

## Reutilización de agua residual tratada en huertas agroecológicas en Amacueca, Jalisco

### Treated wastewater reuse in agroecological orchards in Amacueca, Jalisco

*Eric R. Alvarado Castro*<sup>\*</sup>, *Luz Emilia Lara y Bretón*<sup>†</sup>, *Jaime Morales Hernández*<sup>‡</sup> y *Heliodoro Ochoa García*<sup>§</sup>

#### Resumen:

El objetivo de esta ponencia es exponer los avances del proyecto “Agua limpia y Agroecología”, el cual busca reutilizar agua residual tratada en un Parque Agroecológico Multifuncional conformado por huertas tradicionales de policultivos que incluyen café, nuez pecanera, plátano, chile, pitaya, entre otros. El proyecto se ubica en la cabecera municipal de Amacueca, Jalisco y tiene una duración de 2 años. Es llevado a cabo de forma interdisciplinaria e interinstitucional entre politólogos, abogados, agroecólogos, geógrafos, ingenieros químicos y antropólogos del ITESO, el CIATEJ y el CIESAS.

La organización de los y las productoras resulta un eje central del proyecto, ya que se plantea la reutilización del agua tratada como un derecho de beneficio público, por lo que el agua no puede ser redistribuida para un uso privado, sino que se ha establecido a la Unidad de Regantes como el beneficiario social de la redistribución del agua en cuestión.

Las condiciones agroecológicas de Amacueca, así como las funciones socioecológicas que tienen las huertas tradicionales al formar parte del núcleo urbano de la cabecera municipal, son la base para que uno de los planteamientos del proyecto sea la contribución a la soberanía alimentaria local. Esto se logra a través de la figura de Parque Agroecológico Multifuncional, que pone especial énfasis en la capacitación, formación y la investigación participativa, orientadas a la reutilización del agua tratada y el fortalecimiento de las agriculturas locales.

Otros impactos del proyecto son la disminución de los impactos ambientales relacionados con el uso de pesticidas y la pérdida de huertas tradicionales a causa de la urbanización, las plagas y el abandono paulatino de actividades y oficios tradicionales, así como preservar la belleza paisajística y las múltiples funciones que brindan las huertas a la localidad.

---

\* Máster en Agroecología por la Universidad Internacional de Andalucía. Líneas de investigación: transición agroecológica, reutilización de aguas tratadas, agricultura urbana y periurbana. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). [ericalvarado@iteso.mx](mailto:ericalvarado@iteso.mx)

† Doctora en Ciencias Sociales por el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social – Unidad Occidente (CIESAS-Occidente). Líneas de investigación: Procesos socioeconómicos y medio ambiente. Consorcio de Investigación y Diálogo sobre Gobierno Local del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS). [emilia.lara@ciesas.edu.mx](mailto:emilia.lara@ciesas.edu.mx)

‡ Doctor en Agroecología por la Universidad de Córdoba, España. Líneas de investigación: transición agroecológica, diálogo de saberes. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). [jaimem@iteso.mx](mailto:jaimem@iteso.mx)

§ Candidato a doctor por la Universidad de Berna, Suiza. Líneas de investigación: Gobernanza sustentable del agua, conflictos socioambientales y desarrollo regional. Profesor titular adscrito al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). [hochoa@iteso.mx](mailto:hochoa@iteso.mx)

Para ello, la organización de los productores se complementa con una revalorización de sus quehaceres tradicionales, así como con la agregación de valor a sus cultivos, ampliando sus mercados a los nichos que ofrece el comercio justo.

**Abstract:** This lecture discusses the progress of the project *Agua limpia y Agroecología* (Clean Water & Agroecology). It develops in the municipal capital of Amacueca, Jalisco, and aims to convert a municipal wastewater treatment plant to sustainable technology, reuse the treated water, and organize a multifunctional park of ecological agriculture, in a process of water governance as a common. The interdisciplinary and participatory research has defined the beneficiary subjects and the baseline elements for the implementation. The project emphasizes on agroecological transition, value addition and commercialization of products from the wastewater reuse, as essential elements for recompose the socio-hydrological cycle.

### **Antecedentes**

Esta investigación forma parte del proyecto “Sistema de tratamiento de efluentes municipales de bajo consumo energético y su reutilización en actividades productivas agrícolas e industriales del Estado de Jalisco” cuyo nombre corto es *Agua Limpia y Agroecología*. El proyecto es apoyado por el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Jalisco y es dirigido por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, A.C. (ITESO), acompañado por el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) y el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social de Occidente (CIESAS-Occidente).

El diseño y ejecución del proyecto se divide en tres componentes: Productivo-Agroecológico, Tecnología de tratamiento de agua y Gobernanza del agua. Contempla el diseño, la construcción y puesta en operación de un sistema piloto para el tratamiento de aguas residuales municipales con bajos costos de mantenimiento y operación, con un caudal de operación de 7 litros por segundo, lo que beneficiaría a una comunidad de aproximadamente 3,000 habitantes en la cabecera municipal de Amacueca, Jalisco.

Las aguas residuales tratadas cumplirán con la normativa nacional e internacional en materia de reutilización de aguas en agricultura, y serán reutilizadas en un modelo de producción denominado Parque Multifuncional de Agricultura Ecológica (PAMAE) orientado a diversos cultivos de interés comercial, además de extender y fortalecer la soberanía alimentaria local. Al mismo tiempo, el PAMAE permitirá probar la viabilidad del uso de las aguas residuales tratadas como insumo básico para generar productos con valor agregado, cumpliendo con los

requerimientos de calidad e inocuidad establecidos por los mercados de interés. El PAMAE forma parte fundamental del modelo de reciclaje de agua propuesto por lo que busca revalorizar en un sentido amplio el agua residual tratada. El modelo de tratamiento y reutilización se enmarca en una propuesta de gobernanza del agua que busca fortalecer a las instituciones locales y la participación ciudadana, con una clara orientación hacia el uso sustentable de este bien común.

La localidad de Amacueca fue seleccionada para la implementación del proyecto piloto luego de una primera etapa en la cual se evaluó todo el universo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTARM) fuera de operación en el estado de Jalisco. Se diseñó una metodología de evaluación multicriterio, incorporando variables correspondientes a los tres componentes mencionados antes. De este modo, el sitio seleccionado cumple con las mejores condiciones para la ejecución del proyecto. Además, se seleccionaron tres sitios más: San Jacinto, Poncitlán; Ahuacapán, Autlán; y la cabecera municipal de Atengo. Para éstos el FOMIX contempla la elaboración de los proyectos ejecutivos bajo el modelo generado en el sitio piloto.

Cabe mencionar que las plantas tratadoras de aguas residuales fuera de operación se traducen en un problema para los municipios pequeños y medianos de Jalisco, ya que en muchos casos, las PTARM fueron construidas por dependencias estatales y/o federales y posteriormente entregadas a los municipios sin que estos recibieran la capacitación técnica ni los recursos necesarios para mantenerlas operando, por lo que son una carga económica incosteable para los ayuntamientos, una fuente de contaminación para los cuerpos de agua locales y un problema de salud latente para la población. Aunado a ello, productores agropecuarios se han aventurado a utilizar las aguas residuales crudas en el regadío de cultivos de diversa índole, generando así otro problema de inocuidad y salud, cuyos efectos no se han estudiado suficientemente.

### **El contexto de Amacueca**

La PTARM de esta localidad fue construida en 2006 con un sistema de tratamiento convencional de lodos activados, y con una capacidad de tratamiento de 7 L/s. Operó regularmente durante 5 años, luego de lo cual comenzó a operar de manera parcial e intermitente por 8 años más. Actualmente se encuentra totalmente fuera de operación, entre otras cosas por los altos costos de operación y mantenimiento relacionados con esta tecnología de tratamiento, que lo vuelven incosteable para las autoridades municipales. Las aguas no tratadas se derraman a un potrero

contiguo a la PTARM, generando inundaciones y la molestia del productor que donó el terreno de 0.5 ha para la construcción de la misma, siendo de nula utilidad para él y representándole un foco de infección para su ganado y la población cercana.

El municipio de Amacueca se localiza el sur del estado de Jalisco, en la región Lagunas. Tiene un clima semiárido semicálido con una precipitación media anual de 792 mm que ocurre mayoritariamente entre junio y septiembre (IIEG, 2018). Su cabecera municipal tiene una elevación de 1,450 msnm y se encuentra en una zona de transición ecológica entre la Sierra de Tapalpa que alcanza los 2,600 msnm y la Laguna seca de Sayula a 1350 msnm. Por este motivo, el agua captada en las partes altas de la cuenca nace en manantiales en las zonas más bajas. El municipio cuenta con 33 manantiales, de los cuales 6 se encuentran en la cabecera municipal y abastecen los usos público urbano y agrícola (PDUCP, 2013). La agricultura de regadío, nutrida por la estos manantiales es ancestral y se tienen registros como una de las zonas de mesoamérica donde esta práctica ya era utilizada por los habitantes nativos en tiempos prehispánicos (Palerm & Wolf, 1972).

A nivel municipal destacan los cultivos dedicados al forraje como el sorgo (*Sorghum sp.*), el maíz (*Zea mays*) y la alfalfa (*Medicago sativa*), los cuales ocupan más de la mitad del área agrícola (SADER, 2019). En los últimos años han ido en aumento la superficie dedicada a cultivos de mayor valor comercial como el aguacate (*Persea americana*), el agave azul (*Agave tequilana*) y las frutillas en sistemas protegidos, principalmente la frambuesa (*Rubus idaeus*). A pesar de este crecimiento, se han mantenido los sistemas de huertas tradicionales de policultivo de frutales que integran una gran diversidad de cultivos, entre los que destacan la nuez (*Carya illinoensis*), el café (*Coffea arabica*) y la pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) y en muchos casos se encuentran en el traspatio de las casas que integran el núcleo habitacional. Estas huertas son regadas con agua de manantial que es conducida por un sistema de acequias.

Los propietarios de huertas tradicionales se agrupan en torno a la Unidad de Riego de Amacueca S.C. de R.L. de C.V, sociedad cooperativa encargada de la gestión del agua de riego que llega a las huertas y que se propone:

detener la actual tendencia rumbo su extinción inminente, y luego para revertir esta curva hacia la productividad y posicionar a este municipio en el mediano plazo nuevamente como

productor de nuez criolla y del café más aromático de Jalisco. (Unidad de Riego de Amacueca, 2017)

La cooperativa integra a más de 200 socios y 138 ha de huertas (Unidad de Riego de Amacueca, 2017). A nivel municipal la superficie de huertas ha disminuido considerablemente en los últimos años debido a un proceso multifactorial que se relaciona con la insuficiencia del agua para el riego, la volatilidad de los precios internacionales del café, la llegada de la roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus hampei*), la migración y el crecimiento urbano.

El riego rodado que reciben las más de 200 huertas es insuficiente, los turnos de riego pueden variar entre 1 y 4 por año, por lo que algunos productores usan “clandestinamente” agua potable de sus viviendas, lo cual aumenta la demanda de agua potable y encarece los costos del servicio. Por ello, sumar riegos con agua tratada resulta pertinente, no solo para los regantes sino para la población en general.

El ejido de Amacueca se compone por dos polígonos que integran a 35 Ejidatarios con un total de 217.58 ha (RAN, 2020). Solo en uno de los polígonos del ejido hay acceso al agua de un pozo, ahí los productores se dedican mayoritariamente a producir avena (*Avena sativa*) y alfalfa (*Medicago sativa*), mientras que en el otro polígono solo hay agricultura de temporal que suele orientarse hacia maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y agave azul (*Agave jaliscana*). La falta de acceso al agua ha sido una gran limitante productiva para los ejidatarios, por lo que es común que pongan en renta su tierra para el agave y en algunos casos abandonen la agricultura como su actividad principal.

### **Referentes teórico-conceptuales**

Uno de los principales referentes conceptuales para el modelo de reutilización del agua tratada que se propone es la figura de Parque Agrario surgida en Europa. Los parques agrarios tienen el propósito de dinamizar el sector agrícola y buscan definir marcos de gobernanza para mejorar la sostenibilidad y la cohesión territorial de los usos agrarios, principalmente cuando se encuentran amenazados por el crecimiento urbano, a través de la defensa de la soberanía alimentaria y la prestación de múltiples servicios de los agroecosistemas. Los parques agrarios tienen la vocación de priorizar la función económica-productiva de la agricultura y el territorio, siguiendo en orden

de jerarquía la función ambiental, y por último una función sociocultural. Contemplan la implementación de programas e instrumentos específicos para desarrollar su potencial (Zazo & Yacamán, 2015).

Otro de los referentes conceptuales es la agroecología, de la cual resulta relevante el planteamiento de los procesos de conversión de la agricultura convencional a esquemas de sustentabilidad, lo cual ha sido conceptualizado por Gliessman (2015) como transición agroecológica. Se identifican cinco etapas de la transición (Gliessman, 2015):

1. Racionamiento adecuado de los insumos de síntesis química, solo en la medida en que sean estrictamente necesarios.
2. Sustitución de los insumos de síntesis química por otros de carácter orgánico y biológico, los cuales no generarán impactos negativos sobre los ecosistemas.
3. Rediseño del agroecosistema, aumentando la diversidad productiva y funcional, favoreciendo las sinergias positivas entre los componentes del sistema productivo.
4. Vinculación entre la producción y el consumo, para el establecimiento de sistemas agroalimentarios sustentables.
5. Generación de una nueva cultura de sustentabilidad, que vincule los sistemas agroalimentarios alternativos con otros aspectos de la sociedad en su conjunto.

De este modo, se puede ver que las primeras tres etapas de la transición implican un enfoque a nivel de unidad productiva o agroecosistema, mientras que las etapas 4 y 5, tienen que ver con cómo los agroecosistemas se vinculan con sistemas agroalimentarios sustentables de manera más amplia.

La concepción de la multifuncionalidad ayuda a valorar adecuadamente las actividades agrarias (agropecuarias y forestales), para que sus aportaciones al bienestar humano y al equilibrio de los ecosistemas sean debidamente reconocidas. Las funciones múltiples de la agricultura no son independientes del tipo de agricultura, sino que se ven potenciadas cuando ésta tiene un carácter familiar, campesino o de pequeña escala, y cuando se aplican diseños y manejos apegados a las

propuestas de la agroecología y la agricultura ecológica (Morales-Hernández & Alvarado, 2018).

Como parte de la dimensión política de la agroecología recogemos la propuesta de soberanía alimentaria, la cual se entiende como “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” (La Vía Campesina, s.a.). Hablamos entonces de la capacidad de resolver sobre la propia alimentación, priorizando las agriculturas y actividades rurales familiares y de pequeña escala, así como las economías y mercados locales, a través de canales cortos de comercialización y las relaciones cercanas entre productores y consumidores. En esta perspectiva, los circuitos o canales cortos de comercialización surgen de la necesidad de los consumidores de adquirir alimentos confiables, y de los productores de obtener ingresos dignos al controlar más fases de la cadena de valor. No solo implican disminuir el número de intermediarios, sino de construir alianzas y comunicación directa entre producción y consumo, con el objetivo de favorecer modelos agroalimentarios alternativos, sostenibles y con alimentos de calidad; por lo tanto, tienen que ver con decidir qué se produce y cómo se produce, trascendiendo certificaciones comerciales y estándares oficiales (López, 2015).

Por su parte, la gobernanza del agua se aborda desde el enfoque de la teoría de los Recursos de Uso Común manejada por Ostrom (2000), quien argumenta que para definir el acceso a este tipo de recursos se requieren instituciones que permitan a los usuarios comunicarse para realizar acuerdos y manejos, así como reglar el acceso de manera transparente con los usuarios para evitar la sobreexplotación por parte de un interés dominante que comprometa el propio recurso. El esquema de cooperación y organización en torno al uso del agua residual tratada se realiza de manera participativa en conjunto con los beneficiarios implicados, generando la confianza, reputación y reciprocidad necesaria para conformar decisiones racionales (Ostrom, 2000). Los acuerdos generados por los usuarios del agua residual tratada giran en torno a establecer reglas de uso para determinar quién tiene acceso al recurso, en qué momento pueden asumir el uso, además de establecer quién va a controlar y hacer cumplir esas normas (Ostrom en McCay y Acheson, 1987).

### **El proceso de investigación-acción**

El proyecto *Agua limpia y agroecología* es al mismo tiempo un proceso de investigación y de

acción. Se ha planteado conocer a través de diagnósticos generales y particulares la situación y principales retos de las localidades seleccionadas en cuanto a la gestión de las aguas de abasto público y residuales, así como a la producción agropecuaria, de modo que se pueda proponer un modelo de reutilización productiva del agua tratada con tecnologías de bajo costo de operación. Para el caso de la localidad de Amacueca, el diagnóstico se ha realizado en dos momentos: en primer lugar, una investigación general de gabinete, a través de fuentes documentales, y en segundo lugar un diagnóstico participativo en campo.

La etapa de diagnóstico de campo se ha compuesto por entrevistas con informantes clave como autoridades municipales, habitantes de la localidad, trabajadores del organismo operador del agua, representantes de las organizaciones productivas (Unidad de Riego y Ejido) y productores particulares. Además, se han incorporado como herramientas de investigación los recorridos de campo por el territorio agrario de la cabecera municipal, así como en algunas huertas y parcelas emblemáticas en los cuales han participado los productores y ha permitido conocer de su propia voz la situación actual de estas actividades. En esta última actividad se ha integrado la técnica de mapeo participativo o artesanal (Ilustración 1), que ha servido para delimitar el alcance geográfico del proyecto, al tiempo que ha sido útil para los productores participantes para reconocer en colectivo el territorio y el estado de las huertas tradicionales.

Por otro lado, consideramos a este un proyecto de acción, puesto que supone la implementación del PAMAE y el acompañamiento técnico a los productores en la reutilización del agua tratada y en la transición agroecológica de sus sistemas productivos, así como en su organización en torno a la distribución equitativa y sustentable del recurso hídrico. En este sentido se han realizado 8 talleres compuestos por actividades que vinculan la investigación y la acción, mediante la formación y la capacitación de los productores en temas relacionados con la agroecología y la transición hacia la agricultura ecológica, las técnicas de producción de insumos ecológicos, elementos de reflexión para la organización socio productiva efectiva y las estrategias para agregación de valor. En los talleres se busca incorporar elementos de reflexión y de acción, de modo que los asistentes puedan salir de la dinámica convencional en la que son simplemente auditorio pasivo. Se promueve el compartir experiencias en las que ya se estén implementando técnicas de producción ecológica. Además, se consideran las visitas o encuentros con experiencias exitosas tanto de organización socio productiva como de producción ecológica, siguiendo la lógica

de la formación de campesino a campesino (Holt-Giménez, 2008).

### **Ilustración 1**

#### **Taller de mapeo participativo con miembros del grupo dinamizador del PAMAE**



**Fuente: Fotografía de Eric Alvarado, tomada el 17/12/2019.**

#### **Hallazgos relevantes de la investigación**

La implementación de un acercamiento directo y de un diagnóstico participativo ha permitido en primer lugar realizar una caracterización de los agroecosistemas presentes en la región. Uno de los agroecosistemas representativos es la agricultura de temporal en la que se engloba maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum sp.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). Los cultivos de temporal, manejados principalmente por los ejidatarios del Ejido Amacueca, se constituyen por estos cultivos extensivos tradicionales, los cuales dependen enteramente de la precipitación pluvial (Ilustración 2). En algunos casos estos cultivos se rotan al cambio de ciclo a juicio del agricultor, dependiendo de las condiciones agronómicas y de mercado. Se manejan mediante trabajo mecanizado (preparación de terreno, siembra y escardas) y manual para atención más específica, e incluyen el uso de

agroquímicos sintéticos. Las parcelas miden entre 3 y 6 hectáreas en su mayoría. El fin para el maíz y el frijol es alimenticio de autoabasto familiar, así como comercial; mientras que el sorgo tienen fines comerciales como forraje. Estos agroecosistemas se han visto vulnerados en los últimos años por la caída en los precios del maíz y por las variaciones climáticas regionales, que se han manifestado en ciclos de lluvias irregulares y escasez hídrica. Debido a que una parte importante de las tierras de los ejidatarios no tienen acceso a agua para riego, estos sistemas son especialmente vulnerables a estos cambios. Se suma a ello, la presencia de cañones antigranizo en la región (propios de los productores de aguacate y frutillas), los cuales, de acuerdo al testimonio de los campesinos, generan una disminución de las lluvias y vuelven inviable la agricultura de temporal.

## **Ilustración 2**

### **Parcela de maíz de temporal en Amacueca, Jalisco**



**Fuente: Fotografía de Jesica Jiménez, tomada el 10/05/2019.**

De gran relevancia son también las huertas tradicionales, que son parcelas ubicadas principalmente en el núcleo urbano, algunas en los traspatios de las casas más antiguas y con una superficie promedio de 5,000 m<sup>2</sup>. Sus cultivos principales son el café (*Coffea arabica*) y el nogal (*Carya illinoensis*), sin embargo, cohabitan algunas especies frutales como limón (*Citrus sp.*), mango (*Mangifera indica*), entre otras (Ilustración 3). La estructura que toma el agroecosistema, aprovechando al menos dos niveles ecológicos y con una alta densidad hace que se pueda

considerar a ésta como una agricultura intensiva en el aprovechamiento de la materia y la energía. El agua con la que se riegan por inundación proviene de los manantiales y llega a dichas huertas por medio de antiguas acequias que recorren la localidad. El manejo se realiza únicamente de manera manual debido a la distribución (generalmente caótica) y la densidad de los árboles. El consumo de agroquímicos es menor y se reduce prácticamente a fungicidas para el control de la roya del café. El café y la nuez son cultivos primordialmente comerciales, mientras que el resto de los frutales, que aparecen como cultivos secundarios y en menor proporción, se dedican principalmente al abasto alimentario familiar. Todos los productores de huerta de la localidad se encuentran agrupados en torno a la Unidad de Riego, entidad encargada de promover este agroecosistema tradicional y emblemático, así como de gestionar el agua de riego proveniente de los manantiales. Uno de los hallazgos relevantes respecto a estos agroecosistemas, es el estado de sub atención generalizada que los mantienen en un ciclo retroalimentado de estrés hídrico debido a la insuficiencia del agua de manantial, vulnerabilidad a plagas y enfermedades, baja productividad y poca atención como una actividad agrícola rentable; esta situación contrasta contradictoriamente con el hecho de que sean estos sistemas en los que se reconoce una importancia cultural emblemática en Amacueca.

Las pitayeras, también emblemáticas de Amacueca, son sistemas dedicados a la producción de pitaya de diversas variedades (*Stenocereus queretaroensis*) (Ilustración 4). No requieren riego, el manejo involucra únicamente trabajo manual y el uso de agroquímicos sintéticos es mínimo. La producción tiene fines principalmente comerciales y representa un ingreso importante para las familias de Amacueca, por lo que prácticamente todos los agricultores dedican al menos una parte de sus tierras a este cultivo, el cual suele integrarse en otros sistemas productivos a modo de cercos vivos que delimitan las parcelas.

### **Ilustración 3**

#### **Huerta tradicional de Amacueca, Jalisco**



**Fuente: Fotografía de Eric Alvarado, tomada el 14/02/2019.**

### **Ilustración 4**

#### **Pitayera típica de Amacueca, Jalisco**



**Fuente: Fotografía de Eric Alvarado, tomada el 17/12/2019.**

Destaca también la producción intensiva de alfalfa (*Medicago sativa*) en monocultivo con insumos químicos sintéticos y un manejo totalmente mecanizado, desde la preparación del terreno hasta el corte y empaque (Ilustración 5). Este cultivo es uno de los más extendidos en la parte baja de la localidad y consume cantidades importantes de agua subterránea, ya que el riego se realiza por aspersión durante 12 horas continuas al día. Esto, aunado a las condiciones edáficas propias de la zona, ha generado una salinización de los suelos. Los productores de alfalfa son principalmente propietarios particulares, con derechos de uso de agua subterránea y con predios que pueden sobrepasar las 60 ha. La alfalfa es dedicada al forraje y se vende mayoritariamente fuera del municipio.

### **Ilustración 5**

#### **Producción intensiva de alfalfa en Amacueca, Jalisco**



**Fuente: Fotografía de Jesica Jiménez, tomada el 10/05/2019.**

Por último, se ha podido constatar el aumento en las superficies dedicadas a monocultivos intensivos de agricultura industrial como la agricultura protegida dedicada a las frutillas, principalmente frambuesa (*Rubus idaeusson*), o bien, cultivos a cielo abierto como el agave azul (*Agave tequilana*) y el aguacate (*Persea americana*). En estos sistemas productivos el manejo se basa en el uso de agroquímicos sintéticos, y en el caso de la frambuesa y el aguacate, representan usos considerables de agua (por la magnitud de las explotaciones). En prácticamente todos los

casos, se implementan por empresas externas a la comunidad que han rentado o comprado las tierras. Estos cultivos de carácter enteramente comercial han ido desplazando a las agriculturas familiares y campesinas en la región, las cuales se ven desfavorecidas por el contexto económico y político agrícola local y nacional. Ejemplo de esto, es la disminución de la superficie dedicada a las huertas tradicionales en el municipio, la cual ha caído de 1050 ha en 1960, a 248 ha en la actualidad (Unidad de Riego, 2017).

En este contexto adverso, esta etapa de la investigación ha permitido demostrar que, pese a los embates de la agroindustria de monocultivo, la diversidad de agriculturas y paisajes, así como la agrobiodiversidad al interior de cada finca, se han mantenido. Es notoria la estrategia de economía familiar diversificada basada en los cultivos tradicionales, en donde se tiene la cosecha de café en los primeros meses del año; posteriormente, durante la primavera se cosecha la pitaya (que es el cultivo tradicional con un mayor valor comercial); y, por último, en el otoño se cosecha la nuez. Estos tres cultivos en conjunto aportan ingresos a lo largo del año, y permiten la subsistencia de las familias campesinas. Por tales motivos, un proyecto orientado al fortalecimiento de estas agriculturas diversas, como parte de un modelo de gestión integral del agua, cobra gran relevancia en la región.

De acuerdo con los habitantes y campesinos de Amacueca, los impactos de la agricultura industrial van desde la deforestación y la contaminación de suelo y agua en la parte alta de la cuenca (que abastece los manantiales que sostienen la vida en la localidad), las afectaciones a la salud de quienes usan los agroquímicos, la pérdida de cultivos tradicionales como las huertas, el agotamiento de las fuentes de agua, el empobrecimiento de los pequeños agricultores y la migración. Por esto, identifican como cualidades deseables de una agricultura para el futuro de Amacueca que sea saludable, rentable, que produzca alimentos para la familia y para el mercado, que cuide la tierra y el agua, que recupere saberes, y que involucre a la familia, especialmente a los jóvenes. Responder a esta necesidad es el compromiso del PAMAE.

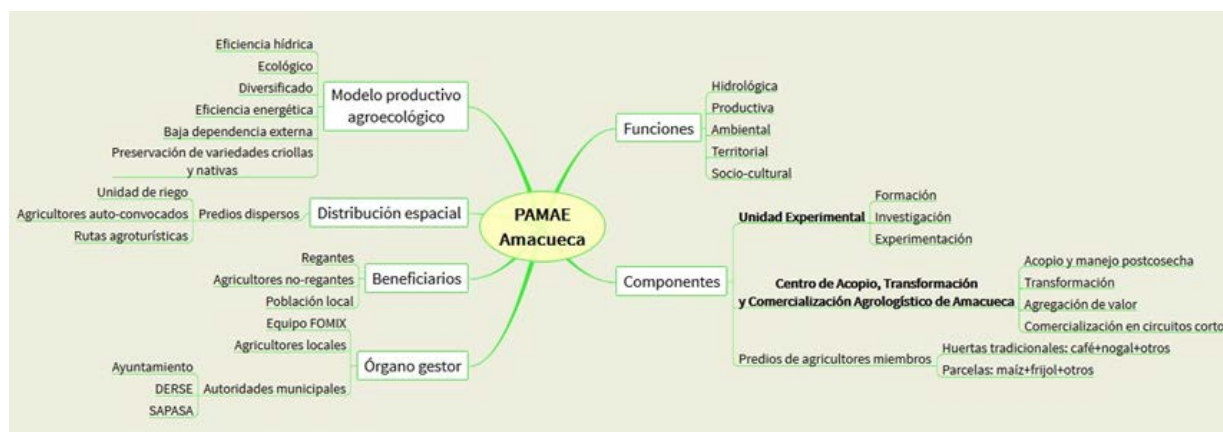
### **Avances hacia un modelo de gestión integral del agua basado en la reutilización agroecológica**

Inspirado en la figura de Parque Agrario, se ha logrado generar un modelo de PAMAE que se adapta a las necesidades que el equipo de investigadores ha identificado en conjunto con los campesinos y habitantes, pero que se mantiene abierto para que, en el propio proceso de

intervención social, se ajuste y configure por la propia acción de los sujetos beneficiados. La vocación del PAMAE es servir como una herramienta con múltiples funciones para dinamizar las actividades agrícolas en la localidad de Amacueca (Ilustración 6). Su función prioritaria, debido a la orientación de este proyecto es la hidrológica, en tanto el PAMAE se constituye como un sistema piloto de reutilización del agua tratada, inserto en un modelo gobernanza integral en la microcuenca de Amacueca. Además de la reutilización, dentro de esta función se consideran procesos como la eficiencia en el manejo, el aumento de la capacidad de retención e infiltración en los agroecosistemas, la preservación y mejora de sistemas hidráulicos tradicionales, entre otros.

En segundo orden de prioridad se encuentra la función productiva, dirigida mediante procesos de transición a un esquema agroecológico, a través de la mejora paulatina en la fertilidad del suelo y la productividad del agroecosistema, la disminución y restricción de uso de agroquímicos de síntesis química, el aumento en la agrobiodiversidad, el aumento en la eficiencia energética, la baja dependencia externa, así como esquemas comerciales de valor agregado y comercialización en circuitos cortos. Este modelo favorece también la función ambiental, disminuyendo los impactos negativos de la agricultura asociados con la degradación y contaminación de suelos y aguas superficiales y subterráneas, al tiempo que se generan impactos positivos y servicios de los agroecosistemas como son la captura de carbono, la conservación de suelos, la preservación de flora y fauna nativa y cultivos de variedades criollas y adaptadas a la región, y la regulación climática. Al mismo tiempo se tiene en cuenta la función territorial del PAMAE que busca mantener y mejorar la diversidad de paisajes locales, así como limitar el crecimiento del núcleo urbano sobre predios agrícolas. Por último, la función sociocultural se cumple a través del fortalecimiento de la organización productiva local, la construcción de conocimiento agroecológico de manera participativa, el involucramiento de otros sectores de la población local y la generación de un esquema de co-gestión del agua para las actividades productivas.

## Ilustración 6 Modelo conceptual del PAMAE



Fuente: Elaboración propia.

Una de las características que el modelo planteado incorpora es la de cambiar de esquema centralizado a uno de predios dispersos. En el planteamiento original de la propuesta del proyecto, se planteó que el PAMAE podría implementarse en una gran superficie (al menos 15 ha) que fuera regada con el agua tratada y gestionada de manera particular por una entidad formada para tal propósito, bajo el supuesto de que un propietario podría poner en comodato dicho terreno a nombre las instituciones promotoras del mismo. Sin embargo, durante el trabajo de campo, el equipo de investigación constató que, bajo las condiciones reales de las localidades seleccionadas, no hay posibilidades para que un propietario ponga en comodato un terreno de más de 0.5 ha. Por otro lado, generar la estructura de gestión de este parque unificado, similar a los Parques Agrarios europeos, requeriría de recursos públicos y voluntad política suficiente para asumirlo como un proyecto a cargo del gobierno municipal (enfoque de arriba hacia abajo); estas condiciones tampoco se cumplieron, debido principalmente a la falta de recursos económicos de los ayuntamientos y a la poca importancia política que reconocen en un proyecto de este tipo. Por los motivos anteriores, se confirmó que lo mejor era proponer un modelo en el cual el PAMAE se componga de los predios de diferentes agricultores que mantienen la propiedad de su tierra y se comprometen a participar en un proceso de transición agroecológica, recibiendo en algunos casos el beneficio del agua tratada. Es decir, un enfoque de predios dispersos y construido por los propios agricultores (enfoque de abajo hacia arriba). En esto coincidimos con Giraldo & McCune (2019)

cuando afirman que las transiciones agroecológicas demandan continuidad, acciones estratégicas de largo aliento y enfoques más cualitativos, por lo tanto, van más allá de las agendas de corto plazo y los enfoques cuantitativos típicos de los gobiernos y las instituciones oficiales en América Latina.

El PAMAE se complementa con la implementación de una Unidad Experimental concebida para realizar estudios que ayuden a garantizar el uso inocuo, seguro y eficiente del agua residual tratada. Esta Unidad Experimental fungirá además como un aula abierta para la formación y la capacitación para la transición agroecológica en manos de los campesinos participantes del PAMAE. Además, se desarrollará un Centro de Acopio, Transformación y Comercialización Agrologístico de Amacueca, el cual estará dedicado a facilitar los procesos de agregación de valor y salida al mercado de los productos de los agricultores miembros del PAMAE con un enfoque de circuitos cortos.

Como parte de la estrategia de implementación cercana a las necesidades campesinas, se ha logrado consolidar un grupo dinamizador del PAMAE con 10 miembros activos y el respaldo formal de la Unidad de Riego, compuesta por más de 200 productores de huerta. En este grupo heterogéneo coinciden diferentes tipos de beneficiarios del proyecto: productores de huerta tradicional, ejidatarios dedicadas a cultivo de temporal, ganaderos y habitantes de la localidad cuyas actividades productivas son a escala de traspatio. La importancia de contar con un grupo dinamizador de este tipo es que amplía los horizontes de implementación del PAMAE, y es la base para que las aportaciones del mismo sean realmente multifuncionales y no se restrinjan únicamente a la reutilización productiva del agua en un único esquema productivo. Cabe destacar que este grupo no compone el universo completo de beneficiarios del PAMAE, sino que sus participantes tienen la función de promotores del mismo, con el fin de garantizar su puesta en marcha; así como, en su momento, formar parte del órgano gestor que se conforme, en diálogo con las autoridades municipales y las instituciones universitarias que acompañan el proyecto.

El trabajo de campo ha permitido delimitar de manera concreta el tipo de beneficios y beneficiarios del proyecto, de acuerdo a las condiciones particulares de la localidad. En primer lugar, se tomaron en cuenta las condiciones técnicas y de infraestructura, así como el compromiso ético de amplificar los beneficios en perspectiva de multifuncionalidad. Se seleccionó a la Unidad de Riego como beneficiaria del agua residual tratada puesto que 1) es una entidad socio

organizativa conformada previamente, 2) tiene la capacidad técnica y organizativa para gestionar el agua tratada, puesto que ya realiza esta actividad con el agua de manantial, y 3) cuenta con infraestructura básica para almacenar (tanques) y conducir el agua (acequias) hasta las huertas de los miembros.

Debido a que se pretende trascender la reutilización del agua en la vocación del PAMAE se ha propuesto la siguiente tipología de beneficiarios, sin que ésta represente una jerarquía en la participación en el proyecto.

- Ganaderos ubicados en la parte baja de la cuenca. Una familia dedicada a la ganadería fue quien donó en 2006 el predio donde se encuentra la PTARM y en ese entonces se acordó que tendrían derecho de uso del agua tratada. Por este motivo, el actual proyecto debió respetar y renegociar este acuerdo, incorporando a la familia como primera beneficiaria con acceso al agua de la PTAR (30% del caudal tratado). Además, participarán de la formación para la transición agroecológica y la agregación de valor.
- Miembros de la Unidad de Riego con huertas tradicionales localizadas en la sección norte del llamado “Barrio de abajo”. Estos predios están conectados por acequias a los tanques de almacenamiento que se usarán para la reutilización del agua de la PTARM, por lo tanto, tendrán acceso al agua residual tratada (65% del caudal tratado). Este polígono se compone por alrededor de 20 ha y 48 propietarios beneficiarios. Se estima que con el caudal tratado se podrán mejorar las condiciones de productividad de las huertas debido a que representa un caudal mayor al que hoy reciben. Además, serán partícipes de la formación para la transición agroecológica y la agregación de valor de sus productos.
- Miembros de la Unidad de Riego con huertas tradicionales localizadas en la sección sur del llamado “Barrio de abajo”. Debido a que estos predios no se encuentran conectados a los tanques de almacenamiento, sus propietarios solo podrán participar de la formación para la transición agroecológica y la agregación de valor. No obstante, en la actualidad estas huertas ya reciben agua de manantial con más frecuencia que el resto.
- Miembros de la Unidad de Riego con huertas tradicionales localizadas en el llamado

“Barrio de arriba”. Estos predios son actualmente regados con el mismo manantial que riega la sección norte del “Barrio de abajo”, por lo que una vez que se reciba el agua de la PTARM, se liberará ese caudal para aumentar los riegos en esta zona, mejorando la productividad de las huertas. Además, podrán participar en la formación para la transición agroecológica y la agregación de valor.

- Ejidatarios y otros agricultores. Únicamente recibirán los beneficios de la formación para la transición agroecológica y la agregación de valor.
- Población general de la cabecera municipal. Recibirán los beneficios de las funciones ambientales, territoriales y sociales del PAMAE, con lo que se espera fortalecer a la agricultura local de modo que se preserve la diversidad de paisajes rurales de la zona y los servicios de los agroecosistemas. Además, se contará con una pequeña parte del caudal del agua tratada (5%) para el riego de jardines, y parques municipales y el campo de fut-bol.

En la Ilustración 7, se puede visualizar la localización de algunas de las áreas mencionadas como beneficiarias del proyecto. El agua será bombeada desde la PTARM hasta los tanques de distribución, de donde llegará a las huertas beneficiarias a través de las acequias tradicionales, y será tomada para el riego de áreas verdes.

### Ilustración 7

**Distribución espacial de beneficiarios. En color azul se muestra la superficie dedicada a ganadería, adjunta a la PTAR; en color verde la sección norte del “Barrio de abajo” y en amarillo la sección sur; en color naranja el resto de las huertas tradicionales**



**Fuente: Elaboración propia en Software GoogleEarth Pro ®, con imágenes de © 2019 Maxar Technologies, © 2019 Google y © 2019 INEGI.**

### Reflexiones finales

La gestión integral del agua es todavía una agenda pendiente en México, y también lo es el tratamiento efectivo para la reutilización del agua residual. Estas aguas siguen considerándose un problema que genera impactos ambientales, sociales y sanitarios, y grandes costos para los gobiernos locales, transferidos indirectamente a la población común. Por otro lado, el desplazamiento de las agriculturas tradicionales y familiares por los monocultivos industriales es muestra de la destrucción de la producción campesina generada por un mercado adverso, el acaparamiento y privatización de recursos productivos indispensables como el agua y la tierra, y el éxito de las políticas públicas que priorizan a la agricultura industrial orientada a la exportación, y que, por lo tanto, limitan la capacidad de lograr la soberanía alimentaria local y nacional. Ambas caras de este contexto tienen su manifestación específica en Amacueca, en donde la PTRAM no puede operarse por falta de recursos económicos y técnicos, y genera dificultades para los productores y habitantes cercanos; mientras que existe un escenario de incertidumbre y

vulnerabilidad hídrica para los habitantes y agricultores, y avanza la desaparición cada vez más acelerada de los agroecosistemas tradicionales y emblemáticos, con sus cultivos y saberes asociados.

A pesar de esto, aún queda esperanza y la región mantiene parte de su riqueza y diversidad agrícola y paisajística. Es un reto de este proyecto de investigación-acción lograr proponer una alternativa que fortalezca estas agriculturas locales -diversificadas, ecológicas y familiares- para hacer frente al contexto de destrucción de dicha riqueza, demostrando que es una opción para la vida digna y la soberanía alimentaria. El proyecto *Agua Limpia y Agroecología*, con su piloto en Amacueca, tiene el potencial para llegar a ser un ejemplo a nivel regional y nacional de cómo la agricultura sustentable forma parte indispensable de un nuevo paradigma para la sustentabilidad hídrica, especialmente en los contextos de escasez e incertidumbre climática que afectan a una parte importante del territorio nacional. En este sentido, la propuesta de un PAMAE resulta innovadora en el contexto regional, ya que se propone recomponer el ciclo socio-hidrológico a partir de la reutilización y la gestión integral de agua. Al mismo tiempo dinamiza la agricultura desde un enfoque agroecológico y de agregación de valor, protege el territorio y las agriculturas locales, revalorizándolas desde la multifuncionalidad.

Uno de los retos de este proyecto ha sido mantenerse en la tensión entre llevar un proceso de investigación-acción participativo y construido de manera cercana a la gente, y los tiempos institucionales. El ritmo institucional del proyecto ha demandado en varias ocasiones generar planteamientos de manera vertical y ajena a las definiciones que requieren construirse por los propios beneficiarios. Por otro lado, en algunos momentos esto ha generado en los beneficiarios la sensación de no haber sido tomados en cuenta o informados cabalmente en torno a dichas definiciones; han manifestado un mayor interés al ser reconocida su opinión como parte constitutiva del rumbo del proyecto, además que reconocen una forma más horizontal y transdisciplinaria (diálogo de saberes) de conformar el proyecto, al contar con el acompañamiento de los diversos perfiles sociales y tecnológicos de investigadores que componen el equipo que promueve el proyecto.

Este proyecto es una oportunidad para demostrar que se puede generar investigación orientada a la acción para el beneficio social y la sustentabilidad, en donde ha sido indispensable la incorporación de una perspectiva de transdisciplinaria y una ética de diálogo de saberes en

donde los sujetos sociales de la intervención tienen el papel protagónico para definir los derroteros del proyecto, con el acompañamiento siempre respetuoso de la academia.

## Bibliografía

- Giraldo, O.F. & McCune, N. (2019). Can the state take agroecology to scale? Public policy experiences in agroecological territorialization from Latin American. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 43(7-8), 785-809.
- Gliessman, S. (2015). *Agroecology. The ecology of sustainable food systems*. Boca Ratón: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Holt-Giménez, E. (2008). *Campesino a Campesino. Voces de Latinoamérica. Movimiento Campesino a Campesino para la Agricultura Sustentable*. Managua: SIMAS.
- IIEG - Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (2018). *Amacueca. Diagnóstico del municipio*. Gobierno de Jalisco.
- La Vía Campesina, (s.a). “La Vía Campesina: La voz de las campesinas y de los campesinos del mundo”. *La Vía Campesina. Movimiento Campesino Internacional*. <https://viacampesina.org/es/la-via-campesina-la-voz-las-campesinas-los-campesinos-del-mundo/> (20/05/2019).
- López, D. (2015). *Producir alimentos reproducir comunidad. Redes alimentarias alternativas como formas económicas para la transición social y ecológica*. Madrid: Libros en acción.
- McCay, B. y J. Acheson (eds.) (1987). *The question of the commons: The culture and ecology of communal resources*. Tucson: University of Arizona Press.
- Morales-Hernandez, J. & Alvarado, E. (2018). “Las agriculturas periurbanas y multifuncionales: su relevancia en la construcción de la sustentabilidad regional”. En J. Morales-Hernández (coord.), *Los espacios rurales y las ciudades: agriculturas periurbanas y sustentabilidad en el Área Metropolitana de Guadalajara, México* (págs. 13-32). Guadalajara: ITESO.
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México: UNAM-CRIM-FCE.
- Palerm, A. & Wolf, E. (1972). *Agricultura y civilización en mesoamérica*. México: SEP Setentas.
- PDUCP – Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Amacueca (2013), aprobado en sesión ordinaria 21 del Ayuntamiento de Amacueca celebrada el 30 de diciembre del 2013.
- RAN – Registro Agrario Nacional (2020). “Ejido Amacueca”. *Padrón e Historia y Núcleos Agrarios*. Disponible en [www.phina.ran.gob.mx](http://www.phina.ran.gob.mx) (06/01/2020)
- SADER – Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019). *Información agropecuaria*

*municipal para Atengo 2018*. Software SIAP-SIACON. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Unidad de Riego de Amacueca (2017). *Reglamento Interno de la Unidad de Riego de Amacueca, S.C. de R.L. de C.V.* Trabajo no publicado.