

La innovación tecnológica en la agricultura: un reto hacia el desarrollo sostenible

César G. Timaure Jiménez*

Resumen

En los últimos diez años, ha existido un avance significativo en las tecnologías utilizadas en el sector agrícola en diversos países del mundo. El objetivo de este ensayo es analizar la innovación tecnológica en el sector agropecuario y su impacto en los indicadores de sostenibilidad en los países donde se han implementado. Se utilizó una metodología de análisis documental, con contenido referente a la innovación en el sector primario de las actividades del espacio agroalimentario. También se hace referencia a los indicadores de sostenibilidad de los países con mayor uso de innovación tecnológica en agricultura, especialmente los relacionados con el impacto ambiental y bienestar de la población.

Palabras clave: innovación, sostenibilidad, agricultura.

* Ingeniero agrónomo. *Magister Scientiarum* en Gerencia de Agrosistemas. Doctor en Ciencias Gerenciales. Decano de Investigación y Postgrado de la Universidad Alonso de Ojeda. Contacto: cesartimaure@yahoo.com

Technological Innovation in Agriculture: A Challenge Towards Sustainable Development

Abstract

In the last ten years there has been a significant advance in the technologies used for the agricultural sector in various countries of the world. The objective of this essay is to analyze technological innovation in the agricultural sector and its impact on sustainability indicators in the countries where they have been implemented. A methodology of documentary analysis was used, with content referring to innovation in the primary sector of the activities of the agri-food space. Reference is also made to the sustainability indicators of the countries with the greatest use of technological innovation in agriculture, especially those related to the environmental impact and wellbeing of the population.

Key words: Innovation, sustainability, agriculture.

Introducción

En septiembre de 2015 fue aprobada por la Asamblea General de la Naciones Unidas, la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, con la presentación de 17 objetivos con una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, ambiental y social de los 193 estados miembros que la suscribieron, convirtiéndose en una guía para quince años (Cepal, 2018a). Esto significa que cada uno de los países miembros debe desarrollar un conjunto de estrategias para implementar o activar avances para la consecución de los mencionados objetivos de la Agenda 2030. Los tres primeros objetivos de esta agenda están relacionados directamente con los agrosistemas en general, porque tienen que ver con el fin de la pobreza, hambre cero, salud y bienestar.

Los agricultores, especialmente los integrantes de las granjas familiares, representan el 90% de las explotaciones agropecuarias del planeta, además producen más del 80% de los alimentos a nivel mundial (FAO, 2018). A pesar de ello, existe una paradoja notable, la mayoría de estos agricultores familiares son pobres y no poseen una seguridad alimentaria, con precariedad de bienestar y salud.

En este sentido, para que exista un desarrollo sostenible coherente es necesario que los agricultores tengan un nivel de vida adecuado, es decir que posean todas las condiciones necesarias para sostener a sus familias con buena educación, acceso a alimentos de calidad y una plena seguridad social. Los procesos de innovación tecnológica pueden ayudar en esta estructura de ayuda y consolidación de los núcleos productores, especialmente los familiares, cuando reúnen las ventajas y disposiciones adecuadas.

La innovación tecnológica es un proceso mediante el cual los agricultores, se apropian de unas ideas, técnicas, procedimientos o formas de realizar una determinada actividad, nuevas o ya existentes pero utilizadas por primera vez, para generar un valor agregado a sus productos, obteniendo beneficios en toda la cadena agroalimentaria, incluyendo los mercados y relacionados (FAO, 2018).

Dentro de todo esto, surge las siguientes interrogantes: ¿cómo influyen los avances en innovación tecnológica de la agricultura respecto a los indicadores de desarrollo sostenible?, ¿son indicadores positivos o negativos?, ¿se vislumbra adecuadamente el desarrollo sostenible potenciando y activando el mayor nivel de innovación tecnológica en los procesos agropecuarios?, ¿puede la innovación en la agricultura ayudar a los productores rurales a salir de los rangos de pobreza?, ¿qué países han implementado la innovación tecnológica en la agricultura?

De esta forma, se analizan un conjunto de documentos, trabajos de investigación y artículos diversos sobre esta temática, utilizando la metodología de revisión documental, accesible vía Internet y otros soportes de redes bibliográficas.

Indicadores de sostenibilidad en la agricultura en los últimos diez años

El desarrollo sostenible es definido como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades, de acuerdo al informe Bruntland presentado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente a la Organización de las Naciones Unidas en 1987 (ONU, 1987). Luego de este informe, los países han desarrollado un conjunto de programas para estudiar, implementar y buscar las posibilidades de realizar

el desarrollo sostenible en toda su compleja trama de acciones. Este concepto de desarrollo sostenible implica que debe existir una relación entre las dimensiones social, económica, ambiental e institucional, tal como afirman Gallopin (2006) y Bolívar (2011). En los últimos diez años, 2008 al 2018, se han analizado un conjunto de indicadores de sostenibilidad en la agricultura, con variaciones en cada país, de acuerdo al objetivo de desarrollo sostenible número dos que indica lo siguiente: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria, lograr la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible, por ello se tienen los siguientes indicadores (Cepal, 2018b):

- § Prevalencia de la subalimentación.
- § Prevalencia de la inseguridad alimentaria moderada o grave en la población, según la Escala de Experiencia de Inseguridad Alimentaria.
- § Prevalencia del retraso en el crecimiento (estatura para la edad, desviación típica de la mediana de los patrones de crecimiento infantil de la Organización Mundial de la Salud (OMS)) entre los niños menores de 5 años.
- § Prevalencia de la malnutrición (peso para la estatura, desviación típica +2 o -2 de la mediana de los patrones de crecimiento infantil de la OMS) entre los niños menores de 5 años, desglosada por tipo (emaciación y peso excesivo).
- § Volumen de producción por unidad de trabajo según el tamaño de la empresa agropecuaria/pastoral/silvícola.
- § Intensidad de uso de fertilizantes (consumo aparente por superficie cultivada).
- § Consumo aparente de plaguicidas por tipo (herbicidas, insecticidas o funguicidas)

Desempeño de la sostenibilidad en el mundo

Para medir la sostenibilidad se han creado varios indicadores dependiendo del contexto en que se realiza la evaluación para un país o una empresa, por ejemplo, existe el Índice Dow Jones de Sostenibilidad (IDJS), el cual mide el desempeño financiero de las principales empresas a nivel mundial, evaluando aspectos ambientales, sociales y económicos de las principales empresas a nivel mundial.

El Índice de Sustentabilidad Empresarial ISE-Bovespa, permite diseñar un entorno adecuado para la inversión compatible con las necesidades de la sociedad actual en cuanto a desarrollo sostenible y su relación con empresas éticamente responsables.

El índice de Sostenibilidad Ambiental, es una referencia para ver la capacidad de las naciones en cuanto al cuidado del medio ambiente. El índice de Bienestar Económico Sostenible permite medir la sostenibilidad de bienestar que tiene una población a lo largo del tiempo. Integra variables económicas, sociales, distributivas y ambientales, considerando el agotamiento de los recursos naturales como una deuda.

Existe un indicador denominado *Índice de Desempeño Ambiental* (EPI por sus siglas en inglés), el cual ha categorizado a los países de acuerdo al valor específico de cada nación. Por ejemplo, para el año 2018, se tiene que los primeros veinte puestos están dominados por países de Europa. El país con mayor EPI es Suiza con 87.42. Los principales elementos que evalúa el indicador se refieren a calidad de vida en general, además de calidad del aire, agua, la energía y la protección de los sistemas ambientales (Quiroga, 2001). Siguiendo con los diez primeros en Europa, están Francia con 83.95, Dinamarca con 81.60, Malta con 80.9, Suecia con 80.51, Reino Unido, 79.89, Luxemburgo, 79.12, Austria, 78.97, Irlanda, 78.77 y Finlandia, 78.64 (Pérez *et al*, 2018).

Algunas innovaciones en la agricultura en los últimos diez años

La sociedad se ha organizado para dar un avance significativo a la innovación agrícola, en este sentido podemos ver en el cuadro 1, cómo surgen los centros principales que participan en la innovación del sistema agroalimentario de cada país. Una gran cantidad de actores se han comprometido a realizar actividades de innovación en la agricultura, desde los organismos gubernamentales, universidades, centros de investigación hasta organizaciones de productores o personas cuya experiencia, conocimiento o habilidades les permiten crear o adecuar tecnologías para sus cultivos o sistemas agropecuarios.

El sector agropecuario en Latinoamérica se ha transformado en las últimas décadas, desarrollándose y logrando realizar una agricultura moderna, competitiva y de calidad que se ha posicionado en los mercados

Cuadro 1.
 Principales actores de la innovación en agricultura

Sectores	Actores de la Innovación Agrícola
Sector productivo	Asociaciones de productores Cooperativas
Sector privado	Proveedores de insumos, servicios, asistencia técnica Agronegocios Organizaciones financieras Industrias de procesamiento de alimentos Centros de acopio
Sector público	Universidades públicas Institutos de investigación Servicios de extensión agrícola Ministerios y gobiernos locales Agencias de certificación de calidad Servicios de sanidad y de inocuidad de alimentos
Sociedad civil	Organizaciones no gubernamentales
Organismos internacionales	Centros internacionales de investigación Agencias internacionales de desarrollo
Medios de comunicación	Radios rurales Otros medios

Sonnino y Ruanne (2013).

internacionales. Existen productos de Brasil, Argentina, Chile, Perú, Colombia, México que han consolidado sus sectores agropecuarios y compiten a nivel mundial (Villalobos *et al*, 2017).

En el cuadro 1 se puede observar quienes son los principales actores que trabajan en lo referente a la innovación en la agricultura. Los sistemas de innovación en agricultura (SIA) (en inglés, Agricultural Innovation Systems, AIS) son redes de instituciones, empresas, organizaciones e individuos que solicitan y ofrecen conocimientos y tecnologías, y se

orientan a la utilización de nuevos productos, procesos y formas de organización y a las reglas y los mecanismos por medio de los cuales ellos interactúan.

Los SIA integran generación, difusión y gestión de conocimientos; son sistemas dinámicos en evolución continua. Su característica más sobresaliente es que incluyen una multitud de actores, no solo del sector público, que tiene el rol clave de desarrollar el marco político, infraestructural y regulatorio favorable a la innovación y de promover la interacción entre los diferentes actores, sino también del sector privado y de la sociedad civil (Sonnino y Ruanne, 2013).

A corto plazo, la influencia de la innovación tecnológica será determinante respecto a los indicadores de desarrollo sostenible, especialmente en la reducción de la brecha entre la demanda y la oferta de alimentos, justamente porque se requiere producir más alimentos de una forma más sustentable (Pérez *et al*, 2018).

La investigación tecnológica es parte de una gran revolución verde en la era de la información, la informática y los retos tecnológicos a gran escala. Se esperan avances muy importantes cuando la innovación tecnológica impulsada por elementos denominados Big Data, Internet de las cosas, inteligencia artificial, y aprendizaje automático, influya para obtener una cosecha más abundante.

Los agricultores de diversos países ya están utilizando robots, sensores inalámbricos instalados en varios sectores de la granja, así como drones para realizar el seguimiento de la siembra. El dron se está utilizando en la agricultura desde el año 1983 cuando el Ministerio de Agricultura de Japón estaba preocupado por el envejecimiento de la población en el ámbito rural y se decidió entonces que se debían modernizar algunos procedimientos para atraer a los jóvenes. Para monitorear y ayudar en las labores del campo se propuso a la empresa Yamaha construir un modelo de vehículo no tripulado, naciendo entonces la idea del dron, iniciándose a principios de los años 90 con la introducción de estos aparatos, los cuales, hoy en día, están realizando una gran cantidad de tareas en todo el mundo (Figura 1).

De la misma manera, los agricultores aprovechan servicios como el de la nube de Internet y análisis estadístico de las variables del entorno para procesar los datos. Se estima que, en el 2050, una granja común pueda generar un promedio de 4,1 millones de nuevos datos cada día (FAO,

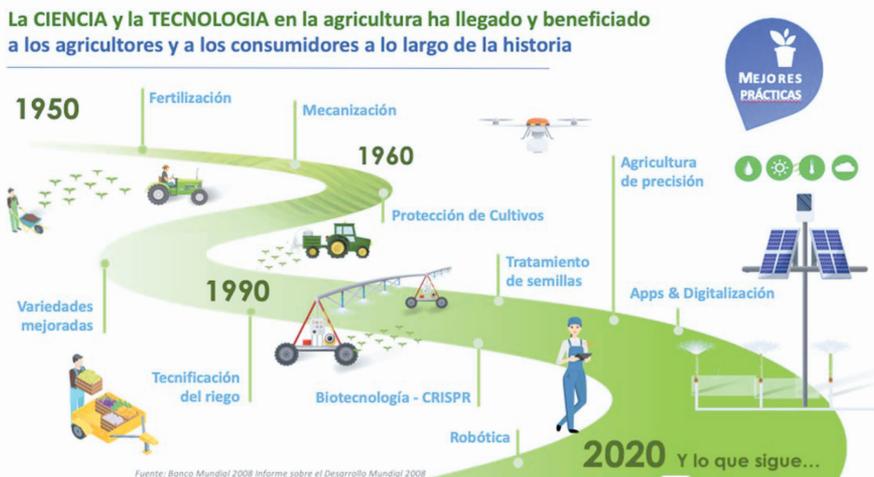


Figura 1. Avances principales en ciencia y tecnología en la agricultura Banco Mundial (2008).

2018). De acuerdo con el Banco Mundial (2008), existen un importante avance en la agricultura mundial gracias al impulso de la ciencia y la tecnología, especialmente luego de 1987, con el avance de la innovación conocida como CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat) las cuales son familias de secuencias de ADN en bacterias (Perdomo, 2019).

La inteligencia artificial, mediante el conjunto de dispositivos instalados y el aprendizaje automático, interpretan los descubrimientos para los agricultores y luego les ayudan a ajustar la información del cultivo de manera continua para impulsar la productividad en los campos.

Los agricultores ya están utilizando la inteligencia artificial para determinar por ejemplo la fecha óptima de siembra, la ubicación precisa de recursos como el agua, fertilizante, identificar enfermedades de las plantaciones para un tratamiento más rápido, detectar y destruir malezas. El aprendizaje automático hace más eficientes estas actividades con el paso del tiempo. También puede ayudar a pronosticar el año por venir al utilizar datos históricos de producción, revisión de datos de clima de largo plazo, información de semillas modificadas de manera genética, y predicciones de precios de productos básicos, entre otras informaciones, para recomendar cuánta o qué tipo de semilla se debe sembrar.

Esta tecnología de agricultura de precisión mejora, aumenta y amplía el conocimiento que ya poseen los agricultores acerca de sus tierras, lo que hace más sustentable la producción, influyendo positivamente en el desarrollo sostenible de las naciones. Se estima que esta tecnología avanzada puede incrementar la productividad de la granja en un 45 por ciento mientras que reduce el consumo de agua un 35 por ciento (FAO, 2018).

Sin embargo, la clave para un desarrollo equilibrado es asegurar un acceso equitativo: A menudo, las comunidades que necesitan de tales recursos tecnológicos carecen de la infraestructura física y de la tecnología requeridas para apoyarla. El acceso a conectividad de alta velocidad y a energía confiable aún son retos en muchas partes del mundo. Esa es una razón por la que Microsoft y sus socios llevan ancho de banda asequible a comunidades rurales en países como Colombia a través de la Iniciativa *Airband*.

Algunas empresas como Microsoft, pueden recibir recomendaciones personalizadas. El programa *FarmBeats*, que se adhiere al macro programa *AI for Earth* de Microsoft, ha desarrollado una plataforma que utiliza sensores de bajo costo, drones, y algoritmos de aprendizaje automático para incrementar la productividad y rentabilidad en las granjas.

Posteriormente, la información recolectada es procesada por una computadora en el hogar del agricultor para consolidar sus descubrimientos en archivos de baja memoria y distribuirlos sobre el ancho de banda de manera más sencilla. Los agricultores sin conectividad pueden obtener los beneficios de la Inteligencia Artificial al instante gracias al uso de herramientas tan sencillas como un teléfono habilitado para *SMS* y *Sowing App*. Mientras tanto, aquellos que cuenten con acceso a Wi-Fi pueden utilizar *FarmBeats* para obtener un plan continuo personalizado con IA para sus tierras.

Es parte del uso de la innovación tecnológica y de la inteligencia artificial para influir en el desarrollo sostenible de la agricultura en el mundo, de manera de no impactar negativamente en los recursos naturales.

Para responder las preguntas que se han indicado anteriormente, se explica lo siguiente: Los avances en innovación tecnológica de la agricultura influyen positivamente respecto a los indicadores de desarrollo sostenible por cuanto las soluciones innovadoras y el ingenio persiguen que las ciudades, los campos y los sistemas productivos en general adopten

esquemas de resiliencia, de disminución de los riesgos y de búsqueda de cambios positivos (Observatorio de la Sostenibilidad, 2018).

En una siguiente pregunta no se puede decir si los indicadores del desarrollo sostenible para la agricultura son positivos o negativos porque esa concepción depende de análisis particulares de cada país. Existen, por ejemplo, indicadores económicos, agrícolas y ganaderos por citar solo unos aspectos básicos de los estudios de sostenibilidad. De las experiencias estudiadas, lo primero que se debe indicar, es que algunos países están desarrollando, desde hace un tiempo considerable, indicadores ambientales, mientras que otros, que por lo general se han integrado posteriormente al trabajo de desarrollo de indicadores, lo están haciendo desde el enfoque de desarrollo sostenible, esto es, incorporando (pero no necesariamente vinculando) las dimensiones económica, social, ambiental e institucional del desarrollo (Quiroga, 2001).

Respecto a si se vislumbra adecuadamente el desarrollo sostenible potenciando y activando el mayor nivel de innovación tecnológica en los procesos agropecuarios, ello tiene la lógica del estímulo a los sistemas de innovación de cada país, potenciando la creatividad, el ingenio, la búsqueda de mejoras continuas en todos los aspectos que tienen que ver con los sistemas agrícolas. De este modo, al estimular la innovación debe existir una relación directa con el incremento de la sostenibilidad de cada país.

Otro aspecto se refiere a si la innovación en la agricultura puede ayudar a los productores rurales a salir de los rangos de pobreza. Esto es algo definitivo, porque se trata justamente de cómo implementar iniciativas que ayuden a los agricultores a revertir situaciones dramáticas como la escasez de agua, la sequía, falta de alimentos, abonos, materias primas, etc. Por ejemplo, en África subsahariana, más de 13 países se han beneficiado de los estudios de organizaciones internacionales para la obtención de variedades de maíz tolerante a la sequía (FAO, 2018).

Muchos países han implementado la innovación tecnológica en la agricultura, buscando alternativas para el desarrollo sostenible, de esta forma se pueden indicar los siguientes ejemplos (FAO, 2018):

1. *En República Dominicana, se aplicó la técnica del insecto estéril para erradicar la mosca mediterránea de la fruta.* En 2015, un brote de esta plaga obligó al país a promulgar una prohibición inmediata de sus exportaciones de frutas y hortalizas, dañando gravemente la segunda fuente de ingresos más importante del país. La técnica del insecto estéril es

- un procedimiento innovador en el cual se esterilizan insectos machos en laboratorios especializados. Cuando son liberados en su ambiente, se aparean con hembras, pero no tienen descendencia. Con el tiempo, esto reduce significativamente la población de insectos. En 2017, la población de moscas de la fruta mediterránea del país fue oficialmente erradicada. Dicha técnica es una de las formas de control más respetuosas con el medio ambiente, ya que no requiere el uso de productos químicos en el hábitat nativo del insecto.
2. En *Tanzania*, donde gran parte de la población rural tiene dificultades para obtener ingresos sostenibles, los agricultores han encontrado nuevos usos para el árbol indígena *Allanblackia stuhlmanii*, ya que el aceite de sus semillas es rico en nutrientes. Usando este aceite, los agricultores han desarrollado nuevos productos, como cremas y lociones para la piel, que poseen alto valor en el mercado y han atraído la atención internacional. Las incipientes cadenas de suministro en el país contribuyen a aliviar la pobreza conservando la biodiversidad, ofreciendo a los campesinos locales la oportunidad de mejorar sus ingresos gracias al acceso a los mercados internacionales.
 3. En la India, el gobierno del estado de *Telanagana* implementó un nuevo plan de seguros denominado *Rythu Bandhu*. Este programa otorga a los agricultores en el estado 4.000 rupias (55 USD) por acre por temporada para apoyar las inversiones y comprar insumos agrícolas. El personal de *Rythu Bandhu* supervisa la distribución de los fondos, recopila datos sobre el uso y resultados de las subvenciones y desarrolla una relación de proximidad con los campesinos para garantizar una planificación exitosa de los cultivos. Este plan permite a los agricultores escapar de los ciclos de deuda y pobreza y desarrollar iniciativas agrícolas sostenibles y lucrativas.
 4. A nivel mundial, se está utilizando una aplicación móvil llamada *eLocust3* para monitorear y detectar rápidamente una de las plagas migratorias más peligrosas del mundo: la langosta del desierto. La aplicación combina los últimos avances en información, comunicación y tecnologías satelitales en un sistema unificado de monitoreo y alerta temprana. Ha contribuido de forma significativa a reducir la duración, severidad y frecuencia de las devastadoras plagas de langosta del desierto en África y Asia.

5. *Otro ejemplo es una plataforma de inteligencia artificial, Agripredict, iniciada por una empresa en Zambia, y que además resultó ganadora en el concurso internacional denominado HackAgainstHunger de 2018 en Ruanda. Se basa en el uso de una fotografía de teléfono móvil para detectar la presencia de plagas o enfermedades. También puede pronosticar la probabilidad de invasiones de plagas, como el gusano cogollero del maíz, y predecir la posibilidad de patrones climáticos adversos como sequías, inundaciones y frentes fríos.*
6. *En Venezuela, los sistemas de innovación agrícola se manejan por intermedio del Instituto de Investigaciones Agrícolas, INIA, y también por algunas universidades que trabajan en este sector. Por ejemplo, el INIA, trabaja en la estandarización y desarrollo de marcadores bioquímicos y moleculares para la caracterización varietal y mejoramiento genético en musáceas.*
7. *En Colombia, mediante la actualización de la Corporación Agrícola Colombiana, CORPOICA, transformada luego en Agrosavia, se han implementado un conjunto de resoluciones para apoyar la innovatividad en la agricultura, con lo cual tienen en la actualidad más de 230 ofertas tecnológicas en diversos campos de trabajo del sector agropecuario colombiano, apoyando con ello más de 1.600.000 personas que laboran en los campos colombianos.*

Consideraciones finales

Con la realización de este trabajo se puede concluir que la innovación tecnológica en la agricultura es un reto de cada país, de cada sociedad, de todos los grupos humanos en aras de fomentar la sostenibilidad, porque es una de las funciones principales garantizar la cantidad y calidad de los productos alimenticios, en un mundo con un crecimiento poblacional en auge. Lo ideal es que antes del 2030, los países del mundo logren avanzar en la consecución de un desarrollo sostenible de manera integral mediante la implementación de los sistemas de innovación en la agricultura, de acuerdo a los objetivos formulados por la Asamblea de las Naciones Unidas.

La innovación tecnológica a todos los niveles tendrá un impacto fundamental en la vida de las ciudades, de los ambientes rurales, de todos los países, puesto que la ciencia estará manejando numerosos datos e informaciones, con lo cual se espera, especialmente para el sector de la agri-

cultura, muchos beneficios que mejoren la calidad de vida, tanto de los productores agrícolas como de los consumidores finales.

Asimismo la innovación tecnológica en la agricultura es un reto que se está cumpliendo a cabalidad en diversos países, mediante la incorporación de organismos públicos, privados, grupos de campesinos, empresas privadas, inclusive tecnólogos aficionados o de grandes corporaciones, los cuales se han dado a la tarea de impulsar elementos novedosos mediante investigaciones que generan la posibilidad de alcanzar en un mediano plazo el desarrollo sostenible que permita visualizar un futuro promisorio del campo y las ciudades.

En los últimos diez años, 2008 al 2018, los indicadores de sostenibilidad para la agricultura, han mostrado un avance significativo ante el reto de la reducción del hambre en el mundo, mediante la aplicación de estrategias, sistemas y técnicas diversas, pero también con la transformación de los estados, mediante el estímulo a los sistemas de investigación, desarrollo y extensión, la aplicación de nuevos conocimientos en los procesos productivos y organizacionales (Villalobos *et al*, 2017).

Referencias bibliográficas

- Banco Mundial (2008). **Informe sobre el desarrollo mundial**. Documento en línea. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTIDM2008/NS-PA/Resources/INFORME-SOBRE-EL-DESARROLLO-MUNDIAL-2008.pdf>. Consulta: 14/06/2018
- Bolívar, Haydee. (2011). **Metodología e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible**. Revista CICAG. Volumen 8, No. 1: Pp. 1-18.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018a). **Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible**. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Editorial Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018b). **Informe del proceso de priorización de indicadores para el seguimiento estadístico regional de los objetivos de desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe**. Grupo de coordinación estadística para la agenda 2030 en América Latina y el Caribe de la conferencia estadística de las Américas. Editorial Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile.

- Food and Agriculture Organization (FAO). (2018). **Innovar para el futuro de la alimentación y la agricultura**. Documentos en Línea. Disponibles en: <http://www.fao.org/home/es/> Consulta: 14/05/2019
- Gallopin, Gilberto. (2006). **Sostenibilidad del Desarrollo en América Latina y el Caribe. Cifras y Tendencias**. Honduras. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Editorial Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile.
- Observatorio de la Sostenibilidad. (2018). **Ciudades Sostenibles en España**. Documento en línea. Disponible en: https://cdn27.hiberus.com/uploads/documentos/2018/10/31/_ciudadessosteniblescorto_6a08a576.pdf. Consulta: 10/01/2019
- Organización de Naciones Unidas (1987). **Comisión Mundial para el Desarrollo y el Medio Ambiente. Our common future**. Oxford University Press. New York, USA.
- Pérez, Arturo; Leyva, Doris y Gómez Fernando. (2018). **Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050**. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Volumen 9, No 1: Pp. 175-189.
- Perdomo, José. (2019). **El rol de las agro-tecnologías en la seguridad alimentaria**. Conferencia en XII Foro Internacional sobre Innovación para la sustentabilidad en la agricultura. Realizada el 27 de junio de 2019. Brasilia, Brasil.
- Quiroga, Rayén. (2001). **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas**. Organización de Naciones Unidas. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile, Chile.
- Sonnino, Andrea y Ruanne, John (2013). **La innovación en la agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas**. Biotecnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia. Pontificia Universidad Javeriana. Cali, Colombia.
- Villalobos Víctor; García Miguel y Ávila Felipe (2017). **La innovación para el logro de una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva**. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. México D.F., México.