

Artículo:

Estudio de caso en Bamoa, Guasave: análisis de la adopción de agricultura de precisión en ejidos

Case study in Bamoa, Guasave: Analysis of the adoption of precision agriculture in ejidos

Fernanda Janet Limón-Lisjuan¹, Luis Carlos Salomón-Núñez¹, Johana Valeria Herrera-Chico¹, Andrés Gálvez-Rodríguez^{1-2*}

Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social

¹ Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Sinaloa, México.

² Universidad Autónoma Indígena de México, Sinaloa, México.

Recibido: 24 de julio de 2025
Aceptado: 04 de diciembre de 2025
Publicado: 18 de diciembre de 2025

* Autor corresponsal: andres.gr@guasave.tecnm.mx

Publicación continua editada por el **Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca**

Desv. Lindero Tametate, S/N
Col. La Morita
C.P. 92100
Tantoyuca, Veracruz, México.
Teléfono: 789 8931680, Ext.196.

Correo electrónico:
revistadigital@itsta.edu.mx

Sitio WEB
<https://itsta.edu.mx/revistadigital>

ISSN 2448-8003
Reserva de derechos al uso exclusivo
No. 04-2016-092313253300-203

Editor responsable:
Dr. Horacio Bautista Santos

Copyright: Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Resumen: La Agricultura de Precisión (AP) es una estrategia tecnológica clave para mejorar la productividad de las explotaciones agrícolas de manera sostenible, utilizando los insumos de forma más racional. En México, la implementación de AP en regiones agrícolas cruciales, como Guasave, Sinaloa, enfrenta varios desafíos. Este estudio tiene como objetivo identificar las principales barreras, los beneficios percibidos y los factores que podrían estar influyendo en los ejidatarios del ejido Bamoa para adoptar la AP. Para lograrlo, se realizó una encuesta a una muestra aleatoria de 60 productores, lo que permitió evaluar sus conocimientos, percepciones y disposición hacia estas tecnologías. Los resultados indican que, aunque el 93,3% ha oído hablar de la AP, solo el 10% tiene un conocimiento profundo y el 70% no ha recibido capacitación formal. Las barreras más significativas son el alto costo de implementación (56,7%) y la falta de asesoría técnica (36,7%), además de factores estructurales como el tamaño reducido de las parcelas. Por otra parte, se detectó que los beneficios económicos (61,7%) y la eficiencia de uso de recursos (50%) eran bien reconocidos entre los encuestados. La disposición elevada a hacerlo fue compartida por una amplia mayoría de 86,6%. A partir de los resultados, se sugiere que el impulso de la AP en los ejidos debe centrarse en seguir políticas públicas para eliminar las barreras estructurales y formar capacidades locales.

Palabras clave: Agricultura de Precisión, adopción tecnológica, barreras, ejidatarios, sustentabilidad agrícola.

Abstract

Precision Agriculture (PA) is a key technological strategy for sustainably improving farm productivity by using inputs more efficiently. In Mexico, the implementation of PA in crucial agricultural regions, such as Guasave, Sinaloa, faces several challenges. This study aims to identify the main barriers, perceived benefits, and factors that may be influencing ejido members in Bamoa to adopt PA. To achieve this, a survey was conducted with a random sample of 60 producers, allowing researchers to assess their knowledge, perceptions, and willingness to adopt these technologies. The results indicate that, although 93.3% have heard of PA, only 10% have in-depth knowledge, and 70% have not received formal training. The most significant barriers are the high cost of implementation (56.7%) and the lack of technical assistance (36.7%), in addition to structural factors such as the small size of the plots. Furthermore, it was found that the economic benefits (61.7%) and the efficiency of resource use (50%) were well recognized among the respondents. A strong willingness to implement it was shared by a large majority (86.6%). Based on these results, it is suggested that promoting protected agriculture in ejidos should focus on implementing public policies to eliminate structural barriers and build local capacity.

Keywords: Precision Agriculture, technology adoption, barriers, ejidatarios, agricultural sustainability.

Introducción

La creciente demanda global de alimentos y la necesidad de cuidar nuestros recursos naturales han llevado al desarrollo de tecnologías agrícolas que buscan una producción más eficiente y sostenible (Cuadras Berrelleza et al., 2021). En este sentido, la Agricultura de Precisión (AP) se presenta como una alternativa clave, ya que permite optimizar el uso de insumos como agua, fertilizantes y plaguicidas a través del seguimiento y manejo diferenciado de los cultivos (Gebbers & Adamchuk, 2010). Esta optimización ha mostrado beneficios en términos de costos, rentabilidad y reducción del impacto ambiental (Zhang et al., 2002; (Willy & Mwabu, 2024).). La urgencia de aumentar la producción agrícola global entre un 40% y un 54% para 2050 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018), sin comprometer la sostenibilidad, resalta la importancia de adoptar nuevas tecnologías.

Organismos internacionales como el World Bank Group (2019) y la OCDE (2024), así como investigaciones recientes (Prasad et al., 2023; Oditi, 2023; Viaggi, 2015), indican que superar las brechas tecnológicas en los países en desarrollo requiere mayores inversiones en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y políticas públicas de apoyo. A pesar de que la inversión global en proyectos agrícolas es considerable (World Bank Group, 2025), solo una pequeña parte se destina a la innovación y a la infraestructura estratégica (OCDE, 2024), lo que limita su impacto a largo plazo.

En México, varios estudios han mostrado cómo la agricultura de precisión (AP) puede ayudar a reducir el uso de agroquímicos y a optimizar recursos (Castillo Ortiz et al., 2025; Sánchez-Galván et al., 2025; Guzmán-Albores et al., 2024).

Sin embargo, la implementación de la AP en México se enfrenta a varios obstáculos estructurales. Guzmán-Albores et al. (2024) destacan los avances y perspectivas de la agricultura de precisión para la sostenibilidad, indicando que la transición a la agricultura digital requiere apoyo, mientras que Arreguín-Cortés et al., (2020) señalan que la gestión irregular del agua afecta la agricultura y el ciclo hidrológico. Además, hay varios desafíos en los modelos de transferencia tecnológica (Cuadras Berrelleza et al., 2021).

En regiones de alto rendimiento como el valle de Guasave, Sinaloa, la adopción de nuevas tecnologías avanza a paso lento, especialmente en las unidades de cultivo comunales (Cuadras Berrelleza et al., 2021). La falta de infraestructura tecnológica, la capacitación limitada y la escasa capacidad de inversión son barreras que persisten (Gálvez-Rodríguez et al., 2019; Gálvez-Rodríguez et al., 2023; Bojórquez-Delgado et al., 2025).

El municipio de Guasave, conocido como el "corazón agrícola de México" (Ahumada-Cervantes et al., 2018), necesita una modernización. El ejido Bamoa, que representa a la región, cuenta con agricultores experimentados, pero enfrenta retos que dificultan la adopción de la Agricultura de Precisión (AP). A pesar de los obstáculos mencionados por Gaylord (2025) como las inversiones elevadas y el bajo conocimiento tecnológico, no hay estudios locales en Bamoa que analicen las percepciones y la disposición de los productores. En este contexto, el objetivo de este estudio es identificar las barreras, los beneficios esperados, los factores motivadores y el nivel de disposición para adoptar tecnologías de Agricultura de Precisión entre los productores del ejido Bamoa. Se busca generar evidencia contextualizada que ayude a orientar políticas públicas y estrategias de intervención

adaptadas al entorno local. La investigación parte de la hipótesis de que, a pesar de las limitaciones estructurales, existe una disposición positiva hacia la adopción de la Agricultura de Precisión si se ofrecen mecanismos adecuados de apoyo técnico, financiero e institucional.

Materiales y métodos

Este estudio es de tipo cuantitativo, descriptivo y transversal, con el objetivo de identificar las principales barreras que enfrentan los productores agrícolas del ejido de Bamoa Pueblo para adoptar la Agricultura de Precisión (AP). Se busca capturar el estado actual de sus percepciones y conocimientos en un solo momento. La población objetivo estuvo compuesta por 475 productores agrícolas que forman parte del ejido de Bamoa Pueblo.

Se estableció un nivel de confianza del 90% ($Z=1.645$) y un margen de error del 10%. Se utilizó un muestreo aleatorio simple, eligiendo una muestra de alrededor de 60 productores, incluyendo un margen adicional del 10% para posibles no respuestas. Esta decisión se justificó por la homogeneidad socioeconómica de la comunidad y las limitaciones logísticas. Se empleó un cuestionario estructurado, que se distribuyó a través de Google Forms y fue revisado por profesionales del área agrícola para asegurar su validez de contenido. El instrumento abarcó las siguientes secciones:

1. Datos sociodemográficos y productivos.
2. Conocimiento y capacitación en Agricultura de Precisión.
3. Barreras para la adopción de Agricultura de Precisión.
4. Beneficios esperados de Agricultura de Precisión.
5. Factores motivadores.
6. Disposición a adoptar Agricultura de Precisión.

La recolección de datos se llevó a cabo del 14 al 20 de abril de 2025, utilizando entrevistas en el campo y distribución digital. El análisis fue de tipo descriptivo y se realizó en Microsoft Excel. Para las variables cuantitativas, se calcularon la media, mediana, moda, rango y desviación estándar; mientras que para las variables cualitativas, se determinaron las frecuencias absolutas y relativas. Los resultados se presentaron a través de gráficas para hacer más fácil su interpretación.

Resultados y discusión

El perfil del productor encuestado en el ejido de Bamoá Pueblo muestra una edad promedio de 58 años, con 23 años de experiencia en la agricultura y un manejo promedio de parcelas de 34 hectáreas, lo que indica una trayectoria sólida. En términos de conocimiento general, la Figura 1 muestra que el 93,3% ha escuchado sobre la Agricultura de Precisión (AP). Sin embargo, el nivel de conocimiento es heterogéneo: como lo muestra la Figura 2, solo el 10% posee un conocimiento alto, el 48,3% un conocimiento medio, y el 41,7% un conocimiento bajo. Esto evidencia la necesidad de reforzar la comprensión técnica. Además, la Figura 3 muestra que solo el 30% ha participado en capacitaciones formales relacionadas con AP, mientras que un 70% no ha recibido instrucción estructurada.

Figura 1. Resultado de encuesta sobre el conocimiento general de la Agricultura de Precisión.

60 respuestas

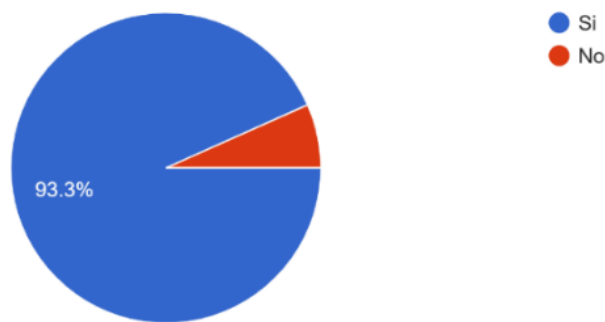


Figura 2. Nivel de conocimiento sobre Agricultura de Precisión

60 respuestas

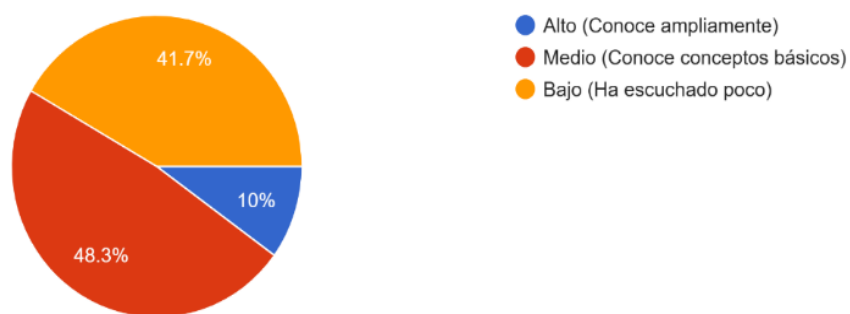
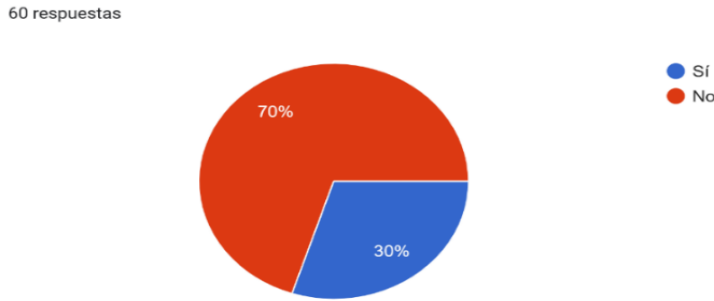
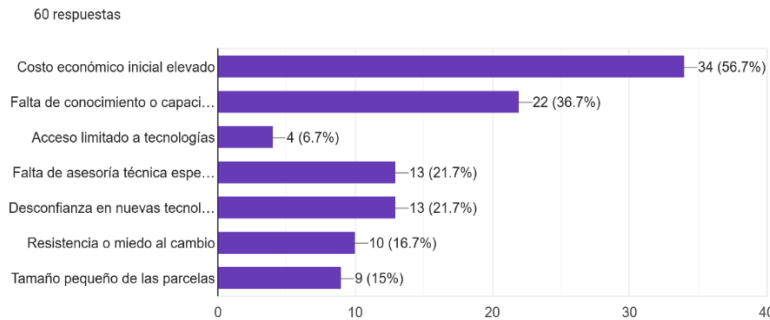


Figura 3. Asistencia a talleres o capacitaciones sobre Agricultura de Precisión



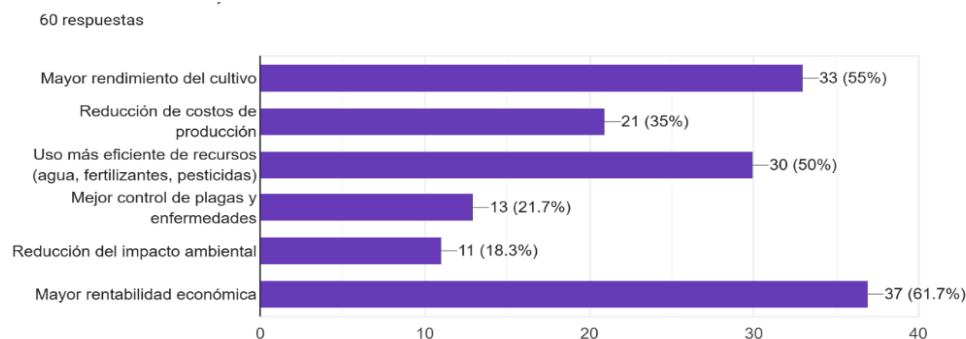
En la Figura 4, se destacan las principales barreras que dificultan la implementación de AP. El costo inicial elevado es un gran obstáculo, representando un 56,7%, seguido por la falta de asesoría técnica especializada, que alcanza un 36,7%. Además, la carencia de conocimiento y capacitación, también del 36,7%, y el acceso limitado a tecnologías, que representa un 21,7%, son factores que no se pueden pasar por alto. Las barreras estructurales como el tamaño pequeño de las parcelas (15%) persisten.

Figura 4. Barreras percibidas por los productores para la implementación de la Agricultura de Precisión.



En la Figura 5 (no visible en el borrador), los beneficios esperados se centran en la mayor rentabilidad económica (61,7%) y el aumento en el rendimiento del cultivo (55%), seguido del uso más eficiente de recursos (50%).

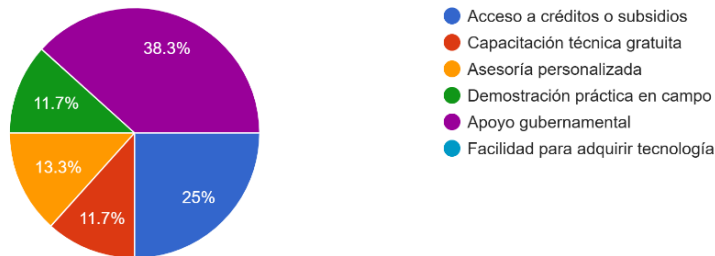
Figura 5. Beneficios percibidos por los productores con la implementación de la Agricultura de Precisión.



De acuerdo con los datos presentados en la Figura 6, los principales factores motivadores para la adopción de la Agricultura de Precisión (AP) son el apoyo gubernamental (38.3%) y el acceso a créditos o subsidios (25%). Otros elementos de apoyo, como la asesoría personalizada, la capacitación gratuita y las demostraciones en campo, son considerados factores secundarios, ya que cada uno de ellos tiene un valor de respaldo que no supera el 15%.

Figura 6. Factores que motivan a los productores a implementar la Agricultura de Precisión.

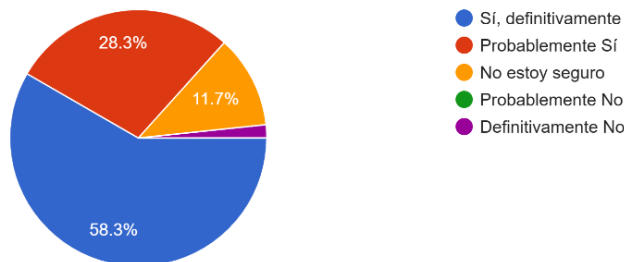
60 respuestas



Finalmente, los resultados de la Figura 7 muestran que los productores están muy dispuestos a adoptar las técnicas de Agricultura de Precisión (AP). La suma de las respuestas positivas, que incluyen "definitivamente sí" y "probablemente sí", llega a un impresionante 86,6% del total de la muestra. Además, un 58,3% de los encuestados se siente completamente seguro de dar el paso hacia la adopción. Solo una pequeña fracción, apenas un 1,7%, expresó una negativa rotunda a implementarla.

Figura 7. Disposición de adopción de técnicas de Agricultura de Precisión.

60 respuestas



Los resultados del ejido Bamoá (alta disposición, pero bajo conocimiento/alta barrera económica) concuerdan con los desafíos estructurales identificados en la literatura mexicana

(Gánvez-Rodríguez et al., 2023; Gaylord, 2025). La alta percepción de los beneficios económicos y de la eficiencia, que se sitúa en un 61,7% y 50% respectivamente, respalda lo que encontraron Zhang et al. (2002). Sin embargo, la falta de conocimiento y capacitación, que afecta a un 70% de las personas sin formación formal, representa un obstáculo crítico que necesita ser abordado mediante políticas públicas centradas en I+D+i, tal como lo sugieren organismos internacionales como la OCDE (2019), OCDE (2024) y el Grupo del Banco Mundial (2019).

Conclusiones

Este estudio de caso en el ejido Bamoa Pueblo revela que, aunque la conciencia sobre la Agricultura de Precisión (AP) es notablemente alta entre los productores (93,3%), su adopción real está estancada. Este desajuste respalda la idea de que el problema no es la resistencia al cambio, sino la falta de un sistema de apoyo sólido. Los datos cuantitativos destacan claramente las principales barreras que dificultan la transición tecnológica, mostrando que la falta de capacitación formal (70%) es el obstáculo más significativo, seguido por las limitaciones económicas debido al alto costo de implementación (56,7%) y la escasez de asistencia técnica personalizada (36,7%). El hallazgo más relevante y la mayor fortaleza del sector radica en la alta disposición a adoptar AP (86,6%) que muestran los ejidatarios. Este dato es fundamental, ya que desvincula el problema de la tecnificación de la voluntad del productor y lo enfoca en la responsabilidad de las políticas públicas para proporcionar los mecanismos de apoyo necesarios.

Se recomienda la creación e implementación de programas de capacitación especializada, con un enfoque práctico y contenidos que se ajusten a los diferentes niveles de conocimiento de los productores. Paralelamente, resulta crucial el establecimiento de incentivos financieros, como subsidios, líneas de crédito accesibles y apoyos fiscales, para mitigar la barrera económica que supone el alto costo inicial. Asimismo, se identifica como una necesidad imperante el fortalecimiento del extensionismo agrícola, robusteciendo las redes de asistencia técnica para proveer un acompañamiento personalizado y un soporte continuo. Finalmente, se debe promover activamente la creación de alianzas estratégicas entre los sectores público y privado para acelerar la transferencia de tecnología y el desarrollo de soluciones digitales que sean tanto accesibles como económicamente viables para las

pequeñas parcelas. En conclusión, el estudio subraya que el capital humano y la disposición para la innovación están presentes; solo se requiere la intervención estratégica de los gobiernos y las instituciones para catalizar este potencial y hacer de la Agricultura de Precisión una realidad sostenible en la región.

Referencias bibliográficas

- Ahumada-Cervantes, Ramiro, Velázquez-Angulo, Gilberto, & Ahumada-Cervantes, Brenda. (2018). Adaptación del sector agrícola ante el cambio climático: propuesta de medidas a escala espacial fina en Guasave, Sinaloa, México. *Acta universitaria*, 28(1), 46-56. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1351>
- Arreguín-Cortés, Felipe Ignacio, López-Pérez, Mario, & Cervantes-Jaimes, Claudia Elizabeth. (2020). Los retos del agua en México. *Tecnología y ciencias del agua*, 11(2), 341-371. Epub 27 de mayo de 2020. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-02-10>
- Bojórquez-Delgado, G., Rojas-Orozco, M. A. de J., Bojórquez-Delgado, J., Graciano-Obeso, A., & Marcos Octavio, O.-A. (2025). Evaluación de la factibilidad de un servicio de agricultura de precisión en Guasave, Sinaloa, México. *AvaCient*, 5(2), 48-59. <https://doi.org/10.69823/avacient.v5n2a5>
- Castillo Ortiz, S. Y., Flores Cabrera, J. C., Ayala Castillo, M. Á., Carachure Pichardo, C. D., & Ayala Castillo, A. Á. (2025). Optimización del sector agrícola mediante el análisis de datos para una gestión eficiente de los recursos naturales: Una perspectiva para México. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 241-257. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16816
- Cuadras Berrelleza, A. A., Peinado Guevara, V. M., Peinado Guevara, H. J., López López, J. de J., & Barrientos, J. H. (2021). Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 12(8), 1401-1414. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i8.2704>

FAO. 2018. The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e51e0cf0-4ece-428c-8227-ff6c51b06b16/content>

Gálvez-Rodríguez, A., Bojórquez-Delgado, G., & Ayala-Aguilar, J. A. (2019). Análisis comparativo de impacto económico y de rentabilidad de un sistema de autonomía de cómputo (ap) vs agricultura tradicional en la producción de papa en el Valle de Guasave, Sinaloa. *Revista Interdisciplinaria De Ingeniería Sustentable Y Desarrollo Social*, 5(1), 162–170. <https://doi.org/10.63728/riisds.v5i1.250>

Gálvez-Rodríguez, Andrés, Armenta-Felix, J., Ayala-Aguilar, J. A., Osuna-Armenta, M. O., Valenzuela-Edeza, R., & Mora-Galaviz, G. (2023). Impacto económico en la producción de papa a través de la implementación de un sistema de autonomía de cómputo en el Valle Agrícola de Guasave, Sinaloa. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 9(1), 73–88. <https://doi.org/10.63728/riisds.v9i1.95>

Gaylord, Cyrus, "Bridging the Gap: Exploring the Factors Influencing the Adoption of Agriculture Technologies" (2025). CMC Senior Theses. 3790. https://scholarship.claremont.edu/cmc_theses/3790

Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science (New York, N.Y.)*, 327(5967), 828–831. <https://doi.org/10.1126/science.1183899>

Guzmán-Albores, J. M., Matuz-Cruz, M. J., Arana-Llanes, J. Y., López-Carrasco, E., Gómez-Vázquez, V., & González-Cárdenas, N. (2024). Avances y perspectivas de la agricultura de precisión para la sostenibilidad agrícola. *XIKUA Boletín Científico De La Escuela Superior De Tlahuelilpan*, 12(24), 1–6. <https://doi.org/10.29057/xikua.v12i24.12790>

OECD. (2019). *Getting Skills Right: Engaging low-skilled adults in learning*. <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/adult-learning/engaging-low-skilled-adults-2019.pdf>

OCDE. (2024). *Seguimiento y evaluación de la política agrícola 2024*. https://www.oecd.org/en/publications/2024/11/agricultural-policy-monitoring-and-evaluation-2024_b4c72370.html

Oditi, J. (2023). Agricultural Investment and Food Security. *Journal of Poverty, Investment and Development*, 8(3). <https://doi.org/10.47604/jpid.2088>

Prasad, P. V. V., Bhatnagar, N., Bhandari, V., Jacob, G., Narayan, K., Echeverría, R., Beintema, N., Cox, P. F., & Compton, J. (2023). Patterns of investment in agricultural research and innovation for the Global South, with a focus on sustainable agricultural intensification. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1108949>

Sánchez-Galván, F., García-Rodríguez, R., Salas-Martínez, P., Altamirano-Herrera, M. X., & Bautista-Santos, H. (2025). Clasificación automatizada de superficies cítricas mediante SVM y patrones temporales de NDVI: aplicaciones para agricultura de precisión y gestión logística. *Interfases*, (21), 59-80. <https://doi.org/10.26439/interfases2025.n021.7858>

Viaggi, D. (2015). Research and innovation in agriculture: beyond productivity? *Bio-Based and Applied Economics*, 4(3), 279–300. <https://doi.org/10.13128/BAE-17555>

Willy, D. K., & Mwabu, G. (2024). Economic and environmental benefits of digital agricultural technologies in crop production: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 17, Article 101285. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101285>

World Bank Group. (2019, September 16). *Agricultural innovation & technology hold key to poverty reduction in developing countries, says world bank report*. World Bank Group. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>

World Bank Group. (2025). *Agriculture overview*. <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview>.

Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture — a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2–3), 113–132.
[https://doi.org/10.1016/s0168-1699\(02\)00096-0](https://doi.org/10.1016/s0168-1699(02)00096-0)