

Contribución de la ciencia ciudadana a las políticas públicas sobre agricultura sustentable

Contribution of citizen science to public policies on sustainable agriculture

Lourdes Mateos-Espejel

*Universidad Popular Autónoma del estado de Puebla,
México*

lulumateos@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6969-7841>

José Luis Estrada Rodríguez

*Benemérita Universidad Popular Autónoma de Puebla,
México*

jluis.estrada@correo.buap.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-0088-2157>

Resumen

Este trabajo aborda la integración de la Ciencia Ciudadana en las políticas públicas orientadas a generar esquemas agroalimentarios sustentables, productivos y resilientes ante el cambio climático. Las políticas sobre sustentabilidad en la agricultura, sobre todo en Latinoamérica, olvidan que los agricultores pueden aportar conocimiento y experiencia, lo que ha generado un bajo índice de adopción de las prácticas agroecológicas y consumo de fertilizantes químicos que erosionan suelos cultivables. Se propone la Ciencia Ciudadana, entendida como un modelo de participación social definido por ciudadanos y científicos que colaboran entre sí, como un factor que permite que los agricultores se transformen en actores al compartir el conocimiento adquirido desde la tradición y la práctica, y vincularlo al ya existente. Con base en propuestas teóricas sobre el rol de la Ciencia Ciudadana en la gobernanza y en el reporte de la Comisión Europea, se ofrece una explicación teórica, y en las conclusiones, la propuesta de mecanismo de operación en las políticas públicas de agricultura sustentable.

Palabras clave: Ciencia ciudadana, Políticas, Agricultura sustentable, Gobernanza.

Abstract

This work addresses the integration of Citizen Science in public policies aimed at generating sustainable, productive and resilient agri-food schemes in the face of climate change. Policies on sustainability in agriculture, especially in Latin America, forget that farmers can contribute knowledge and experience, which has generated a low rate of adoption of agroecological practices and consumption of chemical fertilizers that erode arable soils. Citizen Science, understood as a model of social participation defined by citizens and scientists who collaborate with each other, is proposed as a factor that allows farmers to become actors by sharing the knowledge acquired from tradition and practice, and linking it to the existing one. Based on theoretical proposals on the role of Citizen Science in governance and the report of the European Commission, a theoretical explanation is offered and in the conclusions the proposed operating mechanism in public policies for sustainable agriculture.

Keywords: Citizen science, Policies, Sustainable agriculture, Governance.

Recepción: 22 Julio 2023 | Aceptación: 22 Noviembre 2023 | Publicación: 01 Abril 2024

Cita sugerida: Mateos-Espejel, L. y Estrada Rodríguez, J. L. (2024). Contribución de la ciencia ciudadana a las políticas públicas sobre agricultura sustentable. *Mundo Agrario*, 25(58), e240. <https://doi.org/10.24215/15155994e240>



Introducción

Los daños al medio ambiente son inminentes, y la agricultura no ha quedado exenta, pues la erosión y degradación de los suelos a nivel mundial son parte de las consecuencias. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2019) ha estimado que para el año 2050 se habrán perdido, aproximadamente, 150 millones de producción de cultivos, lo que es equivalente a 4,5 millones de hectáreas por año; o más explícitamente, a la pérdida de un campo de fútbol cada cinco segundos.

Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2020) ha remarcado la trascendencia de adoptar nuevas tecnologías en la agricultura para contrarrestar la marginación y pobreza extrema que existe en el 11 % de la población, la cual basa su sustento en la agricultura. De esta forma, conseguir una agricultura sustentable, con esquemas productivos y resilientes al cambio climático es un trabajo esencial para alcanzar los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Esta conclusión ha surgido de los Estados, la sociedad y la comunidad científica (FAO, 2021).

De hecho, en el año 2020 países de Latinoamérica y el Caribe estuvieron reunidos en la Conferencia Regional de la FAO para configurar una agenda que permitiera que la región pueda avanzar hacia la agricultura sostenible y resiliente al cambio climático, para así generar prosperidad en las sociedades rurales y conformar un sistema alimentario que brinde acceso a comida saludable. Y para lograr esto, los asistentes concluyeron que es necesario fortalecer la colaboración entre la sociedad civil, la ciencia, los parlamentos y el sector privado (ONU, 2020).

Anteriormente, el Banco Mundial (2019) ya había señalado la necesidad de generar políticas públicas enfocadas en la innovación de los sistemas agroalimentarios a través de acciones que motiven el crecimiento de infraestructura y de las capacidades de los agricultores, destaquen el cuidado ambiental y desconcentren cadenas de suministro y mercados.

No obstante, en América Latina hay una serie de limitantes que han complicado las acciones antes mencionadas. Le Coq, Grisa, Guéneau y Niederle (2021) indican que existen dos limitaciones principales. La primera deriva de la diversidad de dinámicas agrarias, la competencia de modelos de desarrollo agrícola disímiles y la desigualdad histórica de los recursos naturales y de la apropiación de la tierra. La segunda tiene su origen en la carencia de coordinación para generar políticas públicas integradas entre los niveles de gobierno y los actores. Para lograr destrabar estas limitantes, los autores indican que es indispensable conformar el desarrollo de un diálogo e integración entre distintos movimientos, como es el caso de los sociales rurales, organizaciones de la sociedad civil, ambientalistas y consumidores.

De cara a esta apremiante necesidad de integración, es preciso configurar nuevas alternativas, como es la Ciencia Ciudadana, que es un modelo de participación social que permite que ciudadanos sin preparación formal colaboren en los procesos de investigación científica a través de roles estratégicos, técnicos y operativos (Mesía-Montenegro, 2021). Si bien este proceso ha sido practicado con éxito en la Unión Europea, en Latinoamérica su práctica aún es incipiente. De esta forma, es necesario preguntarse: ¿de qué manera la Ciencia Ciudadana puede actuar en los países de la región como un mecanismo de operación de política pública que promueva la incorporación y adopción de tecnologías sustentables en la agricultura, a la vez que fortalecer esquemas productivos y resilientes ante el cambio climático?

Para responder este interrogante, el artículo se divide en tres apartados: el primero establece el proceso metodológico que define la serie de pasos y casos a considerar; el segundo establece un marco contextual para las políticas públicas sobre agricultura sustentable, y en el tercero se desarrolla una revisión teórica sobre la Ciencia Ciudadana como modelo de participación social en el que científicos y ciudadanos colaboran en conjunto para generar nuevo conocimiento. Una vía de esta colaboración es la gobernanza sociotécnica, que se ejerce mediante el uso de la tecnología y sin la intervención de los representantes políticos (Göbel, Nold, Berditchevskaia y Haklay, 2019). En el apartado final se discute la Ciencia Ciudadana desde la perspectiva de

la gobernanza sociotécnica como mecanismo de operación de políticas públicas que motiva la práctica de la agricultura sustentable en América Latina.

Consideraciones metodológicas

La metodología seleccionada consiste en una revisión de la bibliografía narrativa que se fundamenta en los métodos de interpretación y exposición para generar conocimiento teórico (Estrada, Mendieta y González, 2016). El principal objetivo es demostrar que la Ciencia Ciudadana, desde la perspectiva sociotécnica, puede actuar como un mecanismo de operación dentro de las políticas públicas sobre agricultura sustentable, debido a la oportunidad que brinda a ciudadanos y científicos de trabajar en conjunto. El enfoque en la región latinoamericana se hace necesario a causa de la escasez de programas y plataformas que garanticen la convivencia entre el conocimiento local, generado por los agricultores y el científico (Amaro-Rosales y de Gortari-Rabiela, 2016). En este sentido, se clarifica el concepto de agricultura sustentable y la polémica que existe en torno a él. Se retoman casos de éxito orientados a la aplicación de leyes y políticas públicas en el desarrollo de la agricultura sustentable de América Latina a partir del reporte Políticas Públicas y Sistemas Alimentarios en América Latina (Sabourin, Patrouilleau, Le Coq, Vásquez y Nierderle, 2017), así como de los trabajos de Caldas y Anjos (2017) y Leitão, Silva y Del Grossi (2020). Con este marco, se define el concepto de Ciencia Ciudadana desde la perspectiva sociotécnica, para posteriormente discutir su inclusión en la operación de políticas públicas para la agricultura sustentable.

Políticas públicas sobre agricultura sustentable en América Latina

Los conceptos de sustentabilidad y desarrollo sustentable fueron enmarcados dentro de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en 1992 (Organización de las Naciones Unidas, s. f.). El objetivo fue reconciliar la necesidad de un desarrollo económico dirigido a disminuir la pobreza, pero con la oportunidad de limitar los impactos al ambiente a causa del crecimiento económico. Bajo este fundamento, la agricultura sustentable se basó en tres pilares principales: ambiente saludable, prosperidad económica y equidad socioeconómica. Aunque en principio la declaración de Río fue innovadora, después de tres décadas resultó insuficiente para dirigir la transformación de los sistemas de producción y consumo global (Mourad, 2020).

Por esta razón, las políticas públicas orientadas a la agricultura sustentable desde la visión de autoridades gubernamentales, especialistas, técnicos y académicos relacionados con el tema agrícola en Latinoamérica se definen como directrices que surgen de forma conjunta entre las instituciones y la sociedad civil, bajo la guía de los ministerios de agricultura, desarrollo rural, ambiente y desarrollo sostenible. Cada una de estas entidades marca los reglamentos y principios para aplicar y ejecutar la sostenibilidad en el desarrollo rural. Asimismo, estas directrices contemplan elementos sociales, económicos, productivos y ambientales para el sector ambiental y agropecuario, con el objetivo de vincular a estos dos sectores que promueven el desarrollo sostenible en un Estado (FAO, 2015).

De esta forma, una política de agricultura sustentable para los expertos y operadores institucionales latinoamericanos (FAO, 2015) debería contemplar 16 principios esenciales: uso eficiente de recursos naturales mediante una metodología sostenible; seguridad y soberanía alimentaria; perspectiva territorial y de ordenamiento; equidad social; participación ciudadana; gobernabilidad y gobernanza; respeto y conservación de la agrobiodiversidad; comprensión y valoración de tradiciones y saberes ancestrales; discernimiento de la ecología de paisaje; respeto a la vida; ambiente sano; productividad y competitividad; consistencia institucional; responsabilidad social en la integración de la cadena agricultor-consumidor final; oportunidades de acceso para una alimentación saludable como un derecho humano; difusión de valores en torno a la ecología y cultura; protección de biodiversidad y funcionalidad ecosistémica.

Los retos a enfrentar para cumplir con estos principios se concentran en una serie de debilidades (FAO, 2015), entre las que se destacan la desarticulación entre entidades del mismo Estado, la falta de procesos de formación dentro de los programas nacionales y políticas agroalimentarias, la debilitación institucional, la carencia de acceso libre a la información, la escasez de incentivos financieros por servicios ambientales, la insuficiencia técnica, la falta de fortalecimiento en la información climática para la agricultura y los instrumentos de planificación, y la voluntad política.

La agricultura sustentable ha sido objeto de polémica debido a que su dimensión social ha sido una preocupación de los países desarrollados y los derechos humanos, lo que ha provocado que la dimensión ambiental, dentro del discurso oficial de la agricultura sustentable, sea vagamente explicada. Por ejemplo, la dimensión ecológica o la protección ambiental no se muestran de manera concreta en los discursos sobre agricultura sustentable, lo que sugiere que estas dimensiones, en realidad, no se contemplan como áreas de enfoque para organizaciones como la ONU (Janker, Mann y Rist, 2018).

Por esta razón, es importante abordar los esfuerzos de los países latinoamericanos para incorporar la dimensión ecológica en el concepto de agricultura sustentable. Altieri (2018) y Moore (2015) sostienen que, desde el punto de vista científico, es necesario considerar los métodos agroecológicos en el discurso de la agricultura sustentable. Específicamente, porque la agroecología hace referencia a cuestiones relacionadas con los movimientos sociales sobre el manejo ecológico de los recursos naturales, considerando una dimensión tecnológica sin uso de químicos, con un manejo sustentable de los recursos naturales, una relación armoniosa con la naturaleza, además de la incorporación de una dimensión política y social, cuya base es la producción familiar (Leitão, Silva y Del Grossi, 2020).

Caldas y Anjos (2017) especifican que, a diferencia de naciones como España o Italia, donde se emplea el término *agricultura ecológica* o *biológica*, en países como Brasil el concepto agroecológico es el utilizado para hacer referencia a los procesos vinculados a una dinámica de agricultura familiar fundamentada en el uso de orgánicos para una producción menos intensa. Es decir, una estrategia que agricultores, productos familiares y testigos de la reforma agraria llevan a cabo como estrategia de reproducción social, pero que al mismo tiempo también puede guiarse por una lógica empresarial centrada en la generación de utilidades, con procesos productivos que involucran mano de obra asalariada y enfocada en un modelo de uso de insumos biológicos en lugar de químicos.

Por esta razón, no es de extrañar que en Latinoamérica se generen informes como “Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe” (Sabourin, Patrouilleau, Le Coq, Vásquez y Nierderle, 2017) para documentar la implementación de políticas públicas enfocadas en la agroecología. Casos como el de México, Chile y Costa Rica se destacan por ser de los primeros en configurar políticas a favor de la agroecología como una “categoría técnica de apoyo al reconocimiento y la promoción de servicios ambientales o ecosistémicos producidos por la agricultura” (p. 354).

En México (Pulido y Chapela, 2017), la promulgación de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS), de 2001, brindó una perspectiva integral del desarrollo, en el que la producción agropecuaria tradicionalmente estaba limitada, además de integrar una visión ambiental. Recientemente (FAO, 2021), la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y el Fideicomiso de Riesgo compartido (FIRCO) orquestaron un Plan de fomento de Tecnologías Eficiente y bajas en emisiones. Los resultados indican que más de mil agronegocios constituyeron 2238 proyectos de inversión en tecnologías.

En cuanto a Chile (Martínez, Namdar-Iraní y Saa, 2017), los gobiernos han ejecutado políticas públicas desde un enfoque de diversidad sectorial junto con la incorporación de temáticas del patrimonio cultural y territorial de las comunidades rurales, a la par de la promoción de la agroecología. Igualmente, la incorporación de propuestas de la sociedad civil hizo posible el cambio de Ley de Agricultura Orgánica en 2015, que permitió que los agricultores orgánicos con sistemas de certificación pudieran comercializar productos orgánicos en una diversidad de puntos de venta.

En el caso de Costa Rica, entre los principales instrumentos de política pública que han buscado fomentar la agricultura sustentable (Sáenz-Segura, Le Coq y Bonin, 2017) se encuentra la Ley de Manejo de Conservación de Suelos, el Reglamento de Uso y Control de Plaguicidas, la Valoración de Servicios Ecosistémicos y Agricultura Familiar, las Acciones de Mitigación nacionalmente adecuadas. Asimismo, se destacan dos instrumentos de política pública: el Reconocimiento de Beneficios Ambientales (RBA) y el Reconocimiento de Beneficios Ambientales a la agricultura orgánica (RBAO), que se caracterizan por fomentar la generación de conocimiento entre los propios implementadores. Esto quiere decir que los productores que cumplen con los requerimientos o lleven a cabo los estándares que exigen las normativas nacionales para productos orgánicos reciben una compensación monetaria por cambios y tecnología adoptada, así como un reconocimiento agropecuario que genera una diferenciación ante sus competidores.

Este mismo proceso se observa en Uruguay (FAO, 2021) mediante la iniciativa de gestión ambientalmente adecuada, cuyo objetivo es desarrollar alternativas a los plaguicidas en aspectos ambientales, económicos y técnicos. Para lograr este propósito, se contó con la participación de agricultores jóvenes y actores académicos y gubernamentales que facilitaron la adopción de tecnología local. Los resultados indican que el uso de herbicidas se redujo en un 70 % a lo largo de un ciclo de producción, sin afectar el rendimiento.

Costa Rica y Uruguay sobresalen por ser países que involucran un proceso de autogestión del conocimiento a partir de la adopción de innovaciones por parte de los agricultores, lo cual marca un antecedente para la incorporación de la Ciencia Ciudadana como mecanismo de operación de políticas públicas orientadas a generar esquemas agroalimentarios sustentables, productivos y resilientes ante el cambio climático.

Ciencia Ciudadana: oportunidades y retos para la agricultura sustentable

La Ciencia Ciudadana es un modelo de participación social que incorpora a la ciudadanía no experta de manera voluntaria en el proceso de investigación científica (Vohland et al, 2021). Su definición conceptual enfrenta dos retos esenciales: que se emplea de manera instrumental para alcanzar objetivos de carácter científico y que puede ejecutarse gracias al compromiso de los ciudadanos en cada una de las etapas que conlleva generar conocimiento científico (van de Gevel, van Ettern y Deteding, 2020; Haklay et al, 2021)

Y es que la Ciencia ciudadana requiere de una comprensión abierta y extensa de las principales prácticas de investigación y de actividades participativas que tienen lugar cuando se involucra a personas sin preparación formal para que colaboren en la generación de conocimiento mediante roles estratégicos, técnicos y operativos dentro de un proceso riguroso de investigación, desarrollada por científicos (Mesía-Montenegro, 2021).

Spasiano, Grimaldi, Braccini y Narcí (2021) indican que la bibliografía contempla tres dimensiones de Ciencia ciudadana: contribución (Bonney et al, 2009), colaboración (Buytaert et al, 2014) y co-creación (Newman, Graham, Crall y Laituri, 2011). En el primer caso, la contribución se refiere a proyectos diseñados por científicos, mientras que los ciudadanos actúan como voluntarios que apoyan en la recolección de datos. En el segundo caso, la colaboración se caracteriza porque los científicos definen los objetivos de investigación, en tanto los ciudadanos contribuyen a la redefinición del diseño de investigación, la recolección y análisis de datos, y la divulgación de resultados. En el caso de la co-creación, los científicos y ciudadanos colaboran en conjunto para diseñar y conceptualizar cada una de las etapas del proceso de investigación (desde la pregunta de investigación hasta la divulgación de resultados).

Las tres dimensiones antes descritas son muestra de que la Ciencia Ciudadana es un mecanismo que permite llevar a cabo la responsabilidad social y la democratización de la ciencia, la cual tiene como fin último servir a y contribuir con la sociedad (Irwin, 1995), sin dejar a un lado, la participación voluntaria y organizada de la ciudadanía.

Por esta razón, la Ciencia Ciudadana ha sido considerada en la bibliografía como un tipo de gobernanza que involucra a diversos actores (ciudadanía, científicos, creadores de tecnología) y a organizaciones influyentes (centros de investigación o universidades) (Börzel y Risse, 2010). De ahí que este constructo se haya

convertido cada vez más en un punto focal para la política pública, sobre todo porque provee datos para la toma de decisiones, brinda mayor acceso a la ciencia e involucra a la ciudadanía dentro de las estructuras de los gobiernos locales, lo cual abre la oportunidad para institucionalizarla y visualizarla como una nueva manera de fomentar la participación pública (Ferrari et al, 2021).

Desde la perspectiva de Göbel, Nold, Berditchevskaia y Haklay (2019), la institucionalización de la Ciencia Ciudadana puede relacionarse con el concepto de gobernanza sociotécnica; es decir, una gobernanza directa por medio de actores que no están involucrados en la política y que se ejerce mediante el uso de la tecnología, como es el caso de los agricultores, los científicos, las universidades o centros de investigación.

Marres (2012) especifica que la gobernanza sociotécnica se configura a través de la creación y construcción de materiales, prototipos, protocolos y procedimientos que la ciudadanía realiza por sí misma sin tener que someterlos a discursos y canales políticos. El resultado de este enfoque es la creación de dispositivos tecnológicos y la implementación de cambios realizados directamente por ciudadanos que se ven afectados por problemáticas de índole local.

Göbel, Nold, Berditchevskaia y Haklay (2019), junto con Spasiano, Grimaldi, Braccini y Narci (2021), refieren que la integración de la Ciencia ciudadana como gobernanza sociotécnica aún resulta un tema inexplorado en la bibliografía. No obstante, existen ejemplos de su ejecución. Uno de ellos se encuentra en el informe “Compromiso Ciudadano con la ciencia y políticas públicas”, desarrollado por la Unión Europea (2016) mediante el proyecto DITOs, que logró involucrar a más de 1,5 millones de personas a través de eventos que motivaron la participación de la ciudadanía en actividades organizadas por instituciones académicas, así como en el diseño y coordinación de investigaciones que abordaron problemáticas que la afectaban directamente.

Este ejemplo habla de lo que Spasiano, Grimaldi, Braccini y Narci (2021) refieren como comunidad activa en la Ciencia Ciudadana, la cual se caracteriza por ser un sistema congruente y uniforme, en el cual los objetivos de investigación se alinean con las necesidades personales y colectivas. Por un lado, la investigación debe responder a las necesidades colectivas para encontrar soluciones a problemas colectivos; y por otro, la participación de los ciudadanos debe favorecerse por el fácil acceso a la información y la asignación de tareas fáciles e intuitivas.

En la agricultura, la Ciencia Ciudadana reporta un porcentaje muy bajo de artículos de investigación (Ryan et al, 2018), puesto que es una práctica que aún está en crecimiento, incluso en los países desarrollados (van de Gevel, van Ettern y Deteding, 2020). No obstante, van Etten, de Sousa, Aguilar y Steinke (2021), a la par de Hughes y Salathé (2015), reportan proyectos sobre la evaluación del rendimiento de cultivos y foros digitales en los que los agricultores pueden preguntar a científicos sobre el crecimiento de las plantas.

En este sentido, los proyectos que entrelazan a la ciencia ciudadana con la agricultura sustentable han dependido, en su mayoría, de la voluntad de los agricultores para brindar su tiempo, esfuerzo y adquisición de habilidades para llevarlos a cabo (Beza et al, 2017). De hecho, la bibliografía sugiere (Mourad et al, 2020) que la fertilización de los suelos, el control de plagas, el uso de suelos, irrigación y siembra, representan las temáticas con mayor involucramiento entre científicos y ciudadanos, como puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1
Proyectos de ciencia ciudadana en la agricultura sustentable

Temática	Proyecto	País	Descripción
Fertilización de suelos	PROSOIL	Reino Unido	67 agricultores cultivaron especies de narcisos para reportar la efectividad de aplicación de un fertilizante hecho con base en hidrógeno
Control de Plagas	EuroBlight	Unión Europea	Agricultores de países nórdicos emplearon la aplicación BlightTracker para detectar la aparición temprana de plagas y así reducir el uso de fungicidas químicos
Uso de suelos	GLOBE Observer	Estados Unidos	Ciudadanos utilizaron sus teléfonos inteligentes para fotografiar los suelos, lo cual se comparó con los datos satelitales de la NASA para detectar cambios en la composición de los suelos. Esto se hizo con el objetivo de generar políticas para reducir la erosión de los suelos causados por la urbanización.
Irrigación y siembra	AgriDS	India	Sistema de información agrícola que brindó a los agricultores conocimiento y experiencia para cultivar productos que demandaba el mercado local

Nota: Elaborado con información de Crotty, McCalman, Powell, Buckingham y Marley (2019), Hansen, Lassen, Bach, Jørgensen y Abuley (2019), PHOTONICS (2018), Reddy y Ankaiah (2005).

En países de Latinoamérica como la Argentina, la Ciencia Ciudadana se ha utilizado para identificar la distribución y avance de una maleza invasora denominada “Lirio amarillo”, por medio del envío de fotografías y geolocalización de la planta por WhatsApp y su geolocalización. Entidades como el Centro de Ecología Aplicada del Litoral (UNEE-CONICET) reportaron que la Ciencia Ciudadana brindó una gran cantidad de datos, mayor y más diversificada que otras fuentes de información (INVESTIGACIÓN UNNE, 2023).

Sin embargo, la Ciencia Ciudadana no es un mecanismo incuestionable; por el contrario, uno de sus principales retos es el factor motivacional, que comprende la confianza, la existencia de objetivos en común, reconocimiento, tiempo y uso de tecnología (Rotman, 2012). De igual forma, la exigencia por trabajar en comunidades comprometidas con proyectos de largo plazo y voluntarios con entrenamiento son otras limitaciones que autores como Roy, Baxter, Saunders y Pocock (2016), y Dickinson, Zuckerberg y Bonter (2010), han detectado durante la implementación de proyectos ejecutados en países en desarrollo.

A pesar de estas limitaciones, las oportunidades son latentes. Ryan (2018) y Couvet (2008) indican que por medio de la Ciencia Ciudadana los ciudadanos pueden diseminar la información que obtienen, por lo que pueden producir un efecto multiplicador, ya que pueden convertirse en comunicadores de la ciencia. Por esta razón, una de las principales lecciones (Minkler, 2010) reside en seleccionar a las personas adecuadas para que

sean capaces de participar en debates de políticas públicas y conducir a sus reformas. En este sentido, la Ciencia Ciudadana puede actuar como mecanismo de operación en algunas etapas de políticas públicas.

Ciencia Ciudadana: un mecanismo de operación en las políticas públicas de agricultura sustentable en América Latina

Como se ha abordado anteriormente, la escasez de plataformas para la convivencia del conocimiento local con el científico resulta una de las problemáticas que enfrenta la agricultura en América Latina. La vinculación entre los creadores de tecnología y los agricultores es un eslabón que, generalmente, sigue perdido, lo cual dificulta la adopción y adaptación en la agricultura de tecnologías desarrolladas por los científicos y la incorporación del conocimiento de prácticas agroecológicas desarrolladas por los propios agricultores.

De esta forma, se propone la Ciencia Ciudadana desde la perspectiva sociotécnica como un mecanismo de operación en las políticas públicas de agricultura sustentable. A diferencia de otros mecanismos, como el extensionismo, que facilita la transición de conocimientos o técnicas por parte de una organización a otra. La Ciencia Ciudadana promueve la co-creación al involucrar a los ciudadanos en el proceso de investigación científica, lo cual significa que el ciudadano tiene la oportunidad de colaborar con el científico en la resolución de problemáticas únicas y propias, además de incorporar su propio conocimiento para no sólo recibir o adoptar la tecnología, sino también adaptarla.

Por esta razón, la Ciencia Ciudadana, en la fase de diagnóstico de una política pública, puede contribuir a la identificación de causas que generan las problemáticas y permite la colaboración para encontrar alternativas de solución. En cuanto a la intervención gubernamental, resulta necesaria para conjuntar a los miembros de la comunidad, apoyar en la aparición de factores motivacionales que limiten el ejercicio de la ciencia ciudadana y permitir el acceso de los científicos.

En este punto, mediante la selección de ciudadanos que sean considerados agentes de cambio (Rogers, 2003) o líderes de opinión (Lazarsfeld, Berelson y Gaudet, 2021) se puede reunir a miembros de comunidades que ejerzan la agricultura campesina; es decir, comunidades cuyo principal motor económico sea la agricultura y que no estén incrustadas en cadenas productivas globales, para realizar un registro del nivel de erosión de suelos, disponibilidad de agua, tipos de plagas y fertilizantes químicos empleados. En colaboración con científicos de las áreas de biotecnología o ingenieros agrónomos, es posible realizar una recolección y análisis de datos.

Posteriormente, con base en la tecnología desarrollada por los científicos se puede ejecutar un plan de acción para capacitar a la ciudadanía en el uso de tecnologías como los biofertilizantes y herbicidas, los cuales requieren de conocimientos técnicos y de formas de uso. En la etapa de ejecución, la gobernanza sociotécnica es importante para que la ciudadanía, con apoyo de los científicos, desarrolle sus propios artefactos, y así puedan aprovechar los recursos que tiene a su alcance y la tecnología generada por los científicos.

Finalmente, en la fase de evaluación, los ciudadanos pueden involucrarse en la medición del impacto del uso de artefactos y tecnología sustentable a través de la toma de fotografías de los suelos, realizar mediciones del crecimiento de los cultivos y rendimiento del agua, así como compartir sus experiencias, lo cual puede sistematizarse mediante metodología y análisis de datos cualitativo. Estos datos permiten a los científicos probar las tecnologías desarrolladas en los laboratorios y a la comunidad beneficiarse del conocimiento científico para la solución de problemas locales.

Conclusiones

La agricultura sustentable a nivel global es una necesidad que requiere de la participación de distintos actores para su logro y ejecución. La Ciencia Ciudadana, al ser un mecanismo de colaboración y cooperación entre los miembros de distintos sectores (científicos, agricultores, centros de investigación, universidades), se concibe

como una vía para mitigar problemáticas que actualmente vive el sector de la agricultura y que ponen en riesgo la seguridad alimentaria del mundo. De esta forma, las políticas públicas de agricultura sustentable pueden apoyarse en la colaboración entre científicos y ciudadanía para generar diagnósticos certeros, sobre todo desde el ámbito local, ya que cada comunidad posee una cultura, formas de interacción, costumbres y cosmovisiones diferentes, aun cuando se ubiquen en una misma nación.

Al involucrar a la ciudadanía en el desarrollo de la investigación científica, por ser partícipe en la recolección de datos y brindar información de su propia localidad, permite que la tecnología empleada para la solución de problemáticas locales no sea impuesta, sino resultado de un proceso de diálogo para generar soluciones que sean acordes a las situaciones específicas de cada comunidad.

Como se abordó anteriormente, hay limitantes a resolver; sin embargo, desde la visión de los científicos y la gubernamental, la Ciencia Ciudadana hace referencia al modelo de la Tetrahélice que propone la vinculación universidad, empresa, gobierno y sociedad (Giraldo y Valencia, 2022; Saltos, Odriozola y Ortiz, 2018); o recientemente, la PENTAhélice, modelo propuesto por el Consejo Nacional de Ciencia, Humanidades y Tecnología (CONAHCYT) (s. f.) en México, que busca la intersección de la academia, la sociedad, el gobierno, la empresa y la sustentabilidad.

Lo anterior hace referencia a las principales vertientes en comunicación de la ciencia a nivel global: colaboración, participación e inclusión (*Public Communication of Science and Technology*, 2023). De esta forma, se propone que la Ciencia Ciudadana sea un mecanismo de política pública para la agricultura sustentable que: 1) incorpore a científicos y ciudadanía en la realización de diagnósticos de las problemáticas; 2) concentre al sector gubernamental como una entidad vinculante de estos actores y proporcione el acceso a las comunidades, así como beneficios a los agricultores que se incorporen a proyectos de Ciencia Ciudadana a través de capacitaciones brindadas por los científicos participantes y material para la construcción de artefactos; 3) involucre a científicos y ciudadanía en la evaluación del impacto de los proyectos de ciencia ciudadana; y 4) genere la comunicación de los resultados con apoyo de la academia en equipos multidisciplinarios.

Referencias

- Amaro-Rosales, M. y de Gortari- Rabiela, R. (2016). Innovación inclusiva en el sector agrícola mexicano: los productores de café en Veracruz. *ECONOMÍA INFORMA*, 400(1), 87-104. Recuperado de <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=S0185084916300342&cr=114>
- Comisión Europea (22 abril de 2016). *Doing It Together science (DITOs)*. CORDIS. Recuperado de <https://cordis.europa.eu/project/id/709443>
- Beza, E., Steinke, J., van Etten, J., Reidsma, P., Fadda, C., Mittra, S., Mathur, P. y Kooistra, L. (2017). What are the prospects for citizen science in agriculture? Evidence from three continents on motivation and mobile telephone use of resource-poor farmers. *PLoS ONE*, 15(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175700>
- Banco Mundial (16 de septiembre de 2019). *La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo, según un informe del Banco Mundial*. (Comunicado de prensa). Recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>
- Bonney, R., Cooper, C., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. y Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Börzel, T. y Risse, T. (2010). Governance without a state. Can it work? *Regulation and Governance*, 4(2), 113-134. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5991.2010.01076.x>
- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, A., Hannah, D., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T., Tilahun, S., Van Hecken, G. y Zhumanova, M. (2014). Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, 2(1). <https://doi.org/10.3389/feart.2014.00026>
- Caldas, N. y Anjos, F. (2017). Agricultura familiar e inovação social: o caso da Rede Ecovida de Agroecologia no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 12(13), 167-175. Recuperado de <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/50041/38037>
- CONAHCYT (s. f.). *El Modelo Mexicano de la Innovación: La PENTAhélice y la Innovación Abierta*. Recuperado de <https://conahcyt.mx/conahcyt/areas-del-conahcyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion/>
- Crotty, F., McCalman, H., Powell, H., Buckingham, S. y Marley, C. (2019). Should farmers apply fertilizer according to when their daffodils are in flower? Utilizing a “farmer- science” approach to understanding the impact of soil temperature on spring N fertilizer application in Wales. *Soil Use Management*, 35(1), 169-176. <https://doi.org/10.1111/sum.12503>
- Couvet, D., Jiguet, F., Julliard, R., Levrel, H. y Teysedre, A. (2008). Enhancing citizen contributions to biodiversity science and public policy. *Interdisciplinary science reviews*, 33(1), 95-103. <https://doi.org/10.1179/030801808X260031>
- Dickinson, J., Zuckerberg, B. y Bonter, D. (2010). Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 41(1), 149-172. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>

- Estrada, J., Mendieta, A. y González, B. (2016). Perspectiva de género en México: Análisis de los obstáculos y limitaciones. *Opción*, 32(13), 13-36. Recuperado de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/21587>
- FAO (2021). *Hacia una agricultura sostenible y resiliente en América Latina y El Caribe*. Recuperado de <https://www.fao.org/americas/prioridades/agricultura-sostenible-y-resiliente/panorama-2021/es/>
- FAO (2019). *Detengamos la erosión del suelo para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro*. Recuperado de <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1193735/>
- FAO (2015). *TALLER NACIONAL DE FORMULACIÓN DE DIRECTRICES VOLUNTARIAS DE LA FAO PARA POLÍTICAS AGROAMBIENTALES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*. Recuperado de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/231e25ef-cad5-40b5-ba74-f7e181088813/content>
- Ferrari, C., Jönsson, M., Gebreyohannis, S., Chiwona-Karltun, L., Mark-Herbert, C., Manuschevich, D., Powell, N., Do, T., Bishop, K. y Hilding-Rydevik, T. (2021). Citizen Science as Democratic Innovation That Renews Environmental Monitoring and Assessment for the Sustainable Development Goals in Rural Areas. *Sustainability*, 13(5), 1-9. <https://doi.org/10.3390/su13052762>
- Giraldo, G. y Valencia, L. (2022). The Triple Helix and its Intervention in the Research and Development of Products for International Security and Defense. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, 17(1), 31-46. <https://doi.org/10.18359/ries.5600>
- Göbel, C., Nold, C., Berditchevskaia, A. y Haklay, M. (2019). How Does Citizen Science “Do” Governance? Reflections from the DITOs Project. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), 31. <http://doi.org/10.5334/cstp.204>
- Haklay, M., Dörler, D., Heigl, F., Manzoni, M., Hecker, S. y Vohland, K. (2021). What is Citizen Science? The Challenges of Definition. En K. Vohland., A. Land-Zanstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson y K. Wagenknecht (Eds.). *The Science of Citizen Science* (pp. 13-33). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_18
- Hansen, J., Lassen, P., Bach, E., Jørgensen, M. y Abuley, I. (2019). *Getting Started with the Blight Tracker App*. Aarhus University.
- Hughes, D. y Salathé, M. (2015). *An open Access repository of images on plant health to enable the development of mobile disease diagnostics*. airXiv. Recuperado de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1511/1511.08060.pdf>
- INVESTIGACIÓN UNNE (21 de abril de 2023). *Destacan aporte de “ciencia ciudadana” para identificar el avance de una maleza invasora en Argentina*. UNNE medios. <https://medios.unne.edu.ar/2023/04/21/destacan-aporte-de-ciencia-ciudadana-para-identificar-el-avance-de-una-maleza-invasora-en-argentina/>
- Irwin, A. (1995). *Citizen Science: A Study of Expertise and Sustainable Development*. Routledge.
- Janker, J., Stefan, M. y Rist, S. (2018). What is Sustainable Agriculture? Critical Analysis of the International Political Discourse. *Sustainability*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/su10124707>
- Lazarsfeld, P., Berelson, B. y Gaudet, H. (2021). *The People’s Choice. How the Voter Makes Up His Mind in a Presidential Campaign, Legacy Edition*. Columbia University Press. Recuperado de <http://cup.columbia.edu/book/the-peoples-choice/9780231197953>
- Le Coq, J., Grisa, C., Guéneau, S. y Niederle, P. (2021). *Políticas Públicas y Sistemas Alimentarios en América Latina. Red Políticas Públicas y Desarrollo Rural en América Latina*. Recuperado de https://agritrop.cirad.fr/599091/2/Miolo_PoliticAlimentares_ProvaFinal1.pdf
- Leitão, F., Silva, W. y Del Grossi, M. (2020). Mercados institucionais: comercialização e aferição de produtos orgânicos. *Estudios Sociedade e Agricultura*, 27(3), 590-616. <https://doi.org/10.36920/esa-v27n3-7>

- Marres, N. (2012). *Material Participation: Technology, the Environment and Everyday Publics*. Londres: Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9781137029669>
- Martínez, H., Namdar-Irani, M. y Saa, C. (2017). Las Políticas de Fomento a la Agroecología en Chile. En E. Sauborin, M. Patruilleau, J. Le Coq, L. Vásquez y P. Nierderle (Orgs.). *Políticas Públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe* (pp. 263-310). Red PP-AL y FAO. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/e_sabourin_et_al_2017_politicas_publicas_a_favor_de_la_agroecologia_en_alyec.pdf
- Mesía-Montenegro, C. (2021). Innovación social y ciencia ciudadana en la gestión del patrimonio en un escenario post COVID-19. *Revista de Ciencias Sociales*, 2(27), 13-16. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28066593017>
- Minkler, M. (2010). Linking science and policy through community-based participatory research to study and address health disparities. *American Journal of Public Health*, 100(S1), 81-87. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2009.165720>
- Mourad, K., Hosseini, S. y Avery, H. (2020). The Role of Citizen Science in Sustainable Agriculture. *Sustainability*, 12(24). <https://doi.org/10.3390/su122410375>
- Newman, G., Graham, J., Crall, A. y Laituri, M. (2011). The art and science of multi-scale citizen science support. *Ecological Informatics*, 6(3-4), 217-227. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2011.03.002>
- ONU (21 de octubre de 2020). *América Latina y El Caribe debe avanzar hacia sistemas agroalimentarios saludables, sostenibles y resilientes*. Noticias ONU. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2020/10/1482732>
- PHOTONICS (19 de octubre de 2018). *NASA Begins Citizen Science Program to Monitor Land Cover*. Recuperado de https://www.photonics.com/Articles/NASA_Begins_Citizen_Science_Program_to_Monitor/a64035
- Pulido, J. y Chapela, G. (2017). Agroecología en México de políticas públicas. En E. Sauborin, M. Patruilleau, J. Le Coq, L. Vásquez y P. Nierderle (Orgs.). *Políticas Públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe* (pp. 263- 310). Red PP-AL y FAO. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/e_sabourin_et_al_2017_politicas_publicas_a_favor_de_la_agroecologia_en_alyec.pdf
- Reddy, P. y Ankaiah, R. (2005). Framework of Information Technology-based Agriculture Information Dissemination System to Improve Crop Productivity. *Current Science Association*, 88(12), 1905-1913. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/24110616>
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations*. 5ª edición. Free Press.
- Rotman, D., Preece, J., Hammock, J., Procita, K., Hansen, D., Parr, C., Lewis, D. y Jacobs, D. (2012). Dynamic changes in motivation in collaborative citizen-science projects. En S. Poltrock y C. Simone (Presidencia). *CSCW '12: Computer Supported Cooperative Work*. Congreso en Seattle, EE. UU.m 11 a 15 de febrero. <https://doi.org/10.1145/2145204.2145238>
- Roy, H., Baxter, E., Saunders, A. y Pocock, M. (2016). Correction: Focal Plant Observations as a Standardized Method for Pollinator Monitoring: Opportunities and Limitations for Mass Participation Citizen Science. *PLoS ONE*, 11(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155571>
- Ryan, S., Adamson, N., Aktipis, A., Andersen, L., Austin, R., Barnes, L., Beasley, M., Bedell, K., Briggs, S., Chapman, B., Cooper, C., Corn, J., Creamer, N., Delborne, J., Domenica, P., Driscoll, E., Goodwin, J., Hjarling, A., Hulbert, J., Isard, S., Just, M., Gupta, K., López-Uribe, M., Sullivan, J., Landis, E., Madden, A., McKenney, E., Nichols, L., Reading, B., Rusell, S., Sengupta, N., Shapiro, L., Shell, L., Sheard, J., Shoemaker, D., Sorger, D., Starling, C., Thakur, S., Vatsavai, R., Weinstein, M., Winfrey, P. y Dunn, R.

- (2018). The role of citizen science in addressing grand challenges in food and agriculture research. *Proceedings of the Royal Biological Sciences*, 285(1891). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1977>
- Sabourin, E., Patrouilleau, M., Le Coq, J., Vásquez, L y Nierderle, P. (Orgs.) (2017). *Políticas Públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe*. Red PP-AL y FAO. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/e._sabourin_et_al_2017_politicas_publicas_a_favor_de_la_agroecologia_en_alyec.pdf
- Sáenz-Segura, F., Le Coq, J. y Bonin, M. (2017). Políticas de apoyo a la agroecología en Costa Rica. En E. Sabourin, M. Patrouilleau, J. Le Coq, L. Vásquez y P. Nierderle (Orgs.). *Políticas Públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe* (pp. 157-188). Red PP-AL y FAO. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/e._sabourin_et_al_2017_politicas_publicas_a_favor_de_la_agroecologia_en_alyec.pdf
- Saltos, G., Odriozola, S. y Ortiz, M. (2018). La vinculación universidad-empresa-gobierno: una visión histórica y conceptual. *ECA Sinergia*, 9(2), 121-139. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v9i2.1466
- Spasiano, A., Grimaldi, S., Braccini, A. y Narci, F. (2021). Towards a Transdisciplinary Theoretical Framework of Citizen Science: Results from a Meta-Review Analysis. *Sustainability*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13147904>
- ONU (2020). *Agricultural technology for sustainable development: resolution/adopted by the General Assembly*. Recuperado de <https://digitallibrary.un.org/record/3848632>
- ONU (21 de octubre de 2020). *América Latina y El Caribe debe avanzar hacia sistemas agroalimentarios saludables, sostenibles y resilientes*. Noticias ONU. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2020/10/1482732>
- van de Gevel, J., van Ettern, J. y Deteding, S. (2020). Citizen science breathes new life into participatory agricultural research. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(35). <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00636-1>
- van Etten, J., de Sousa, K., Aguilar, A. y Steinke, J. (2019). Crop variety management for climate adaptation supported by citizen science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(10), 4194-4199. <https://doi.org/10.1073/pnas.1813720116>
- Vohland, K., Land-Zanstra, A., Ceccaroni, L., Lemmens, R., Perelló, J., Ponti, M., Samson R. y Wagenknecht, K. (Eds.) (2021). Editorial: The Science of Citizen Science Evolves. En K. Vohland, A. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson y K. Wagenknecht, *The Science of Citizen Science* (pp. 1-12). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_18