Ecosistema de Datos y la Competitividad

COORDINADORES

JOSÉ SÁNCHEZ-GUTIÉRREZ
PAOLA IRENE MAYORGA-SALAMANCA

Photo by timJ on Unsplash

Distribución RIICO 2020-Guadalajara, noviembre 2020
Red Internacional de Investigadores en Competitividad
Universidad de Guadalajara
Editado por: Sánchez-Gutiérrez José y
Mayorga-Salamanca Paola Irene

ISBN: 978-607-96203-0-9

Photo by timJ on Unsplash

INTRODUCCIÓN

Una de las consideraciones importantes que se han originado en este año 2020, es la presentación de una pandemia de covid-19, la cual ha originado que las organizaciones y todas las personas hayan tenido que buscar nuevas transformaciones en la forma de hacer las cosas, desde la impartición de clases, la forma de vender al público por medio de plataformas virtuales, por lo que el mundo se encuentra en un proceso de dirupción, lo cual lo cual propicia que la innovación y la creatividad sean una fuente primordial en la vida de todos, por la problemática que ha dejado esta pandemia, para lo cual, varios capítulos abordarán dicho tema por la importancia que reviste.

En este libro se presentan diversas aportaciones de diversos autores sobre la competitividad global, para ello, se inicia con un estudio del cambio organizacional en los comercios de Guadalajara, el estudio de los ecosistemas de datos agrícolas dentro de la horticultura de México, la competitividad de los negocios inclusivos, situación que refuerza la importancia de la eliminación de la exclusión; otros estudios realizan investigación sobre los impactos de la competitividad en la industria de la confección del vestido en México, por otra parte se realiza un estudio del aprendizaje organizacional y el impacto de la satisfacción en el turista michoacano, también se analiza la competitividad de las empresas cerveceras artesanales de México, además estudios e impactos del marketing digital en las pymes por el paradigma del COVID-19, así también se analizan las políticas de ciencia y tecnología en dentro de la 4T, el programa de pueblos mágicos y la influencia en la competitividad de Huachinango Puebla, finalmente se hace un análisis del clúster europeo hacia el clúster de turismo de salud en Tijuana, así como un análisis del clima laboral en una manufacturera automotriz de Piedras Negras.

Dentro de otro de los temas vitales es el de la innovación tecnológica y los datos, para ello, se empieza con el estudio de la compra de tecnología y la producción sustentable en empresas de México, después se analiza el sistema de evaluación LIFO para la gestión de talentos en las empresas, seguido del estudio de la competitividad en ciudades inteligentes, el uso de aplicaciones móviles en el transporte público en nuestro país, la creación de pymes de base tecnológica sustentada primordialmente en la innovación de productos, así como, la innovación tecnológica en el sector dermatológico. Dentro de este tema primordial también se analiza la acreditación de laboratorios de accesorios para baño y cocina como ventaja competitiva, la mejora de productividad en la industria del vestido en Tehuacán por medio del Lean Manufacturing, la situación competitiva de la industria cervecera mexicana por el período 2013-2018, un estudio acerca de los impactos del COVID-19 en la economía mundial, por otro lado, se estudia el modelo de calidad de voz como estrategia competitiva centrada en las personas, la influencia de los aspectos productivos en la competitividad de la pyme manufacturera de

Aguascalientes, análisis econométrico de la inversión extranjera directa en México y economías del APEC durante el periodo 1990-2019, el estudio del clúster en la fabricación de guitarras en municipio de Paracho, la ventaja competitiva por medio de la gestión ambiental, impactos de la competitividad de los productos agrícolas de México para América del Norte. En otro contexto, se realizan estudios sobre el abatimiento de la pobreza y la competitividad en la agroindustria latinoamericana, la reestructuración industrial y los efectos en la productividad del sector agrícola de Guanajuato, las TICIs y sus impactos en la competitividad de las pymes exportadoras del país, así como los modelos de excelencia respecto a los indicadores de gestión de clúster, finalmente, se integran los trabajos de innovación y competitividad en el sector alimentario bajo condiciones deCOVID-19, los factores para toma de decisión de compra en tiendas de conveniencia de Armería, la voz del consumidor como valor agregado en la productividad, y la problemática de la apicultura y su impacto en la competitividad en Altamirano Chiapas.

En relación con uno de los temas importantes sobre la educación, gestión de conocimiento y creación de valor, se inicia con una investigación respecto a la representación social de alumnos de la escuela superior de turismo del IPN, enseguida se realiza un modelo de planeación estratégica para lograr competitividad en las pymes del sector manufacturero en el sector de telecomunicaciones, se estudian las causas de los fracasos en las empresas familiares de Monclova, por otro lado se observn los factores de influencia de percepción de los estudiantes universitarios en la construcción de paz en el sur de Colombia, la formación para la investigación buscando la creación del conocimiento, la propuesta de evaluación, diseño y equipamiento en los laboratorios de cómputo en secundaria para la asignatura de informática, la gestión del conocimiento y estilos de liderazgo dentro de una cultura competitiva en empresas rurales. En otro orden de ideas, se estudian los impactos de los proyectos de física en las relaciones interpersonales de estudiantes de bachillerato, la identificación de competencias profesionales en el sector turismo de Tijuana, las líneas de investigación de las industrias culturales y creativas, además, las investigaciones sobre el fomento de una cultura de ahorro para el retiro competitivo, la competitividad de las IES públicas desde el punto de vista del personal académico, la innovación de los procesos educativos para fomentar la educación virtual y las tutorías dentro de la competitividad universitaria frente al COVID-19, el fomento de la cultura emprendedora de los estudiantes del CUCEA de la Universidad de Guadalajara, así como la relación entre valor percibido y lealtad en el cuidado de la piel del producto verde.

Respecto a la responsabilidad social y equidad de género, se presentan los estudios respecto a la rentabilidad de las empresas mexicanas con una mayor participación de las mujeres en la alta dirección, la sustentabilidad de los negocios en el sector comercial aéreo en Latinoamérica, el

encuadramiento femenino y la publicidad, la sustentabilidad y pobreza con las estrategias para su mejora, los acuerdos internacionales como facilitadores de la producción orgánica y sustentable, la responsabilidad social de los alumnos de la FCA de la UAC, así como estudios sobre la responsabilidad social universitaria de la JUMSNH, y finalmente los impactos de responsable social corporativa en la industria manufacturera de la ZMG.

Concerniente con el tópico de las estrategias financieras emprendimiento y cadena de suministro, se inicia con el trabajo de investigación sobre la gestión de proveedores como ventaja competitiva de las mipymes en Chilapa, después se analiza la evaluación de proyectos de inversión y sus opciones reales, el crowfunding como alternativa en la recuperación económica post COVID-19, el impacto del crecimiento de la rentabilidad en el sector de transformación en México, para finalmente estudiar la cadena de suministro como factor clave en la competitividad de las pymes en Aguascalientes.

Dr. José Sánchez Gutiérrez

Presidente de RIICO

INDICE

COMPETITIVIDAD GLOBAL

Influencia del diseño organizacional en un cambio organizacional en comercios de la ZMG 1
Luis Alberto Bellon-Álvarez, Margarita Isabel Islas-Villanueva y Francisco Javier López-Cerpa

Ecosistema de datos agrícolas: sector hortícola mexicano 21
Alejandra Rosales-Soto, Ricardo Arechavala-Vargas y Bernardo Jaen-Jimenez

Competitividad en los Negocios inclusivos, desde la Teoría de la Base de la Pirámide 41
Zyanya Alejandra Soriano-Pérez y Alma Delia Torres-Rivera

Análisis de la tendencia en la investigación de la competitividad de la industria de la confección del vestido en México (1996-2018) 56
Patricia Zavala-Villagómez, Dora Aguilasocho-Montoya y Evaristo Galeana-Figueroa

Aprendizaje organizacional y satisfacción del turista en Michoacán 74
Yuselim Angélica Villa-Hernández, Virginia Hernández-Silva y Salvador Madrigal-Moreno

Retos de la competitividad en las empresas cerveceras artesanales de México 85
Araceli Rendón-Trejo, Irene Juana Guillén-Mondragón y Andrés Morales-Alquicira

Estrategias de marketing digital en las pymes como nuevo paradigma de los negocios después del COVID-19 105
Marco Alberto Valenzo-Jiménez, Víctor Béjar-Tinoco y Jaime Apolinar Martínez-Arroyo

Las políticas en ciencia y tecnología ¿todos son lo mismo? Gobiernos anteriores y la propuesta de la 4ª transformación 120
Hugo Martín Moreno-Zacarías, Renato Francisco González-Sánchez y Martha Beatriz Santa Ana-Escobar

El Programa Pueblos Mágicos como favorecedor de la competitividad en Huauchinango, Puebla 141
Avelina García-Sánchez, Emma Biviano-Pérez y Evelyn Sosa-Larrainzar

Análisis de requerimientos de la secretaría europea para el análisis del clúster (esca) hacia el distintivo plata del clúster de turismo de salud de Tijuana 156
Karen Isabel Zavala-Rodríguez y Mario Alberto Castillo-Greiner

Análisis de las variables que influyen en el clima laboral en una manufacturera automotriz en Piedras Negras Coah. 172
Clara Patricia Buentello-Martínez, Nemecio Lorenzo Valenzuela-Salazar y Lilia Alanís-Gómez

INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA Y DATOS

El proceso de negociación de compra de tecnología y la operación efectiva de producción sustentable en empresas mexicanas 188
Daniel Pineda-Domínguez, Amalia Clara Torres-Márquez y Fátima del Rosario Rodríguez-Fuentes

Sistema de evaluación lifo en la gestión de talentos en la organización 209
Blanca Estela Montano-Pérez, Laura Leticia Gaona-Tamez y Rosa Hilda Hernández-Sandoval

Tendencias en torno a la competitividad de las ciudades inteligentes: aproximación desde un análisis bibliométrico 229
Carlos Estrada-Zamora y Antonio de Jesús-Vizcaíno

Use of mobile applications in individual public transportation in Mexico 245
Claudia Leticia Preciado-Ortiz

Oportunidades para la Creación de Pequeños Negocios de Base Tecnológica Sustentada en la Innovación de Producto 266
Emma Frida Galicia-Haro, Ana Lilia Coria-Páez e Irma Cecilia Ortega-Moreno

La importancia de la administración de la innovación tecnológica para empresas del sector dermatológico (cosmético) a nivel internacional 279
Irma Cecilia Ortega-Moreno, Emma Frida Galicia-Haro y Ana Lilia Coria-Páez

VENTAJA COMPETITIVA Y DESARROLLO ECONÓMICO

Modelo basado en el factor humano para la acreditación de laboratorios de ensayos de accesorios para baño y cocina para la generación de ventajas competitivas 296
Nallely Maricruz Frias-Oropeza y J. Jesús Ceja-Pizano

Mejora de la productividad de la industria del vestido de la región de Tehuacán, con el uso de herramientas Lean Manufacturing 319
Ramón García-González, Senén Juárez-León e Iniria Guevara-Ramírez

Posición competitiva de la industria cervecera mexicana. 2013-2018 336
Andrés Morales-Alquicira, Yareli Morales-Rendón e Irene Juana Guillén-Mondragón

Impacto del COVID-19 en la economía mundial 357
Rodolfo Mendoza-Pinto, Ignacio Almaraz-Rodríguez y Michael Demmler

La interpretación del modelo de calidad en voz de los trabajadores: una estrategia competitiva centrada en las personas 373
Irene Juana Guillén-Mondragón, Araceli Rendón-Trejo y Andrés Morales-Alquicira

La Influencia de los Aspectos Productivos en la Competitividad de la Pyme Manufacturera en Aguascalientes 394
Octavio Hernández-Castorena, Alba Rocío Carvajal-Sandoval y Braulio Adriano-Rodríguez

La Inversión Extranjera Directa en México y Economías del APEC, 1990-2019: Un análisis econométrico de sus determinantes 409
Francisco Javier Ayvar-Campos, José César Lenin Navarro-Chávez y Enrique Armas-Arévalos

Clúster industrial en la fabricación de Guitarras para desarrollar económicamente el Municipio de Paracho, Michoacán 430
Juan Carlos Jerónimo-Niniz, Gabriel Salvador Fregoso-Jasso y Dalia Guadalupe Aguilar-Maya

Ventaja competitiva a través de la gestión ambiental 443
Jaime Apolinar Martínez-Arroyo, Marco Alberto Valenzo-Jiménez y Angélica Guadalupe Zamudio-de la Cruz

Competitividad de los productos agrícolas estratégicos de México en América del Norte 462
Zoe T. Infante-Jiménez, Priscila Ortega-Gómez y Alejandro Javier López-Villaseñor

De la internacionalización a los mercados locales: abatimiento de la pobreza y competitividad en el sector agroindustrial latinoamericano 481
Tania Elena González-Alvarado, Renata Kubus y José Sánchez-Gutiérrez

Reestructuración industrial y su impacto en la productividad del sector agrícola en Guanajuato 498
Martín Vargas-Hernández, María Mercedes León-Sánchez y Osvaldo Rodríguez-Villalón

Las Tecnologías de la Información y Comunicación y la Innovación en la Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas Exportadoras de México 516
Cristina Antonieta Sandoval-Ochoa y Joel Bonales-Valencia

Comparativo de modelos de excelencia con los indicadores de gestión de clúster (ECEI) 535
Martha Alicia Rodríguez-Medellín, Mario Alberto Castillo-Greiner y Dayam Guerrero-Pulido

Innovación y competitividad en el sector alimentario en tiempos de COVID-19: Alimentos funcionales nuevas oportunidades de negocio 553
Ana Lilia Coria-Páez, Emma Frida Galicia-Haro e Irma Cecilia Ortega-Moreno

Factores que influyen la toma de decisión de compra entre tiendas de conveniencia y abarroteras del municipio de Armería, Colimala Innovación de Producto
Alfredo Salvador Cárdenas-Villalpando, Oscar Mares-Bañuelos y Víctor Aparicio-Rosas

Análisis del impacto de la promoción turística del estado de colima 2016 – 2019 587
Enrique Macías-Calleros, Arquímedes Arcega-Ponce y Hugo Martín Moreno-Zacarías

Voice of customer: Fuente del valor agregado de la productividad humana 603
Nancy Tass-Salinas, Enrique Macias-Calleros y Alfredo Salvador Cárdenas-Villalpando

Problemática de la apicultura en el municipio de Altamirano, Chiapas: su efecto en la competitividad 620
Miguel Ángel Bautista-Hernández, Elá Jiménez-Hernández y Joel Bonales-Valencia

EDUCACIÓN, GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y CREACIÓN DE VALOR

Representación social, desde una mirada de los alumnos de segundo semestre de la Escuela Superior de Turismo generación 2018-2022 637
Liliana Abascal-Gaytán, Rosa Patricia Abascal-Gaytán y Manuela Badillo-Gaona

Modelo de Planeación Estratégica que coadyuve a que las PyMES sean competitivas en el sector de Telecomunicaciones en México 656
Mario López-González, J. Jesús Ceja-Pizano y Nallely Maricruz Frias-Oropeza

Principales problemas que provocan el fracaso en las empresas familiares de Monclova, Coahuila 678
Laura Leticia Gaona-Tamez, Gabriel Aguilera-Mancilla y Blanca Estela Montano-Pérez

Factores de influencia desde la percepción de los estudiantes universitarios en la construcción de paz en el sur-Colombia 697
Parcival Peña-Torres, Octavio Hernández-Castorena y Claritza Marlés-Betancourt

Formación docente para la investigación un camino hacia la creación del conocimiento 718
Manuela Badillo-Gaona, Liliana Abascal-Gaytán y Elizabeth Genis-Pérez

Propuesta de evaluación diseño y equipamiento de los laboratorios de cómputo a nivel secundaria destinados a la asignatura de informática 737
María Fernanda Trejo-Carrillo y Rosa Amalia Gómez-Ortíz

Knowledge management and leadership styles in the competitive culture of rural enterprises 753
Sandra Gutierrez-Olvera, Gloria Silviana Montañez-Moya y Carlos Alberto Santamaría-Velasco

Cómo los proyectos de física influyen en las relaciones interpersonales en estudiantes de bachillerato 771
María del Carmen Molinero-Bárcenas, Ubaldo Chávez-Morales y Alberto Lara-Guevara

Identificación de competencias profesionales en el sector turismo en Tijuana, B.C. 794
Ana Bertha Palafox-Ojeda y Martha Alicia Rodríguez-Medellín

Visualización de las líneas de investigación de las industrias culturales y creativas basado en mapas bibliométricos 811
Cinthya Karina Camacho-Sotelo

Educación Financiera Previsional: Requisito para el Fomento de una cultura de ahorro para el retiro competitivo 829
Gerardo Yáñez-Betancourt, Werner Horacio Varela-Castro y María de los Angeles Briceño-Santacruz

Estudio comparativo de la competitividad institucional en IES públicas desde la perspectiva del personal académico 850
Antonio de Jesús-Vizcaíno, Omar Alejandro Olivares-Mojica y Juan Gaytán-Cortés

Innovación de procesos educativos: educación virtual y tutorías para la competitividad universitaria ante el COVID-19 861
Laura Angélica Guzmán-Cedillo, Werner Horacio Varela-Castro y María de los Angeles Briceño-Santacruz

Estrategias para promover la cultura emprendedora en los estudiantes de la Universidad de Guadalajara: campus CUCEA 881
Elsa Georgina González-Uribe, Saray María Corzo-Sánchez y José Sánchez-Gutiérrez

La relación entre el valor percibido y la lealtad en los consumidores de productos para el cuidado de la piel: producto verde vs convencional 903
Jorge Pelayo-Maciel y Juan Carlos Chau-Molina

RESPONSABILIDAD SOCIAL, SUSTENTABILIDAD Y EQUIDAD DE GÉNERO

Cuantificación del beneficio en la rentabilidad de las empresas mexicanas, dada una mayor participación de la mujer en la alta dirección 924
Leticia Bollain-Parra, Oscar Valdemar De la Torre-Torres y Dora Aguilasocho-Montoya

Business sustainability in the commercial air sector in Latin America 945
Hasbleidy Camila Parra-Méndez, Luis Rocha-Lona y Rosa Amalia Gómez-Ortiz

Empoderamiento femenino y publicidad (Femvertising): Un análisis bibliométrico 965

Tania Marcela Hernández-Rodríguez y Irma Janett Sepúlveda-Ríos

Sustentabilidad y pobreza, acciones para mitigarla 986
Vianey Chávez-Ayecac, María Angélica Cruz-Reyes y Mary Xóchitl De Luna-Bonilla

Certificaciones y acuerdos internacionales como facilitadores de la producción orgánica y la sustentabilidad 1007
Priscila Ortega-Gómez, Zoe T. Infante-Jiménez y Carlos Francisco Ortiz-Paniagua

Análisis sobre la Responsabilidad Social de los alumnos de la Facultad de Contaduría y Administración UN de la UAdeC. 1028
Leonor Gutiérrez-González, Cesar Rolando Barboza-Lara y Moisés Sifuentes-Rodríguez

Desempeño de la Responsabilidad Social Universitaria en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo 1047
Araceli Flores-Esparza, Carlos Francisco Ortiz-Paniagua y Joel Bonales-Valencia

Retos de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) en la industria manufacturera de la ZMG 1067
Paola Irene Mayorga-Salamanca y José Sánchez-Gutiérrez

ESTRATEGIAS FINANCIERAS, EMPRENDIMIENTO, CADENA DE SUMINISTRO Y ERA DIGITAL

La gestión con los proveedores: ¿ventaja competitiva para las MIPyMES. Caso Chilapa de Álvarez Guerrero 1087
Migdalia Annel García-Villanueva, Octavio Hernández-Castorena y Mónica Colín-Salgado

Alternativa para la evaluación de proyectos de inversión: las opciones reales 1103
Humberto Banda-Ortiz, Gerardo Sosa-Cruz y Michael Demmler

Crowdfunding, una alternativa en el proceso de recuperación económica post- COVID-19 1121
Miguel Ángel González-Romero, Beatriz Martínez-Carreño y María Isabel Garrido-Lastra

El impacto del tamaño de crecimiento en la rentabilidad de las empresas de la transformación en México 1135
Juan Gaytán-Cortés, Antonio de Jesús-Vizcaíno y Juan Antonio Vargas-Barraza

La gestión de la cadena de suministro como factor influyente en la competitividad de las pymes del estado de Aguascalientes 1155
Silvia Mata-Zamores, Gonzalo Maldonado-Guzmán y Daniela Angélica Devesa-Hidalgo

COLOQUIO

Una perspectiva de la industria de la animación mexicana 1172
Daniela Atayde-Regalado y Juan Antonio Vargas-Barraza

Análisis del efecto que tienen las exportaciones chinas de calzado sobre las de México en el mercado estadounidense 1193
Erick Noé Cortes-Peña

Logística inversa implementada como innovación en cadenas de suministro en empresas mexicanas por medio de creatividad sustentable 1206
Justine Marisela González-Mares y Oscar Alejandro Espinoza-Mercado

Industria 4.0: reestructura de la cadena de valor. Un vistazo al nuevo paradigma tecnológico 1222
Betsabé Alfonzo-Costa y Juan Mejía-Trejo

La inclusión social y su impacto en el desarrollo y la competitividad de las empresas: sector LGBT 1241
Eduardo Emmanuel Mejía-Benítez

¿Cómo ha enfrentado el liderazgo femenino al techo de cristal en América Latina? Temática: Equidad de género 1257
Karen González-Padilla

La inversión extranjera directa en el sector agrícola: una medida para el desarrollo económico 1272
Dania Ivette Arias-Acosta y Francisco Javier López-Cerpa

El e-commerce como medio de internacionalización de la industria joyera de la ZMG 1284
Daniela Atayde-Regalado y Manuel Alfredo Ortiz-Barrera

Satisfacción de usuarios de la secretaria de movilidad jalisco respecto al sitio web 1299
Omar Alejandro Olivares-Mojica y Antonio de Jesús-Vizcaíno

Normas de sustentabilidad empresarial en el sector de transporte Aéreo 1308
Adriana Michelle Soto-Echavarría, Luis Rocha-Lona y José Arturo Garza-Reyes

Tendencia mundial turismo de los adultos mayores que ofrecen las Agencias de Viajes 1329
Liliana Abascal-Gaytán, Manuela Badillo-Gaona y Rosa Patricia Abascal-Gaytán

COMPETITIVIDAD GLOBAL

Photo by timJ on Unsplash

Ecosistema de datos agrícolas: sector hortícola mexicano

Alejandra Rosales-Soto[1]
Ricardo Arechavala-Vargas
Bernardo Jaen-Jimenez

Resumen

El presente artículo estudia la importancia de la implementación de la *big data* y el internet de las cosas en los agronegocios, como elementos esenciales que nutren el ecosistema de datos agrícolas de México. Se examina el estado del arte de la agricultura digital, como una práctica innovadora y se analiza la diferencia entre agricultura inteligente y agricultura de precisión. Este estudio exploratorio resalta la importancia de los ecosistemas de datos abiertos, a través de la analítica de agronegocios, con base en los datos abiertos de cultivos hortícolas en un periodo de 2009-2010, que se producen bajo agricultura protegida, como la producción de jitomate y chile verde, en sistemas de malla sombra, macro túnel e invernadero, mostrando con ello el aumento de su competitividad gracias a la implementación de agricultura inteligente.

Palabras clave: Agricultura inteligente, Ecosistema de datos, horticultura.

Abstract

This article studies the importance of the implementation of big data and the internet of things in agribusiness, such as essential aspects that feed the agricultural data ecosystem in Mexico. The state-of-the-art of digital agriculture is examined as an innovative practice, and it analyzes the distinction between smart agriculture and precision agriculture. This study concludes with the importance of open data ecosystems through agribusiness analytics. Based on open data of horticultural crops as tomatoes and green chilies and peppers from 2009 to 2010. This research is exploratory and aims to emphasize competitiveness through the implementation of smart agriculture.

Keywords*: Data ecosystem, horticulture, smart agriculture.*

Introducción

La innovación es clave para impulsar la productividad, la digitalización ofrece a las PYMES nuevas oportunidades de formar parte de la nueva revolución en la producción. La innovación permite una mayor diferenciación y personalización masiva, con sistemas de cadenas de producción mejor integrados y, en general, con modelos empresariales novedosos, mejorados por la tecnología que aprovechan las distancias y el tiempo más cortos para llegar a los mercados.

[1] Universidad de Guadalajara

En México, las PyMEs aportan alrededor del 60% del PIB, y más del 90% de todas las empresas que operan en México. Coexisten en un mercado sumamente competitivo, desde lo local hasta lo global, y por eso es imperativo desarrollar sus capacidades competitivas es fundamental para lograr no solo el crecimiento, sino la supervivencia de las empresas.

Mejorar el desempeño y la sostenibilidad de las empresas del sector agroindustrial alimentario, es actualmente una necesidad esencial, ya que se requieren organizaciones con un alto desarrollo en aspectos administrativos y tecnológicos que contribuyan al uso racional de los recursos y el acceso a nuevos mercados, estos esfuerzos fortalecen la productividad y competitividad de este tipo de empresas. El reto de la producción sustentable no es una opción es una necesidad, alimentar al mundo de una manera sostenible es una doble necesidad, y la tecnología ayuda a alcanzar este reto.

La agricultura sostenible afronta en la actualidad uno de los desafíos más grandes del planeta: el cambio climático, la lucha contra el hambre, la sobrepoblación o el despoblamiento rural, en todos estos fenómenos la transformación digital puede jugar un rol importante (RRN, 2019). Es ahí donde la digitalización a través del uso de datos abiertos en el sector agrícola puede generar un ecosistema de datos para mejorar la eficiencia y producción de una mayor cantidad de alimentos respetando el medio ambiente.

El concepto de ecosistema de datos puede definirse como un conjunto de redes compuestas por organismos autónomos que directa o indirectamente consumen, producen, o proporcionan datos y otros recursos relacionados; cada actor desempeña uno o más roles y está interconectado a través de relaciones, de tal manera que la colaboración y la competencia de los organismos promueven la autorregulación del ecosistema de datos (Oliveira y Farias Lóscio, 2018, p. 4).

A partir del año 2011, el Gobierno de México crea el sistema de Datos Abiertos (Gobierno MX, 2019), donde provee un amplio conjunto de datos gratuitos y de libre uso, contiene, entre mucha más información estadística de producción agrícola, a través de diversos sitios. Esta plataforma de datos, permite que los productores y agricultores puedan obtener beneficios de forma ilimitada, sin embargo, aunque el acceso es gratuito, en muchas ocasiones es difícil la interpretación de los datos.

Es este contexto, este documento tiene como objetivo analizar la competitividad del sector hortícola de México, específicamente de la producción por agricultura protegida del jitomate y el chile verde, a partir de la analítica de agronegocios y el ecosistema de datos abiertos agrícolas.

El presente trabajo corresponde a un estudio exploratorio. Las etapas de esta investigación se incluye una fase documental porque se realiza una búsqueda, revisión y selección de

publicaciones en artículos científicos y libros e identifica reportes en redes sociales, revistas y periódicos digitales sobre agricultura digital, agricultura inteligente y la implementación de tecnologías agrícolas y es descriptivo porque se obtienen datos estadísticos de la producción y tipos de producción de agricultura protegida de diversas variedades hortícolas.

En este estudio se utiliza una estrategia de investigación secuencial basada en la combinación de métodos mixtos, de acuerdo a Creswell y Creswell (2018), donde a través del cruce de información cuantitativa y cualitativa se describe la importancia y el impacto de la tecnología y la *big data* en la agroindustria. Para realizar un análisis de inteligencia de agronegocios, se utiliza el software Power BI, específicamente del sector hortofrutícola utilizando las bases de datos abiertos que ofrece el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020), de la producción hortícola mexicana, específicamente en la producción de jitomate y chile verde, cultivos en los cuales se implementan nuevas tecnológicas por ser cultivos de exportación y que generan una derrama económica significativa para nuestro país.

La estructura del documento es la siguiente: primero, se definen los ecosistemas de datos y se brindan algunos fundamentos teóricos acerca de la aplicación de la *big data* y el internet de las cosas en el sector agrícola, la conceptualización de agricultura de precisión y agricultura inteligente y el ecosistema de datos abiertos en México; segundo se indica la metodología utilizada en la investigación; tercero, se presentan y discuten los resultados obtenidos; y finalmente, la última sección indica las conclusiones, limitaciones del estudio y se describe el trabajo futuro.

1 Marco conceptual

Los datos son ahora una mercancía, un valioso recurso a nivel mundial, lo que dio lugar a un nuevo entorno, llamado Ecosistemas de Datos (DE). De acuerdo a Zuiderwijk, Janssen & Davis (2014) los Ecosistemas de Datos están compuestos por complejas redes de organizaciones e individuos que intercambian y utilizan datos como recurso principal, convirtiéndose así, en un nuevo campo de investigación, alimentado por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICs) estos ecosistemas han permitido la creación de nuevos modelos de negocio y procesos para el consumo, la colaboración y la innovación, a partir de los datos.

Los beneficios que se esperan con los DE incluyen mejoras en la calidad de vida y la confianza social, el crecimiento económico, el apoyo a los procesos de formulación de políticas públicas y la mejora de los servicios a los ciudadanos (Dawes, Vidiasova y Parkhimovich, 2016; Smith, Ayaba-Ofe, Sandberg, 2016); además de beneficios relacionados con los aspectos económicos, como la creación de nuevas oportunidades comerciales mediante el uso de datos y servicios de datos, así como la facilitación de la innovación y la creación de valor (Ha, Lee y Lee, 2014). Es necesario resaltar que los ecosistemas de datos facilitan el consumo y producción de datos, a

través de su procesamiento con analítica de datos, es decir a través de diversas técnicas de recopilación, extracción e interpretación de los datos, con el fin de mejorar la productividad y el beneficio empresarial.

Para satisfacer la demanda mundial de alimentos en los próximos años, el uso de Internet de las Cosas, la red que conecta diversos dispositivos para intercambiar información, junto con Analítica de Datos va en aumento (Dawes, *et al*., 2016). Al 2020, se estimaba que la instalación de dispositivos de Internet de las Cosas en el sector agrícola aumentaría en un 214% de 30 millones en 2015 a 75 millones en 2020.

El uso del internet de las cosas y la analítica de datos permiten una agricultura inteligente que pueden aumentar la eficiencia operativa y el rendimiento (Ding, *et al.,* 2011; Easterbrook, Singer, Storey y Damian, 2008).

1.1 Ecosistemas de datos

Diversos autores a través de los años han definido a los ecosistemas de datos, algunos de los más relevantes:

- Un ecosistema de datos es una especie de sistema basado en datos, en el que los interesados encuentran, administran, archivan, publican, reutilizan, integran, mezclan y consumen datos en relación con las herramientas, servicios y comunidades en línea (Ding *et al.,* 2011).
- En un ecosistema hay ciclos de datos, los consumidores intermedios, como los buscadores de datos y los desarrolladores de aplicaciones, pueden compartir sus datos limpios e integrados en el ecosistema de forma reutilizable y son a menudo más valiosos que la fuente original (Pollock, 2011).
- Un Ecosistema de Datos está compuesto por muchos elementos y pequeñas estructuras organizacionales que deben reconocer los datos como la materia prima que está en un proceso y es capaz de alimentar el ecosistema, proporcionando beneficios a todos los involucrados (Zubcoff, Llorenç, Garrigós, Mazón-López, Guilló, y Maciá Pérez, 2016).
- Los Ecosistemas de Datos consisten en la publicación y divulgación de datos en Internet, en las que los usuarios pueden realizar actividades como búsqueda, identificación, evaluación y visualización de datos para la limpieza, análisis, enriquecimiento, combinación, vinculación y visualización de datos (Zuiderwijk-van Eijk, Janssen, van de Kaa y Poulis, 2016)

Por lo tanto, de acuerdo a estas definiciones, los ecosistemas de datos dependen de un vasto y heterogéneo conjunto de entidades o fuentes, cada una con diferentes propiedades, capacidades y expectativas. Del mismo modo, los recursos de los Ecosistemas de Datos son heterogéneos. Por ejemplo, los conjuntos de datos son heterogéneos en lo que respecta a cuestiones

estructurales (esquema), sintácticas (formato) y semánticas (significado). Los usuarios pueden producir y consumir recursos utilizando diferentes actividades y en diferentes condiciones.

Además, muchos de estos elementos son dinámicos y evolucionan con el tiempo. Por lo que la adquisición y selección de una enorme cantidad de datos a través de la *big data*, para procesarlos como información y asimilarlos como conocimiento, se ha vuelto un desafío, al momento de que nuestros recursos y capacidades se ven limitados.

1.2 Aplicación de la *big data* en la Producción Agrícola

Actualmente la sociedad se enfrenta a una tremenda ola de innovación, productividad y crecimiento, así como a nuevos modos de competencia y de captura de valor, todo ello impulsado por *Big Data* (Manyika, 2011). El acceso a la *big data*, el cual es un conjunto de datos grande, diverso y/o complejo es generada a partir de una variedad de fuentes como, las transacciones por Internet, el correo electrónico, vídeos, flujos de clics y/o todas las demás fuentes digitales (National Science Foundation, 2012).

El uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICs) pueden contribuir en conjunto, a resolver las principales preocupaciones relacionadas con la agricultura, como el acceso a la información, el intercambio de aptitudes y conocimientos, la inocuidad alimentaria y el control de plagas en los cultivos, garantizando la seguridad ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales. Se estima, que ningún otro sector sea tan atractivo para las grandes innovaciones basadas en datos, como lo es el sector agrícola (Wolfert, Verdouw y Boodardt, 2017; Sonka, 2015; Gilpin, 2014). Es ahí donde, la industria agroalimentaria exige algún proceso inteligente adicional para mejorar el dinamismo de su producción.

De acuerdo a la CEPAL (2020) la agricultura digital está estrechamente asociada a: i) la recolección y el tratamiento de una gran cantidad de datos, que hace posible la optimización y racionalización de decisiones y uso de recursos y ii) al intercambio *peer to peer*, que rompe con el aislamiento tradicional de los agricultores y que permite emerger otros modos de gobernanza y de coordinación colaborativas, en donde pueden interactuar una gran cantidad de organismos.

Los avances en el concepto de agricultura inteligente hacen que la agricultura sea más eficiente y eficaz con la ayuda de algoritmos de alta precisión (Baseca, Sendra, Lloret y Tomas, 2019). Lo que significa que, la industria agrícola está siendo transformada mediante la inteligencia artificial y la ciencia de los datos. Actualmente la industria agrícola se enfrenta a la recopilación de datos agrícolas fiables para la toma de decisiones, lo que la vuelve una industria inteligente.

1.2.1 Agricultura de precisión

La agricultura de precisión (AP) es una técnica de administración que reúne, procesa y analiza datos de carácter temporal y espacial y los combina con otra información para apoyar la toma de decisiones (ISPA, 2019). Estos sistemas reúnen información que se utiliza para tomar decisiones con mayor precisión y optimizar el rendimiento de los cultivos (Baseca, *et al*., 2019).

Es por ello que, la AP es la práctica agrícola moderna que hace que la producción de cultivos sea más eficiente, a través del uso de las tecnologías de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores y satélites.

La tecnología de AP ayuda a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola. Con la AP se obtiene información detallada sobre las características del cultivo, permitiendo optimizar la administración de una parcela, desde el punto de vista agronómico, medioambiental y económico.

Gracias a la rápida evolución del Internet de las cosas y el *Cloud Computing* ocurre una nueva práctica moderna importante denominada Agricultura Inteligente (Sundmaeker, Verdouw, Wolfert y Perez Freire, 2016).

1.2.2 Agricultura inteligente

El concepto de Agricultura Inteligente (AI) puede emplearse como un tablero de Inteligencia de negocios, por sus siglas en inglés *Business Intelligence (BI)*, donde el agricultor puede obtener la información más reciente de los productos básicos en los que está interesado.

La agricultura inteligente es la aplicación de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (*NTIC*s) centrada en un enfoque basado en los datos para hacer frente a los desafíos y oportunidades existentes en la agricultura (Hoste, Suh,y Kortstee, 2017; Smart-Akis, 2016; Sundmaeker, 2016).

El concepto de Agricultura Inteligente está relacionado con al menos seis objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas, tal y como se representa en el gráfico 1.

Gráfico 1. Interrelaciones entre la agricultura inteligente y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Fuente: Elaboración propia, autores diversos.

La Agricultura Inteligente coincide con los 17 objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (Ciruela-Lorenzo, Del Águila-Obra, Padilla Meléndez y Plaza-Anguiano, 2020; FAO, 2020). Los 6 objetivos principales que impacta son: i) Objetivo 3: Salud y bienestar: Mediante AI se tiene una mejor gestión de plaguicidas, reduciendo enfermedades por contaminación del agua, aire y suelo); ii) Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico: La AI procura mejorar la eficiencia en el uso de los recursos en la producción de alimentos; iii) Objetivo 9: Industria, innovación, e infraestructura: La AI desarrolla una infraestructura sostenible con vías que conectan a los agricultores con los mercados o centros de distribución; iv) Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles: como parte de un plan de mitigación o adaptación al cambio climático en las ciudades, la AI promueve el compostaje de materiales orgánicos producidos en la ciudad y utilizado en las granjas cercanas; v) Objetivo 12: Consumo responsable y producción: La AI promueve un uso eficiente y sostenible de los recursos en la producción de alimentos, incluido el reciclado de desechos, así como la administración de agroquímicos y; vi) Objetivo 13: Acción Climática: sin duda la AI se centra en el fortalecimiento de la capacidad de adaptación al clima y la reducción de emisiones de gas de efecto invernadero, como parte de la mitigación al cambio climático.

A medida que la Big Data emerge en el sector de la agroindustria, grandes empresas agrícolas como Monsanto y John Deere, desde el año 2012, han gastado cientos de millones de dólares en tecnologías que utilizan datos detallados sobre el tipo de suelo, la variedad de las semillas y el

clima para ayudar a los agricultores a reducir los costos y aumentar los rendimientos (Faulkner y Cebul, 2014).

La Agricultura Inteligente implementa el uso de diversas tecnologías como sensores, analítica de datos y robótica, tal y como se puede observar en la tabla 1.

Tabla 1. Aplicación de la Agricultura Inteligente

Tecnología	Aplicación	Autores
Sensor y monitoreo inteligente	Agricultura de Precisión, Teledetección, Monitoreo del Suelo, agua, iluminación, humedad, temperatura	Wolfert *et al* (2017), Hoste, Suh y Korstee (2017); Jørgensen *et al* (2016); Faulkner y Cebul, (2014); Pixia y Xiangdong (2013); Paparozzi (2013); Rode P. C., et al., (2010);
Analítica de datos	Plataformas de Internet de las cosas, *big data, analítica de negocios,* Inteligencia artificial, censo agrícola, información del mercado	CEPAL (2020); Maya-Gopal y Renta Chintala (2020); Lioutas et al., (2019); Ozdogan, Gacar y Huseyn (2017); Bronson y Knezevic (2016)
Robótica	Tractores autónomos, plantas de tratamiento, recolección de la cosecha, automatización	Hoste, Suh y Korstee (2017); King (2017); Ducket, *et al*., (2018)

Fuente: Elaboración propia a partir de diversos autores.

Con el desarrollo de los sensores agrícolas, la comunicación inalámbrica, la computación en nube, aprendizaje de máquinas y tecnologías de Big Data, la tecnología del Internet de las cosas ha surgido y se está promoviendo y aplicando gradualmente en el campo de la agricultura protegida (Mekala y Viswanathan, 2017; Wolfert, *et al.*, 2017).

Lo valioso de estos datos puede reflejarse en cuatro dimensiones: volumen, velocidad, variedad y veracidad (Zhou, Fu y Yang, 2016). Las técnicas más utilizadas para tratar la *Big Data* son el procesamiento de imágenes, la modelización y la simulación, el aprendizaje automático, el análisis estadístico y los sistemas de información geográfica (Shi et al., 2019).

El mecanismo utilizado en la agricultura inteligente es el *Machine Learning*, el campo científico que da a las máquinas la capacidad de aprender sin mucha programación, el cual ha surgido

junto con las grandes tecnologías de datos y la informática de alto rendimiento para crear nuevas oportunidades de facilitar, cuantificar y comprender los procesos intensivos en datos en los entornos operativos agrícolas. Los avances indican que la agricultura puede beneficiarse del aprendizaje de las máquinas en todas las etapas, como la administración de semillas, campos, cultivos y cosecha.

La inteligencia artificial y el *machine learning* se utilizan en varias aplicaciones agrícolas actuales, entre ellas los algoritmos de predicción del rendimiento basados en datos meteorológicos y de rendimiento histórico, los algoritmos de reconocimiento de imágenes para detectar plagas y enfermedades en las plantas y la robótica para cosechar diferentes tipos de cultivos especializados (Tibbetts 2018).

1.3 Ecosistema de Datos Abiertos en México

En años recientes, México pone a la disposición el acceso a los datos abiertos (Gobierno MX, 2016), datos gratuitos y de libre uso, como parte del programa “alianza para el gobierno abierto”, una iniciativa fundada en el 2011 e integrada por 79 gobiernos a nivel mundial (Gobierno Abierto MX, 2019), en el cual se facilita el acceso a la estadística de producción agrícola, a través de diversos sitios: i) a nivel internacional el *International Trade Centre* (2020) y FAOSTAT (2019); ii) a nivel nacional el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020); y iii) a nivel estatal el Monitoreo de indicadores del desarrollo de Jalisco (MIDE, 2016). Gracias a los datos extraídos de estas plataformas en línea, los productores y agricultores pueden obtener beneficios de forma ilimitada; sin embargo, aunque el acceso es gratuito, en muchas ocasiones es difícil la interpretación de los datos.

La FAO además de ofrecer el acceso libre a datos estadísticos sobre alimentación y agricultura de más de 245 países (FAOSTAT, 2019), promueve una plataforma llamada TECA (FAO, 2020), la cual reúne tecnologías y prácticas agrícolas exitosas para facilitar la adopción y el intercambio del conocimiento para ayudar a los agricultores y sus familiares en el campo, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, como: i) Objetivo1: fin de la pobreza; ii) Objetivo 2: hambre cero; iii) Objetivo 3: salud y bienestar y; iv) Objetivo 12: producción y consumo responsables (NU, 2015). Es así que se alimenta un ecosistema de datos agrícolas.

En la Agricultura Inteligente, las tecnologías digitales ayudan al monitoreo continuo y la medición del entorno físico. Esto da lugar a grandes cantidades de datos que requieren la recopilación, el almacenamiento, el pre-procesamiento, la modelización y el análisis en gran escala. Recientemente, el término "agricultura digital" se ha utilizado para abarcar los conceptos de agricultura inteligente, agricultura de precisión, agricultura de decisión y Agricultura 4.0 (Klerkx, Jakku y Labarthe, 2019).

Los grandes datos agrícolas no tendrán ningún valor real sin el análisis de los grandes datos (Sun, Du, Zheng y Yin, 2013). Para obtener los análisis de Big Data, es necesario integrar los datos de diferentes fuentes. En este proceso, es probable que surjan problemas de calidad de los datos debido a errores y duplicaciones en los datos.

Resultados y discusión

La industrialización de la agricultura se ha expandido mucho en las décadas anteriores. Las explotaciones agrícolas y las empresas del sector alimentario se están desarrollando hacia industrias de alta tecnología que se caracterizan cada vez más por la producción a gran escala y el uso intensivo de la tecnología (Sundmaeker, et al., 2016).

La aplicación de Internet de las Cosas en la agricultura consiste en dar una herramienta a los productores y agricultores que, gracias al uso de las tecnologías de automatización, le permita validar una toma de decisiones, a través de una plataforma que integre perfectamente el producto, el conocimiento y los servicios para mejorar la productividad y la calidad y por tanto la competitividad en la industrial.

Para la analítica de datos, existen diversas opciones en el mercado como Tableau (2020), Qlik (2020) o Power Bi (2020), las cuales facilitan la visualización de los datos, ya sea a manera de gráficos, mapas o tablas. Por ello, se presenta un análisis de la producción de diversos productos hortofrutícolas, pudiendo destacar su desempeño gracias a la implementación de agricultura inteligente.

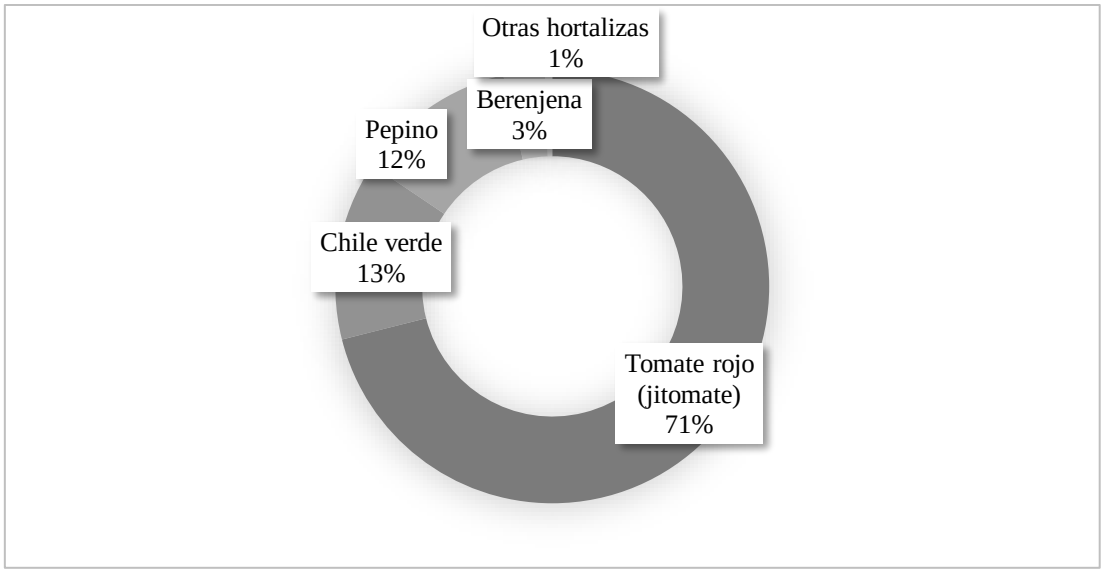
El principal objetivo de la visualización de datos es transmitir la información o el conocimiento, que se encuentran en los complejos y grandes conjuntos de datos de forma visual (Rice, 2018). La presentación de los datos es crucial, ya que el usuario final se esfuerza por extraer la información vital de los datos generados de diversas fuentes, porque suelen ser desestructurados y heterogéneos.

La agricultura protegida México está en crecimiento, a medida que los productores toman cada vez más conciencia de los beneficios en materia de producción, calidad, lucha contra las plagas y reducción de la exposición a los riesgos del cambio climático, se opta por los sistemas de invernadero, macro túnel y malla sombra. Esta transición es acogida por el Gobierno de México, que considera los beneficios de introducir este método de producción en las zonas rurales como una forma de desarrollo social.

El sector hortofrutícola, es beneficiado por los sistemas de agricultura protegida. Las inversiones en agricultura protegida buscan mejorar los niveles de rentabilidad en la producción, principalmente en la que se destina al mercado de exportación (FIRA, 2017). El gráfico 2

muestra la producción nacional de hortalizas en el ciclo agrícola 2019 y su porcentaje de producción en sistemas de invernadero.

Gráfico 2. Producción nacional de hortalizas en sistemas de invernadero 2019.

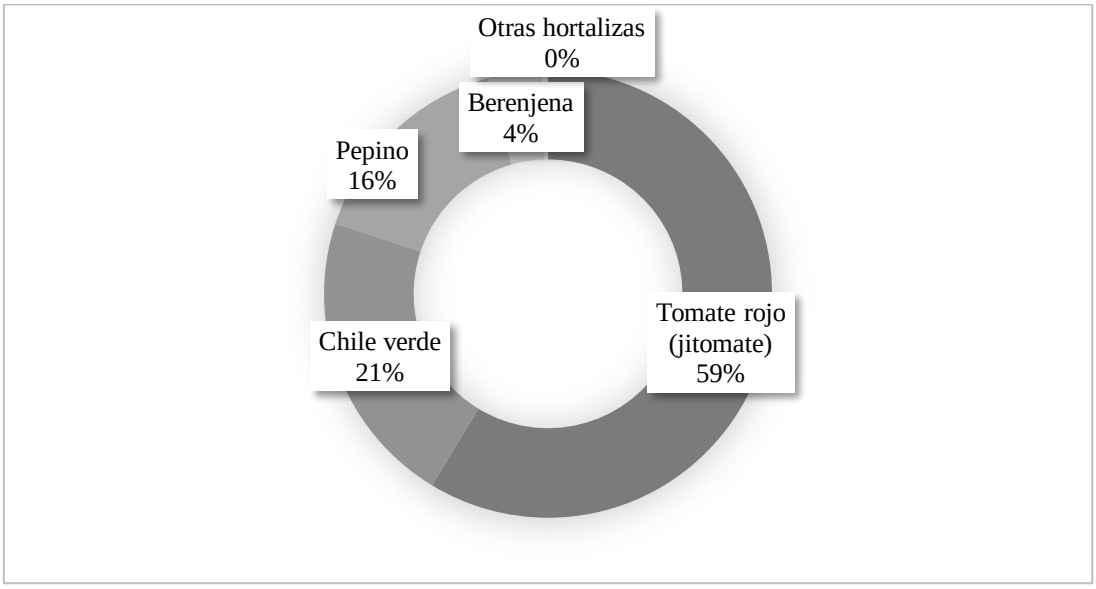


Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de SIAP (2020).

Los principales productos hortícolas que se producen bajo sistemas de invernadero para consumo nacional y de exportación durante el 2019 son el jitomate (71.06%), la variedad de chile verde (serrano, poblano, pimiento morrón, manzano, habanero y húngaro) en un 13.36%, la producción de pepino en un 11.95%, la berenjena en un 3.05%y el resto son productos como la lechuga, la col, la calabacita y el brócoli.

La producción en malla sombra también ha tenido un crecimiento significativo, en el gráfico 3 se muestra la producción nacional de hortalizas y su porcentaje de producción en sistemas de malla sombra durante el ciclo agrícola 2019.

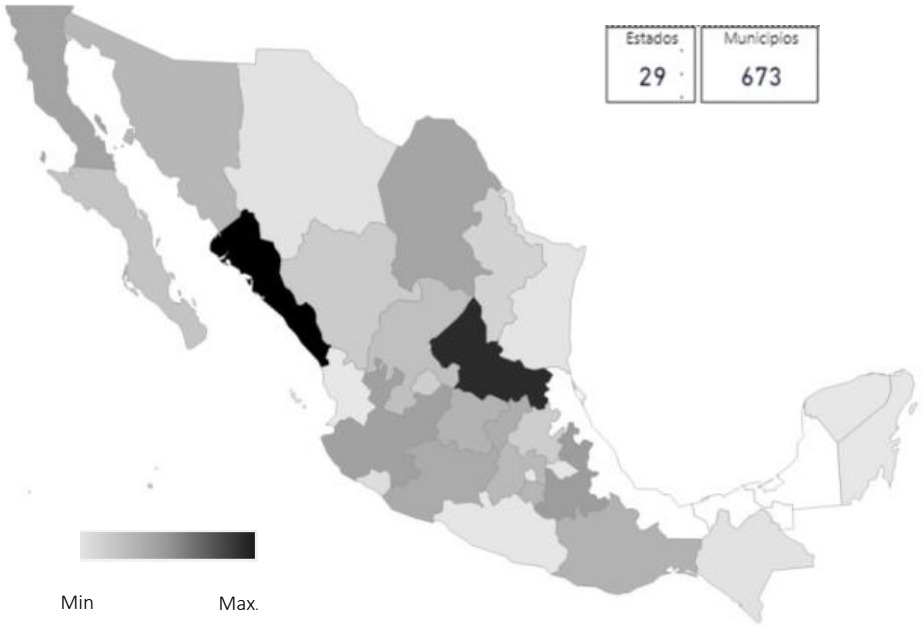
Gráfico 3. Producción nacional de hortalizas en malla sombra 2019.



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de SIAP (2020).

Los principales productos hortícolas que se producen bajo sistemas de malla sombra para consumo nacional y de exportación durante el 2019 son el jitomate 58.67%, la variedad de chile verde (anaheim, chilaca, habanero, húngaro, jalapeño, morrón, poblano y serrano) en un 21.14%, el pepino en un 15.55%, la berenjena en un 3.92%y el resto son productos como el apio, la calabacita, el chícharo, la coliflor y el ejote. Como se puede observar tanto en sistemas de malla sombra como invernadero, el jitomate o tomate rojo es el cultivo principal como hortaliza en agricultura protegida y es además un productor líder de exportación. La ilustración 3 muestra los estados productores de jitomate en el ciclo agrícola 2019.

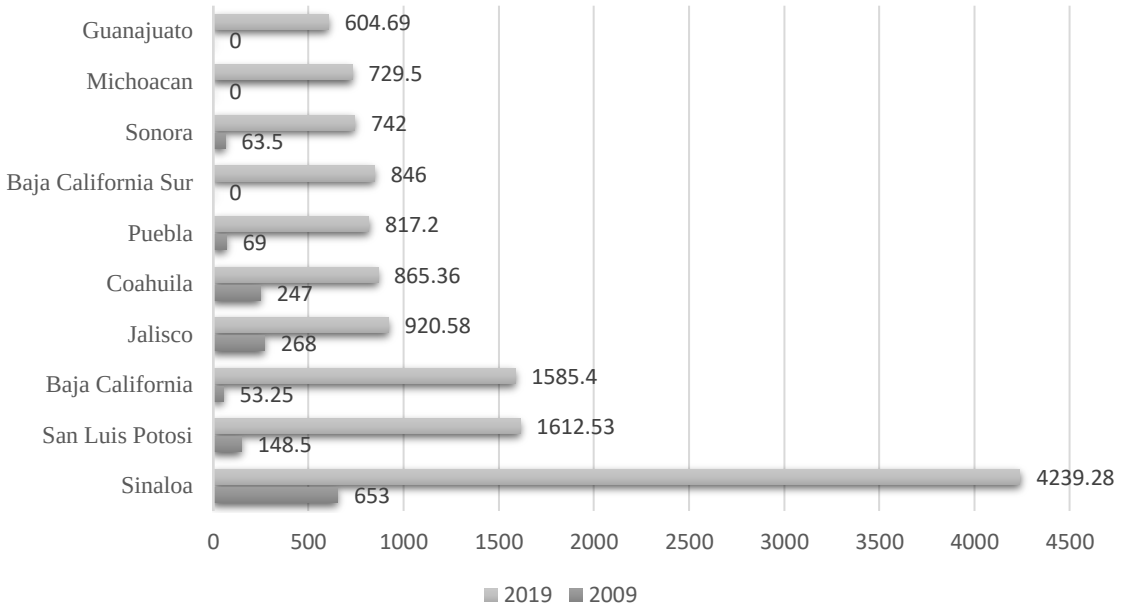
Gráfico 4. Estados productores de jitomate por agricultura protegida 2019.



Fuente: Elaboración propia con software *Power Bi* y Cifras de SIAP (2020).

La visualización utilizada con el software *Power BI* es Map, donde la saturación del color indica el nivel de participación de cada estado, ubicando en escala de grises a los 29 estados con producción de jitomate con agricultura protegida. Aunque los 32 estados producen jitomate, durante los últimos 10 años, la extensión del cultivo por agricultura protegida ha pasado de una participación de 199 municipios con 2156.98 ha a 673 municipios con 16,358 ha en 2019. Los principales estados que aportan 40 % de hectáreas sembradas a nivel nacional bajo agricultura protegida durante el 2019 son Sinaloa (22.90%), San Luis Potosí (8.71%) y Baja California (8.71%), tal como se puede observar en el gráfico 5.

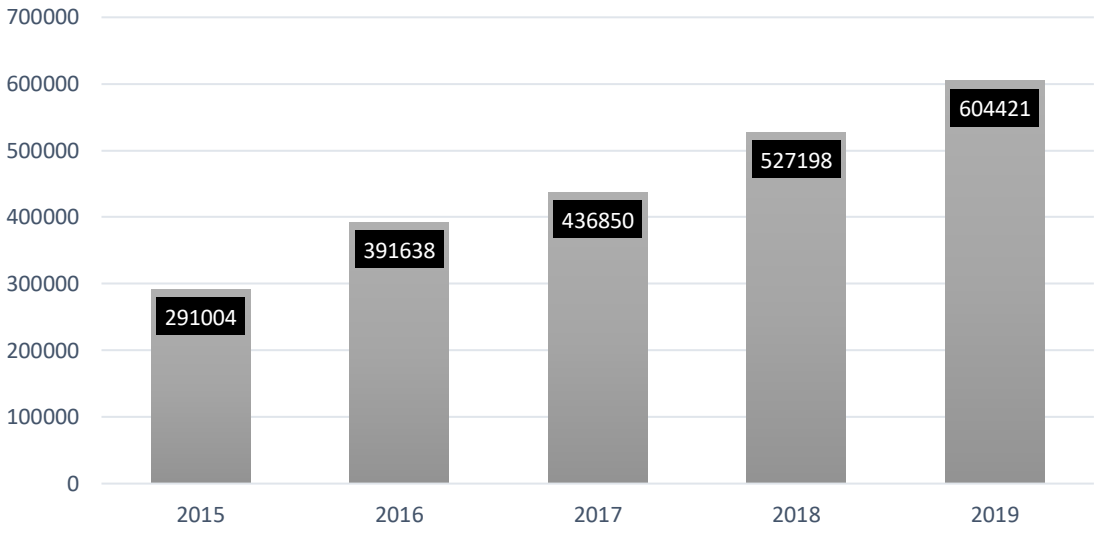
Gráfico 5. Hectáreas sembradas de jitomate por agricultura protegida de los 10 principales estados. 2009-2019



Fuente: Elaboración propia con software *Power Bi* y Cifras de SIAP (2020).

Tanto el volumen de producción como la superficie sembrada en nuestro país está fuertemente influenciada por el comportamiento del país vecino, los Estados Unidos, ya que los productores tratan de plantar sólo lo que el mercado americano importa, además de abastecer el mercado nacional. Otro de los cultivos que llevan una tendencia creciente bajo el sistema de agricultura protegida es el chile verde y sus diversas variedades, tal y como se puede observar en el gráfico 6.

Gráfico 6. Volumen de producción de chile verde por agricultura protegida 2015-2019.

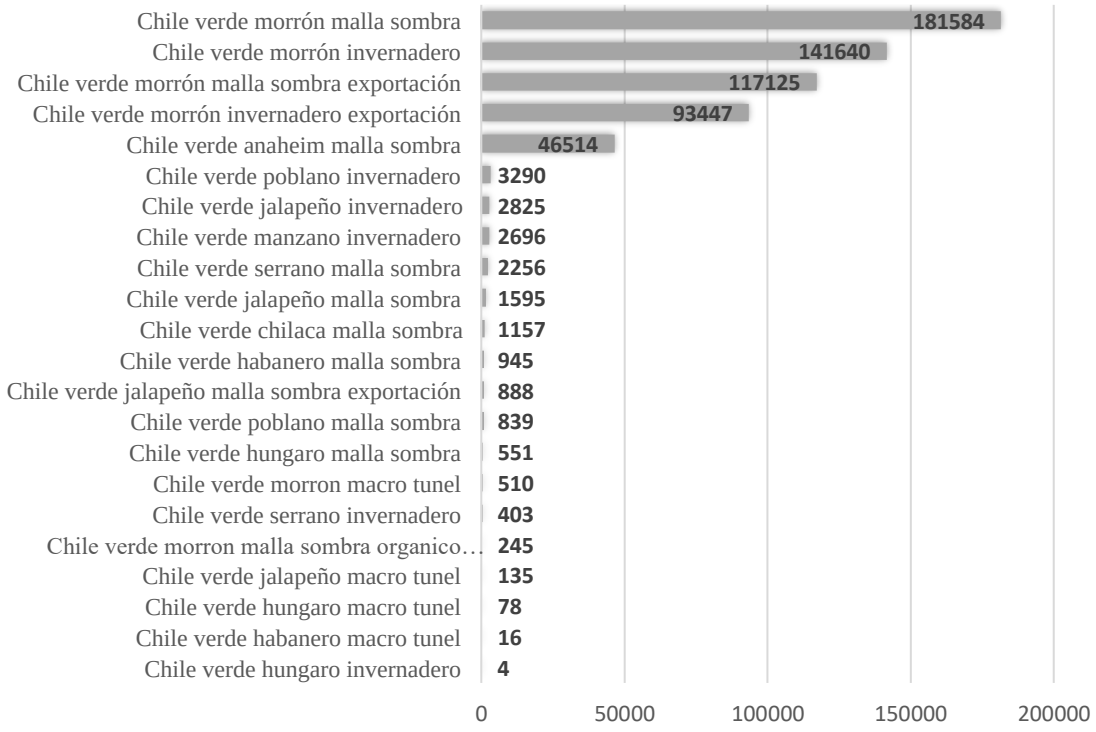


Fuente: Elaboración propia con software *Power Bi* y Cifras de SIAP (2020).

Se puede observar un crecimiento anual en el volumen de producción de chile verde, bajo sistema de agricultura protegida, su producción a aumentado alrededor de un 200% en los últimos 5 años, pasando de las 291,004 toneladas en el ciclo agrícola 2015, a 604,421 toneladas en el ciclo agrícola 2019. La aportación del volumen total en el 2019, es de 3 estados principales: Sinaloa (57%), Sonora (14%) y Guanajuato (8%).

Existen 9 variedades chile verde bajo agricultura protegida como lo son el anaheim, chilaca, habanero, húngaro, jalapeño, manzano, morrón, poblano y serrano. En el gráfico 7, puede observarse el volumen en toneladas de cada variedad por malla sombra, macro túnel e invernadero.

Gráfico 7. Volumen de producción de variedades de chile verde bajo agricultura protegida 2019.



Fuente: Elaboración propia con software *Power Bi* y Cifras de SIAP (2020).

Las variedades principales para el ciclo agrícola 2019 son chile verde morrón en malla sombra (30%), chile morrón en invernadero (23%), chile morrón en malla sombra para exportación (19%) y chile morrón invernadero para exportación (15%).

El entorno de la agricultura protegida está total o mayoritariamente controlado artificialmente y ha roto en cierta medida los límites de las condiciones climáticas y terrestres para el crecimiento de los animales y las plantas. Por ello se denomina también agricultura controlable. En comparación con la agricultura a cielo abierto, la agricultura protegida tiene más potencial para

aplicar la tecnología del Internet de las cosas, porque se ve menos afectada por factores climáticos y geográficos.

Sin duda, la producción hortícola de México, tiene una tendencia a entornos de agricultura protegida, que le ayuda a controlar plagas y a mitigar los efectos del cambio climático.

Conclusiones

Este trabajo se propuso como objetivo analizar la competitividad del sector hortícola de México, específicamente de la producción por agricultura protegida del jitomate y el chile verde, a partir de la analítica de agronegocios y el ecosistema de datos abiertos agrícolas.

Los principales hallazgos apuntan que con el reciente uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICs), la industria agrícola mexicana se propone producir más con menos recursos, con agricultura inteligente. Los sistemas de control del clima, los sistemas de control de procesos de maquinaria y logística, las aplicaciones para teléfonos inteligentes de horticultura, los sistemas de registro y análisis de la mano de obra y muchas otras soluciones de TICs ayudan a los productores a operar de la manera más eficiente posible con un uso mínimo de recursos y obteniendo al mismo tiempo el máximo rendimiento, a través de agricultura protegida, bajo sistemas de invernadero, malla sombra y macro túnel.

A medida que la *big data* y el internet de las cosas aparecen en las granjas con la implementación de maquinaria, sensores inteligentes, tractores autónomos, los datos se alimentan, creciendo en cantidad y alcance, es así como los procesos serán cada vez más impulsados y habilitados por los datos, promoviendo una mayor rentabilidad.

En resumen, los ecosistemas de datos abiertos, facilitan la inteligencia de agronegocios, estableciendo lo siguiente:

Primero, México posee las condiciones agronómicas necesarias para la producción de hortalizas, siendo líder en Latinoamérica, en la producción de jitomate y chile verde para consumo nacional y exportación en sus diferentes variedades a más de 30 países, es así que se demuestra que existe una tendencia en la industria hortícola, de producir en sistemas de agricultura protegida, especialmente en malla sombra e invernadero, dando como resultado un mejor uso de los recursos: suelo, agua, plaguicidas y fertilizantes y obteniendo mejores rendimientos.

Segundo, la agricultura inteligente va más allá del concepto de agricultura de precisión, ya que basa las tareas de administración no sólo en el lugar sino también en los datos, mejorados por el conocimiento del contexto y la situación, desencadenados por los acontecimientos en tiempo real.

Tercero, la agricultura inteligente representa una oportunidad para atender los objetivos de la Organización de las Naciones Unidas, para contribuir a mejorar la calidad de vida de la sociedad con el incremento de la producción de alimentos que otorguen salud y bienestar y así mismo, permitan la generación de empleos; una mejora en el medio ambiente con producción y consumo responsable y; una industria que innove y mejore su infraestructura.

Por último, el ecosistema agrícola de datos abiertos, permite de una manera dinámica e inteligente realizar análisis de datos y generación de reportes, que le permiten al productor y al agricultor, identificar la tendencia en cultivos y formas de cultivos, por regiones, volumen y valor de la producción y tener un respaldo en su toma de decisiones. Tal y como se presentó, a través de visualizaciones en herramientas de software de inteligencia de agronegocios.

Referencias

Baseca, C. C., Sendra, S., Lloret, J. y Tomas, J. (2019). A Smart Decision System for Digital Farming. *Agronomy*, 9(5), 216.

CEPAL (2020). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020.*

Ciruela-Lorenzo, A. M., Del-Aguila-Obra, A. R., Padilla-Meléndez, A. y Plaza-Angulo, J. J. (2020). Digitalization of agri-cooperatives in the smart agriculture context. Proposal of a digital diagnosis tool. *Sustainability*, *12* (4)

Dawes, S., Vidiasova, L. y Parkhimovich, O. (2016). Planning and designing open government data programs: An ecosystem approach. *Government Information Quarterly*, 33(1):15–27

Ding, L. *et al*., (2011). TWC LOGD: A portal for linked open government data ecosystems. Web Semantics. *Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 9 (3), 325-333

Duckett, T., Pearson, S., Blackmore, S., Grieve, B., Chen, W.-H., Cielniak, G., … Yang, G.-Z. (2018). Agricultural Robotics: The Future of Robotic Agriculture. *Robotics & Autonomous systems*,

Easterbrook, S., Singer, J., Storey, M. A. y Damian, D. (2008). Selecting empirical methods for software engineering research. *Guide to advanced empirical software engineering.* Springer, 285–311

FAO (2019). Climate-smart agriculture and the sustainable development goals. *Food and Agriculture Organization of the United Nations.*

FAO (2020). TECA – Tecnologías y prácticas para pequeños productores agrícolas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAOSTAT (2019). Datos sobre alimentación y agricultura. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.*

FIRA (2017). *Panorama Agroalimentario Tomate Rojo 2017*. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.

Faulkner, A. y Cebul, K. (2014). Agriculture Gets Smart: The Rise of Data and Robotics, Cleantech Agriculture Report. *Cleantech Group. 1-6*

Gilpin, L. (2014). How Big Data Is Going to Help Feed Nine Billion People by 2050. *TechRepublic*. 1-12.

Gobierno Abierto MX (2019). ¿Qué es? Alianza para el gobierno abierto de México. Gobierno de México. Recuperado de: http://dgti-transparencia-gobierno-abierto-staging.k8s.funcionpublica.gob.mx/quienes-somos/

Gobierno MX (2016). ¿Qué son los datos abiertos? Gobierno de México. Recuperado de: https://datos.gob.mx/blog/que-son-los-datos-abiertos?category=casos-de-uso

Ha, S., Lee, S. y Lee, K. (2014). Standardization Requirements Analysis on Big Data in Public Sector based on Potential Business Models. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 8 (11), 165–172.

Hoste, R., Suh, H. y Kortee, H. (2017). Smart farming in pig production and greenhouse horticulture. An inventory in the Netherlands. *Wageningen University and Research*, 42.

ITC (2020). International trade statistics 2001-2020. *The International Trade Centre*. Recuperado de: https://www.intracen.org/itc/market-info-tools/trade-statistics/

Jensen, M. H. y Malter, A.J. (1995*). Protected Agriculture: A Global Review*. World Bank Publications.

King, A. (2017). The future of agriculture. *Nature*, 544, 21-23.

Manyika, J. (2011). Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. *McKinsey Global Institute*.

Maya-Gopal, P. S. y Chintala, B. R. (2020). Big Data Challenges and Opportunities in Agriculture. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 11(1), 48-66.

Mekala, M.S. y Viswanathan, P. (2017). A Survey: Smart agriculture IoT with cloud computing. *In Proceedings of the 2017 International conference on Microelectronic Devices, Circuits and Systems*, 1–7.

MIDE (2016). Monitoreo de indicadores del Desarrollo de Jalisco. Recuperado de: https://seplan.app.jalisco.gob.mx/mide/panelCiudadano/inicio

National Science Foundation. (2012). Core Techniques and Technologies for Advancing Big Data Science & Engineering. *National Science Foundation* USA.

NU (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidad. Recuperado de: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

Oliveira, M. I. S. y Lóscio, B. F. (2018). What is a data ecosystem? *Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research Governance in the Data Age*.

Ozdogan, B., Gacar, A. y Huseyin, A. (2017). Digital agriculture practices in the context of agriculture 4.0. *Journal of Economics Finance and Accounting*, *4*(2), 184- 191.

Pixia, D. y Xiangdong, W. (2013). Recognition of greenhouse cucumber disease based on image processing technology. *Open Journal of Applied Sciences,* 3 (01), 27-31.

Pollock, R. (2011). Building the (open) data ecosystem. *Open Knowledge Foundation.*

Power BI (2020). Convierta los datos en oportunidades. *Power BI Microsoft.*

Rice, I. (2018). Improved data visualisation through nonlinear dissimilarity modelling. *Pattern Recognition*, 73 (1), 76-88.

Rode, P. C., Gamarra, R. R., Espinosa, H. P., Guizar, A. G. R., Daz, D. R., Cruz, P. P. y Gutiérrez, A. M. (2010). Invernadero inteligente basado en un enfoque sustentable para la agricultura mexicana. *Memorias del VIII Congreso Internacional sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico,* 623-630.

RRN (2019). El MAPA, en el centro del ecosistema abierto de datos agrícolas y medioambientales. *Red Rural Nacional*.

Shi, X. *et al*., (2019). State-of-the-Art Internet of Things in ProtectedAgriculture. MDPI. *Sensors.* 19,

SIAP (2020). Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por cultivo. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Recuperado de: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do

Smart-Akis (2016). What is smart-farming? *Smart Farming Thematic Network*.

Smith, G., Ayaba-Ofe, H. y Sandberg, J. (2016). Digital service innovation from open data: exploring the value proposition of an open data marketplace. *In System Sciences* (HICSS), 49th Hawaii International Conference on IEEE.

Sonka, S. (2015). Big data: from hype to agricultural tool. *Farm Policy Journal*. 12, 1-9.

Sun, Z., Du, K., Zheng, F. y Yin, S. (2013). Perspectives of research and application of Big Data on smart agriculture. *Journal of Agriculture Sciences Technology*, 15, 63–71.

Sundmaeker, H., Verdouw, C. N., Wolfert, J. y Freire, L. P. (2016). Internet of food and farm 2020. En Vermasan, O., Fries, P. (Coords). Digitising industry internet of things connecting physical, digital and virtual words, *River Publishers Series*, 129-150.

Tableau (2020). Cambia tu manera de pensar en los datos. Tableau. Recuperado: https://www.tableau.com/es-mx

Tibbets, J. H. (2018). The Frontiers of Artificial Intelligence: Deep learning brings speed, accuracy to the life sciences. *BioScience*, 68 (1). 5-10.

Wolfert, S., Ge, L. Verdouw, C. y Boodardt, M.C. (2017) Big Data in Smart Farming – A review, Agricultural Systems, 153, 69-80.

Zhou, K., Fu, C. y Yang, S. (2016). Big data driven smart energy management: From big data to big insights. *Renewable and Sustainable Energy*, 56, 215–225.

Zubcoff, J., Llorenç, V. G., Garrigós, I., Mazón-López, J.N., Guilló, A. y Maciá Pérez, F. (2016). The University as an Open Data Ecosystem. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 11 (3), 250.

Zuiderwijk, A., Janssen, M., y Davis, C. (2014). Innovation with open data: Essential elements of open data ecosystems. *Information Polity*, *19*(1–2), 17–33. https://doi.org/10.3233/IP-140329

Zuiderwijk, A., Janssen, M., Van De Kaa, G., y Poulis, K. (2016). The wicked problem of commercial value creation in open data ecosystems: Policy guidelines for governments. *Information Polity*, *21*(3), 223–236. https://doi.org/10.3233/IP-160391