

El cultivo de cacao. Su optimización empleando analítica de datos e inteligencia artificial para el mejoramiento su producción y comercialización.

Rocio Cazes Ortega
Aldo Pardo García
Orlando Maldonado Bautista

Unidades Tecnológicas del Santander
Universidad de Pamplona

Resumen:

Se realiza una búsqueda bibliográfica de diferentes técnicas que pueden utilizarse en la agricultura, fundamentalmente la optimización del cultivo del cacao. Se identifican las herramientas necesarias para realizar la optimización en el cultivo del cacao.

Palabras claves: Cultivo del cacao, analítica de datos, big data, inteligencia artificial.

JUSTIFICACIÓN

Uno de los precedentes con respecto a la búsqueda de soluciones, para tener control de todos los procesos en la mayoría de cultivos, es el uso de tecnologías de punta que permitan al cultivador estar pendiente de todo lo que ocurre en su cultivo. Una puerta a este nuevo cambio es lo que hoy en día se conoce con el nombre de agricultura 4.0 (Zarazaga Soria, 2017).

Lo que se busca hoy en día es lograr ser competitivo frente a una producción a gran escala y esto solo se da a través de la modernización de los procesos agrícolas. La incorporación de nuevas tecnologías al campo, es casi que necesaria en este panorama cambiante. Ya que la falta de personal para cultivar, las grandes demandas de producto y la exigencia en la calidad afrontan un paradigma cambiante en la agricultura tradicional (Zarazaga Soria, 2017).

En Colombia el área sembrada en cultivos de cacao en los últimos años es de aproximadamente 152 mil hectáreas, de las cuales el 31% corresponden al departamento de Santander. En el año 2017 la producción en Colombia fue de aproximadamente 61 mil toneladas de cacao con un porcentaje de participación del 38% para Santander con 23 mil toneladas. Estos datos

posicionan al departamento de Santander con uno de los mayores cultivadores y productores de cacao del país (Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios -UGRA, 2018).

Uno de los grandes problemas de enfermedades en el cacao en Santander es el hongo *Monilia* que es conocida como la enfermedad mancha ceniza o pudrición acuosa. Según datos tomados por ICA seccional Santander de una encuesta realizada en 2013 determino varios datos interesantes; el primero está relacionado con que solo el 12% de los productores encuestados, realizan el control de *Monilia* de forma adecuada, el 26% de los encuestados indico que desconocía los síntomas de la *Monilia*. Dentro de esta encuesta se analizaron los factores que limitan el control de la *Monilia*, uno de ellos es el económico que corresponde a un 37.6% de los productores encuestados, el otro factor es el déficit de mano de obra que corresponde al 29% de encuestados. Esta última limitante es importante ya que implica un cambio con respecto a la agricultura, una agricultura más tecnificada con menos mano de obra y más control tecnológico (Una radiografía de la problemática del cultivo de cacao en Santander, 2014).

Para controlar el problema de plagas y enfermedades se han realizado cruzamiento de clones, cuya genética los hace más resistentes y con otras mejoras como calidad, alta productividad y precocidad. Pero esto también ha tenido algunos problemas a causa de la heterogeneidad agroecológica, lo cual causo que algunos cultivos presentaran desuniformidades, relacionadas con calidad, productividad, plagas y enfermedades. Uno de los grandes problemas presentes en este tipo de cultivos, se da por la falta de conocimiento, la poca tecnificación y la falta de nuevas tecnologías (Torres Morantes & Rodríguez Barrios, 2015).

Para una buena productividad en el cacao es necesario tener presente diversas condiciones, como temperatura, humedad y suelos con determinadas características físicas, químicas y biológicas. El control de temperatura, de humedad y de suelos, se puede tener presente con el uso de diversos sensores que permitan la medición de estas condiciones. Para una temperatura adecuada en cultivos de cacao se deben tener condiciones entre 22 y 30 grados centígrados, las

condiciones en que los cultivos tienen temperaturas mayores a los 38 grados y menores a los 15 grados afectan la productividad de los mismos. Con respecto a la humedad lo ideal sería que los cultivos estuvieran en zonas donde se presentan lluvias entre 1,500 a 2,500 milímetros por año pero por fenómenos ambientales están condiciones en algunas ocasiones no se presentan, por eso es necesario el uso de sistemas de riego automatizado que permitan mantener regulada la humedad en los cultivos; los suelos deben ser de color negro y con pintas de color rojizo, también deben tener ciertas condiciones químicas con contenidos de nitrógeno, fosforo, potasio, manganeso y zinc; esto se puede regular con el uso de fertilizantes, para mejorar las condiciones de los suelos. También se debe tener presente que el suelo tenga buen material orgánico, para una mayor actividad biológica. Teniendo presente todas estas variables y el control de las mismas se puede mantener una buena producción de cacao, con alta calidad (Ortiz Soto, 2017).

Lo que se busca en este proyecto es que pequeños cultivadores de cacao se mantengan comunicados de manera eficiente con el control de sus cultivos y con el comportamiento económico de los mismos y puedan tomar decisiones respecto a diversos factores que afecten la producción.

Esto se logra con el uso de analítica de datos e inteligencia artificial, la cual permite que se realicen predicciones agrícolas y de mercado para facilitar la producción. El uso de este sistema permitiría a los cacaoteros anticiparse a condiciones climáticas cambiantes, estar pendientes de la variación de precios en los mercados, anticiparse a plagas y enfermedades. Esto permitirá que se obtengan mejores resultados en la producción del cacao y en el mejoramiento de su calidad (Martínez Simarro, 2016).

Técnicas a utilizar en el área.

El uso de la analítica de datos y la inteligencia artificial como ayuda en el mejoramiento del proceso de producción y comercialización del cacao; De esta manera se definen algunos conceptos que son fundamentales en el proyecto:

El cacao: El árbol *Theobroma cacao* L., más conocido como el árbol de cacao es una planta originaria de la región amazónica e incluye a países sudamericanos como Colombia, Ecuador, Brasil y Bolivia. Este es un árbol de talla mediana y a diferencia del árbol cultivado que tiene aproximadamente 7 metros de altura, su especie silvestre puede alcanzar los 20 metros o más. Sus hojas tienen una longitud de hasta 50 centímetros y una anchura entre 4 y 15 centímetros, a lo largo del tronco se encuentran las flores de color blanco o rosa que con el pasar de los años se transforman en tubérculos llamados cojinetes florales. El fruto es una baya grande y carnosa que contiene las semillas (entre 30 y 40) incrustadas en la pulpa y son utilizadas para el consumo humano debido a su riqueza en almidón, proteínas y materia grasa. A partir de las regiones de origen de la planta, estas se llevaron posteriormente a Centroamérica y al oeste de África en la ciudad de Ghana en 1951, esta ciudad tiene el 60% de la producción mundial de cacao (Wessel & Quist-Wessel, 2015).

En Colombia el cacao se produce en un 14,1% a nivel mundial, en los últimos años se ha incrementado su nivel de exportaciones e importaciones; como en el año 2014 que se presentaron 8018 TM en exportación y 6688 TM en importación; el siguiente año se presentaron 13744 TM en exportación y 5891 TM en importación, con estas cifras se puede determinar un crecimiento considerable, en exportación de cacao de aproximadamente 41.72% entre 2014 y 2015 (Abbott, y otros, 2019).

Otra de las características del cacao colombiano es su calidad; a nivel mundial existen tres tipos de cacao el forastero, el criollo y el trinitario, los presentes en América latina son el criollo y el trinitario, estos están derivados de la clasificación fina y de aromas. Según Fedecacao en 2016 el

área sembrada en Santander de cacao correspondía al 51500 ha, con una producción de 22424 TM y un rendimiento de 435(Kg/ha). Esto ubica a Santander como uno de los mayores productores de cacao y con alta calidad (Abbott, y otros, 2019).

El cultivo de cacao en los últimos años ha sido promovido por el gobierno como alternativa de producción frente a los cultivos ilícitos y nada de deforestación. Esto ha incentivado a la inserción social y a la restauración de bosque, un elemento diferenciador para Colombia, que garantiza la incrementación de áreas cultivadas con un compromiso ambiental. A partir de estas iniciativas se fomenta el incremento de la producción para el país. Esto es importante debido a la iniciativa de Colombia por ampliar el comercio exterior de cacao, ya que sus principales ventas se presentan en 6 compañías con el 89%, distribuido en Europa con un 40% y el restante se distribuye entre África, Asia y las américas (Charry, Castro Llanos, & Castro Nuñez, 2019).

Uno de las recomendaciones de los expertos es que Santander debe buscar la siembra de cacaos regionales, muy demandados por mercados externos. En 2017 se incorporó dos nuevas variedades de cacao en Santander, el cacao TCS19 y TCS13 con una categoría entre finos y de un gran aroma, estos granos mostraron buenos resultados con respecto al tamaño, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad, autocompatibilidad, sabor a frutales y nueces y una buena producción, ideales para el mercado internacional de chocolatería (Vanguardia, 2017).

Según datos de Fedecacao la producción en Colombia aumento de 2018 con 28952 TM a 32159 en 2019 y esto no es lo único que ha mejorado, también el cacao Colombiano se ha posicionado entre las 50 mejores muestras del mundo (sociedad de Agricultores de Colombia - SAC, 2019).

Analítica de datos: la analítica de datos permite analizar datos internos o externos a partir de diversas fuentes, estos datos pueden ser históricos o datos nuevos que se generan en tiempo real. Los procesos que se emplean en la analítica están dados por la recopilación de datos, integración, análisis de datos y finalmente en la prueba y revisión de modelos analíticos que

permitan la obtención de resultados exactos. Dentro de la analítica de datos después de que los datos están guardados se pueden corregir problemas de veracidad de los mismos para evitar que existan fallas en las aplicaciones de análisis. Para poder realizar esto se construyen modelos analíticos a partir de herramientas predictivas y por medio de lenguajes como Python, Scala y SQL, los cuales permiten medir la precisión de los datos parciales y poder realizar diversas pruebas hasta obtener el funcionamiento deseado y se ejecuta en modo de producción frente a todos los datos, para abordar las necesidades que se requieran a medida que se actualizan los datos. Estas aplicaciones analíticas pueden desencadenar automáticamente acciones, para una tarea específica. (MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, 2016).

La analítica de datos permite visualizar también datos en tiempo real, los cuales permiten realizar procesos, dependiendo de la industria o el desarrollo tecnológico, en milisegundos, segundos o minutos. De esta manera se puede realizar una consulta y con ayuda de inteligencia artificial, se puede ejecutar un proceso en ese mismo instante. De esta manera se puede procesar información a través de: el análisis descriptivo, el cual permite a partir de datos estadísticos, caracterizar valores a través de gráficos; el análisis predictivo, que permite a través de modelos matemáticos, datos estadísticos o sistemas computacionales, conocer datos que pueden ser históricos y realizar predicciones o inferencias; y el análisis prescriptivo, que consiste en el análisis de datos históricos, para la toma de decisiones en tiempo real (PANDAID Soluciones, 2019). En este proceso los datos se visualizan y analizan en tiempo real, de esta manera se pueden integrar a aplicaciones que son un aporte para la toma de decisiones, para ejecutar modelos predictivos o prescriptivos entrenados por una IA, realizar una comparación entre datos históricos y tomados en el momento, recibir alertas por datos correlacionados dentro de un proceso y visualizar información de datos en tiempo real. Este tipo de procesos beneficiarían a la agricultura, ya que, con la incorporación de la analítica de datos a la agricultura, se espera conseguir una mayor producción en los cultivos con recursos limitados, como agua, tierra y fertilizantes; esto se ha logrado poco a poco con la incorporación de maquinaria pesada automatizada y con la aparición de semillas con alteraciones genéticas, más

resistentes a plagas y enfermedades. Esto ha abierto un camino importante en la incorporación de lo que llaman “third stage or Ag 3.0”, lo cual permite tomar decisiones basados en datos tomados de fuentes externas a partir de la analítica de datos. De esta manera se podría lograr una mayor sostenibilidad en los cultivos y hasta se podría lograr, que lo usuarios finales obtengan información de los productos que consumen. Todo esto se está logrando a partir de la recopilación de datos de suelos, agua y minerales y de irlos almacenando en un sistema centralizado de datos que comúnmente se le llama internet de las cosas; de esta manera se logra la conexión de dispositivos interrelacionados con internet, para compartir e intercambiar datos de manera independiente, de esta manera el agricultor puede tomar decisiones agrícolas inteligentes, que le permitirán tener información relevante durante todo un ciclo de producción, para mejorar la siembra, la planificación, la cosecha y finalmente su comercialización. El proceso por el que pasa el agricultor cada vez que quiere comercializar un producto es: escoger que van a sembrar, cual es el terreno donde va a sembrar, como lo van sembrar y cuando lo van a sembrar. También debe determinar si se va a implementar un sistema de riego, que fertilizante se debe usar y que pesticidas y finalmente como se va a cosechar en que época y su comercialización. Todas estas decisiones a veces se vuelven complejas, sobre todo cuando se quiere obtener mayor producción y mayor calidad. Por eso es necesario realizar un análisis de variables para obtener una mejor rentabilidad del cultivo. En esta nueva era los agricultores pueden usar datos para tomar decisiones complejas, de esta manera se pueden recopilar fuentes de diferentes formas, para saber más sobre sus cultivos, para esto se puede emplear la analítica de datos y la IA, obteniendo datos mediante el uso de sensores; datos como nutrientes del suelo, condiciones del agua, permeabilidad del aire, etc. Estos datos empleando la analítica de datos se pueden usar como datos por separado o como comparativo con datos externos como, temperatura y lluvia para poder comparar información o ratificarla. De esta manera se pueden combinar los datos para realizar una evaluación continua y poder realizar diversos cambios sin alterar producción ni calidad (Gautam, 2019).

El Big Data: Como su nombre lo indica gran cantidad de datos, que en ocasiones son estructurado o no estructurados y que requieren de algoritmos y de nuevas tecnologías. Estos son datos digitales son muy variados y se generan a través de diversos dispositivos y aplicaciones; estos se generan a gran velocidad y deben procesarse rápidamente para extraer la información más importante para el proceso (Oussous, ZahraBenjelloun, Lahcen, & Belfkih, 2018). La gran cantidad de datos que vemos todos los días, las paginas sociales, los videos, la paginas web que visitamos, etc. Todo esto está siendo aprovechado por las industrias, algunos de sus usos son: el Location Tracking, que consiste en definir las mejores rutas y tiempos de entrega, a partir del análisis de diversos datos como clima y congestión, los cuales garantizan mejores tiempos de entrega sin perdidas. La precisión en la Medicina, la cual permite que en los hospitales se puedan realizar revisiones de los pacientes en tiempo real, sin tener que estar en supervisión directa, también se pueden realizar una mejor medicación, al revisar históricos del paciente o datos externos de acuerdo a síntomas de manera más eficiente. Detección y manejo de fraudes, a través del análisis de diversos datos los bancos pueden predecir ataques cibernéticos, cambios en los mercados financieros por posibles fraudes y determinar el historial de clientes y fallas en transacciones, etc. En publicidad, para este caso en particular se recolectan grandes datos con información específica de personas, como lo hace Facebook o Google, los cuales recolectan intereses de diversas personas y estos datos se los transfieren a compañías para que realicen publicidad en intereses específicos de clientes en la red. En entretenimiento y medios de comunicación, como es el caso de YouTube y Netflix, los cuales muestran contenido de acuerdo a las preferencias de sus usuarios. De esta manera el Big Data está entrando en todos los campos con ayuda de la automatización y el internet de las cosas. (NewGenApps, 2017)

Inteligencia Artificial: Este término se aplica hoy en día para la solución de diversas problemáticas que poco a poco a escaldado a diferentes sectores comerciales industriales etc. El gran manejo de datos o la complejidad de algunas tareas han permitido, que se empleen diversos métodos de inteligencia artificial o como normalmente se llaman IA. Estos métodos

como: redes neuronales, la lógica difusa, algoritmos genéticos, las hiperheurísticas y el Machine Learning, han permitido evolucionar al internet de las cosas. Para solucionar tareas y permitir enlaces que en muchas ocasiones son muy complejos (Azar, Tapia, García, & Pérez, 2019).

Uno de los grandes problemas de la IA es la conectividad debido a que algunas comunidades no cuentan con infraestructura física y con tecnología, ni acceso a conectividad de alta velocidad, ni energía confiable. Pero para Colombia existen empresas como Microsoft que llevan ancho de banda factible a comunidades rurales a través de Airband. Todo esto facilita que el productor pueda estar conectado a funciones que son operadas con IA, como sensores, drones, robots, etc. (PORTAFOLIO, 2019).

Agricultura 4.0: Este tipo de agricultura hace referencia al uso de la tecnología en el campo; maquinas autónomas que son capaces de arar, recolectar, fertilizar, regar, etc. Procesos agrícolas controlados desde los dispositivos móviles, PC, tables etc. También llamada agricultura de precisión ha dado lugar a muchos avances en la actualidad, como es el uso de robótica, drones, inteligencia artificial, sensores eléctricos, biológicos, etc. Una de las cosas más importante en la agricultura 4.0 es el uso de plataformas de datos masivos genética vegetal y animal, los cuales permiten mantener información relevante de los cultivos y poder realizar controles empleando diversos sistemas de control dentro de los mismos (Villa Arias, 2019).

Esta agricultura es lo mejor para afrontar diversas situaciones de los productores ya que permite contrarrestar ciertas situaciones, como condiciones climáticas, riesgos fitosanitarios, el cambio de los precios y los recursos naturales. Un ejemplo de ello es algunos países que decidieron sumarse a este cambio y empezaron a ocupar los primeros lugares en el ranking de países con más exportaciones alimentarias en el mundo. Esto permite que los gobiernos tomen mejores decisiones frente a sus presupuestos en el sector agrícola así como el apoyo técnico (DANGOND, 2019). Dentro de los beneficios que tiene este tipo de agricultura esta, la implementación de nanotecnología, la incorporación de diversos tipos de sensor que recopilen

un gran volumen de información y con una buena precisión para el desarrollo del sector agrícola. Estos datos también se pueden obtener de manera externa a través de internet y de esta manera poder obtener mejores resultados en la producción y comercialización de cultivos. Este avance también se debe a que los consumidores, quieren obtener buenos alimentos y por esta razón quieren saber todo su proceso desde su siembra hasta que llega a la mesa; de esta manera se busca innovar el campo a partir de procesos tecnológicos que aumenten la producción y que a su vez hagan uso de menos recursos (Gautam, 2019).

Conclusiones:

Se identificaron distintas estrategias y técnicas que pueden utilizarse en la mejorar el cultivo de cacao.

La adopción de nuevas tecnologías permite cambiar el panorama del campo, posibilita saber cuándo y cómo sembrar utilizando herramientas dispuestas para esto, así como también herramientas que te indican las condiciones del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

Torres Morantes, F. A., & Rodríguez Barrios, D. L. (2015). Análisis de la adopción de tecnología mejorada para la producción de cacao en el municipio de Rionegro - Santander. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/875/2015-TorresMorantesFelixAlberto-Tesis.pdf?sequence=1>

Abbott, P. c., Benjamin, T. J., Burniske, G. B., Croft, M. M., Fenton, M. C., Kelly, C. R., . . . Wilcox Jr, M. D. (2019). Analisis de la cadena productiva del cacao en Colombia. Obtenido de <https://www.purdue.edu/colombia/partnerships/cacaoforpeace/docs/2019FinalCacaoReport-Spanish.pdf>

Azar, M. A., Tapia, M., García, J. L., & Pérez, A. J. (04 de 2019). Inteligencia artificial de las cosas. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/77377>

Charry, A., Castro Llanos, F., & Castro Nuñez, A. (01 de 2019). Colombian Cacao, Forests and Peace initiative. Obtenido de https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/102209/CIAT_CBP_201905.pdf?sequence=1

DANGOND, I. (12 de 10 de 2019). Agricultura 4.0. Obtenido de <https://www.elheraldo.co/columnas-de-opinion/indalecio-dangond/agricultura-40-672239>

DINERO. (08 de 08 de 2017). Colombia, con unos de los cultivos de cacao más productivos a nivel mundial. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/record-en-produccion-de-cacao-en-primer-semester-508495>

El productor. (24 de 04 de 2017). Control de plagas y enfermedades del cacao. Obtenido de <https://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-agricolas/control-de-plagas-y-enfermedades-del-cacao/>

Federación Nacional de Cacaoteros. (24 de 01 de 2018). En 2017 Colombia alcanzó nuevo récord en producción de cacao. Obtenido de <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/551-en-2017-colombia-alcanzo-nuevo-record-en-produccion-de-cacao>

Gautam, A. (13 de 10 de 2019). Data Science in Agriculture. Obtenido de <https://medium.com/trends-in-data-science/data-science-in-agriculture-bd172cf5cdb9>

J Pérez, J Castro., (2018), LRS1: Un robot social de bajo costo para la asignatura “Programación 1”. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.

Martínez Simarro, D. (2016). Big Data y agricultura de precisión, cómo reducir los riesgos en la producción de alimentos agropecuarios. Obtenido de <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/big-data-y-agricultura-de-precision-como-reducir-los-riesgos-en-la-produccion-de-alimentos-agropecuarios/>

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. (12 de 2016). THE AGE OF ANALYTICS:COMPETING IN A DATA-DRIVEN WORLD. Obtenido de <https://www.cosmeticinnovation.com.br/wp-content/uploads/2017/01/MGI-The-Age-of-Analytics-Full-report.pdf>

NewGenApps. (04 de 08 de 2017). 5 Practical Uses of Big Data. Obtenido de <https://www.newgenapps.com/blog/5-practical-uses-of-big-data>

Ortiz Soto, U. (22 de 08 de 2017). Cacao: cultivo, consumo y agroindustrialización. Obtenido de <https://www.elespectador.com/opinion/cacao-cultivo-consumo-y-agroindustrializacion-columna-709407>

Oussous, A., ZahraBenjelloun, F., Lahcen, A., & Belfkih, S. (10 de 2018). Big Data technologies: A survey. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157817300034#!>

PANDAID Soluciones. (18 de 02 de 2019). Big Data y analítica en tiempo real: caso empresarial . Obtenido de <https://www.pandaid.com/big-data-y-analitica-en-tiempo-real-caso-empresarial/>

PORTAFOLIO. (13 de 01 de 2019). La inteligencia artificial como herramienta para el campo. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/la-inteligencia-artificial-como-herramienta-para-el-campo-525165>

Sánchez, C. (16 de 03 de 2017). Cae la producción de cacao en 8%. Obtenido de <https://www.laopinion.com.co/economia/cae-la-produccion-de-cacao-en-8-129861#OP>

sociedad de Agricultores de Colombia - SAC. (12 de 08 de 2019). Producción de cacao creció un 11% durante el primer semestre del 2019. Obtenido de <https://sac.org.co/produccion-de-cacao-crecio-un-11-durante-el-primer-semestre-del-2019/>

T Velásquez, E Espinel, G Guerrero (2016). Estrategias pedagógicas en el aula de clase. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, ISSN: 1692-7257.

Una radiografía de la problemática del cultivo de cacao en Santander. (30 de 12 de 2014). Obtenido de [https://www.ica.gov.co/periodico-virtual/prensa/2013-\(1\)/una-radiografia-del-la-problematika-del-cultivo-de](https://www.ica.gov.co/periodico-virtual/prensa/2013-(1)/una-radiografia-del-la-problematika-del-cultivo-de)

Unidad de Gestión de Riesgos Agropecuarios -UGRA. (07 de 2018). INTELIGENCIA DE MERCADO: CACAO. Obtenido de https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/ficha_cacao_version_ii.pdf

Vanguardia. (10 de 09 de 2017). Corpoica liberará dos nuevas variedades de cacao criollo en Santander. Obtenido de <https://www.vanguardia.com/economia/local/corpoica-liberara-dos-nuevas-variedades-de-cacao-criollo-en-santander-GFVL409168>

Villa Arias, V. (17 de 09 de 2019). Agricultura 4.0. Obtenido de <https://www.alainet.org/es/articulo/202178>

Zarazaga Soria, J. (08 de 03 de 2017). AGRICULTURA 4.0: LAS TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 APLICADAS AL CAMPO. Obtenido de <https://www.geoslab.com/es/blog/agricultura-40-las-tecnologias-de-la-industria-40-aplicadas-al-campo>