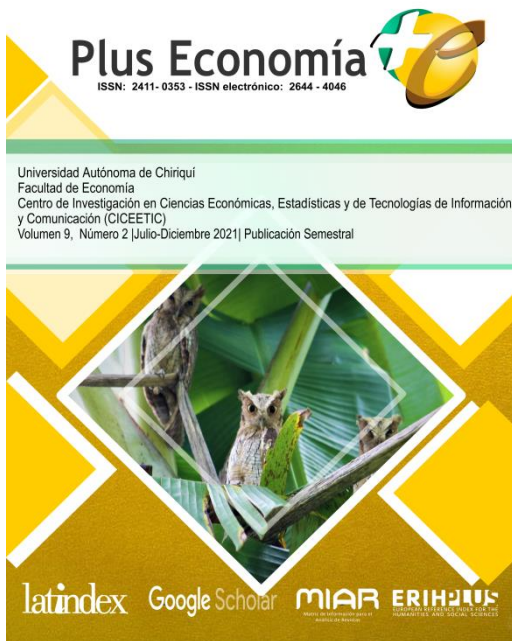




- › Revista Plus Economía
- › ISSN: 2411-0353
- › ISSN electrónico: 2644-4046
- › [pluseconomia@unachi.ac.pa](mailto:pluseconomia@unachi.ac.pa)
- › Centro de Investigación en Ciencias Económicas, Estadísticas y de Tecnologías de Información y Comunicación, CICEETIC
- › Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI)
- › República de Panamá



**Ponte, Daniel, et al.**

***Estado actual del aprendizaje automatizado aplicado al internet de las cosas para automatizar procesos agrícolas***

**Vol. 9, Núm. 2, Julio – Diciembre de 2021**

**pp. 4-11**

**Universidad Autónoma de Chiriquí,  
Panamá**



## **ESTADO ACTUAL DEL APRENDIZAJE AUTOMATIZADO + | APLICADO AL INTERNET DE LAS COSAS PARA AUTOMATIZAR PROCESOS AGRÍCOLAS**

Daniel Ponte<sup>(1)</sup>, Asael Espinosa<sup>(2)</sup>, Soizic Gibeaux de González<sup>(3)</sup>, Carlos González<sup>(4)</sup> |  
Vicerrectoría de Investigación y Posgrados - Universidad Autónoma de Chiriquí |  
Correos electrónicos: daniel.ponte@unachi.ac.pa<sup>(1)</sup>, asael.espinosa@unachi.ac.pa<sup>(2)</sup>,  
soizic.gibeaux@gmail.com<sup>(3)</sup>, carlos.gonzalez5@unachi.ac.pa<sup>(4)</sup>

**Recibido:** Diciembre de 2020

**Aceptado:** Febrero de 2021

### **Resumen**

En los últimos años los avances tecnológicos han estado acompañados de la evolución del aprendizaje automático que es una rama de la inteligencia artificial. Su aplicación a diferentes áreas del conocimiento y del día a día, han producido importantes avances en el uso de técnicas de automatización en la agricultura. Estos avances han creado un nuevo concepto llamado “agricultura inteligente”. Uno de los objetivos principales de la agricultura inteligente es mantener los cultivos protegidos haciendo estudio de suelos y trazabilidad de los cultivos. El presente artículo trata de contribuir con el sector agrícola a afrontar los desafíos del desarrollo sostenible con la implementación de tecnologías emergentes, permitiendo el desarrollo de nuevos productos aplicando algoritmos de aprendizaje automático.

**Palabras clave:** *Aprendizaje automático (ML), internet de las cosas (IoT), agricultura.*

### **Abstract**

In these latest years, technological advances have been accompanied by the evolution of machine learning which is a branch of artificial intelligence. Its application to different areas of knowledge and day to day lead important advances in the use of automation techniques in agriculture. These advances have created a new concept called “smart agriculture”. One of the main objectives of smart agriculture is to keep crops protected by soil studies and monitor the climate change mitigation. This article



contributes with the agricultural sector to face the challenges of sustainable development with the implementation of emerging technologies, allowing the development of new products by applying automatic learning algorithms.

**Keywords:** *Machine learning, internet of things, agriculture.*

## I. Introducción

El *Machine Learning (ML)* es el diseño y estudio de las herramientas informáticas que utilizan la experiencia pasada para tomar decisiones futuras. Además, permite a los programas aprender de los datos de forma automatizada (Dalal, 2020).

Para poder explicar cómo el *machine learning* es una pieza clave para nuestro desarrollo a nivel global, hay que remontarse a sus inicios y principalmente conocer a fondo su raíz. Ya que esta herramienta es una derivación de la inteligencia artificial que debemos remontar al pasado para ser más exactos hasta 1943. Año en el que el matemático Walter Pitts y el neurofisiólogo Warren McCulloch, quienes dieron a conocer su trabajo enfocado a lo que hoy conocemos como inteligencia artificial. Su teoría proponía analizar el cerebro como un organismo computacional y la creación de computadoras que funcionaran igual

o mejor que nuestra red neuronal (McCulloch & Pitts, 1943).

Fue así como la humanidad empezaría a conocer e interesarse en el hecho de que tan inteligente podría llegar a ser una máquina. Y así fue como en el año de 1950 el científico conocido como Alan Mathison Turing fue capaz de crear el conocido “Test de Turing”, cuya finalidad era la de medir que tan inteligente era una computadora, al tratar de responder en una conversación de la manera más racional posible imitando el comportamiento de un ser humano (Copeland, 2000).

Años más tarde a finales de 1952, el profesor e informático teórico Arthur Samuel dio a conocer el primer programa de cómputo capaz de aprender, era un software con la capacidad de jugar damas, puesto que tenía capacidad de almacenar información y estilos de juego lo que le permitía mejorar su respuesta según el nivel del juego, haciéndola cada vez mejor juego tras juego (Hinestroza Ramírez, 2018).



El objetivo principal de este trabajo consiste en demostrar cómo las tecnologías emergentes en este caso el *machine learning* nos puede ayudar a optimizar diferentes tipos de tareas ya que tiene una amplia gama de aplicaciones enfocándonos especialmente en la agricultura. Este tipo de tecnologías permite a los agricultores estar más involucrados en todas las fases del proceso de sus cultivos aportando este sistema grandes beneficios que actualmente no se cuentan como lo es el *machine learning*. Este tipo de tecnología puede ser asociada al internet de las cosas (IoT) a través de sensores para procesar información de cómo se comporta el suelo, la humedad y la temperatura del ambiente para poder tomar precauciones si la cantidad de agua, temperatura o humedad caen por debajo del umbral enviando esta información a los encargados del cultivo.

## II. Revisión literaria

### 2.1 Conceptualización de machine learning

Según el artículo no.29, apartado 2, del Reglamento interno del Diario Oficial de la Unión Europea 31.8.2017 “El aprendizaje automático incluye algoritmos capaces de enseñarse a sí mismos tareas específicas sin estar programados para ello. El método se basa en el procesamiento de «datos de entrenamiento» que sirven de base al algoritmo para aprender a reconocer patrones y formular normas”.

Otra forma de aprendizaje automático es “El aprendizaje profundo (deep learning o DL) , utiliza estructuras de redes neuronales (neural networks) basadas a grandes rasgos en el cerebro humano que aprenden mediante el ensayo y la respuesta” (Comité Económico, 2017).

Por su parte, en Panamá, La Gaceta Oficial Digital, miércoles 08 de enero de 2020 menciona “que utiliza la Inteligencia Artificial (AI) para todos los elementos de producción desde la investigación hasta la manufactura, la fabricación y las ventas que están conectados en la nube, transformando



las economías y las relaciones sociales” (Senacyt, 2020).

Basándonos en las definiciones anteriores podemos decir que el aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial (IA) que consiste en permitir que las máquinas aprendan a extraer patrones y relaciones que hay en nuestros datos por sí solo, también nos ayuda en la toma de decisiones y, gracias a esto puede predecir comportamientos futuros. Dicho esto, podemos clasificar el aprendizaje automático en 3 tipos principales (Dalal, 2020).

- El “*aprendizaje supervisado*” esta técnica particular se enfoca en utilizar una combinación etiquetada de datos para entrenar un algoritmo que sirva al propósito de la mejor función para describir la selección de datos de entrada.
- El “*aprendizaje no supervisado*” esta técnica de aprendizaje no supervisado utiliza datos sin etiquetar para entrenar el algoritmo. Con el tiempo, ayuda a detectar un patrón al describir un modelo.
- El “*Aprendizaje reforzado*” esta técnica el sistema aprende con base al ensayo y error.

**Tabla 1. Lista de clasificaciones de algoritmos (ML)**

<b>Algoritmos de ML</b>	<b>Método supervisado / y no supervisado</b>
Naive Bayes	Ambos
K-Means Algorithm	No supervisado
K-Nearest Neighbour	Supervisado
Decision Tree and Random Forest	Supervisado
Support Vector Machines (SVM)	Supervisado
Principal Component Analysis (PCA)	No supervisado
Recurrent Neural Networks (RNN)	Supervisado
Deep Learning	Ambos
Q-Learning	Aprendizaje reforzado

## 2.2 Tecnologías para adaptar el aprendizaje automático a diferentes categorías

En la actualidad el uso del internet de las cosas en conjunto con el aprendizaje automático acompañado con el uso distintos sensores han



automatizado y facilitado el trabajo en distintas áreas de la producción obteniendo resultados positivos como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** *Tabla comparativa aplicando ML a diferentes categorías*

<b>Autor Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Hardware y Software</b>	<b>Resultados</b>
Varghese & Sharma, 2018 Agricultura	Aprovecha IoT y el aprendizaje automático para producir un módulo de agricultura inteligente asequible.	Raspberry Pi 3, sensores: DHT-11, FC-28, MQ-135, LM-393 Phyton, Tensorflow, Servidor apache	Presenta estado actual del cultivo, puede cambiar el estado de los dispositivos desde casa, el agricultor puede establecer la duración de un cambio de estado en particular.
de Vasconcellos et al., 2020 Ganadería	Aprendizaje automático capaz de monitorear a los animales de forma Remota.	Cámara digital estándar rojo verde azul (RGB), Vehículo aéreo no tripulado (UAV), Máquina virtual de Google Collaboratory (Colab), Python, Tensorflow 1.12, Entorno web Jupyter Notebook	Identificar animales a una distancia de 100 m y contarlos a través de imágenes grabadas, identificar su ubicación en el campo, y aún puede mejorar mediante la recopilación de más imágenes de otros vuelos en series de tiempo.
Lekshmy et al., 2020 Hidrología	Arquitectura de red de pares (P2P) IoT ejecutando un modelo de aprendizaje automático en cada par y se usa para predecir las necesidades de agua en el futuro.	Raspberry Pi 3, sensores: DS18B20, HC-SR04, Raspbian, Programador de tareas (Cron), Python	El modelo proporcionado se puede utilizar para compartir agua, este modelo de aprendizaje automático predice el requerimiento de agua en cada par con un error mínimo.

Actualmente existe un importante número de investigaciones en desarrollo haciendo uso de las IoT y el ML para determinar ciertos comportamientos en los cultivos agrícolas. En Panamá somos los pioneros del uso de estas tecnologías impulsando la producción nacional.

### III. Aspectos metodológicos y definición del estudio

Este estudio está enfocado a la investigación descriptiva que utiliza como unidad de estudio la agricultura, tiene como propósito definir la situación existente con el tema de investigación que determinará la optimización de los procesos por medio del internet de las cosas (IoT) en conjunto con el aprendizaje automático (ML).





Para hacer posible esta investigación se accedió biblioteca especializada el cual permite obtener información actualizada de libros, artículos académicos y considerando el uso de otras fuentes para referencias futuras durante este proyecto de investigación.

- En la “hidrología” permitiendo optimizar el uso del agua para los sembradíos y para el consumo humano en épocas donde el agua es escasa ahorrándola y manteniendo un balance en tiempos de sequía con la ayuda del aprendizaje automático.

#### IV. Implementaciones y usos de aprendizaje automático

A través de los algoritmos de ML se ha logrado automatizar distintas tareas, tales como:

- En la “agricultura” permitiendo predecir la condición y el tipo de cultivo que se adapte mejor a un tipo de suelo y entorno en particular ayudando al agricultor a tener un control más completo de sus siembras.
- En la “ganadería” permitiendo saber la ubicación de los animales evitando la pérdida a través de imágenes aéreas captadas con cámaras RGB, esto ayuda a los ganaderos para poder ubicar fácilmente sus animales y realizar un conteo diario para no ser blanco del hurto pecuario.

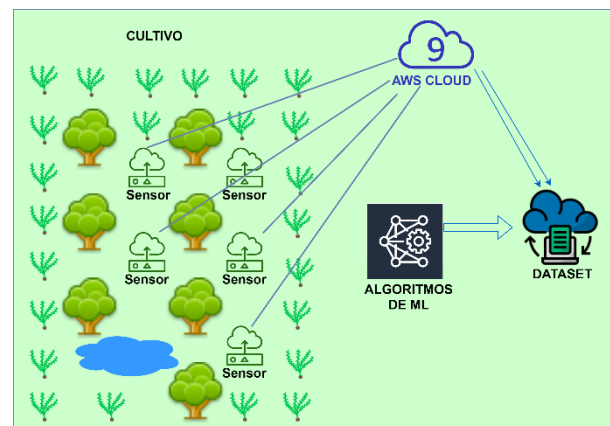


Fig.1 Aplicación de ML a la agricultura.

En la figura 1 se detalla el funcionamiento de este proyecto, donde los *sensores* se encargan de enviar datos al *servidor* de las condiciones en que se encuentra el cultivo como lo pueden ser la temperatura, humedad del suelo, gases peligrosos y cualquier tipo de señal de vibración más allá del umbral de vibración. Toda esta información se almacena en un *dataset* que es una colección de datos contenidos en una única tabla de base



de datos o una única matriz de datos donde cada columna de la tabla representa una variable en particular y cada fila representa a un miembro determinado del conjunto de datos que estamos tratando para después aplicarle *algoritmos de aprendizaje automático (ML)*. Para identificar patrones complejos se usan parámetros basados en los datos de entrenamiento, un subconjunto de datos que representa el conjunto más grande. A medida que aumentan los datos de entrenamiento el algoritmo calcula resultados más precisos de forma automática y gracias a esto puede predecir comportamientos futuros.

## V. Conclusiones

En el presente artículo de investigación se ha aportado una solución al uso de tecnologías emergentes aplicados a la agricultura, incluyendo análisis de plagas y las condiciones climatológicas con el fin de dar un manejo apropiado de estas tecnologías, a este tipo de proyectos se le conoce como agricultura inteligente que está cobrando un importante auge en los últimos tiempos.

Como se indica en el estado del arte relacionado con el aprendizaje automático aplicado a la agricultura, esta manera de proteger el cultivo constituye un reto en el futuro inmediato para las explotaciones agrícolas a gran escala, ya que proporciona numerosas ventajas que aumentan la productividad de los cultivos agrícolas a la vez que se minimizan los costes de producción y maximizan las ventas.

## VI. Agradecimientos

Agradecimiento especial al Sistema Nacional de Investigación de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) mediante el proyecto FIED19-R1-003 y el Sistema Nacional de Investigación (SNI).

## VII. Referencias

Comité Económico. (2017). Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre la “Inteligencia artificial: Las consecuencias de la inteligencia artificial para el mercado único (digital), la producción, el consumo, el empleo y la sociedad” Diario Oficial de la Unión Europea. C 288. 60 año. 31 de mayo de 2017, pp. C 288/1-C





- 4288/9. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016IE5369&from=ES>
- Copeland, B. J. (2000). The turing test. *Minds and Machines*, 10(4), 519–539.
- Dalal, K. R. (2020). Analysing the Role of Supervised and Unsupervised Machine Learning in IoT. 2020 International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC), 75–79.
- de Vasconcellos, B. C., Trindade, J. P. P., da Silva Volk, L. B., & de Pinho, L. B. (2020). Method Applied To Animal Monitoring Through VANT Images. *IEEE Latin America Transactions*, 18(07), 1280–1287.
- Hinestroza Ramírez, D. (2018). El Machine Learning a través de los tiempos, y los aportes a la humanidad [PhD Thesis]. Universidad Libre Seccional Pereira.
- Lekshmy, H., Krishnaprasad, T., Aishwaryaa, R., & Vinod, R. (2020). An IoT based P2P model for Water Sharing using Machine Learning. 2020 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP), 0790–0794.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5(4), 115–133.
- Senacyt. (2020). Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Panamá 2040 y Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCIYT) 2019 – 2024. [https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28936\\_B/76617.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28936_B/76617.pdf)
- Varghese, R., & Sharma, S. (2018). Affordable Smart Farming Using IoT and Machine Learning. 2018 Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), 645–650. <https://doi.org/10.1109/ICCONS.2018.8663044>