, la deforestación, la crisis hidrológica, la mercantilización de los alimentos y la conciencia crítica sobre la producción y el consumo como elementos interdependientes. En ese sentido, es importante subrayar que dichos modelos articulan el ámbito rural con el urbano, y abordan las dimensiones individual y colectiva en las escalas local, nacional y global.

Además, el análisis territorial de los sistemas agroalimentarios implica una gran diversidad de cruces entre elementos de diversa índole (culturales, etnológicos, naturales, edafoclimáticos e hidrológicos, por citar algunos ejemplos). En ese sentido, los territorios mexicanos que se han volcado hacia la producción de aguacate constituyen un referente empírico para desarrollar este tipo de ejercicios. Por tal razón se considera una investigación profunda sobre la gestión del agua en la agricultura del aguacate que permitirá generar una aportación al conocimiento con implicaciones prácticas.

<sup>1</sup> Hernández et al., 2013.

<sup>2</sup> Galindo-Tovar et al., 2013.

<sup>3</sup> Borrego; Allende, 2021, 155.

<sup>4</sup> Sánchez-Valdés; Sánchez-Rodríguez, 2021.

<sup>5</sup> Según FAOSTAT, en el año 2023 la producción alcanzó los 2.973.344 millones de toneladas.

<sup>6</sup> Arias; Montoya; Velásquez, 2018.

<sup>7</sup> INIFAP, 2009.

<sup>8</sup> SECAMPO, 2021.

<sup>9</sup> Arias; Montoya; Velásquez, 2018.

<sup>10</sup> SADER, 2020, 39.

<sup>11</sup> Huerta, 2024.

<sup>12</sup> CONAGUA, 2005.

<sup>13</sup> Adnoticias, 2025.

Para abordar esta problemática, se empleó un estudio de caso exploratorio que combina enfoques cuantitativos y cualitativos, con el objetivo de comprender la gestión hídrica desde la perspectiva de los productores. Se integraron manuales de riego previamente validados en contextos similares, junto con enfoques sociológicos y antropológicos que analizan los significados socioecológicos del agua. Además, se consideró la experiencia directa de los productores, lo que permitió una visión integral y contextualizada del problema.

En este marco, resulta fundamental profundizar en la relación entre la agricultura y el agua para diseñar modelos de gestión hídrica que fortalezcan la resiliencia de los territorios ante los desafíos futuros y el cambio climático. En particular, la construcción de modelos de gestión desde la base facilita la evaluación de las implicaciones socioambientales del cultivo de aguacate en el uso del agua, convirtiéndolo en un caso paradigmático para el análisis crítico de la producción de alimentos globalizados.

## Antecedentes: exploración de la interacción entre el cultivo del aguacate y el agua

En las últimas décadas, la producción de aguacate como objeto de estudio ha venido ganando espacio e interés en los debates académicos. Aspecto que deriva del crecimiento exponencial de cultivos en varias zonas del mundo y por el hecho de que son cada vez más evidentes los impactos negativos que generan en materia socioambiental. Al ser México el mayor productor mundial se hace necesario redoblar esfuerzos para buscar soluciones a dichas problemáticas territoriales.

Así mismo, en años recientes el cultivo de aguacate en México ha experimentado una transformación acelerada, pasando de ser una producción tradicional a una industria altamente tecnificada y orientada a la exportación<sup>14</sup>. A partir de los años 90, con la apertura de mercados internacionales y la creciente demanda en lugares como Estados Unidos, Europa y Asia, la superficie cultivada ha aumentado significativamente, particularmente en estados como Michoacán, Jalisco y el estado de México<sup>15</sup>. Esta expansión ha traído consigo avances en técnicas de producción, certificaciones de calidad, así como el desarrollo de cadenas de valor

que han fortalecido la economía local. No obstante, el crecimiento acelerado también ha generado desafíos socioambientales<sup>16</sup>.

De la multiplicidad de problemáticas asociadas al cultivo de aguacate, como lo son la “erosión de suelos, deforestación, pérdida de biodiversidad, contaminación ambiental (en aire, agua y suelo), incremento de la temperatura promedio, (calentamiento global) y disposición inadecuada de desechos.”<sup>17</sup>, existe una que por su importancia estratégica resalta sobre las demás y es el alto consumo de agua para su producción, que hoy converge con la crisis hidrológica por la que atraviesa la región centro de México<sup>18</sup>. Sin embargo, a pesar de la importancia de este último aspecto, se evidencia que la mayoría de las investigaciones realizadas sobre el aguacate en México han privilegiado los análisis agrónomos y fitosanitarios<sup>19</sup>. En proporción, son pocas las investigaciones que abordan los impactos socioambientales en general y, menos aún, las que se enfocan en aspectos hídricos.

Se han llevado a cabo investigaciones<sup>20</sup> que, partiendo de revisiones bibliográficas, evidencian los efectos económicos, ambientales y sociales que han resultado de la expansión del cultivo de aguacate en Michoacán<sup>21</sup>, México. Los resultados muestran que la producción de aguacate tiene impactos en todas las áreas; sin embargo, reconocen al mismo tiempo que existe un vacío de investigación para comprender estos efectos con mayor profundidad. De manera particular, se identifica que los aspectos socioambientales relacionados con la gestión hídrica en la producción de aguacate han sido estudiados marginalmente. Específicamente, la perspectiva de los productores en el manejo del agua ha sido soslayada, siendo este un objeto de estudio crucial para entender la racionalidad, formas de organización, acceso a los recursos e implicaciones prácticas que subyacen a la crisis hídrica asociada con este sistema productivo.

Otras investigaciones analizan el cambio de uso del suelo forestal a la producción de aguacate, lo que ha provocado un gran deterioro de los bosques del estado de Michoacán, manifestándose en una tasa de deforestación que, para la última década, llegó a estar entre

<sup>16</sup> Alfaro-Calderon; Flores-Jiménez, 2024.

<sup>17</sup> Ortiz; Jiménez; García, 2013, 24.

<sup>18</sup> Gómez-Tagle et al. 2022. Sosa; Constantino, 2023.

<sup>19</sup> Esto se puede considerar como la expresión de una racionalidad instrumental promovida desde la universidad corporativa, fuertemente vinculada a los intereses privados. Es necesario que las universidades públicas trabajen, a través de la investigación con incidencia social, en la defensa del bien común dentro de la sociedad que las hace posible.

<sup>20</sup> Borrego; Allende, 2021.

<sup>21</sup> González-Santana, 2018.

<sup>14</sup> Sánchez-Valdés; Sánchez-Rodríguez, 2021.

<sup>15</sup> Borrego; Allende, 2021.

las 1.173 y las 9.995 ha anuales<sup>22</sup>, variabilidad que deja en evidencia lo difícil que resulta medir y controlar el fenómeno. Aquella situación ha afectado el balance hídrico de las cuencas, el suministro de agua, la conservación del suelo y la provisión de servicios ambientales. Por ello, argumentan que urge tomar decisiones hacia la ordenación territorial del cultivo, además de promover el manejo sostenible de los recursos, en beneficio de las generaciones futuras, incluyendo la conservación y restauración de áreas con vocación forestal. Dada la complejidad del problema, en este artículo se destaca la necesidad de un enfoque transdisciplinario para abordar los aspectos socioambientales e hidrológicos en el cultivo de aguacate, con un énfasis agroecológico<sup>23</sup>. Es necesario entender estas cuestiones desde las intersecciones entre diversas ciencias y saberes, particularmente aquellos que han sido soslayados como la bioeconomía, la ecología-política, la sociología, la antropología y los saberes campesinos, como una forma de empezar a problematizar las transiciones agrícolas sostenibles como un problema de orden estructural en la formación social capitalista. Un enfoque transdisciplinario podría enriquecer la comprensión de la relación entre el cultivo de aguacate, el agua y las comunidades involucradas.

Algunas aproximaciones han analizado los cultivos de aguacate a través del uso de sistemas de índices de impacto ecológico potencial, con cinco índices, principalmente, los que permiten evaluar de manera independiente un factor específico del ambiente, actuando sobre los siguientes procesos de deterioro: Consumo Potencial de Agua por riego (CPA), Pérdida Potencial de Suelo (PPS), Consumo Potencial de Energía (CPE), Contaminación Potencial por Uso de Agroquímicos (CPUA) y Pérdida de Biodiversidad (IPB)<sup>24</sup>.

De las investigaciones más actuales con relación al problema de la alta demanda hídrica del aguacate, se destacan tres. La primera de ellas analiza la huella hídrica verde y azul de los cultivos entre 2012 y 2017 en el municipio de Uruapan y compara sus volúmenes estimados con las concesiones de agua para la agricultura. Se llega a la conclusión de que la producción agroindustrial de aguacate consume hasta el 120 % de los volúmenes de agua superficiales y subterráneas concedidos para uso agrícola en años con condiciones de sequía. Por tal motivo, otros usuarios padecen el agotamiento

de este recurso, lo que crea estrés y escasez de agua, y conduce a conflictos de derechos de agua e incomodidades sociales<sup>25</sup>.

La segunda, realiza una comparación sobre la influencia en la precipitación entre huertos de aguacate y bosques nativos, así como el consumo de agua de los árboles de aguacate y las plántulas de especies de pino nativas en el centro de México. Se concluye que las plantas de aguacate consumen por lo menos entre 4,7 a 5,2 veces más que las plantas de pino, así mismo, que el bosque capta 18 veces más agua y consume un 63 % menos que el aguacate<sup>25</sup>. Finalmente, la tercera de ellas habla sobre la importancia de crear estrategias de sostenibilidad en el consumo de agua de los huertos de aguacate, llegando incluso a proponer una pérdida de rendimiento relativo con frutos más pequeños, pero ahorrando mucha más agua y al mismo tiempo hace énfasis en la necesidad de que los consumidores demanden productos socialmente responsables y que respeten el medio ambiente<sup>26</sup>.

Se observa que muchas de las investigaciones han puesto su interés en los cultivos del estado de Michoacán y es completamente entendible en vista de que es el mayor productor del mundo<sup>27</sup>. No obstante, es pertinente comenzar a realizar análisis en el estado de México debido a que todavía sus huertas aguacateras son jóvenes y existe la posibilidad de evitar ciertos impactos ambientales que ya se observan en otros territorios. Así mismo, se evidenció que ninguna de las investigaciones aborda el problema de la gestión del agua en las huertas desde la perspectiva de los productores, pues aquellos también podrían, desde su experiencia, dar luces para resolver las problemáticas asociadas y aportar en la construcción de modelos de gestión hídrica que ayuden a la resiliencia de los territorios en el contexto del cambio climático.

## Modelos de gestión hídrica para la agricultura: una apuesta por la gestión participativa

El presente trabajo se enmarca en dos de las subcategorías que Robert Stake<sup>28</sup> propone para los estudios de caso. La primera de ellas la denominó estudio intrínseco de caso y se aplica en las investigaciones donde el

<sup>22</sup> CRI, 2023.

<sup>23</sup> Ruiz-Rosado, 2006.

<sup>24</sup> Burgos; Anaya; Cuevas, 2012.

<sup>25</sup> Gómez-Tagle; Morales Chávez, 2018.

<sup>26</sup> Cárcelos et al., 2023.

<sup>27</sup> Ornelas-Barriga; Delfín-Ortega, 2023.

<sup>28</sup> Stake, 1999, 17.



“objeto de estudio” presenta condiciones sui géneris de interés científico y práctico. En este sentido, los integrantes de la asociación de productores de aguacate La Libertad, que se constituyeron desde el año 2010, cuentan con particularidades que los diferencian de otros productores del país como, por ejemplo, producir en pequeña escala y con relativa diversificación, realizar actividades de prevención y control de incendios en los bosques ejidales, mantenimiento de las brechas corta-fuego y jornadas anuales de reforestación. De esta manera, el enfoque metodológico seleccionado recupera el valor del caso por sí mismo en la medida en que este presenta una configuración específica y un conjunto de elementos característicos que permite problematizar la realidad para la generación de nuevo conocimiento.

La segunda subcategoría es el estudio instrumental de caso, cuya finalidad es comprender un fenómeno que trasciende al caso concreto de estudio. Esto es, que más allá de las particularidades de la asociación, lo que se busca es comprender las relaciones conflictivas entre la agricultura y el agua y, a partir de ello, construir alternativas sostenibles para la gestión hídrica. Frente a un sistema agroalimentario cada vez más globalizado, el caso seleccionado permite extrapolar los debates hacia otros sistemas productivos mercantilizados que entran en creciente tensión con la base de recursos naturales que los sustentan. Además de esto, el enfoque participativo de la investigación cumplió un papel determinante, debido a que facilitó el acercamiento con los productores y ayudó a definir objetivos comunes como la necesidad de proteger el agua del territorio.

Al mismo tiempo, este caso se eligió teniendo en cuenta que el estado de México es el tercer mayor productor de aguacate en el país<sup>29</sup> y el municipio de Donato Guerra (ver Figura 1) ocupa el segundo lugar a nivel estatal. Este municipio se caracteriza por su clima templado subhúmedo, una precipitación anual promedio de entre 1.000 y 1.100 milímetros por metro cuadrado, disponibilidad de agua durante todo el año y por compartir la reserva de la biosfera de la mariposa monarca con el estado de Michoacán<sup>30</sup>. Allí todavía no son tan evidentes los problemas de escasez hídrica asociados al cultivo de aguacate, por lo tanto, hay posibilidades de prevenirlos y precisamente la asociación La Libertad puede convertirse en un referente para la gestión del agua en las huertas aguacateras.

Se aplicó un cuestionario de 52 preguntas<sup>31</sup> a 18 de los 23 productores que aceptaron participar en la investigación, el cual incluyó aspectos relacionados con: i) la configuración sociodemográfica de los productores, ii) las dinámicas productivas de las unidades que integran la asociación, iii) aspectos organizativos vinculados a la figura asociativa, y iv) aspectos específicos sobre la gestión del agua en el cultivo. Se llevaron a cabo recorridos de observación y diálogos informales en cada una de las huertas con la intención de contrastar lo observado y lo referido en los cuestionarios. Las pautas de observación incluyeron: i) las formas como se administra el agua, ii) las dificultades que se presentan, y iii) las opciones que podrían solucionarlas. Posteriormente, se realizó el tratamiento de los datos en el *software* SPSS que permitió, desde la estadística descriptiva, generar tablas de frecuencia y gráficas; en cuanto a la información cualitativa esta fue interpretada a través del análisis de contenido con base en las categorías analíticas presentadas anteriormente. Los datos cuantitativos y cualitativos fueron utilizados de forma complementaria con la intención de responder a los objetivos de la investigación, centrados en comprender el estado actual de manejo de agua en los cultivos de aguacate y la exploración de algunas alternativas para su transición agroecológica (ver Figura 2).

Como resultado del estudio de caso, el artículo propone los Modelos de Gestión Hídrica para la Agricultura (MOGHIPA) como apuesta práctica y metodológica para planificar el uso del agua en este sector de la economía<sup>32</sup>, que consume aproximadamente el 70 % del agua dulce disponible a nivel mundial<sup>33</sup>. Este modelo consiste en un conjunto de estrategias y prácticas diseñadas para manejar eficientemente el agua en la producción agrícola para conservar, optimizar y concienciar sobre el uso del agua, promoviendo al mismo tiempo un suministro adecuado para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Su construcción se realizó teniendo en cuenta los manuales de riego diseñados por WWF-España<sup>34</sup> y CLAC-Fairtrade<sup>35</sup>, los modelos de gestión integrada del

<sup>31</sup> Para la elaboración del cuestionario se definió el objetivo, la población, el tipo de preguntas (abiertas, cerradas, selección múltiple), la estructura lógica, aspectos éticos como los consentimientos informados sobre la utilización de la información recolectada y se realizaron pruebas piloto con estudiantes de agronomía que tenían conocimiento sobre el cultivo.

<sup>32</sup> Este modelo no pretende ser universal y aplicable a cualquier contexto, puede ser una base, pero siempre debe adaptarse a las condiciones socioambientales del territorio, al cultivo y a las personas involucradas. Así mismo, debe monitorearse constantemente con el fin de ajustarlo si fuera necesario.

<sup>33</sup> Banco Mundial, 2022.

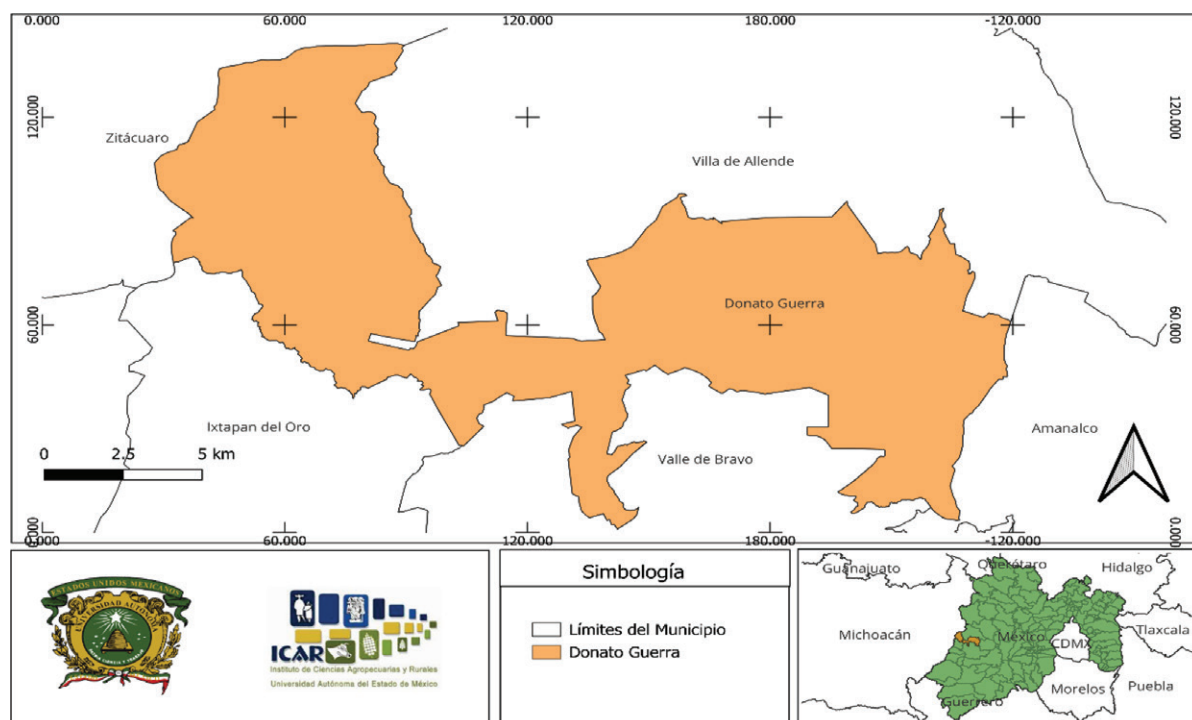
<sup>34</sup> WWF, 2009.

<sup>35</sup> CLAC, 2017.

<sup>29</sup> SECAMPO, 2021.

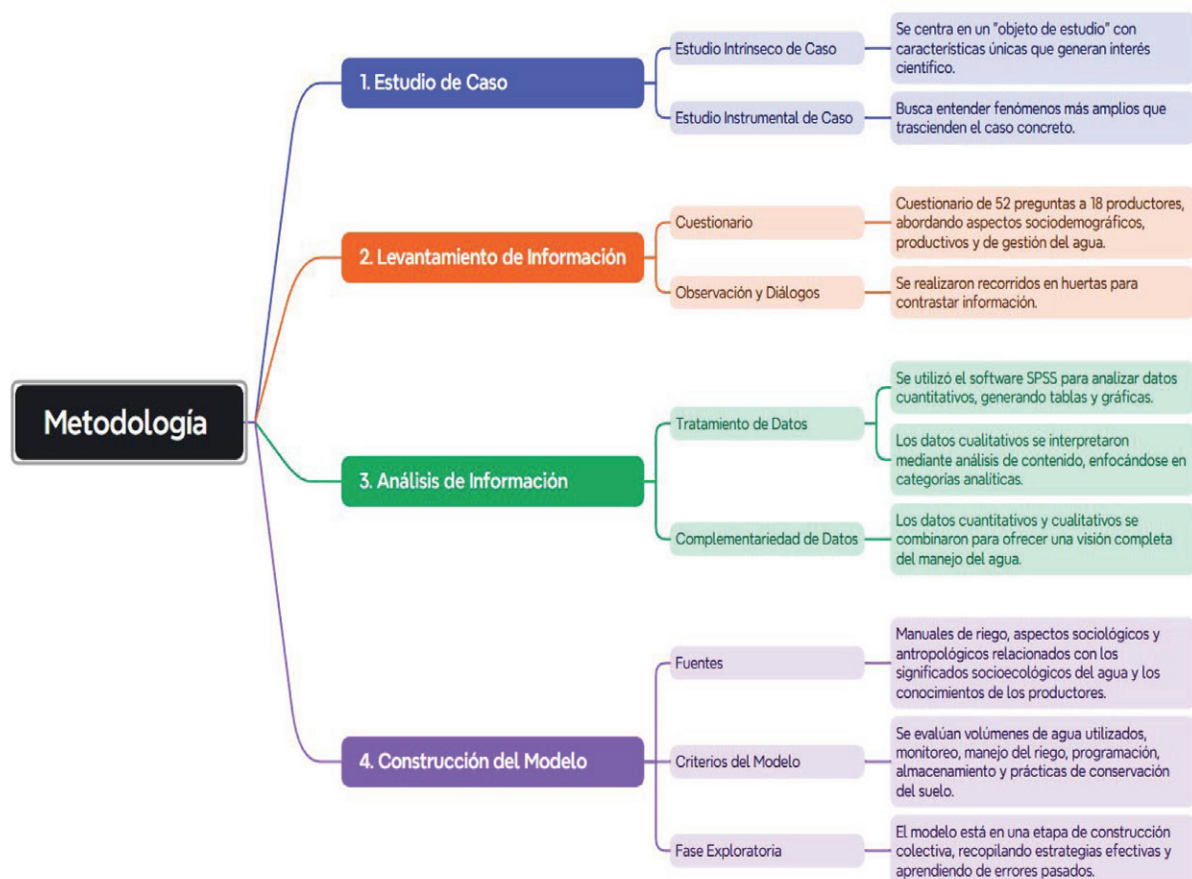
<sup>30</sup> Gobierno Municipal de Donato Guerra, 2024.

**Figura 1. Ubicación del Municipio de Donato Guerra**



Fuente: elaboración propia con datos de la Conabio.

**Figura 2. Diseño metodológico**



Fuente: elaboración propia.

recurso hídrico (GIRH) como los propuestos por Global Water Partnership<sup>36</sup> y José Barrientos<sup>37</sup>, los aspectos sociológicos implicados en la organización colectiva de los productores, cuestiones antropológicas relacionadas con los significados socioecológicos del agua y los conocimientos de los productores. Esta diversidad de fuentes se articuló a través de un ejercicio hermenéutico que, con ayuda de los productores, se ajustó a las necesidades propias del territorio. Como resultado, los criterios adoptados para el modelo se describen a continuación:

- Volúmenes de agua utilizados en la producción: se pregunta por la cantidad de agua que utilizan en el riego, el total de árboles, la cantidad de hectáreas sembradas y la frecuencia de riego.
- Monitoreo y medición del agua: se analiza la existencia o no de formas para monitorear y medir el consumo de agua en el cultivo.
- Manejo eficiente del riego: se indaga sobre la utilización o no de técnicas de riego precisas y eficientes.
- Programación y control del riego: se observa cómo se establece la programación y control del riego.
- Recolección y almacenamiento de agua: se pregunta sobre las formas en que captan y almacenan el agua para el riego.
- Prácticas de conservación del suelo: se indaga sobre la implementación de técnicas de conservación del suelo como la aplicación de coberturas vegetales o la construcción de terrazas.

Después de identificar el estado de cada uno de esos criterios, se realizaron sugerencias para aportar, positivamente, al manejo del agua dentro de las huertas. A la larga, hacer un uso racional y consciente del agua es fundamental para mantener en el tiempo no solo los ecosistemas y el ciclo hidrológico, sino también la producción agrícola, el sustento económico de millones de personas y, en general, la vida en el planeta. Por tal motivo, estas apuestas pueden aportar en dicho objetivo. Sin embargo, es necesario aclarar que debido a limitaciones económicas el modelo no se ha podido materializar en las huertas y se encuentra en una fase exploratoria de construcción colectiva, pero tiene la virtud de recabar un considerable número de estrategias agrícolas de gestión del agua, las cuales han sido probadas a lo largo del tiempo en territorios

específicos. Por otra parte, también incorpora los errores y dificultades mencionados por los productores, lo que permite establecer criterios de viabilidad al implementar el modelo. Los manuales de riego y herramientas de gestión han sido aplicados en diferentes partes del mundo con resultados favorables. A continuación, presentaremos las implicaciones del modelo propuesto en la zona de estudio.

## Hallazgos sobre la gestión hídrica en los huertos de aguacate de la asociación La Libertad

Los resultados derivados del diálogo con productores, las observaciones en campo y la aplicación del cuestionario con tratamiento de datos en SPSS permiten vislumbrar la forma en que los productores de aguacate de la asociación La Libertad gestionan el agua dentro de sus huertos, y son la base para la construcción de un modelo de gestión hídrica que aporte a la resiliencia climática del territorio.

### Cálculo de los volúmenes de agua utilizados por los productores

Para calcular los volúmenes de agua que se utilizan para el riego de los cultivos de aguacate, se consideró necesario levantar cinco datos: 1) Promedio de árboles por hectárea; 2) Promedio de litros de agua por árbol; 3) Número total de hectáreas; 4) Frecuencia de riego; y 5) Temporada de riego en meses.

Los datos obtenidos en el cuestionario arrojan que la media de árboles por productor es de 545,5. Para poder conseguir el número de árboles por hectárea, este dato debe dividirse con la media de hectáreas de los asociados, que equivale a 2,09 hectáreas. Esto tiene como resultado un total de 261 árboles por hectárea. Por su parte, con respecto al volumen de agua que se requiere, tenemos que la media es de 202,11 m<sup>3</sup> por productor. Si llevamos esta cifra a litros daría 202.110 litros y al dividirla por el número de árboles (261) su resultado es de 774 litros por árbol. Además, el total de hectáreas de los encuestados es de 36,5 con una frecuencia de riego de 33,7 días, principalmente entre los meses de febrero a mayo.

En resumen, cada hectárea dedicada al aguacate de un total de 36,5 que pertenecen a los 18 productores encuestados tiene 261 árboles, que consumen 774 litros cada 33,7 días en un periodo de 4 meses, que equivale a 11,8 albercas olímpicas en dicho periodo. Por su parte,

<sup>36</sup> Global Water Partnership, 2009.

<sup>37</sup> Barrientos, 2011.



los demás meses del año la demanda de agua disminuye debido a que es suficiente con la suministrada naturalmente a través de la lluvia. Sin embargo, debido a la crisis climática mundial, estos ciclos de lluvia tienden a variar haciendo cada vez más prolongadas las sequías y, como resultado, aumentando la demanda de agua por parte de los productores.

### Monitoreo y medición del agua

Luego de determinar los volúmenes de agua utilizada por los productores en el riego, que se estableció como punto de partida, es esencial saber si cuentan con sistemas de monitoreo y de medición del agua. Para ello, se preguntó sobre las tecnologías de riego disponibles en sus parcelas. El 67 % de los productores no cuenta con tecnologías que les permitan realizar un monitoreo y medición del agua usada, la racionalidad del riego depende de las formas en que acceden al agua, ya sea a través de pipas<sup>38</sup> o del canal de riego. Generalmente, por el costo económico, los productores que utilizan pipas prestan mayor atención al consumo de agua por árbol debido a que se ve reflejado en la cantidad de dinero que deben destinar. Los productores que tienen acceso al canal de riego no se preocupan por esa situación, incluso se han presentado casos de ahogamiento de árboles por exceso de riego.

Por otro lado, únicamente el 33 % de los productores cuenta con sistemas de aspersión, pero a pesar de tenerlos no se realiza un cálculo riguroso del consumo del agua, sin embargo, sí representa una ventaja para el uso racional dentro de los cultivos. Se observa entonces que no hay un monitoreo y medición precisa del consumo. De igual manera, se decidió hacer una pregunta sobre el momento del día en que regaban, donde se evidenció que el 91 % de los productores, por las condiciones, infraestructura y las dinámicas del comité de aguas<sup>39</sup>, riega por la mañana o por la tarde. Solo el 9 % puede regar en la noche, algo que ayudaría a evitar la evaporación del agua tan rápidamente y disminuiría la demanda de agua.

### Manejo eficiente del agua

Se identificaron tres métodos que utilizan los integrantes de la asociación para el riego. El más utilizado, con un 53 %, es el riego por manguera, que consiste en ubicar man-

gueras cerca de los árboles y aplicarles agua durante un periodo de tiempo que puede estar entre los 2 a los 10 minutos por árbol. El segundo más utilizado, con un 31 %, es por gravedad o rodado, que consiste en utilizar zanjas de aproximadamente 10 cm de ancho desde el canal de riego hasta cada una de las plantas, este método sería el menos eficiente de todos. Finalmente, con un 16 % el método de riego por aspersión sería el más eficiente, pero debido a sus costos es el menos utilizado por los productores.

### Programación y control del riego

La programación y control del riego son aspectos importantes que pueden ayudar a garantizar un uso eficiente del agua en la agricultura. En la literatura, lo más frecuente para abordar este asunto son las “soluciones técnicas” a través de, por ejemplo, sensores de humedad, estaciones meteorológicas y *software*. No obstante, se considera que una buena planificación puede reemplazar todo ese paquete tecnológico que pone al productor en una situación de dependencia.

Se identificó que la observación y experiencia de los productores juega un papel primordial a la hora de decidir sobre la programación y control del riego. Se realizaron preguntas sobre en qué momento consideraban que es necesario regar o aumentar el riego y todos los productores coinciden en la observación como criterio para hacerlo, pues la planta deja en evidencia la falta de agua por sus hojas marchitas, esto también depende de las condiciones climáticas del territorio. Así mismo, se pudo determinar que, en promedio, cada 33,7 días se realiza un riego a las huertas y las variaciones de frecuencia dependerán de las condiciones de infraestructura, es decir, si el productor cuenta con canales de riego, sistemas de bombeo o si riega con pipas de agua.

### Recolección y almacenamiento de agua

Frente a este problema se pudo identificar que ninguno de los productores realiza recolección de agua de lluvia. Sin embargo, debido a que cada vez más se nota que los patrones hídricos han ido cambiando y reconocen que en un futuro se podrían quedar sin agua en sus territorios, mencionan que una de las posibilidades para enfrentar el problema sería a través de sistemas de recolección de agua lluvia. Un 22 % de los integrantes de la asociación ve en la recolección de agua de lluvia un factor importante para enfrentar futuros problemas de escasez hídrica. De igual manera, mencionan la reforestación y la implementación de nuevas tecnologías de riego para este fin.

<sup>38</sup> Los productores llaman “pipas” a los camiones que transportan agua. En esta zona lo más frecuente es encontrar “pipas” de 10.000 litros con un precio de 1.200 MXN o 70 USD aproximadamente.

<sup>39</sup> Es un órgano administrativo que se encarga de definir los horarios, las zonas y los caudales de agua que utilizan los usuarios del canal de riego.

## Prácticas de conservación de suelos

Las prácticas de conservación de suelo son otro de los elementos importantes para indagar, esto se debe a que los suelos actúan como esponjas mientras tengan una buena cantidad de materia orgánica. Por esa razón, si se utilizan métodos de conservación de suelos, la humedad se mantendrá por más tiempo y se necesitará menor cantidad de agua para regarlos. Debido a esto, se preguntó sobre el manejo que se le da al cultivo y se identificó que se realiza frecuentemente con el acompañamiento de un ingeniero que les recomienda los productos químicos que deben usar según la fase de desarrollo de la planta y teniendo en cuenta las plagas y enfermedades que surgen.

Casi todo su manejo es con productos químicos, pero también se utiliza estiércol o “lama” para abonar los árboles, sin embargo, se observó que en ocasiones se aplica sin estar debidamente compostado lo que puede traer problemas para la inocuidad del fruto. Por tal motivo, se considera que el manejo incluye ambos aspectos, pero predominan los productos de síntesis química. Así mismo, algunos productores han intentado trabajar con biopreparados, humus de lombriz, caldos sulfocálcicos y con diversos métodos orgánicos, pero en comparación son casos aislados. Solamente el 11 % de los productores lo hace exclusivamente con productos orgánicos y se debe especialmente a la falta de recursos económicos.

## Interpretación y recomendaciones

En la producción agrícola el producto suele captar toda la atención, ya sean frutas, verduras o cereales. Sin embargo, en muchas ocasiones se excluyen del análisis las condiciones que hacen posible obtener dicho resultado, como podrían ser el acceso a tierras fértiles y la disponibilidad de agua. Es frecuente, dentro de las dinámicas de producción capitalista, que buscan aumentar la productividad a cualquier costo, que las condiciones que hacen posible la producción pasen a un segundo plano por privilegiar el producto final. Se observa que el agua, como bien común irremplazable, se usa de manera indiscriminada para cumplir con las demandas del mercado internacional. Es necesario entonces cambiar la manera en que se gestiona este recurso, pues:

“Lo adecuado del agua no debe interpretarse de forma restrictiva, simplemente en relación con cantidades volumétricas y tecnológicas. El agua debe tratarse

como un bien social y cultural y no fundamentalmente como un bien económico”<sup>40</sup>.

Por lo visto anteriormente, existe un amplio margen de posibilidades para mejorar la manera en que usan el agua los productores en sus huertos. Para empezar, algunos de ellos riegan más de lo necesario, llegando al punto de perder plantaciones por exceso de agua y, para resolver esta situación, se podría llegar a un acuerdo colectivo para definir los límites máximos de agua que se usan para el riego. Aquello se podría complementar con acciones que busquen aumentar la recolección de aguas lluvias, reutilizar las aguas grises y mejorar el control sobre la poda de los árboles pues influye en su consumo de agua.

De igual manera, se podrían buscar opciones financieras y proyectos para instalar sistemas de riego que permitan programar, controlar y hacer un uso más eficiente del agua. Sin embargo, no se trata simplemente de conseguir sistemas de riego más sofisticados, también es necesaria la concienciación y capacitación para el uso eficiente, pues, como se demostró anteriormente, existen productores que, a pesar de contar con dichos sistemas, no realizan un cálculo riguroso sobre el consumo de agua o lo subutilizan. Además, se podría coordinar con el comité de aguas para que los productores rieguen, desde que sea posible, terminando las horas de la tarde para evitar la alta evaporación del agua. Finalmente, con respecto a la conservación de los suelos, se podría aumentar considerablemente la aplicación de materia orgánica compostada, los biopreparados, caldos minerales e incluir cobertura vegetal o “mulch” de entre 5 a 10 cm de espesor para evitar la evaporación, obtener mayor retención de humedad y conservar la microbiología del suelo.

## Agricultura, agua y capitalismo

Los problemas alrededor del agua se hacen cada vez más críticos en todo el mundo y en México no es la excepción. La vulnerabilidad hídrica del país<sup>41</sup> frente a los fenómenos relacionados con el cambio climático, en el marco de lo que un sector de la academia denomina capitaloceno<sup>42</sup>, es más que evidente y obliga a replantearse la manera en que la sociedad se relaciona con el

<sup>40</sup> Gutiérrez et al., 2007, 46.

<sup>41</sup> Arreguín et al., 2015.

<sup>42</sup> Altvater, 2014.

agua y a construir propuestas que busquen soluciones a largo plazo. En este punto se pretende explorar la importancia del agua para la producción agrícola, en el caso particular de las huertas de aguacate, enfatizando la necesidad del uso racional del recurso y poniendo en evidencia los desafíos relacionados con la escasez hídrica, en el contexto de los imperios alimentarios<sup>43</sup>.

Si no se planifica el uso del agua y esta se deja a merced de las dinámicas neoliberales de la oferta y la demanda, se pondrá en juego el equilibrio de los ecosistemas que dependen del vital líquido y con ello el abastecimiento para el consumo humano, las prácticas culturales, la producción alimentaria y la vida en general. Para el caso específico de México el reto es aún mayor debido a que, de continuar los patrones de sequía de los últimos años, así como los volúmenes de producción y consumo, 11 estados del país se quedarían sin agua para el año 2050, entre ellos el estado de México<sup>44</sup>.

Ahora, si bien la realidad es multicausal se considera que una de las razones principales que han influido para llegar a este punto tan crítico, es la lógica productivista del capitalismo y la concepción dominante del desarrollo como crecimiento económico sostenido<sup>45</sup>. Aquella lógica se ha reproducido durante décadas asumiendo que los impactos ambientales son simples externalidades de la producción, lo que ha permitido y estimulado el deterioro ambiental en muchos territorios y, a su vez, debilitado los ecosistemas que regulan los ciclos hidrológicos<sup>46</sup>.

Un ejemplo de esta situación se encuentra en la producción de aguacate, que depende, sobremanera, del buen funcionamiento de dichos ciclos pues es una fruta que para su desarrollo necesita, según los datos suministrados por los productores entrevistados, entre 190 y 200 litros semanales por árbol, cifra que concuerda con otras investigaciones sobre el tema<sup>47</sup>. Así mismo, debe comprenderse que este cálculo varía de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas de un territorio y el manejo de cada productor. Por lo tanto, mientras más “exitoso” sea el negocio agroextractivista del aguacate, se hacen más evidentes los impactos en los ecosistemas como consecuencia de la tala indiscriminada para aumentar la superficie cultivable, lo que a su vez ejerce más presión sobre las fuentes hídricas del territorio por la pérdida constante de cubierta forestal.

En este contexto es que tiene sentido proponer un Modelo de Gestión Hídrica para la Agricultura (MOGHI-PA) que pretende, a través de la construcción colaborativa, estimular el uso racional y planificado del agua en la agricultura, sin embargo, mientras que la racionalidad capitalista en la producción de alimentos sea hegemónica, no se podrá cumplir con dicho objetivo. Esto se debe a que la producción agroextractivista basada en monocultivos, que busca el aumento constante del margen de ganancia, la apertura de nuevos mercados y el crecimiento del consumo de sus productos, siempre demandará más agua y recursos que los ecológicamente disponibles en un territorio. Para lograr una transición agroecológica sostenible y que el modelo aquí delineado sea efectivo, se requiere planificar la producción y el consumo de acuerdo con la configuración socioecológica del territorio.

Entonces, ¿esto quiere decir que aplicar el modelo sea perder el tiempo? No, efectivamente ayudará a disminuir la demanda hídrica de los cultivos, pero sin que se realice una planificación de las actividades productivas, como mínimo a nivel de cuenca hidrográfica, se generarán desequilibrios ecosistémicos. La ley de la oferta y la demanda que nunca cumplió el objetivo de equilibrar los mercados, mucho menos lo hará con la naturaleza. Otra manera de comprender el asunto es que el despliegue del modelo propuesto no necesariamente resolverá los problemas alrededor del agua, pues estos obedecen a cuestiones estructurales que se encuentran en la médula de los imperios alimentarios y, por ende, del sistema capitalista. Sin embargo, podría ser útil en cualquier formación social que procure el desarrollo de conocimientos acordes a la realidad específica de sus territorios y los desafíos que enfrentan, derivados de las contradicciones entre los ciclos hidrológicos y las dinámicas productivas.

A pesar de las limitaciones del modelo, expuestas anteriormente, se puede considerar como un punto de partida para otras investigaciones y como precursor para propuestas más precisas de gestión del agua para la agricultura. Especialmente, para aquellas apuestas que vean en el agua algo más que una mercancía y que la comprendan como aspecto fundamental para la reproducción de la vida. En definitiva, cuando el agua es reducida a producto, es despojada y enajenada de todos sus demás valores y se le otorga su expresión mínima como valor de cambio. Una sociedad que reduzca el agua a una mera expresión monetaria está indicando que se está empobreciendo cultural y socialmente.

<sup>43</sup> Van der Ploeg, 2010.

<sup>44</sup> Torres, 2023.

<sup>45</sup> Escobar, 2010, 307.

<sup>46</sup> Garrido, 2010, 210.

<sup>47</sup> Borrego; Allende, 2021.

## Conclusiones

El Modelo de Gestión Hídrica para la Agricultura (MOGHI-PA), a pesar de encontrarse en una fase exploratoria, tiene el potencial de constituirse, siempre y cuando se adapte a realidades específicas, en una herramienta indispensable para la planificación y gestión del agua en los territorios rurales. Esta propuesta, que busca articular los conocimientos de las comunidades y la academia para el uso sostenible del agua en la agricultura, trata de ir más allá de los aspectos técnicos y busca incorporar los aspectos socioambientales en la gestión del agua, que son clave para que perduren en el tiempo. Estos pueden articularse con otros modelos como los de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), que son importantes porque su escala de análisis es la cuenca hidrográfica, pero pierden de vista las particularidades, y justamente es ese el aporte de un modelo que incorpore la perspectiva de los productores.

El Modelo propuesto aporta elementos para evaluar las implicaciones socioambientales del cultivo de aguacate en relación con el manejo del agua, con lo cual permite recuperar la importancia de las perspectivas campesinas y de los productores en pequeña escala, que se plantan críticamente frente a las implicaciones de la producción neoliberal de alimentos globalizados.

Lo anterior se traduce en el hecho de que los productores de aguacate en pequeña escala tienen la posibilidad de analizar los impactos que generan sus cultivos, cambiar sus prácticas y buscar colectivamente soluciones que permitan restaurar los ecosistemas, conservar las fuentes hídricas y, por lo tanto, mantener la producción de alimentos en el tiempo. No obstante, se debe tener presente que la implementación del modelo no resolverá automáticamente los problemas hídricos del territorio, los ciclos hidrológicos son fenómenos que trascienden la escala local y por tal motivo, para su solución, es necesaria la planificación y articulación de actores sociales e instituciones a nivel nacional e internacional. Así mismo, las dinámicas depredadoras del capital y lo que Karl Marx llamó la *fractura metabólica* entre el ser humano y la naturaleza, se convierten en una barrera que dificulta la consolidación de otras maneras de producir y relacionarnos. Este modelo es una aportación exploratoria dentro de esta disputa, al buscar no solamente un uso más consiente del agua, sino al tratar de reconectar a las comunidades con los ciclos sionaturales del agua.

Para terminar, es indispensable realizar un análisis crítico e integral de la totalidad del modelo, luego

de ser implementado para identificar sus debilidades y fortalezas, con el objetivo de mejorarlo constantemente. Además, a pesar de las limitaciones identificadas líneas arriba, el modelo puede consolidarse como una herramienta para la planificación del agua de uso agrícola e incluso podría servir para elaborar mecanismos que permitan la certificación en Buenas Prácticas Hídricas (BPH), aspecto que se desarrollará en futuras investigaciones.

## Financiación

Agradecemos el apoyo proporcionado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías del Gobierno de México, a través de la beca de estudios de posgrado con la que fue posible desarrollar esta investigación.

## Referencias

- Adnoticias.** 14 de enero de 2025: Cutzamala se recupera, pero no llega a su capacidad normal. *ADnoticias*. <https://adnoticias.mx/sistema-cutzamala-almacenamiento/>
- Alfaro-Calderon, Gerardo; Flores-Jiménez, María de Lourdes.** 2024: El aguacate: tesoro natural de México con grandes desafíos. *ININEE CIENCIA*, 2(4), 25-32. <https://doi.org/10.33110/inineeciencia.v2i4.46>
- Altvater, Elmar.** 2014: El capital y el capitaloceno. *Mundo Siglo XXI*, 33, 5-15 <http://hdl.handle.net/10469/7045>
- Arias, Francisco; Montoya, César; Velásquez, Oscar.** 2018: Dinámica del mercado mundial de aguacate. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 55, 22-35. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n55a2>
- Arreguín, Felipe; López, Mario; Rodríguez, Olivia; Montero, Martín.** 2015: *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*. Ciudad de México (México), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Banco Mundial.** 2022: *El agua en la agricultura*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>
- Barrientos, José.** 2011: *Modelo de gestión integrada de recursos hídricos de las cuencas de los ríos Moquegua y Tambo*, tesis de maestría, Universidad de Piura, Piura (Perú).
- Borrego, Armonia; Allende, Teodoro.** 2021: Principales detonantes y efectos socioambientales del boom del aguacate en México. *Journal of Latin American Geography*, 20(1), 154-184. <https://doi.org/10.1353/lag.2021.0006>
- Burgos, Ana; Anaya, Carlos; Cuevas, Gabriela.** 2012: *Impacto ecológico del Cultivo de Aguacate a nivel regional y de parcela en*



- el Estado de Michoacán: Definición de una Tipología de Productores. Morelia (México), Fundación Produce Michoacán.
- Cárceles-Rodríguez, Belén; Durán-Zuazo, Víctor; Franco-Tarifa, Dionisio; Cuadros-Tavira, Simón; Cermeño-Sacristán, Pedro; García-Tejero, Iván.** 2023: Irrigation Alternatives for Avocado (*Persea americana*) in the Mediterranean Subtropical Region in the Context of Climate Change: A Review. *Agriculture*. 13(5), 1-27 <https://doi.org/10.3390/agriculture13051049>
- CLAC.** 2017: *Manual de uso sostenible del agua por productores de comercio justo*. <https://clac-comerciojusto.org/wp-content/uploads/2022/08/Manual-de-uso-sostenible-de-agua-por-productores-del-comercio-justo.pdf>
- CONAGUA.** 2005: *Sistema Cutzamala: Agua para millones de mexicanos*. <https://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sistema-cutzamala.pdf>
- CRI.** 2023: *El saldo insostenible de la expansión aguacatera: Deforestación, acaparamiento de agua y violencia detrás de las exportaciones de aguacates de México a EE. UU. y otros mercados*. <https://cri.org/reports/unholy-guacamole/resumen-aguacates/>
- Escobar, Arturo.** 2010: Una minga para el postdesarrollo. *Signo y pensamiento*, 30(58), 306-312. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.syp30-58.mppp>
- FAOSTAT.** 2023: *Base de datos estadísticos*. <https://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- Galindo-Tovar, María Elena; Lee-Espinosa, Hilda Eulalia; Murguía-González, Joaquín; Leyva-Ovalle, Otto Raúl; Landero-Torres, Ivonne.** 2013: Domesticación y distribución geográfica de *Persea americana* en la época precolombina. *Revista de Geografía Agrícola*, 50, 65-70. <https://doi.org/10.5154/rga.2013.50-51.05>
- Garrido Pérez, Arturo.** 2010: *Las cuencas hidrográficas de México: priorización y toma de decisiones*. Ciudad de México (México), Pluralia Ediciones.
- Global Water Partnership.** 2009: *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/a-handbook-for-integrated-water-resources-management-in-basins-inbo-gwp-2009-spanish.pdf>
- Gobierno Municipal de Donato Guerra.** 2024: *Acerca del municipio*. <https://donatoguerra.gob.mx/tumunicipio/medio-fisico>
- Gómez-Tagle, Alberto; Fuerte-Velázquez, Diana; Barajas-Alcalá, Alma; Quiroz-Rivera, Fernando; Alrcón-Chaires, Pablo; Guerrero-García, Hilda.** 2022: Blue and Green Water Footprint of Agro-Industrial Avocado Production in Central Mexico. *Sustainability*, 14(15), 1-20. <https://doi.org/10.3390/su14159664>
- Gómez-Tagle, Alberto; Morales Chávez, Rafael.** 2018: Hydrological impact of green gold (avocado culture) in central Mexico; rainfall partition and water use comparison with native forests, en *Conferencia Conjunta de Bosques y Agua*. Morelia (México), Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, 1-20.
- González-Santana, Octavio.** 2018: Tendencias del uso agrícola del agua en tres municipios del bajo michoacano. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 12, 83-94. <https://doi.org/10.17561/at.12.4071>
- Gutiérrez, Rodrigo; Rivera, Aline; Vela, Mario; Bravo, Yacotzin.** 2007: *El agua y el desarrollo rural*. Ciudad de México (México), CEDERSSA.
- Hernández, Beatriz; Santos, Ángel; Santamaría, Héctor; Gómez, Thania; Livares, Carlos.** 2013: El oro verde en Michoacán: ¿un crecimiento sin fronteras? Acercamiento a la problemática y retos del sector aguacatero para el Estado y la sociedad. *Economía y Sociedad*, 17(29), 15-40. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=51030120002>
- Huerta, Violeta.** 4 de abril de 2024: En 2022 Edomex perdió mil 310 hectáreas por tala ilegal. *El Sol de Toluca*. <https://oem.com.mx/elsoldetoluca/local/en-2022-edomex-perdio-mil-310-hectareas-por-tala-ilegal-13028340>
- INIFAP.** 2009: *Impactos ambientales y socioeconómicos del cambio de uso del suelo forestal a huertos de aguacates en Michoacán*. Texcoco (México), INIFAP.
- Ornelas-Barriga, Karina; Delfín-Ortega, Odette.** 2023: La producción del aguacate y sus efectos en el bienestar social en Michoacán. *Itsi Echeri*, 1(1), 39-47. <https://doi.org/10.33110/itsiecheri.v1i1.5>
- Ortiz, Carlos; Jiménez, Zoe; García, José.** 2013: Producción de aguacate vs preservación ambiental, costo de oportunidad y equidad intergeneracional en la región productora de aguacate. *Reuniones de Estudios Regionales*. Oviedo (España), Asociación Española de Ciencia Regional, 1-24.
- Ruiz-Rosado, Octavio.** 2006: Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina. *Interciencia*, 31(2), 140-145. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911311>
- SADER.** 2020: *Proyectos de Desarrollo Territorial (PRODETER's)*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/591317/Compendio\\_de\\_Indicadores\\_PDR\\_2019.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/591317/Compendio_de_Indicadores_PDR_2019.pdf)
- Sánchez-Valdés, Arlen; Sánchez-Rodríguez, Guillermo.** 2021: El Clúster del Aguacate en México. Un crecimiento sostenido a partir de la producción y desarrollo del mercado. *RIVAR*, 8(24), 21-35. <https://doi.org/DOI 10.35588/rivar.v8i24.5165>
- SECAMPO.** 2021: *Análisis de la producción estratégica del estado de México*. [https://secampo.edomex.gob.mx/sites/secampo.edomex.gob.mx/files/files/Produccion\\_Campo/cultivos\\_2021\\_Cierre\\_2020-Dic2021.pdf](https://secampo.edomex.gob.mx/sites/secampo.edomex.gob.mx/files/files/Produccion_Campo/cultivos_2021_Cierre_2020-Dic2021.pdf)
- Sosa, Fabiola; Constantino, Roberto.** 2023: *Sequía en México*. Ciudad de México (México), Universidad Autónoma Metropolitana.
- Stake, Robert.** 1999: *Investigación con estudio de casos*. Madrid (España), Editorial Morata.

**Torres, Allyson.** 6 de mayo de 2023: Estos son los Estados de México que se quedarán sin agua en 2050. *TV Azteca*. <https://www.tvazteca.com/aztecauno/estados-mexico-sin-agua-2050-por-que-at-notas#:~:text=Por%20lo%20pronto%2C%20los%20estados,%2C%20Chihuahua%2C%20Sinaloa%20y%20Zacatecas>

**Van der Ploeg, Jan Douwe.** 2010: *Nuevos campesinos: campesinos e imperios alimentarios*. Madrid (España), Icaria Editorial.

**WWF.** 2009: *Manual de buenas prácticas de riego: Propuesta de WWF para un uso eficiente del agua en la agricultura*. [http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas\\_practicas\\_de\\_riego.pdf](http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas_practicas_de_riego.pdf)