



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE INDUSTRIA 4.0 EN LA AGRICULTURA DE MEXICO Y COLOMBIA

Autor

LUISA FERNANDA MENDEZ BOCANEGRA

Director

ROSA YANETH CONTRERAS GONZALEZ

Ms. Diseño y Gestión de Proyectos tecnológicos

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E
INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA, mayo 21 del 2020**

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la
agricultura de México y Colombia

DQS is member of:



**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



Índice de Contenido

| | |
|---|----|
| Resumen..... | 6 |
| Palabras clave | 7 |
| Introducción..... | 8 |
| Resultados..... | 12 |
| Etapa 1: Investigación de la Industria 4.0 y la intervención de esta en la agricultura | 12 |
| Revolución 4.0 y la industria 4.0..... | 12 |
| La agricultura 4.0..... | 20 |
| Etapa 2: Investigación documental respecto a la aplicación de agricultura 4.0 en México y Colombia..... | 24 |
| México:..... | 24 |
| Colombia: | 37 |
| Etapa 3: Análisis comparativo de la aplicación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia..... | 47 |
| Comparación entre México y Colombia..... | 47 |

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



| | |
|---------------------------------------|----|
| Análisis del cuadro comparativo | 49 |
| Conclusiones | 53 |
| Bibliografía | 55 |

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la
agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

DQS is member of:





Índice de figuras

Figura 1 Superficie cosechada por tipo de cultivo en México en 2017 26

Figura 2 Superficie cosechada por tipo de cultivo en Colombia en 2017 38

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la
agricultura de México y Colombia

DQS is member of:



**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



Índice de Tablas

| | | |
|---------|--|----|
| Tabla 1 | Clasificación de México en términos de digitalización | 29 |
| Tabla 2 | Nivel educativo de México según CEPALSTAT | 32 |
| Tabla 3 | Iniciativas públicas desarrolladas en México | 34 |
| Tabla 4 | Clasificación de Colombia en términos de digitalización | 40 |
| Tabla 5 | Nivel educativo de Colombia según CEPALSTAT | 42 |
| Tabla 6 | Iniciativas públicas desarrolladas en Colombia..... | 44 |
| Tabla 7 | Comparacion de la aplicación de la agricultura entre México y Colombia..... | 48 |

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN DE INDUSTRIA 4.0 EN LA AGRICULTURA DE MEXICO Y COLOMBIA

Resumen

La agricultura 4.0 es como se denomina la intervención de la industria 4.0 en la agricultura, capaz de numerosos beneficios, principalmente el de aumentar la productividad y eficiencia de la producción a través de la implementación de los 10 pilares de la industria 4.0, en ese contexto se establecieron tres objetivos en la monografía, inicialmente llevar a cabo una investigación y análisis documental de la industria 4.0 en relación con la agricultura, posteriormente realizar una investigación sobre la intervención de la agricultura 4.0 en la agricultura de México y Colombia, teniendo en cuenta tres aspectos, características de su agricultura, condiciones para la transición hacia la agricultura 4.0 y evidencias por medio de artículos de herramientas de industria 4.0 para las labores agropecuarias, finalmente realizar un cuadro comparativo de la información más importante de la investigación obtenida de cada país y elaborar un análisis del mismo. De esta manera para el desarrollo de dichos objetivos se estableció una metodología investigativa puesto que se analizó información propia de fuentes confiable como artículos científicos, informes de organizaciones internacionales, bases de datos internacionales, así como de artículos periodísticos. Considerando los objetivos el documento cuenta con datos recientes

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la
agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



relativos al segundo objetivo sobre la comparación de México y Colombia, para llevar a cabo un análisis más asertivo, a partir de la comparación se evidenciaron las desventajas en las que se encuentra Colombia en cuanto a la transformación tecnológica en la agricultura, entre ellos el nivel de digitalización del país, el nivel educativo principalmente en zonas rurales, y la aplicación de herramientas propias de la industria 4.0 en actividades del campo.

Palabras clave

Agricultura, Digitalización, Industria 4.0, Revolución 4.0.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



Introducción

La monografía pretende presentar de manera ordenada y comprensiva la incidencia de la reciente revolución industrial, llamada industria 4.0 en el sector agrícola en los países de América Latina; como se explica a lo largo del documento la intervención digital y tecnológica en la agricultura o agricultura 4.0 establece un factor fundamental para que esta actividad económica se encamine hacia un factor evolutivo y a satisfacer las necesidades de nuestros tiempos. En ese orden de ideas esta monografía se encuentra estructurada por tres etapas.

En cuanto a la primera etapa: Investigar y analizar información referente a la industria 4.0 y la aplicación de esta en la agricultura, se realiza una investigación documental en libros, publicaciones oficiales de organizaciones internacionales, artículos, bases de datos institucionales, entre otras fuentes confiables a fin de presentar la información más relevante de la industria 4.0 así como los pilares que la componen, también se realiza una investigación en cuanto a implementación de industria 4.0 en la maquinaria y los datos de la agricultura; posteriormente para la realización de la segunda etapa: Identificar y reconocer las condiciones y aplicaciones de la industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia, se lleva a cabo una indagación que nos permita exponer tres temas importantes que posteriormente analizaremos por medio de comparación, los cuales son, primero el impacto que tiene

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



la agricultura en cada país, las condiciones de cada país para la intervención de la agricultura y evidencias de herramientas tecnológicas que se estén aplicando en la actualidad para desarrollar la labor agrícola, posteriormente en la tercera etapa realizaremos la comparación de México y Colombia de los tres temas abarcados por medio de un cuadro comparativo y finalmente se realiza el análisis de cuadro comparativo sobre la información documental de la aplicación de la industria 4.0 en estos dos países.

La perspectiva actual considera que la agricultura en la actualidad no es un sector que se solamente se encarga de distribuir las materias primas para que sean procesadas, si no que se ha convertido en un sector con la capacidad de desarrollar acciones importantes que benefician el desarrollo económico, estas son, el crecimiento de los ingresos de exportaciones, la creación de puestos de trabajo, la mejoría de la seguridad alimentaria , además, más importante aún la agricultura posee las características para ayudar a eliminar la pobreza que se presenta en las zonas rurales y urbanas. (Bejarano, 1998). Los resultados de las revoluciones industriales a lo largo de la historia han sido claves para el desarrollo económico de los países, para impulsar la innovación tecnológica, la capacidad exportadora, así como la sofisticación de los procesos productivos y esta cuarta revolución no es la excepción, el desarrollo y convergencia de las nuevas tecnologías que componen la

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz





industria 4.0 dan paso a una transformación drástica en la marcha de los procesos productivos como la agricultura, la industria 4.0 aplicada a la agricultura impulsaría y mejoraría su producción, pues esa es la característica de esta cuarta revolución, la capacidad de realizar transformaciones sin precedentes, de esta manera las productoras agrícolas al tanto de las necesidades y la capacidad de desarrollo deben iniciar con el proceso de transformación digital para tener un cupo en la economía.

La agricultura es una de las bases sobre las que se consolida la economía de un país, pues es una fuente importante de empleo, además de aportar de gran manera al ingreso nacional siendo un sector que contribuye a la producción del país, la agricultura es la encargada de nutrir la economía del país ya que es fuente de materia primas para algunas industrias, así como de constituir parte de las exportaciones.

Sin embargo la Agricultura no es importante para beneficiar a solo un país en particular, sino a la humanidad en general ya que según La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en su documento “cómo alimentar al mundo en 2050” presentado por la secretaría del foro de alto nivel de expertos, pronostica que la población mundial sufrirá un incremento en más de un tercio, aproximadamente 2300 millones de personas para el 2050, así mismo la demanda comercial de alimentos agrícolas seguirá creciendo, las proyecciones indican que para sostener una población mundial de 9100 millones en el año 2050

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**





sería necesario aumentar la producción de alimentos en un 70% para llegado ese año, implica entonces que se debe generar un aumento significativo en la producción de productos básicos fundamentales, en este sentido la expansión del comercio de productos agrícolas es una realidad.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



Resultados

Etapa 1: Investigación de la Industria 4.0 y la intervención de esta en la agricultura

La agricultura constituye la columna vertebral de la economía de un país, En los últimos años la alta tecnología esta transformado una de las actividades económicas más antiguas, estas nuevas tecnologías se encaminan a producir ganancias incomparables en la agricultura en cuanto a eficiencia y eficacia, en este capítulo se plantea la importancia de la agricultura inteligente, sus características principales, además de las tecnologías comprometidas a revolucionar la forma en la que se realizaba esta actividad, tecnologías que se manifiestan en el marco de la Cuarta Revolución Industrial y que deben ser acogidas por los actores y procesos que conforman la agricultura para que de esta manera se puedan alcanzar los objetivos que demanda el futuro.

Revolución 4.0 y la industria 4.0

La industria 4.0 es el nombre que se le otorga a la cuarta revolución que se da a inicios del siglo XXI, en la historia de la industria y la producción hemos sido testigos de transformaciones drásticas desde mediados del siglo XVIII cuando se presentó la primera revolución industrial enfocada hacia la mecanización de los procesos, posteriormente un siglo después surgió la segunda revolución identificada

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz



por el uso de la electricidad para la producción en masa, luego se abrió paso la tercera revolución ubicada en los años setenta del siglo XX enfocada a la informática que permitió automatizar los procesos industriales, ahora nos encontramos atravesando la cuarta revolución, es decir la industria 4.0 que se caracteriza por la convergencia de los avances tecnológico y digitales de la última década que abarcan los sensores, los datos y la robótica.

La cuarta Revolución Industrial, se encuentra separada únicamente por 50 años de su predecesor ,se establece como el camino hacia sistemas ciberfísicos modernos que se caracterizan por trabajar en forma de redes más elaboradas que han sido construidas con base en la infraestructura de la Revolución digital anterior (SCHWAB, 2016). En esta nueva era las partes interesadas desde los proveedores, empresas, consumidores, etc., se enlazan e interactúan activamente con ayuda del internet y en tiempo real por medio de diferentes instrumentos tecnológicos y plataformas digitales transformando la manera de producir, trabajar y comunicarse, pero estos agentes no solo se comunican entre sí, también existe una comunicación con los objetos o maquinas dentro de una misma industria. La fase de la digitalización es ahora la protagonista en el sector manufacturero fomentando la conectividad y el incremento en el volumen de los datos permitiendo un flujo continuo de información no solo a nivel interno sino también a nivel externo.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz



La autonomía de las máquinas es una de las principales características de esta revolución, estas se organizan a sí mismas de esta manera los productos entonces procuran dirigir su propio proceso de fabricación, además se optimizan las cadenas de suministros enlazándose de manera automática y dinámica cada uno de sus eslabones por medio del intercambio de información perfeccionando las cadenas de valor en cuanto a producción dinámica y autónoma. Estos cambios se hacen posibles gracias a diferentes tecnologías base que caracterizan la industria 4.0, estas tecnologías son conocidas como los 10 pilares de la industria 4.0:

1. Internet de las cosas:

Posibilita un contacto continuo y multidireccional entre máquinas, personas, además de artículos producidos por la organización, permitiendo que, por medio de la información almacenada y recolectada de su alrededor, la empresa tome de decisiones (Ana Inés Basco, 2018) Las aplicaciones de IoT están creciendo aceleradamente en diferentes industrias, desde la salud (por ejemplo, mediante dispositivos que monitorean el ritmo cardíaco o el nivel de azúcar en la sangre y envían alertas a usuarios si existen variaciones fuera de los rangos normales) a la agricultura (como los dispositivos de agricultura de precisión que monitorean la humedad y la temperatura de cultivos y generan información sobre el estado de los mismos). (Agustina Calatayud, 2019). Esta tecnología es esencial para que las industrias tengan

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

la capacidad de fabricar productos inteligentes, así como también conocer la percepción de los clientes frente al desempeño y calidad de sus productos y generar una relación más íntima con el cliente.

2. Big Data:

Se refiere a la aptitud de procesar gran cantidad de datos, su velocidad en cuanto a generar, acceder, procesar y analizar estos; los datos pueden provenir de cámaras, micrófonos, sensores, teléfonos móviles, etc. y se pueden obtener directamente de los clientes o bien de empresas proveedoras y redes sociales. Esta tecnología se localiza principalmente en áreas como marketing digital y comercio electrónico que, por medio de la huella digital, es decir todos los datos de registros y rastros que dejamos al navegar por internet como dirección IP, ubicación geográfica, historial de búsqueda, compras, etc., analiza esta información mediante algoritmos avanzados y de esta manera ayuda a lograr alcanzar estándares de calidad superiores del proceso y el producto terminado. En la actualidad el Big data es una herramienta importante de la Industria 4.0, además de ser una de las más demandada a nivel corporativo. A través de los resultados de una encuesta realizada por PwC, se concluyó que el análisis de big data ejerce una labor importante en cuanto al proceso tomar decisiones. Otro beneficio de la aplicación de esta herramienta es el de lograr un enfoque al cliente más acertado por medio del dominio y mejora de la

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

planificación comercial y fabricación, según manifestaron los entrevistados. (Ana Inés Basco, 2018) En la industria 4.0 los datos son de gran importancia, por esta razón el big data, con su capacidad para procesar grandes cantidades de datos es una herramienta que se puede implementar en todos los sectores de la economía.

3. Computación en la nube:

Mejora la agilidad, la escalabilidad y la interoperabilidad, La computación en la nube permite utilizar los recursos informáticos de forma flexible bajo demanda sin necesidad de desarrollar una gestión muy complicada. Muchas aplicaciones industriales de alto potencial de las TIC, como las máquinas y sistemas autónomos, y la simulación compleja, son muy computacionalmente intensivas y requieren supercomputadoras. Especialmente para las nuevas empresas y las PYME, la computación en la nube ha aumentado la disponibilidad, la capacidad y la asequibilidad de los recursos informáticos. (OECD, 2016) Según el servicio provisto puede ser infraestructura, plataformas y software como servicios. Muchas de las aplicaciones que necesitaba una empresa, requerían instalación de un programa en servidores localizados en la misma empresa, ahora estos programas pueden ejecutarse de manera remota.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

4. Simulación:

Otorga la posibilidad de adecuar y reproducir de manera virtual y en tiempo real como es el funcionamiento de una serie de máquinas, además de los procesos que se llevan a cabo y las personas encargadas, antes de que estos sean llevados a cabo, permitiendo así la prevención de daños, la pérdida de tiempo y recursos, así como valorar el resultado final en un escenario controlado. (Ana Inés Basco, 2018)

En otras palabras, permite examinar distintas formas en los procedimientos de la producción o bien, para el diseño de un nuevo producto, de esta manera disminuye los gastos propios de los técnicas de prueba y error, por medio de representaciones virtuales. La experiencia obtenida en el mundo real es de gran ayuda para enriquecer el contexto virtual, generando una cooperación entre la planta física y la planta virtual.

5. Inteligencia artificial:

Posibilita que un ordenador aprenda hábitos sin que estos estén obligatoriamente pre programadas mediante determinados algoritmos, estos algoritmos le conceden a las computadoras procesar datos con mayor rapidez, estos se abastecen de experiencias y datos recientes que se van desarrollando otorgándole capacidades cognitivas propias de los seres humanos a la maquina como lenguaje comprensión planificación y tomas de decisiones con base en datos nuevos, de esta

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

manera a medida que los algoritmos son suministrados en el análisis de información, van aprendiendo y modificando su comportamiento.

6. Robots:

Se refiere a la aplicación de máquinas y sistemas autónomos a tareas manuales repetitivas que anteriormente eran únicamente ejecutadas por personas, y de esta manera permitiendo su automatización. La tendencia actual en la industria es progresar en la automatización de los procesos productivos, a través de la robótica colaborativa que esta considerablemente presente en las grandes producciones masivas como la automotriz y la electrónica. Lo característico de las máquinas y sistemas autónomos es que todas las áreas de la empresa pueden trabajar de forma conectada y con un elevado nivel de automatización.

7. Realidad aumentada:

Usa objetos virtuales como complemento del entorno. Se refiere al uso de sistemas que integran la simulación, el modelado y la virtualización generando la posibilidad de establecer nuevas pautas para diseñar productos, así como reorganizar procesos, permitiendo flexibilidad y velocidad en la cadena productiva. (Ana Inés Basco, 2018) En esencia es una tecnología que incorpora señales del mundo real con señales virtuales producidas por computadoras, que enlazadas fabrican nuevos mundos racionales en el Ciber espacio.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

8. Impresión 3D:

Es la tecnología que permite la creación de objetos mediante la impresión sucesiva de capas de material que se adhieren para dar forma al objeto, según el diseño digital del mismo. (Katz, 2019) Esta tecnología dispersa las etapas propias de diseño y desarrollo de producto e incluye un mayor factor de software a la manufactura. La impresión 3D brinda grandes ventajas para la fabricación de piezas en donde su elaboración representa un grado de dificultad bien sea por la complejidad o las especificaciones de su diseño.

9. Ciber seguridad:

Son los mecanismos de protección en los entornos industriales debido a la creciente integración de las partes en las cadenas de valor a través de internet, softwares, plataformas digitales y computación en la nube. En cuanto mayor sea el incremento de dispositivos, máquinas y personas conectadas, se hace necesarias herramientas que se ocupen en detectar, prevenir y anular los riesgos que existen en los sistemas de información de las empresas.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

10. Sistema de integración:

Integra las tecnologías operacionales con las tecnologías de información y comunicación. Permite la comunicación de máquinas con máquinas, además de máquinas con productos, cabe mencionar que en la actualidad las grandes industrias buscan la forma de aplicar tecnologías también sus productos, esta tecnología también integra los diferentes campos de la unidad productiva, impactando sobre la gestión interna de la empresa. (Ana Inés Basco, 2018) Además concede el vínculo entre empresas, proveedores, transportes, e incluso clientes.

La agricultura 4.0

Como en otras industrias, la transformación digital ha dado grandes pasos en la agricultura, sembrando las semillas de lo que ahora se conoce como Agricultura 4.0, Agricultura digital o Agricultura inteligente. (Campos, 2019) La aplicación de las tecnologías de la industria 4.0 en los diferentes procesos que componen la agricultura, se conoce comúnmente con “Agricultura 4.0”. Esta agricultura se caracteriza por el uso de la tecnología como eje principal para la producción de alimentos, es decir a la digitalización de sus procesos para aumentar su eficiencia. Luego de los cambios que se produjeron en el cultivo de plantas y la genética, la nueva revolución está cambiando el sector agropecuario a partir de soluciones TIC en el proceso productivo con la Agricultura de Precisión, la Internet de las Cosas, la

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

utilización de sensores, los sistemas de geo-posicionamiento, los vehículos aéreos no tripulados o drones, el Big Data, la robótica, etc. Una revolución tecnológica que se expande a ritmos acelerados. (Landa, 2020)

Instrumentos de la agricultura 4.0:

El “hardware” más destacado en la Agricultura 4.0 integra a los robots y sus sensores. Los robots incluyen los drones tanto aéreos como acuáticos, así como los tractores sin conductor, a los que se les incorpora inteligencia artificial e innumerables sensores que pueden ser eléctricos o biológicos, acústicos, visuales u olfativos, y pueden abarcar desde imágenes remotas hiperespectrales en 3D vía satélite hasta aplicaciones de teléfonos inteligentes. (Mooney, 2019) La maquinaria agrícola de la industria 4.0 se fabrica con la integración de diferentes elementos además del equipo común, como dispositivos inteligentes de control, sensores, sistemas de conducción autónoma, así como de plantación y riego.

Sensores:

Se entiende como sensor a todos aquellos dispositivos que posean la capacidad para transformar una magnitud física en una señal eléctrica que, luego se pueda utilizar para proporcionar información o para ser operada directamente por un ordenador. (Flego, 2020) los sensores suelen estar conectados con robots u otros instrumentos que posean inteligencia artificial, además los sensores cuentan con la

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

capacidad de ver, oír, oler, sentir o saborear en cualquier combinación, ya sea por contacto con el suelo, esta tecnología la podemos encontrar en sembradoras, boquillas de fertilizantes, etc. o a través de aviones y satélites que conectan el GPS con audio, vídeo o imágenes hiperspectrales. A través de las imágenes hiperspectrales se pueden evaluar los cultivos, sus enfermedades, si debe cosecharse pronto o no, esto se hace gracias a que los sensores cuentan con la capacidad de convertir la humedad del suelo y el calor, en imágenes codificadas por colores. (Mooney, 2019)

Drones:

Además del software, los drones son productos visionarios en el mercado, según un estudio realizado por el Instituto de Tecnología Aeronáutica a Control Remoto (ITARC) en 2018, se supone que el 25% de la facturación mundial de vehículos aéreos no tripulados pertenecen a la agricultura, ya que es posible monitorear toda la plantación sin tener que viajar a las áreas. (Tamara Lima Esperidião, 2019) Los drones aéreos cuentan con la capacidad para realizar labores como barrer los campos, detectar y rociar la maleza, beneficiando al agricultor ya que ahorra combustible y reduce las toxinas. En Japón, donde los agricultores están envejeciendo y los campos de arroz son modestos, un tercio de la cosecha es monitoreada por drones teledirigidos y al menos dos fabricantes japoneses venden tractores sin conductor desde 2018. (Mooney, 2019)

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



Datos en la agricultura 4.0:

La integración de tecnologías agrícolas inteligentes y tecnologías de datos modernas permite que la siembra de semillas se adapte a un terreno en particular y poder así, respaldar un proceso de producción eficiente. La aplicación de tecnologías de información y datos ayuda a los agricultores a tomar decisiones informadas basadas en datos concretos. (Giesler, 2018) Esto significa según Giesler, que los agricultores tienen la capacidad para acceder, recopilar y analizar, por medio de sus dispositivos datos sobre la condición del suelo y las plantas, el terreno, el clima, el clima, el uso de recursos, la mano de obra y las solicitudes de financiación. En el contexto de la agricultura digital, la gestión de datos es de fundamental importancia: los volúmenes de datos deben ser manejables y, sobre todo, controlables. La transferencia de la gestión de datos a un portal de datos facilita el control del procesamiento y el flujo de información. El agricultor decide sobre la asignación de los derechos de acceso y sobre la cuestión de qué socio recibe qué tipo de datos. De esta manera, el agricultor puede retener la "propiedad" de los datos. (Machinery, 2017)

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia



**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

Etapa 2: Investigación documental respecto a la aplicación de agricultura 4.0 en México y Colombia.

El cambio hacia la agricultura 4.0 a nivel mundial es un hecho, en 2015 el 30% de todo el valor llevado a cabo por medio de maquinaria agrícola alrededor del mundo provenía de software, electrónica y sensores superando el valor creado en la industria Automotriz tres veces. (Giesler, 2018) Las nuevas inclinaciones de la agricultura industrial apoyada en la robotización, las nuevas tecnologías digitales y nuevas biotecnologías, avanzan también en América del Sur, por ejemplo, el crecimiento de la automatización y digitalización tiene mayor alcance en Argentina y Brasil, seguidos de Uruguay y por supuesto México y Colombia. (Mooney, 2019) Por esta razón los países latino americanos analizados en esta monografía son México y Colombia.

México:

México es en la actualidad una de las grandes economías de Latino América, en el año 2018 ocupó el lugar número quince a nivel mundial de mayor PIB además fue después de Brasil la segunda economía en América Latina. El PIB corriente en México fue de US\$ 1.223 miles de millones, valor que aventajo por un 269% durante ese año al manifestado por Colombia. Sin embargo, su PIB per cápita corriente de US\$9.797 no fue muy destacado si se contrasta con países como China, Turquía, pero

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz



si supera al de Colombia, el cual se ubicó en US\$6.642. (Económicos, 2020) La economía mexicana se encontró en el puesto número 46 en términos de su competitividad según el Informe de Competitividad Global 2017-2018 Ginebra, lo que representa una mejora de 15 posiciones en los últimos cuatro años, impulsada por la adopción tecnológica, la sofisticación empresarial y la innovación. Ello es consecuencia de un proceso de reconversión industrial y refleja nuevas fuentes de crecimiento. Ahora bien, comparado con otros países de la región, México presenta un nivel moderado de digitalización y se encuentra rezagado con respecto a los países de la OCDE. (Agustina Calatayud, 2019)

Contexto general de la agricultura:

Según CEPALSTAT¹, la superficie de México en el año 2016 fue de ciento noventa y seis punto cuatrocientos treinta y ocho millones de hectáreas, para el año 2017 la superficie destinada a la agricultura fue de ciento seis punto novecientos sesenta y cuatro millones de hectáreas, de las cuales dos punto seiscientos sesenta y nueve millones de hectáreas pertenecían a cultivos; de acuerdo con los datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE, el valor agregado de la agricultura en México en el periodo del 2018 fue

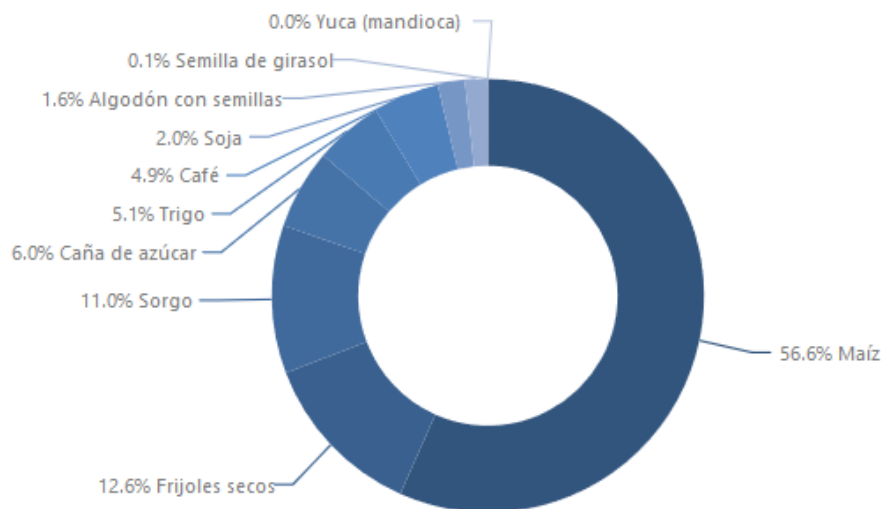
¹ CEPALSTAT | Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas-Comisión Económica para América Latina y el Caribe.



del 3.4% del PIB. En la Figura 1 se representa el desglose de la superficie cosechada por tipo de cultivo en el año 2017.

Figura 1

Superficie cosechada por tipo de cultivo en México en 2017



(CEPAL, 2020)

Para conocer mejor el desempeño de la agricultura en México se presentan a continuación los siguientes datos, para el año 2018 en el territorio mexicano se cosecharon 262.138.000 toneladas por medio de la siembra de 21.147.000 hectáreas agrícolas, interpretado en un valor monetario esto se convirtió seiscientos noventa y cuatro mil novecientos cincuenta y cinco millones de pesos en 2018 mayor al del año de 2017 que fue de quinientos ochenta y siete mil doscientos treinta y tres millones de

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

pesos, es decir, la variación 2017-2018 fue positiva (8.1%), cabe resaltar que hubo una reducción del -3% en volumen de cultivos, esta reducción para el subsector agrícola fue producto de una más baja producción de caña de azúcar y granos. No obstante, se destaca el volumen alcanzado en los forrajes de avena, maíz, alfalfa y sorgo, los cuales a la hora de la cosecha exhibieron un incremento. También para el 2018, los grupos de mayor aporte fueron, los granos con 27.6% , las frutas con 27%, las hortalizas con 18.1%; los industriales, 12.7%, y por último los forrajes, 9.7%. (HSBC, 2019) La población total ocupada en labores del sector agrícola en el año 2018 fue de 14.6% de la población nacional; El porcentaje del total de empleo agrícola en las zonas rurales, según el sexo para el mismo año 2018 fue de 53.4% de hombres y 33.5% de mujeres.

Históricamente, el crecimiento de la digitalización en México se ha visto impulsado principalmente por un aumento acelerado de la digitalización de los hogares (como lo indica el crecimiento de la telefonía celular, la penetración de banda ancha y el uso de Internet) y la conectividad digital de los consumidores.

Condiciones para la transformación hacia la agricultura 4.0:

Según la FAO en su documento “Tecnologías digitales en la agricultura y zonas rurales” encontramos algunas características principales que debe poseer un país para el implemento de tecnologías digitales, es decir, para la transición digital

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

*Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz*

del sector agrícola. Las características más importantes son: primero, la infraestructura y la conectividad, esta abarca desde los servicios más básicos como suministros eléctricos, hasta el acceso a internet la asequibilidad, Segundo el nivel educativo es decir la alfabetización además se debe tener en cuenta también la educación sobre TIC y finalmente el apoyo institucional por medio de políticas publican que apoyen a los productores. (Nikola M. Trendov, 2019)

1. Conectividad:

Establecer vínculos con los proveedores o a información, es solo uno de los notables atributos que obtienen los agricultores y empresarios de zonas rurales, al tener acceso a la tecnología, además que le concede al usuario obtener información importante para sus cultivos, llegar a mercados nuevos, monitorear sus cultivos entre otras muchas ventajas; pero se deben cumplir ciertos requisitos para el uso de estas tecnologías; entre ellos infraestructura básica de tecnología y de comunicación.

En 2017, el número de suscriptores móviles únicos alcanzó la marca simbólica de 5 mil millones, cuyos 3,5 mil millones usaron redes móviles para navegar en Internet. En el 2017, la GSMA² reconoció 350 millones de suscriptores nuevos para el uso internet móvil. Tal incremento en los usuarios de Internet móvil se justifica debido a las inversiones sostenidas en infraestructura de los operadores móviles para

² GSMA | Global System for Mobile Communication. Organización de operadores móviles y compañías relacionadas

actualizar y expandir sus redes. (Genaro Cruz, 2018) En la tabla 1 se presenta la clasificación de México en términos de digitalización.

Tabla 1
Clasificación de México en términos de digitalización

| Índices | México | | Primer país de América Latina | Promedio OCDE |
|--|-------------------------------|--------|-------------------------------|---------------|
| | Posición en América Latina | Índice | | |
| | de Desarrollo TIC (UIT) -2017 | 11 | | |
| Índice de preparación de redes (WEF) – 2016 | 8 | 4 | Chile (4,6) | 5,2 |
| Índice de Desarrollo de Gobierno Electrónico (UN) – 2018 | 8 | 0,7 | Uruguay (0.8) | 0,8 |

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

| Índice de | | | | |
|--|---|------|----------------|------|
| Digitalización (TAS) - 2018 | 9 | 45,8 | Chile (59,1) | 67,2 |
| Índice de Desarrollo del Ecosistema Digital (CAF) - 2018 | 8 | 50,2 | Chile (59,8) | 66,7 |
| Índice de comercio electrónico (UNCTAD) – 2016 | 6 | 49,1 | Uruguay (62,6) | 75 |
| Índice de Desarrollo de Banda Ancha(BID) – 2014 | 8 | 4,7 | Chile (5,8) | 6,1 |

(Agustina Calatayud, 2019)

El sector privado en México ha desempeñado un rol importante en el desarrollo de políticas, ya que ha sido la industria la que por más de una década ha asumido la determinación de coordinar esfuerzos, diseñar propuestas, así como, expedir sugerencias políticas, en busca de impulsar el proceso de establecer una Agenda Digital para el país, por esta razón México se ha destacado como un caso particular en la región al encontrarse avanzado en cuanto al marco de estrategias para

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

promover el acceso, uso y apropiación de las TIC como política de Estado representa un caso singular en la región. (Zurita, 2019) De lo anterior, se destaca el compromiso de la industria al reconocer el cambio por el que están transcurriendo las empresas y tomar iniciativas que benefician a todo el país.

2. Nivel educativo:

El manejo de tecnologías digitales exige una formación y entendimiento en áreas de aritmética elementales, además de conocimientos y capacidades técnicas especiales. Con el crecimiento de la digitalización las personas que no cuenten con estas aptitudes, corren el riesgo de acabar excluidas en las sociedades. (Nikola M. Trendov, 2019) La calidad de la educación en las áreas rurales frecuentemente se ve afectada por la escasez de recursos e infraestructura ocasionando la disminución de las matriculas o en algunos casos la deserción escolar, además la falta de materiales y medios educativos a menudo conlleva a una enseñanza menos efectiva.

En los países miembros del PMA³, como México las capacidades y los conocimientos propios a las TIC son bajas en comparación a otros países en donde los estudiantes constantemente implementan tecnologías a la vanguardia en su enseñanza y vida cotidiana, un dato importante teniendo en cuenta que la alfabetización digital es imprescindible para emplear tecnologías digitales. (Nikola M. Trendov, 2019) En

³ PMA | Programa mundial de alimentos

la Tabla 2 se presenta el nivel educativo según la base de datos y publicaciones estadísticas CEPALSTAT

Tabla 2
Nivel educativo de México según CEPALSTAT

| Educación en México | | | Año |
|--|------|-----|------|
| Tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años | 99.3 | % | 2018 |
| Mujeres | 99.4 | % | |
| Hombres | 99.2 | % | |
| Tasa neta de matrícula de educación primaria | 95.3 | % | 2017 |
| Mujeres | 96.4 | % | |
| Hombres | 97.0 | % | |
| Tasa neta de matrícula de educación secundaria | 81.2 | % | 2017 |
| Mujeres | 82.5 | % | |
| Hombres | 79.8 | % | |
| Alumnos por maestro (educación primaria) | 27 | al. | 2017 |
| Alumnos por maestro (educación secundaria) | 17 | al. | 2017 |
| Gasto público en educación como % del PIB | 4.9 | % | 2016 |
| (Estadísticas, 2020) | | | |

De acuerdo con información reportada en el año 2019 por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social conocido comúnmente como

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Coneval, el 36.3% de los habitantes de las zonas rurales en el año 2008 presentaban retraso educativo en comparación al 17.6% de los habitantes de zonas rurales, es decir la población que reside en áreas rurales presenta mayor retraso educativo en comparación con habitantes de zonas urbanas; Coneval manifestó que del año 2010 al 2018 se redujo el porcentaje de habitantes que no saben leer ni escribir de un 7.4% a un 5.7% , no obstante la brecha educativa aun es considerable en comparación a otros países.

3. Políticas de apoyo a la agricultura 4.0:

Las bases que impulsan la digitalización en numerosos países, por medio de la creación de ambientes propicios para la instauración de mercados digitales, así como servicios electrónicos competitivos están a cargo de las políticas y los marcos gubernamentales. Además, se halla una inclinación hacia el empleo de servicios electrónicos proveniente de los mismos gobiernos, conocidos comúnmente como gobierno electrónico, principalmente en el área de la salud, la educación, el medio ambiente y el empleo. (Nikola M. Trendov, 2019) La intervención del sector público y privado es esencial para que los países realicen la transición exitosa hacia la agricultura 4.0, generando políticas que apoyen a los agricultores en esta transformación, según el BID se deben realizar políticas que innoven y digitalicen

operaciones que competan al sector público, además trabajar como enlace para las partes de los diferentes sectores realizando proyectos coordinados de transformación.

México es, junto con Brasil, el único país de América Latina que ha implementado un programa de Industria 4.0. Encabezado por el Ministerio de Economía, el programa se centra en el desarrollo del capital humano, la identificación de áreas tecnológicas de alta prioridad (big data, IoT, ciberseguridad y robótica), el desarrollo de un marco jurídico para la economía digital y la creación de centros de desarrollo tecnológico. (Katz, 2019) El programa se ha estructurado en tres ejes, el primero es un despliegue de centros de investigación y desarrollo enfocados en tecnologías de la industria 4.0 destinados a sectores estratégicos, su segundo eje es la creación de ecosistemas innovadores y organización de segmentos de competitividad. México desarrolla una serie de iniciativas que tendrían influencia en las empresas de agricultores. En la tabla 3 se presentan iniciativas públicas desarrolladas en el país de México, que contribuyen a la cadena de suministros y por ende a la transición de la industria 4.0.

Tabla 3
Iniciativas públicas desarrolladas en México

| Iniciativas publicas | Áreas en las cadenas de suministros beneficiadas |
|----------------------|--|
|----------------------|--|

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

| | |
|---|-------------------------------------|
| Programa de Inversiones en Transporte | Transportistas |
| 2013-18 | Operadores de infraestructura |
| Reforma Financiera | Servicios financieros |
| Plan Nacional de Transporte y Logística | Proveedores de servicios logísticos |
| 2014-18 | |
| Plan de Modernización de Aduanas | Aduanas |
| Estrategia Digital Nacional | Proveedores de tecnología |

(Agustina Calatayud, 2019)

Situación actual de la agricultura 4.0:

A continuación, se presenta información sobre la agricultura 4.0 en México, esta información se obtuvo principalmente de artículos en plataforma de periodismo independiente, así como páginas de empresas encargadas de vender y distribuir tecnología para aplicaciones en la agricultura.

- El ingeniero Julio López y el economista Manuel Richter, en la ciudad de Mochis, fundaron la empresa Luxelare, una plataforma que emplea la agricultura 4.0 con el objetivo de que productores posean mayor control de sus cultivos por medio del uso de drones y mapeo satelital. (Emilio Godoy, 2018)
- "los nuevos avances tecnológicos en materia de agricultura protegida, así como las innovaciones en invernaderos, permiten que el 20 % de la producción agrícola del

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

país se realice bajo esta técnica", dijo en entrevista con Efe el consultor de GreenTech Americas, Homero Ontiveros. (Machorro, 2020)

- A nivel nacional se están empleando el uso de drones para la fumigación y monitoreo en el campo. Se trata de establecer la condición real de los cultivos por medio de un contraste de colores. Ayudándole a los agricultores a determinar la cantidad de sol que absorbe el dosel de la cosecha. Además otros beneficios son el manejo de malezas, enfermedades y plagas y precisamente en el mismo tiempo disminuyen los efectos ambientales. (Omega Drone, s.f.)
- Blockchai permite a un agricultor comercializar su producción de fresas en el mercado internacional, esta herramienta se caracteriza al ser una bitácora electrónica que da seguimiento de la producción desde el campo hasta el comprador. (Emilio Godoy, 2018)

No se encontraron suficientes fuentes confiables respecto a información de tecnologías aplicadas en la agricultura mexicana, aunque hay artículos que resaltan la innovación en el campo mexicano, muy pocos informan sobre casos específicos en las que se usa alguna herramienta tecnológica, aun así, se destaca principalmente el uso de drones para monitoreo de los cultivos y las plataformas digitales.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

Colombia:

En el 2018 Colombia se posicionó en el cuarto puesto de economías en América Latina, atrás de Brasil, México y Argentina, durante ese mismo periodo produjo un PIB corriente de US\$330.974 millones, cerca al de Filipinas y Dinamarca. El PIB per cápita corriente fue pequeño con alrededor de US\$ 6.642, valor menor al reconocido por otros países de la región como Uruguay, Panamá, Chile, Argentina, Costa Rica, Brasil, México y Perú (Económicos, 2020) En el año 2018, la economía colombiana ocupaba la 60° posición en términos de competitividad, lo que indica una mejora de 9 posiciones en los últimos cinco años, impulsada por el desarrollo del capital humano, el mejoramiento de la infraestructura y la adopción tecnológica. A su vez, el país presenta un nivel avanzado de digitalización en comparación con sus pares latinoamericanos, pero se encuentra retrasado con respecto a los países de la OCD. (Agustina Calatayud, 2019)

Contexto general de la agricultura:

Según CEPALSTAT, la superficie de Colombia en el año 2016 fue de mil ciento catorce punto ciento setenta y cinco millones de hectáreas, para el año 2017 la superficie destinada a la agricultura fue de cuarenta y cuatro punto seiscientos veintidós millones de hectáreas, de las cuales dos mil treinta y ocho millones de hectáreas pertenecían a cultivos; de acuerdo con los datos sobre las cuentas

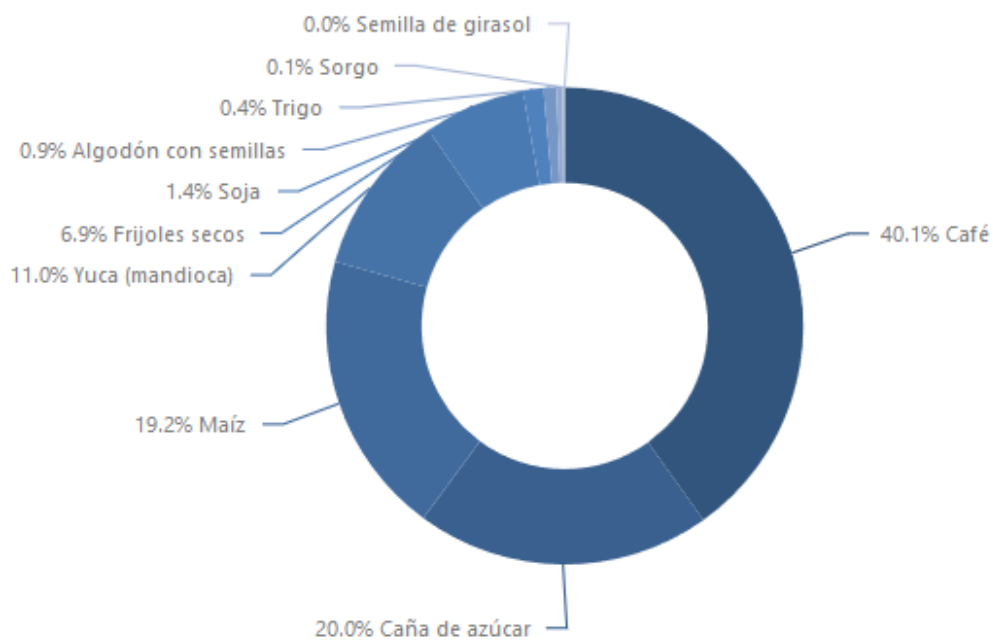
Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE, el valor agregado de la agricultura Colombia en el periodo del 2018 fue del 6.3% del PIB. En la Figura 2 se representa el desglose de la superficie cosechada por tipo de cultivo para el año 2017.

Figura 2

Superficie cosechada por tipo de cultivo en Colombia en 2017



(CEPAL, Colombia: PERFIL NACIONAL AMBIENTAL, 2020)

En 2018 los subsectores del sector agropecuario manifestaron incrementos constantes en lo que respecta el primer semestre de 2018. La silvicultura y producción maderera creció en un porcentaje de 5,1% anual en este período, en

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

comparación al 3,4% del 2017, potenciada por el crecimiento en los hogares del consumo de bienes durables como es el caso de los muebles. De igual manera hubo un crecimiento del 4.2% anual en los cultivos agrícolas crecieron 4,2% en comparación al 7,8% del año anterior, exponiendo la capacidad de reponerse a los cultivos tanto permanentes como palma africana y caña de azúcar, así como los cultivos transitorios arroz y café. La población total ocupada en labores del sector agrícola en el año 2018 fue de 16.5% de la población nacional. (Clavijo, 2018) El porcentaje del total de empleo agrícola en las zonas rurales, según el sexo para el mismo año 2018 fue de 71.5% de hombres y 39% de mujeres.

Históricamente, el crecimiento de la digitalización en Colombia se ha visto impulsado principalmente por un aumento acelerado de la digitalización de los hogares, como lo indica el crecimiento de la telefonía celular, la penetración de banda ancha y el uso de Internet(CAGR⁴ 2004-2018: 15.8%), infraestructuras de telecomunicaciones (CAGR 2004-2018: 12.46%), factores digitales de producción (2004-2018: 12.24%) y conectividad digital de consumo (2004-2018: 11.10%). Por otro lado, la digitalización de la producción ha ido creciendo a un ritmo más lento (2004-2018: 5.11%). (Katz, 2019)

⁴ CAGR |acrónimo de Compound Annual Growth Rate. Tasa de crecimiento anual compuesto.

Condiciones para la transformación hacia la agricultura 4.0:

La información presentada a continuación se estructura en base al mismo modelo sobre condiciones para la transformación hacia la agricultura 4.0 presentadas en el índice 5.1.2 basado en un documento de orientación de la FAO llamado “*tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales*”.

1. Conectividad:

Durante el año 2019 Huawei realizó el estudio sobre el índice de conectividad global con una participaron total de 79 países en los que se encontraba incluido Colombia ocupando el puesto 55, el estudio está diseñado para evaluar el éxito de la economía digital de los diferentes países a través de apoyo público o privado. Los resultados revelan que Colombia se encuentra en un auge en cuanto a la transformación de los datos encaminada hacia la inteligencia artificial, así mismo el uso de la nube se elevó, es decir mayor acceso a datos a través de distintos tipos de conectividad, sin embargo, Colombia se enfrenta al reto de disminuir la brecha digital por medio del desarrollo de infraestructura adecuada para el progreso de las TIC. En la tabla 4 se presenta la clasificación de México en términos de digitalización.

Tabla 4
Clasificación de Colombia en términos de digitalización

| |
|----------|
| Colombia |
|----------|

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

| | Posición en | | Primer país de | Promedio |
|---|-------------|--------|----------------|----------|
| | América | Índice | América Latina | OCDE |
| | Latina | | | |
| de Desarrollo TIC (UIT) -2017 | 9 | 5,1 | Uruguay (7,2) | 7,74 |
| Índice de preparación de redes (WEF) – 2016 | 6 | 4,1 | Chile (4,6) | 5,24 |
| Índice de Desarrollo de Gobierno Electrónico (UN) – 2018 | 17 | 0,7 | Uruguay (0.8) | 67,25 |
| Índice de Digitalización (TAS) - 2018 | 6 | 55,8 | Chile (59,1) | 67,25 |
| Índice de Desarrollo del Ecosistema Digital (CAF) - 2018 | 3 | 54,1 | Chile (59,8) | 66,7 |
| Índice de comercio electrónico (UNCTAD) – 2016 | 11 | 44,6 | Uruguay (62,6) | 75,05 |
| Índice de Desarrollo de Banda Ancha(BID) – 2014 | 4 | 5,1 | Chile (5,8) | 6,13 |

(Agustina Calatayud, 2019)

En comparación con los países de América latina y el caribe, Colombia se encuentra a la vanguardia en la adopción de tecnologías de la información en el ámbito empresarial. Sin embargo, cabe señalar que, en términos generales, Colombia invierte un porcentaje del PIB inferior en investigación y desarrollo (0,24% del PIB) que Brasil (1,17%), Argentina (0,59%) y México (0,55%). (Katz, 2019)

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
 construcción de un nuevo país en paz**

2. Nivel educativo:

En Colombia como en México los más grandes desafíos para la reducción del analfabetismo se localizan en las zonas rurales según el reporte del censo nacional agropecuario realizado en el año 2014. En una entrevista realizada por una cadena de radio colombiana a Diana Vidal, funcionaria de la Organización Internacional del Trabajo, ella afirma que Una de las fuentes que causan el abandono escolar es el trabajo infantil, que los niños se ven obligados a aportar económicamente a sus hogares. En la tabla 5 se presenta el nivel educativo según la base de datos y publicaciones estadísticas CEPALSTAT

Tabla 5
Nivel educativo de Colombia según CEPALSTAT

| Educación en Colombia | | | Año |
|--|------|---|------|
| Tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años | 98.9 | % | 2018 |
| Mujeres | 99.1 | % | |
| Hombres | 98.6 | % | |
| Tasa neta de matrícula de educación primaria | 92.9 | % | 2018 |
| Mujeres | 93.2 | % | |
| Hombres | 92.7 | % | |
| Tasa neta de matrícula de educación secundaria | 77.5 | % | 2018 |

| | | | |
|--|------|-----|------|
| Mujeres | 80.2 | % | |
| Hombres | 74.9 | % | |
| Alumnos por maestro (educación primaria) | 24 | al. | 2017 |
| Alumnos por maestro (educación secundaria) | 26 | al. | 2017 |
| Gasto público en educación como % del PIB | 4.5 | % | 2017 |
| (SOCIO-DEMOGRAFICO, 2020) | | | |

El promedio colombiano de analfabetismo registrado en el censo del 2018 fue de 5% y el promedio de alfabetismo fue del 95%, aunque los resultados son buenos algunos departamentos como la guajira, sucre y choco se encuentran atrasados.

3. Políticas de apoyo a la agricultura 4.0:

Aunque Colombia no posee un programa formal de Industria 4.0, como es el caso de México y Brasil, el gobierno ha impulsado iniciativas que están dentro del alcance de dichos programas: la creación de un Viceministerio de Economía Digital encargado de implementar los centros de apoyo a la transformación digital de las PyMEs y el desarrollo de un Observatorio de la Economía Digital son dos ejemplos de este esfuerzo. (Katz, 2019) En Colombia el Ministerio TIC, encargado de promover la transición digital, creó en conjunto con la cámara de comercio de Bogotá, el observatorio de la Economía Digital de Colombia, un centro de fuente informativo sobre el estado de transformación digital de la economía en general, así

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

como el nivel digitalización por industria, tamaño de empresa y región, este el único centro de su tipo en América Latina. En la tabla 6 se presentan iniciativas públicas desarrolladas en el país de Colombia, que contribuyen a la cadena de suministros y por ende a la transición de la industria 4.0.

Tabla 6
Iniciativas públicas desarrolladas en Colombia

| Iniciativas publicas | Áreas en las cadenas de suministros beneficiadas |
|----------------------------|--|
| Plan Maestro de Transporte | Transportistas |
| Plan Estratégico Sectorial | Operadores de infraestructura |
| Plan Maestro de Transporte | Servicios financieros |
| Plan Estratégico DIAN | Transportistas |
| Vive Digital | Operadores de infraestructura |
| (Agustina Calatayud, 2019) | Aduanas |
| | Operadores de infraestructura |
| | Proveedores de tecnología |

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia



Situación actual de la agricultura 4.0:

A continuación, se presenta información sobre la agricultura 4.0 en Colombia, esta información se obtuvo principalmente de artículos en plataforma de periodismo independiente.

- Waruwa es una plataforma diseñada para poner en contacto a campesinos y productores de frutas y hortalizas con restaurantes, además está fortaleció la totalidad de su logística para lograr suministrar 15 toneladas de frutas y hortalizas que estaban destinada para la comercialización en línea por medio de domicilios en Bogotá. (González, Agronegocios , 2020)
- Agrapp es una plataforma de inversiones que permite el crecimiento de productores agrícolas al conectarlos con los inversionistas, y permite el financiamiento de diferentes proyectos del campo colombiano. (Montes, 2020)
- Mucho es una aplicación que tiene como objetivo, enlazar los habitantes de zonas urbanas y pequeños productores por medio de la noción de mercado personalizado, para comercializar productos frescos y poco conocidos provenientes de regiones del país de difícil acceso (Mesa, 2020)
- Eurotrading presenta su serie NanoTech a Colombia, fertilizantes con la capacidad de ofrecer una técnica inteligente de suministro de nutrientes, estos

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



fertilizantes contienen tecnología de punta y tienen un tamaño de la millonésima parte de un milímetro. (González, Agronegocios, 2020)

Como pudimos observar en lo que respecta al uso de tecnologías en la agricultura, se encontraron aplicaciones para diferentes áreas de esta actividad económica, principalmente plataformas para agricultores, además de drones, y nanotecnología, sin embargo, sabemos que la agricultura 4.0 cuenta con gran variedad de herramientas que aún no han llegado a países en desarrollo.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



Etapas 3: Análisis comparativo de la aplicación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia.

Comparación entre México y Colombia

Según IICA⁵ en el año 2016 América Latina componía el 37.7% de la participación de campo agrícola en la superficie total de la Tierra; América latina se compone de región central, región caribe, región sur, región andina a la que pertenece Colombia y región norte a la que pertenece México. Estos dos países se encuentran en el proceso de transición a la industria 4.0 en los diferentes sectores industriales incluyendo por supuesto al sector agrícola.

La siguiente comparación se llevó a cabo por medio de cuadro comparativo (ver tabla 7) se tiene en cuenta la información obtenida anteriormente que consta inicialmente de la capacidad del país para la labor agropecuaria, en segundo lugar, la capacidad del país para la transición a la agricultura 4.0 teniendo en cuenta las condiciones básicas para dicha transición propuestas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en su documento de orientación y el Banco Interamericano de Desarrollo en su monografía Cadena de suministro 4.0 mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina,

⁵ IICA | Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Finalmente información publicada sobre aplicaciones de algunos de los pilares de la industria 4.0 aplicadas en la agricultura.

Tabla 7

Comparación de la aplicación de la agricultura entre México y Colombia

| | México | Colombia |
|-----------------|--|--|
| | Agricultura | |
| | <p>Durante el año 2016 la agricultura en México ocupó el 54.45% del total del territorio mexicano, los principales cultivos cosechados durante el año 2017 fueron maíz en un 56.6%, Frijol seco en un 12.6% y sorgo en un 11%; Para el año 2018 el valor agregado de la agricultura al PIB fue de 3.4% además en el mismo año el porcentaje de la población ocupada en labores agrícolas fue de 14.6%.</p> | <p>Durante el año 2016 la agricultura en Colombia ocupó el 39.14% del total del territorio colombiano, los principales cultivos cosechados durante el año 2017 fueron café en un 40.1%, caña de azúcar en un 20% y maíz en un 19.2%; Para el año 2018 el valor agregado de la agricultura al PIB fue de 6.3% además en el mismo año el porcentaje de la población ocupada en labores agrícolas fue de 16.5%.</p> |
| | Condiciones para la agricultura 4.0 | |
| Conectividad | <p>El porcentaje de la inversión de México en investigación y desarrollo en México fue de 0.55%, el índice de desarrollo del ecosistema digital (CAF) en el 2018 fue de 54.1% y el índice de desarrollo TIC en el 2017 fue de 5.1.</p> | <p>El porcentaje de la inversión de Colombia en investigación y desarrollo en México fue de 0.24%, el índice de desarrollo del ecosistema digital (CAF) en el 2018 fue de 50.2% y el índice de desarrollo TIC en el 2017 fue de 4.9.</p> |
| Nivel educativo | <p>La tasa de alfabetización de personas de 15 a 24 años en México durante el 2018 fue de 99.3%, la tasa neta de matrícula de educación primaria fue de 95.3 para el año 2017, la tasa neta de matrícula de educación secundaria fue de 81.2 para el mismo año, los alumnos por docente para fueron de 27 para educación primaria y 17 para educación secundaria el porcentaje del gasto público en</p> | <p>La tasa de alfabetización de personas de 15 a 24 años en Colombia durante el 2018 fue de 98.9%, la tasa neta de matrícula de educación primaria fue de 92.9 para el año 2018, la tasa neta de matrícula de educación secundaria fue de 77.5 para el mismo año, los alumnos por docente para fueron de 24 para educación primaria y 26 para educación secundaria el porcentaje del gasto público en</p> |

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

| | educación en el año 2016 fue el 4.9% del PIB. | educación en el año 2017 fue el 4.5% del PIB. |
|--------------------|---|--|
| Políticas publicas | <p>México desarrollo iniciativas públicas que beneficiaron las siguientes áreas de la cadena de suministros:</p> <ul style="list-style-type: none">• Transportistas• Operadores de infraestructura<ul style="list-style-type: none">• Servicios financieros• Proveedores de servicios logísticos<ul style="list-style-type: none">• Aduanas• Proveedores de tecnología• Proveedores de servicios logísticos <p>México junto con Brasil son los únicos países que han implementado un programa de industria 4.0</p> <p>Aplicación de industria 4.0 en la agricultura</p> <ul style="list-style-type: none">• Uso de drones y mapeo satelital.• Uso de drones para fumigación.• Uso de Plataformas digitales (blockchain). | <p>Colombia desarrollo iniciativas públicas que beneficiaron las siguientes áreas de la cadena de suministros:</p> <ul style="list-style-type: none">• Transportistas• Operadores de infraestructura<ul style="list-style-type: none">• Servicios financieros• Proveedores de servicios logísticos<ul style="list-style-type: none">• Aduanas• Proveedores de tecnología. <p>Colombia es el único país en América Latina que cuenta con un observatorio de economía digital</p> <ul style="list-style-type: none">• Uso de Plataformas digitales (Waruwa).• Uso de Plataformas digitales (Agrapp).• Uso de Plataformas digitales (Mucho).• NanoTech, fertilizantes nanometricos. |

Nota: Basado con las mismas fuentes de la información anterior. Adaptado por el autor de la monografía.

Análisis del cuadro comparativo

La agricultura es un componente importante para la economía y desarrollo de México y Colombia, como pudimos observar en el cuadro anterior, México cuenta con mayor extensión de cultivos en su territorio nacional, es decir aprovechan mejor que Colombia las tierras disponibles para cultivar, además, el sector agrícola sigue

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

siendo una fuente importante de medios de subsistencia en las zonas rurales, así que el porcentaje de las personas ocupadas en labores de agricultura es mayor en el territorio colombiano, aunque es también donde existe una mayor brecha de género, en el capítulo anterior se observó que las mujeres presentan un porcentaje menor en cuanto a matriculas de educación primaria, secundaria y empleo agrícola.

Cabe resaltar que la agricultura en ambos países cuenta con gran variedad, México por ejemplo posee cultivos de maíz, frijol seco, sorgo y azúcar, entre otros, Colombia, por otra parte, posee cultivos de café, caña de azúcar, maíz y yuca, entre otros, en cuanto al aporte de la agricultura al PIB durante el año 2018 de estos dos países, Colombia lleva la delantera al obtener un porcentaje mayor que el de México, pero, a pesar de que los datos de la agricultura para estos dos países son de alguna manera positivos a diferencia de otros, la evolución de la agricultura no solo depende de su capacidad agrícola, sino también de la capacidad tecnológica, el nivel educativo de las personas que desempeñan una labor importante en la agricultura, la situación macroeconómica del territorio donde se realiza dicha labor y el apoyo a la intervención de la industria 4.0 en la economía del país.

Como se apreció en el cuadro comparativo Colombia hace frente a determinados desafíos para la transformación hacia la agricultura 4.0 desde la perspectiva estructural, si bien la industria colombiana se encuentra avanzada

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

respecto a la de otros países en cuanto a cierto nivel de digitalización también se encuentra rezagada en relación a otros países como con México por factores como, capacidad del capital humano, tecnología e innovación, inversión, apoyo por medio de políticas entre otras.

Como se ha dicho, Colombia cuenta con desafíos tecnológicos, uno de estos es que aún en todo el territorio colombiano, en especial en las zonas rurales, no hay acceso a servicios eléctricos, telefónicos y más aun a acceso a internet, es por esta razón que muchas personas que habitan las zonas rurales se encuentran rezagadas en cuanto a la alfabetización digital, dentro de los desafíos tecnológicos, así mismo, otro desafío tecnológico sería que los proveedores de tecnologías brindan soluciones principalmente a grandes industrias, desatendiendo las necesidades de las pequeñas empresas en cuanto a funcionalidad y precios.

Teniendo en cuenta que la industria 4.0 es reciente, y su penetración a la agricultura en países en desarrollo se encuentra aún es estado principiante debido a los retos que enfrenta mencionados anteriormente, la información sobre herramientas tecnológicas usadas para labores agrícolas se encuentra principalmente en notas informativas de periódicos, o revistas nacionales, hay que destacar que se encuentra más información de este tipo en plataformas de periodismo colombianas. Dentro de las tecnologías usadas en México para labores agrícolas encontramos el uso de

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



drones, para fumigación y monitoreo de los cultivos, además de plataformas para que los agricultores puedan comercializar sus productos, comunicarse con clientes o proveedores, estar informados sobre los precios del mercado, entre otros muchos usos, Colombia también cuenta con diferentes plataformas, se destaca que se encuentra más información referente al uso de tecnologías para en el campo y la agricultura en páginas web de periodismo colombiano.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



Conclusiones

Las conclusiones de la presente monografía sobre el análisis comparativo de la aplicación de industria 4.0 en la agricultura mexicana y colombiana, son las siguientes:

- El producto de la cuarta revolución, la industria 4.0, trae consigo herramientas tecnológicas con capacidades sin precedentes que empleadas en las industrias podría generar mejoras en los procesos productivos; además la industria 4.0 en la agricultura emplea tecnología avanzada para aumentar la rentabilidad y la eficiencia de esta actividad económica, así como disminuir los riesgos y el impacto de la agricultura en la tierra
- México cuenta con mejores condiciones para llevar a cabo esta transición hacia la agricultura 4.0 puesto que cuenta con un buen nivel de digitalización, el nivel educativo es sobresaliente y las políticas públicas implementadas por su gobierno benefician todas las áreas de la cadena de suministros.
- Si bien Colombia es avanzada respecto a muchos países, en comparación a México se encuentra rezagada en las tres condiciones básicas propuestas por la FAO para la transición digital hacia la agricultura 4.0
- Colombia se enfrenta a grandes desafíos para competir con México en cuanto a condiciones y aplicaciones de agricultura 4.0, pero si supera estos desafíos con

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**



éxito cosechará no solo los alimentos que el futuro demanda, sino que también se ganará un lugar para competir con las grandes potencias.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz



Bibliografía

(Coneval), N. d. (8 de Septiembre de 2019). *Coneval*. Obtenido de Coneval :

https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/2019/NOTA_INFORMATIVA_DIA_INTERNACION_DE_LA_ALFABETIZACION.pdf

Agustina Calatayud, R. K. (2019). *Inter-American Development Bank*. Obtenido de

Inter-American Development Bank:
https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Cadena_de_suministro_4.0_Mejores_pr%C3%A1cticas_internacionales_y_hoja_de_ruta_para_Am%C3%A9rica_Latina_es.pdf

Ana Inés Basco, G. B. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. Buenos aires:

Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Banco Mundial . (2019). *Grupo Banco Mundial* . Obtenido de Grupo Banco Mundial :

<https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS?view=map>

Bejarano, J. A. (1998). *economia de la agricultura* . Bogota: Tercer mundo S.A.

BRICEÑO, L. (23 de julio de 2019). *El mundo*. Obtenido de El mundo:
<https://www.elmundo.es/economia/2019/06/23/5d0ce9b3fc6c831e568b45ef.html>

Campos, C. C. (2019). The Future of Farming 4.0: The digitalisation of agriculture. *The forum network* .

CEPALSTAT © Naciones Unidas. (2020). *CEPALSTAT | Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas*. Obtenido de CEPALSTAT | Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas:
https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Perfil_Nacional_Ambiental.html?pais=MEX&idioma=spanish

Clavijo, S. (2018). Sector agropecuario: Desempeño reciente y perspectivas. *La Republica* .

Dangond, I. (12 de Octubre de 2019). *El espectador*. Obtenido de El espectador:
<https://www.elespectador.com/opinion/agricultura-40-columna-885762>

Económicos, O. d. (6 de Marzo de 2020). *Ministerio del comercio* . Obtenido de Ministerio del comercio : <https://www.mincit.gov.co/getattachment/20227f7a-0617-4752-a6e6-4b3fd8cfba1a/Mexico.aspx>

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

Emilio Godoy, A. C. (8 de enero de 2018). *Dialogo chino*. Obtenido de Dialogo chino:
<https://dialogochino.net/es/agricultura-es/32645-la-agricultura-4-0-promete-revolucionar-la-produccion-de-alimentos/>

Estadísticas, C. |. (2020). *CEPAL*. Obtenido de CEPAL:
https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Perfil_Nacional_Social.html?pais=ME&idioma=spanish

Flego, E. G. (2020). *Universidad de Palermo*. Obtenido de Universidad de Palermo :
<https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>

Genaro Cruz, G. T. (2018). *Enabling Rural Coverage*. Asociación GSM.

Giesler, S. (2018). *Digitalización en la agricultura: de la agricultura de precisión a la agricultura 4.0*. BIOPRO Baden-Württemberg GmbH.

González, X. (12 de Febrero de 2020). *Agronegocios*. Obtenido de Agronegocios:
<https://www.agronegocios.co/tecnologia/cuales-son-las-ventajas-que-tiene-el-uso-de-la-nanotecnologia-agricola-en-los-cultivos-2963226>

González, X. (15 de abril de 2020). *Agronegocios*. Obtenido de Agronegocios :
<https://www.agronegocios.co/tecnologia/la-plataforma-waruwa-vende-15-toneladas-de-frutas-y-hortalizas-online-en-bogota-2991207>

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz



HSBC. (2019). Tecnología para la agricultura. *HSBC*.

Huawei. (2019). *Huawei-Global connectivity index*. Obtenido de Huawei-Global connectivity index: <https://www.huawei.com/minisite/gci/en/>

Katz, A. C. (octubre de 2019). *Banco Interamericano de desarrollo* . Obtenido de Banco Interamericano de desarrollo : <https://publications.iadb.org/es/cadena-de-suministro-40-mejores-practicas-internacionales-y-hoja-de-ruta-para-america-latina>

Landa, R. (17 de Marzo de 2020). *APRENDIENDO SOBRE LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN EL SECTOR AGROPECUARIO. EXPERIENCIAS A PARTIR DE CAPACITACIONES EN EL*. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: <https://inta.gov.ar/documentos/aprendiendo-sobre-la-revolucion-tecnologica-en-el-sector-agropecuario-experiencias-a-partir-de-capacitaciones-en-el-contexto-de-la-agricultura-40>

Machinery, E. A. (13 de Febrero de 2017). *CEMA-Agri*. Obtenido de CEMA-Agri: https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA_Digital_Farming_-_Agriculture_4.0__13_02_2017_0.pdf

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

Machorro, J. C. (30 de 1 de 2020). *La vanvuardia*. Obtenido de La vanguardia:

<https://www.lavanguardia.com/vida/20200130/473219700011/agricultura-prottegida-alternativa-mexicana-para-frenar-al-cambio-climatico.html>

Mesa, L. V. (21 de febrero de 2020). *Agronegocios*. Obtenido de Agronegocios:

<https://www.agronegocios.co/tecnologia/cinco-plataformas-que-conectan-al-agro-con-las-grandes-ciudades-de-colombia-2967566>

Montes, S. (11 de Marzo de 2020). *Agronegocios*. Obtenido de Agronegocios:

<https://www.agronegocios.co/tecnologia/agrapp-es-la-plataforma-que-une-la-inversion-con-el-campo-colombiano-2974902>

Mooney, P. (26 de Octubre de 2019). *ETC Group*. Obtenido de ETC Group:

<https://www.etcgroup.org/es/content/agricultura-40>

Nikola M. Trendov, S. V. (2019). *Organización de las Naciones Unidas para la*

Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Organización de las Naciones

Unidas para la Alimentación y la Agricultura:

<http://www.fao.org/3/ca4887es/ca4887es.pdf>

OECD. (2016). *Enabling the next production revolution: the future of manufacturing and services-interim*. Paris.

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

Omega Drone. (s.f.). *Omega Drone*. Obtenido de Omega Drone:
<https://omegadrone.com.mx/drones-para-agricultura/fumigacion-con-drones-mexico/>

RCN. (2 de enero de 2019). *RCN Radio*. Obtenido de RCN Radio:
<https://www.rcnradio.com/recomendado-del-editor/en-colombia-el-5-de-sus-habitantes-aun-es-analfabeta>

Ribeiro, J. G. (28 de Agosto de 2018). *Siempre*. Obtenido de Siempre:
https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/AGRICULTURA_4.0_DESAFIOS_%C3%80_PRODU%C3%87%C3%83O_DE_ALIMENTOS_E_INOVAC%C3%87%C3%95ES_TECNOL%C3%93GICAS.pdf

SCHWAB, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona. España : Editorial Debate .

Seminis. (18 de Octubre de 2018). *Seminis*. Obtenido de Seminis:
<https://www.seminis.mx/sensores-agricolas-innovacion-para-la-optimizacion-de-recursos/>

Tamara Lima Esperidião, T. C. (Diciembre de 2019). *Braz Cubas* . Obtenido de Braz Cubas :
<https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/download/768/779/>

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia



Zurita, A. H. (Marzo de 2019). *Cepal*. Obtenido de Cepal :
<https://comunidades.cepal.org/elac/sites/default/files/2019-06/Pol%C3%ADticas%20e%20instrumentos%20para%20la%20difusi%C3%B3n%20de%20las%20tecnolog%C3%ADas%20digitales.pdf>

Análisis comparativo de la implementación de industria 4.0 en la agricultura de México y Colombia

**Formando líderes para la
construcción de un nuevo país en paz**

DQS is member of:

