

## Análisis de las capacidades tecnológicas en el sector agroalimentario

### Analysis of technological capabilities in the agri-food sector

Juan Manuel Vargas-Canales<sup>1</sup>, Sergio Orozco-Cirilo<sup>2</sup>, Nicasio García-Melchor<sup>3</sup>, María Esperanza Ayala-Vallejo<sup>4</sup>, Josué Serrano-Ramírez<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Licenciatura en Agronegocios. Departamento de Estudios Sociales. División de Ciencias Sociales y Administrativas Campus Celaya-Salvatierra. Universidad de Guanajuato.  
jm.vargas@ugto.mx<sup>1</sup>, orozcosergio@ugto.mx<sup>2</sup>, nicasio@ugto.mx<sup>3</sup>, me.ayalavallejo@ugto.mx<sup>4</sup>, j.serrano.ramirez@ugto.mx<sup>5</sup>

## Resumen

En la actualidad el sector agroalimentario mundial está experimentando cambios y transformaciones en todas su composición y relaciones. En estas nuevas dinámicas es posible encontrar tecnologías muy avanzadas para poder cumplir con los objetivos de producir más y alimentos más sanos e inocuos para la creciente población mundial. La agricultura 4.0 que se refiere a la agricultura de precisión, el uso de drones sensores, automatización, máquinas robóticas y agricultura inteligente, y la agricultura 5.0 es una segunda fase de dominio basada en inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis masivo de datos. Sin embargo, para poder hacer un uso efectivo de las nuevas tecnologías se requiere contar con capacidades tecnológicas. En ese sentido el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de las capacidades tecnológicas en el sector agroalimentario, con el fin de proponer algunas estrategias que permitan mejorar adopción y adaptación de las nuevas tecnologías. Como primer punto se analiza el origen del concepto y su evolución a través del tiempo y se plantea una conceptualización. Por otra parte, se desarrolla un análisis sobre la importancia y la relevancia de las capacidades tecnológicas en las dinámicas económicas actuales. El siguiente apartado se realiza un análisis sobre los estudios de las capacidades tecnológicas del sector agroalimentario mexicano para adoptar las nuevas tecnologías. Los estudios sobre las capacidades tecnológicas iniciaron hace varias décadas y desde entonces se han generado diversas investigaciones sobre ellos. Es conveniente mencionar que para el caso del sector agroalimentario son pocos los estudios sobre su comportamiento. En estas nuevas transformaciones que la sociedad global está experimentando resultan cruciales para que los países, regiones y sectores desarrollen ventajas competitivas sostenibles. Para lograrlo es necesario mantener de forma constante la generación y desarrollo de capacidades tecnológicas. El cambio, la transformación y la evolución es un hecho y una necesidad. La historia nos ha demostrado la gran necesidad de evolucionar y de adaptarnos. Es decir, la agricultura 4.0 y 5.0 continuará avanzando. Las capacidades tecnológicas para la adopción de las nuevas tecnologías en el sector agroalimentarios e México son bajas y se encuentran localizadas en algunas regiones con características muy específicas. Es posible percibir que de manera natural se ha producido una concentración oligopólica de infraestructura, información, formación e intercambio de conocimiento.

**Palabras clave:** Agricultura 4.0 y 5.0, innovación y cambio tecnológico, ciencia y tecnología.

## Introducción

El sector agroalimentario históricamente ha experimentado una serie de revoluciones científicas y tecnológicas que le han permitido incrementar la productividad, la eficiencia, el rendimiento y la rentabilidad a niveles antes impensables (Vargas-Canales et al., 2022). En la actualidad se plantea que una revolución agrícola digital será el cambio más novedoso que podría ayudar a conseguir que la agricultura satisfaga las necesidades de la población mundial (Trendov et al., 2019). En el sector agroalimentario la ciencia y la tecnología se ha desarrollado de una forma impresionante y ha logrado minimizar, y en algunos casos eliminar, el efecto de los factores relacionados con las condiciones ambientales y la dotación de recursos (Vargas et al., 2021). Recientemente han surgido novedosas tecnologías que se han desarrollado en otros sectores y se han adaptado muy bien al sector agroalimentario. Por ejemplo, el uso de sensores para monitorear los cultivos, drones para realizar algunas actividades de monitoreo y aplicación de agroquímicos

y robots para realizar actividades que ponen en riesgo la integridad del hombre (Guzev et al., 2021; Kovács & Hustí, 2018; Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020).

El uso de las tecnologías digitales está transformando todos los procesos, productos y servicios de los sistemas agroalimentarios. Su uso mejora la eficiencia y facilita la gestión agroalimentaria, lo que aumenta la productividad, la eficacia, la rentabilidad y la conservación de los recursos naturales (Lioutas et al., 2021; Pivoto et al., 2019; Zscheischler et al., 2022). Sobre los efectos positivos y negativos de las nuevas tecnologías se han debatido pero no lo suficiente, sin embargo, no hay duda que los beneficios son mucho mayores en todos los segmentos de la cadena de valor (Klerkx et al., 2019; Rolandi et al., 2021). En consecuencia, la agricultura digital ha recibido una atención considerable en las políticas de los últimos años, principalmente orientadas a cumplir con los principios del desarrollo sostenible, tales como como la conservación de la biodiversidad, la gestión de los residuos, la protección del suelo y la salud humana (MacPherson et al., 2022). También, se cree que el mayor desarrollo de las infraestructuras de datos y aplicaciones y su integración en todos los sectores jugarán un papel crucial para el futuro (Wolfert et al., 2017).

Es importante mencionar que no todos los países y sectores innovan de la misma manera, ni cuentan con infraestructuras y consensos sociales para generar confianza e información para que las personas y las organizaciones gestionen las tecnologías digitales (Casalet, 2020). Además, desde la investigación no se ha generado información sobre las consecuencias de la heterogeneidad y asimetrías entre los países, sectores y actores y faltan instrumentos de medición y evaluación adecuados (Spieth et al., 2021). Lo anterior resulta relevante debido a que las estrategias empresariales, procesos, tecnologías, productos finales, relaciones con proveedores y clientes están condicionados a la nueva complejidad tecnológica (Casalet, 2020) y la difusión y adopción de las tecnologías digitales en la sociedad, y en los sistemas de producción, introducen un cambio disruptivo a todo el sistema económico. En ese sentido el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de las capacidades tecnológicas en el sector agroalimentario, con el fin de proponer algunas estrategias que permitan mejorar adopción y adaptación de las nuevas tecnologías.

## Origen del concepto

La capacidad tecnológica se considera generalmente como un catalizador esencial para mejorar la innovación, la competitividad y el desempeño de las empresas (Salisu et al., 2019). Es conveniente mencionar que el término capacidades ha sido definido como las fortalezas o recursos con que cuenta una comunidad, que le permiten sentar las bases para su desarrollo así como para enfrentar un desastre (Anderson & Woodrow, 1998). Otro enfoque de su conceptualización es el denominado enfoque de la libertad, que presenta como valor básico la libertad entendida como capacidad. El concepto de capacidad expresa la libertad real que debe tener una persona para lograr lo que se propone obtener (Sen, 2005). Las definiciones anteriores son muy generales, y en el caso de las capacidades tecnológicas se enfocan específicamente en adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías (Bell & Pavitt, 1992).

El concepto de capacidades tecnológicas ha estado en constante cambio, transformación y evolución desde su origen. Se transformó de un fenómeno de análisis estático a dinámico mediante la incorporación de diferentes conceptos. Sumado a la evolución natural del concepto, se han propuesto diversas formas de medir las capacidades tecnológicas y se ha enfatizado que los procesos de acumulación tecnológica provienen fundamentalmente del desarrollo científico y tecnológico (Amaro Rosales & Sánchez Giocochea, 2023).

Para lograr un crecimiento y competitividad continuos, los países, sectores y empresas deben acumular conocimientos para desarrollar capacidades tecnológicas (Lin & Lai, 2021). En este caso, se puede conceptualizar las capacidades tecnológicas como el conocimiento, la experiencia, las habilidades y la infraestructura disponible para hacer un uso efectivo de la ciencia y la tecnología y generar innovación (Vargas-Canales, 2022). En varios campos de la literatura científica, se ha puesto énfasis en el papel de las capacidades productivas y tecnológicas como importantes impulsores de las exportaciones, el crecimiento y el desarrollo (Vergara, 2021).

En la actualidad las capacidades tecnológicas de una empresa, sector, región o país son fundamentales para adaptarse a los cambios y transformaciones cada vez más constantes de la economía mundial (Vargas-Canales, 2023; Vargas Canales, 2023). Los estudios sobre las capacidades tecnológicas comenzaron a

principios de la década de 1980 y desde entonces ha florecido una extensa literatura que reconoce su importancia para el desarrollo tecnológico y económico (Dutrénit, 2022; Dutrénit et al., 2019). Sin embargo, existe un número insuficiente de estudios sobre el papel mediador de la capacidad tecnológica en esta relación (Aydin, 2021). Además, se cree que naturalmente se ha producido una concentración oligopólica de infraestructura, información y conocimiento sobre nuevas tecnologías (Ceballos et al., 2020).

## Importancia de su estudio

La dinámica económica y la competitividad que se vive en la actualidad es impresionante. En ese sentido, se considera al desarrollo y acumulación de las capacidades tecnológicas como indispensables para adaptarnos a estas nuevas dinámicas económicas que tienen afectaciones e implicaciones mundiales. Además, se supone que se ha incrementado de manera sustancial el nivel de capacidades y habilidades de todos los sectores y de las empresas que operan en el ámbito internacional. En estas nuevas realidades las tecnologías de la información y comunicación resultan cruciales para que los países, regiones y sectores desarrollen ventajas competitivas sostenibles. Sin embargo, para lograrlo es necesario mantener de forma constante la generación y desarrollo de capacidades tecnológicas. Lo anterior, debido a que los cambios y transformaciones para el futuro serán cada vez más constantes y disruptivas. La lógica indica que quienes no evolucionen rápidamente y sean muy activos desarrollando capacidades tecnológicas podrían desaparecer en el mediano y largo plazo.

Desafortunadamente el sector agroalimentario, no solo en México si no que prácticamente en todo el mundo, cuenta con un rezago de hace muchos años. El sector agroalimentario no se valora de forma correcta principalmente por un profundo desconocimiento de su importancia y relevancia. En la actualidad es uno de los sectores que cuenta con poca infraestructura, tecnología obsoleta, poco acceso a los servicios básicos (energía, agua potable, internet, telefonía, entre otros) y está siendo abandonado. Además, su población tiene edades mayores y bajos niveles educativos comparado con otros sectores. Claro a excepción de los agronegocios enfocados a satisfacer las demandas internacionales. En consecuencia, cuenta con bajas capacidades tecnológicas para poder hacer un uso efectivo de los desarrollos científicos y tecnológicos y de esta manera evolucionar con una mayor dinámica y ahí es donde el diseño de políticas agroalimentarias adecuadas es importante (Vargas Canales, 2023).

Las tecnologías convergentes inducen disrupciones sin precedentes en la estructura tecnoeconómica global, alcanzado también, a las instancias responsables de la producción y transferencia del conocimiento (Mercado et al., 2022). Sin embargo, un creciente número de estudios muestran cómo los beneficios de la cuarta revolución agrícola se distribuirán de manera desigual entre las comunidades rurales, creando un conjunto de ganadores y perdedores (Eastwood et al., 2019). Lo anterior resulta importante para la formulación de políticas de financiamiento al desarrollo científico y tecnológico, en las cuales se considere un desarrollo más inclusivo y equilibrado en las distintas regiones. Estos ejercicios deben comenzar articulando claramente las visiones del futuro de la agricultura para que las consecuencias de las tecnologías e ideas individuales puedan entenderse con mayor claridad (Rose & Chilvers, 2018).

El cambio, la transformación y la evolución es un hecho y una necesidad. La historia nos ha demostrado la gran necesidad de evolucionar y de adaptarnos. Es decir, la agricultura 4.0 y 5.0 continuará avanzando. El problema es que las asimetrías regionales serán cada vez mayores en el sector agroalimentario. Quien tenga acceso a conocimiento, a ciencia y a tecnología tendrá un desarrollo mayor y será más rentable y competitivo en los mercados nacionales e internacionales. Quienes no tenga acceso tendrán un desarrollo mucho más lento y se orientarán al autoconsumo o a otras formas de producción que también son muy necesarias. Derivado de lo anterior, todos los sectores y toda la población deben beneficiarse de los desarrollos científicos y tecnológicos actuales (Vargas Canales, 2023).

## Estudios en el sector agroalimentario

Las proyecciones para 2050 plantean un sistema alimentario transformado principalmente por cuatro elementos: la demografía, los avances tecnológicos, el crecimiento económico global, y los límites del sistema mundo (ambientales, climáticos, sanitarios y económicos) que condicionan su desarrollo (Massot Martí, 2021). Las tecnologías digitales hoy en día juegan un papel importante en la innovación dentro del ámbito agroalimentario. La evolución de los sistemas de tecnologías de la información actualmente ha llegado a un nivel que implica una integración de sistemas complejos y ecosistemas empresariales en los que participan muchas partes interesadas de los sistemas agroalimentarios con diferentes roles en distintas partes del mundo (Wolfert et al., 2023). En el sector agroalimentario de México estos estudios son prácticamente inexistentes (Vargas Canales, 2023).

Los variables analizadas presentan de manera general valores muy bajos con excepción del uso de teléfono celular. Lo que indica que el sector agroalimentario de México tiene una baja capacidad tecnológica para la adopción de las nuevas tecnologías. Se identificaron tres grupos de estados con un comportamiento de sus capacidades tecnológicas distintas. Destacan cuatro estados del norte del país con las capacidades tecnológicas más altas, en los cuales se prevé que tendrán tasas de adopción más altas, posteriormente un grupo formado por diez estados del norte y centro del país. Por último, un grupo más amplio de 18 entidades del país integrado por estados del centro y sur del país con los niveles más bajos.

Las capacidades tecnológicas del sector agroalimentario en México se concentran en regiones con trayectorias y características muy específicas. Es posible inferir que se trata de regiones hiperespecializadas en la producción de cultivos de alto valor, orientadas a satisfacer la demanda de alimentos de los mercados internacionales y en algunos casos son empresas de capital extranjero. Lo anterior tiene un origen histórico, es decir, las trayectorias tecnológicas del sector agroalimentario mexicano se han desarrollado gradualmente. Se trata de regiones que concentran mayores conocimientos de los sistemas productivos, más vinculadas a las instituciones de enseñanza e investigación y que han gestionado el desarrollo de infraestructura necesaria para el éxito de sus sistemas de producción y comercialización.

El comportamiento actual de las capacidades tecnológicas del sector agroalimentario sugiere que de continuar con la misma dinámica las asimetrías regionales se agudizarán. En ese sentido es conveniente diseñar políticas agroalimentarias que permitan dinamizar la adopción y difusión de las nuevas tecnologías, sobre todo con pequeños productores. Además, una mayor articulación de todos los agentes de la innovación en el sector, gestionar infraestructura de soporte a las tecnologías de la agricultura 4.0 y 5.0, rediseñar las agendas de ciencia y tecnología para el sector agroalimentario orientadas a la especialización inteligente. Finalmente, es conveniente mencionar que falta investigación por realizar sobre los impactos reales de las nuevas tecnologías y sobre como medir las capacidades tecnológicas y su fomento.

## Conclusiones

Los estudios sobre las capacidades tecnológicas iniciaron hace varias décadas y desde entonces se han generado diversas investigaciones sobre ellos. Es conveniente mencionar que para el caso del sector agroalimentario son pocos los estudios sobre su comportamiento. Adicionalmente, se percibe que los estudios están más enfocados a tratar de explicar el comportamiento de las capacidades tecnológicas mediante el uso de variables macroeconómicas, dejando vacíos importantes sobre todo en metodologías que expliquen las dinámicas regionales, locales y a nivel microeconómico.

En estas nuevas transformaciones que la sociedad global está experimentando resultan cruciales para que los países, regiones y sectores desarrollen ventajas competitivas sostenibles. Para lograrlo es necesario mantener de forma constante la generación y desarrollo de capacidades tecnológicas. La lógica sobre el futuro indica que quienes no evolucionen rápidamente y sean muy activos desarrollando capacidades tecnológicas podrían desaparecer en el mediano y largo plazo. El cambio, la transformación y la evolución es un hecho y una necesidad. La historia nos ha demostrado la gran necesidad de evolucionar y de adaptarnos. Es decir, la agricultura 4.0 y 5.0 continuará avanzando. Quien tenga acceso a conocimiento, a ciencia y a tecnología y logren hacer un uso efectivo tendrá un desarrollo mayor y será más rentables y competitivo en los mercados nacionales e internacionales.

Las capacidades tecnológicas para la adopción de las nuevas tecnologías en el sector agroalimentarios e México son bajas y se encuentran localizadas en algunas regiones con características muy específicas. Es

posible percibir que de manera natura se ha producido una concentración oligopólica de infraestructura, información, formación e intercambio de conocimiento. Es decir, algunas regiones hiperespecializadas que generalmente se trata de agricultura empresarial orientada a satisfacer las demandas internacionales han logrado configurar sistemas regionales de innovación que les permiten desarrollar sistemas productivos y tecnológicos cercanos a las fronteras tecnológicas internacionales.

## Referencias

- Amaro Rosales, M., & Sánchez Giocochea, M. E. (2023). Technological capabilities in mexican agrobiotechnology: A proposal for their measurement. *Investigación Económica*, 82(324), 72–97. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2023.324.82614>
- Anderson, M. B., & Woodrow, P. J. (1998). *Rising from the Ashes: Development Strategies in Times of Disaster*. Lynne Rienner Publishers. <https://doi.org/doi:10.1515/9781685856243>
- Aydin, H. (2021). Market orientation and product innovation: the mediating role of technological capability. *European Journal of Innovation Management*, 24(4), 1233–1267. <https://doi.org/10.1108/EJIM-10-2019-0274>
- Bell, M., & Pavitt, K. (1992). Accumulating Technological Capability in Developing Countries. *The World Bank Economic Review*, 6(suppl 1), 257–281. [https://doi.org/10.1093/wber/6.suppl\\_1.257](https://doi.org/10.1093/wber/6.suppl_1.257)
- Casalet, M. (2020). El futuro incierto de la digitalización en México: ¿Podremos despegar? *Economía Teoría y Práctica*, 45–68. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24275/ETYP/AM/NE/E052020/Casalet>
- Ceballos, L. D., Maisonnave, A. M., & Britto Londoño, C. R. (2020). Soberanía tecnológica digital en Latinoamérica. *Revista Propuestas Para El Desarrollo*, 4(4), 151–167. <https://www.propuestasparaeldesarrollo.com/index.php/ppd/article/view/108>
- Dutrénit, G. (2022). Technological capability accumulation. In *The knowledge spillover theory of entrepreneurship* (pp. 460–467). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781839106996.00063>
- Dutrénit, G., Natera, J. M., Puchet Anyul, M., & Vera-Cruz, A. O. (2019). Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America. *Technological Forecasting and Social Change*, 145(October 2017), 396–412. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.026>
- Eastwood, C., Klerkx, L., Ayre, M., & Dela Rue, B. (2019). Managing Socio-Ethical Challenges in the Development of Smart Farming: From a Fragmented to a Comprehensive Approach for Responsible Research and Innovation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 32(5–6), 741–768. <https://doi.org/10.1007/s10806-017-9704-5>
- Guzev, M. M., Ledeneva, M. V., Trukhlyaeva, A. A., & Mishura, N. A. (2021). Smart Technologies in Agriculture. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 155, pp. 1573–1584). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7\\_172](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59126-7_172)
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Kovács, I., & Husti, I. (2018). The role of digitalization in the agricultural 4.0 – how to connect the industry 4.0 to agriculture? *Hungarian Agricultural Engineering*, 7410(33), 38–42. <https://doi.org/10.17676/HAE.2018.33.38>
- Lin, F.-J., & Lai, C. (2021). Key factors affecting technological capabilities in small and medium-sized Enterprises in Taiwan. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 17(1), 131–143. <https://doi.org/10.1007/s11365-019-00632-2>
- Lioutas, E. D., Charatsari, C., & De Rosa, M. (2021). Digitalization of agriculture: A way to solve the food problem or a trolley dilemma? *Technology in Society*, 67(May), 101744. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101744>
- MacPherson, J., Voglhuber-Slavinsky, A., Olbrisch, M., Schöbel, P., Dönitz, E., Mouratiadou, I., & Helming, K. (2022). Future agricultural systems and the role of digitalization for achieving sustainability goals. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(4), 70. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00792-6>
- Massot Martí, A. (2021). Globalización, transiciones climática y digital y crisis pandémica en los sistemas agroalimentarios: implicaciones para las políticas públicas. *Revista Española de Estudios Agrosociales y*

*Pesqueros*, 257, 61–30.

- Mercado, A., Sánchez-Rose, I., Cervilla, M. A., Sánchez, R., Siem, G., & Colina, B. (2022). Disrupciones tecnológicas y crisis socioambiental: Los grandes desafíos de las ingenierías en Venezuela. *Espacios*, 43(06), 61–78. <https://doi.org/10.48082/espacios-a22v43n06p05>
- Pivoto, D., Barham, B., Waquil, P. D., Foguesatto, C. R., Corte, V. F. D., Zhang, D., & Talamini, E. (2019). Factors influencing the adoption of smart farming by Brazilian grain farmers. *International Food and Agribusiness Management Review*, 22(4), 571–588. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2018.0086>
- Rolandi, S., Brunori, G., Bacco, M., & Scotti, I. (2021). The Digitalization of Agriculture and Rural Areas: Towards a Taxonomy of the Impacts. *Sustainability*, 13(9), 5172. <https://doi.org/10.3390/su13095172>
- Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2(December), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy*, 10(2), 207. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>
- Salisu, Y., Julienti, L., Bakar, A., & Malaysia, D. (2019). Technological capability, innovativeness and the performance of manufacturing small and medium enterprises (SMEs) in developing economies of Africa. *IOSR Journal of Business and Management*, 21(1), 56–61. <https://doi.org/10.9790/487X-2101015661>
- Sen, A. (2005). Human Rights and Capabilities. *Journal of Human Development*, 6(2), 151–166. <https://doi.org/10.1080/14649880500120491>
- Spith, P., Röth, T., Clauss, T., & Klos, C. (2021). Technological Frames in the Digital Age: Theory, Measurement Instrument, and Future Research Areas. *Brazilian Journal of Management Studies*, 58(7), 1962–1993. <https://doi.org/10.1111/joms.12720>
- Trendov, N. M., Varas, S., & Zeng, M. (2019). *Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://doi.org/10.2307/j.ctvt6rmh6>
- Vargas-Canales, J. M. (2022). El sector agroalimentario mexicano y las nuevas tecnologías. *Revista E-Agronegocios*, 8(2), 89–113. <https://doi.org/https://doi.org/10.18845/ea.v8i2.6156>
- Vargas-Canales, J. M. (2023). Technological Capabilities for the Adoption of New Technologies in the Agri-Food Sector of Mexico. *Agriculture*, 13(6), 1177. <https://doi.org/10.3390/agriculture13061177>
- Vargas-Canales, J. M., Brambila-Paz, J. de J., Pérez-Cerecedo, V., Rojas-Rojas, M. M., López-Reyna, M. del C., & Omaña-Silvestre, J. M. (2022). Trends in science, technology, and innovation in the agri-food sector. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society*, 5(1), 2115829. <https://doi.org/10.1080/25729861.2022.2115829>
- Vargas, C. J. M., García, M. N., Orozco, C. S., & Medina, C. S. E. (2021). Especialización agrícola e innovación tecnológica. In F. Pérez Soto, E. Figueroa Hernández, L. Godínez Montoya, & R. Salazar Moreno (Eds.), *Economía y crecimiento económico* (Primera ed, pp. 85–102). Asociación Mexicana de Investigación Interdisciplinaria A.C. (ASMIIA, A. C.). <https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2021/03/Economía-y-Crec-Economico.pdf>
- Vargas Canales, J. M. (2023). *Tendencias de la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector agroalimentario y los agronegocios en México* [Colegio de Postgraduados]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/5051>
- Vergara, S. (2021). El papel de las capacidades productivas y tecnológicas en la dinámica de las exportaciones de los países en desarrollo. *Revista CEPAL*, 133, 7–32. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47075>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Wolfert, S., Verdouw, C., van Wassenaeer, L., Dolfma, W., & Klerkx, L. (2023). Digital innovation ecosystems in agri-food: design principles and organizational framework. *Agricultural Systems*, 204(November 2022), 103558. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103558>
- Zscheischler, J., Brunsch, R., Rogga, S., & Scholz, R. W. (2022). Perceived risks and vulnerabilities of employing digitalization and digital data in agriculture – Socially robust orientations from a transdisciplinary process. *Journal of Cleaner Production*, 358(April), 132034. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132034>

