

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

MONOGRAFÍA:

Automatización de Procesos Agroindustriales con Python

Autor: Fuentes Maza Frans

Jaén – Perú, diciembre 2024

19



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
1. OBJETIVO.....	4
1.1. Objetivo General.....	4
1.2. Objetivos específicos	4
2. DESARROLLO	4
Capítulo I: Aplicaciones de la automatización agroindustrial con Python.....	4
1.1. Procesamiento de datos agrícolas.....	4
1.2. Control de equipos y dispositivos	5
1.3. Automatización de líneas de producción	5
1.4. Monitoreo remoto y alertas.....	6
Capítulo II: Beneficios de la automatización agroindustrial con Python	6
2.1. Reducción de errores humanos	6
2.2. Mejora en la calidad de los productos	7
2.3. Optimización del tiempo y recursos	7
2.4. Adaptabilidad a diversos procesos	7
2.5. Facilidad para integrar nuevas tecnologías (IA o IoT)	7
Capítulo III: Implementación práctica de Python en el ámbito agroindustrial.....	8
3.1. Clasificación de frutas	8
3.2. Aplicaciones de las Redes Neuronales en la Agricultura	9
3.3. Línea de selección de granos.....	10
Capítulo IV: Retos y Limitaciones.....	10
4.1. Económicos.....	10
4.2. Técnicos	11
4.3. Humanos.....	12
Capítulo V: El futuro de la automatización agroindustrial con Python	13
CONCLUSIONES	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
ANEXOS.....	19



INTRODUCCIÓN

El sector industrial es clave para el avance en el aspecto económico y social, tanto así que se ha globalizado para cualquier país del planeta y más aún en países donde sus economías se basan en la agricultura. Es así que se enfrenta a desafíos donde viene e aumento la demanda alimentaria, esto permite que se deben de mejorar la eficiencia de los procesos de producción reduciendo la contaminación ambiental. Para ello la automatización de los procesos agroindustriales es indispensable permite la producción más eficiente, precisa y sostenible.

La automatización de los procesos comprende el uso de lenguajes de programación como Python el cual contempla una programación versátil y ampliamente utilizada, permitiendo ser una de las tecnologías más accesible y robustas en la automatización de diferentes tipos de procesos de cualquier campo del conocimiento, gracias a que cuenta con una variedad de bibliotecas y es de código abierto, lo cual se convierte en una herramienta adecuada para desarrollar soluciones para el análisis y control de dispositivos o sistemas de monitoreo.

En el campo de la agroindustria Python es un lenguaje de programación que permite la integración de sensores, actuadores y sistemas de control para automatizar procesos industriales, mediante el uso de sensores de humedad, temperatura, presión, posición, etc., los cuales son controlados por microcontroladores, en la agricultura se puede optimizar el uso de agua, electricidad, fertilizantes, reduciendo costos y minimizando el impacto ambiental.



1. OBJETIVO

1.1. Objetivo General

Determinar la importancia y su aplicación de Python en la automatización de procesos agroindustriales

1.2. Objetivos específicos

- ✓ Conocer las aplicaciones de Python en procesos agroindustriales.
- ✓ Conocer los beneficios de utilizar Python en procesos agroindustriales.

2. DESARROLLO

2.1. Definición de proceso de producción agrícola

El proceso de producción se refiere a la serie de pasos mecánicos o químicos utilizados para crear un objeto, que generalmente se repiten para así crear múltiples unidades del mismo elemento. Fabricar un producto implica el uso de materias primas, maquinarias y mano de obra (Vásquez, 2021).

2.2. Definición de herramientas Python

“Python es un lenguaje de programación interpretado, multiparadigma y multiplataforma usado, principalmente, en Big Data, Inteligencia Artificial, Data Science, frameworks de pruebas y desarrollo web”. “Está desarrollado bajo una licencia de código abierto, por lo que es de libre uso y distribución” (Vásquez, 2021).

Capítulo I: Aplicaciones de la automatización agroindustrial con Python

1.1. Procesamiento de datos agrícolas

Python permite un control adecuado de los procesos utilizando APIs como OpenWeather, los que permiten obtener datos meteorológicos en tiempo real; los datos pueden ser datos como la temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitaciones, los cuales son fundamentales para predecir estados climáticos y planificar actividades agrícolas, como el riego y la fertilización; esto permite integrar esta información en sistemas automatizados que respondan dinámicamente a los cambios climáticos.

La administración de procesos agroindustriales mediante el análisis de datos de suelo, agua y productividad es importante, en ese sentido Python permite manejar grandes volúmenes de datos provenientes de sensores instalados en los campos. Por ejemplo, se pueden conocer niveles de humedad del suelo y correlacionarlo con el



rendimiento del cultivo, los cuales ayudaran a poder aplicar estartegias de riego más eficientes y sostenibles; librerías como Matplotlib y Seaborn facilitan la creación de gráficos interactivos que permiten a los productores interpretar rápidamente tendencias y anomalías en los datos.

1.2. Control de equipos y dispositivos

Python permite controlar equipos y dispositivos mediante Python a través de la programación de microcontroladores como Arduino y Raspberry Pi, permitiendo desarrollar sistemas automatizados que gestionan tareas cruciales como el riego, la ventilación y la regulación de temperatura en invernaderos. Por ejemplo, un sistema gestionado con Python puede activar un motor de riego cuando los sensores detectan bajos niveles de humedad del suelo.

Medir variables como humedad, temperatura o pH es fundamental para el monitoreo de cultivos, pero se requiere la integración de los mismos; Python, tiene librerías como pySerial la cual facilita la comunicación entre software y los dispositivos físicos, esto permite obtener datos en tiempo real y realizar acciones automáticas, como abrir válvulas de agua o ajustar la intensidad de la luz en un invernadero; python también permite diseñar sistemas personalizados según las necesidades específicas de cada explotación agrícola.

Controlar equipos y dispositivos con Python no solo optimiza el uso de recursos, sino que también reduce el margen de error humano. Esto se traduce en una mayor sostenibilidad y rentabilidad para los productores.

1.3. Automatización de líneas de producción

El proceso de automatización de las líneas de producción son el primer paso hacia la modernización de los procesos como selección, clasificación y empaque de productos, por medio del uso de la computadora con herramientas como el OpenCV, el cual permite desarrollar sistemas que realizan inspección de productos agrícolas, detectar defectos y clasificarlos según su tamaño, color o calidad. Esto resulta especialmente útil en industrias como la fruticultura y el procesamiento de granos; además estos sistemas pueden analizar imágenes de frutas en una cinta transportadora para identificar imperfecciones o determinar si cumplen con los estándares de calidad. En ese sentido la precisión de estos sistemas y el procesamiento de granades volúmenes de productos a menor tiempo supera al de la



inspección manual y asegura un producto homogéneo para el consumidor final aumentando la productividad.

Otro punto importante en la integración de actuadores y sistemas mecánicos que realizan acciones específicas, cómo quitar productos defectuosos de la línea o agrupar automáticamente los que cumplen con los estándares de calidad, Python facilita la comunicación entre los módulos de software y hardware, permitiendo un control centralizado y eficiente del sistema.

1.4. Monitoreo remoto y alertas

Realizar el monitoreo en procesos de automatización es un punto clave, Python es una herramienta que puede crear a través de sus librerías dashboard, que obtienen y muestran datos en tiempo real, para diferentes variables físicas o químicas según los sensores que se tengan instalados, lo cual permite tomar decisiones con datos reales.

Por otro lado, la integración con plataformas IoT (Internet de las Cosas) permite que los sensores y dispositivos instalados en los campos transmitan datos directamente a la nube, Python, con librerías como paho-mqtt, facilita esta comunicación, asegurando que los agricultores reciban información precisa y oportuna sobre el estado de sus cultivos.

Además, el desarrollo de sistemas que automaticen los procesos permite tener notificaciones y alertas automáticas, en Python se pueden desarrollar eventos que envíen correos electrónicos, mensajes SMS o notificaciones push cuando se detectan condiciones críticas, como niveles bajos de agua o riesgos de plagas, esto ayuda a los agricultores actuar de manera oportuna ante cualquier problema.

Capítulo II: Beneficios de la automatización agroindustrial con Python

2.1. Reducción de errores humanos

La automatización de procesos agroindustriales utilizando Python minimiza significativamente los errores humanos en sus procesos, particularmente en acciones repetitivas y de mucha precisión, al automatizar los procesos con sistemas programados, las inconsistencias y fallos comunes, como medir valores incorrectos o clasificaciones incorrectas, se reducen casi por completo.

Por ejemplo, el desarrollo de sistemas de selección de frutas basados en Python garantiza una selección uniforme según condiciones definidas, evitando errores que



podrían darse por cansancio o distracciones humanas, esto es crucial en actividades agrícolas donde mínimos fallos pueden tener consecuencias significativas en la calidad y cantidad de los productos.

2.2. Mejora en la calidad de los productos

El desarrollo de sistemas que automaticen los procesos agroindustriales con Python permite conservar estándares de calidad homogéneos en los productos al implementar tecnologías avanzadas como visión por computadora y aprendizaje automático, esta tecnología detectan con precisión características específicas, como el tamaño, color y forma de frutas o granos, asegurando que solo los productos que cumplan con las normas y estándares adecuados.

Los procesos de trazabilidad mejoraran por medio de la automatización, desde la etapa de producción hasta el empaque, lo cual ayuda a detectar problemas durante el proceso desde su etapa inicial hasta la culminación.

2.3. Optimización del tiempo y recursos

Python permite la automatización optimización de los tiempos y la gestión de recursos de manera significativa, enmarcándose en los procesos claves de la producción, por ejemplo, la selección de granos de café, podría realizar un trabajo muy rápido, una actividad que manualmente sería muy lenta.

2.4. Adaptabilidad a diversos procesos

Python permite realizar el desarrollo de sistemas que se ajustan a los requerimientos de los diferentes rubros de empresas, esta adaptabilidad es fundamental en el sector agroindustrial que contempla diferentes etapas que va desde la siembra , cosecha y procesamiento o transformación, otra característica de Python que permite la integración de diferentes plataformas tecnológicas es un solo sistema, lo que ayuda a las empresas a poder realizar actualizaciones a los procesos sin tener que cambiar todo el desarrollo, por ejemplo se puede iniciar con la automatización de procesos básicos de seguimiento y control de temperatura y humedad; y luego incorporar otras variables como el CO2.

2.5. Facilidad para integrar nuevas tecnologías (IA o IoT)

El Internet de las Cosas (IoT) está en constante evolución y su futuro promete una integración profunda con tecnologías emergentes que revolucionarán la forma en la que interactuamos con el mundo, la combinación del IoT con la inteligencia



artificial, la 5G, el edge computing y el blockchain creará un ecosistema digital más inteligente, autónomo y seguro, esta integración permitirá que los dispositivos conectados no sólo recopilen datos en tiempo real, sino que también procesen, analicen y tomen decisiones de manera eficiente, mejorando la automatización en diversos sectores como la salud, la manufactura, el transporte y los hogares inteligentes(Frontera, 2024).

La Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) son dos tecnologías muy potentes por separado, pero, si se combinan, los beneficios son aún mayores. A esta combinación la denominados AIIoT o Inteligencia Artificial de las Cosas, ambas tecnologías son consideradas tendencias tecnológicas emergentes. Este término se utiliza para denominar a aquellas tecnologías novedosas que están experimentando un rápido crecimiento en poco tiempo. También podemos considerarlas como tecnologías disruptivas, puesto que están suponiendo un gran impacto en la industria, el mercado y la sociedad(alfaiot-webmaster, 2023).

Lo que distingue una tecnología emergente de una tecnología tradicional es su potencial para impactar profundamente en diversos aspectos de la sociedad, la economía y la vida cotidiana en general. Estas tendencias suelen generar un gran interés por parte de investigadores, empresas, inversores y consumidores, ya que representan oportunidades significativas para la innovación, el crecimiento económico y la mejora de la calidad de vida, en este artículo descubrirás el significado del nuevo concepto surgido de la combinación de la Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT), denominado Inteligencia Artificial de las Cosas (AIIoT)(alfaiot-webmaster, 2023).

Además de eso, Python para la automatización gana popularidad ya que las empresas pueden ahorrar costos al reducir la intervención humana en tareas repetitivas o que consumen mucho tiempo y mejorar su productividad(Sharma, 2024).

Capítulo III: Implementación práctica de Python en el ámbito agroindustrial

3.1. Clasificación de frutas

El paso de detección de la calidad de la fruta se lleva a cabo utilizando diferentes componentes de hardware y software. Las imágenes de las frutas son capturadas por una cámara RGB en una cámara de adquisición de imágenes instalada sobre la cinta



transportadora. La cinta transportadora es operada por un motorreductor y conectada a la fuente de alimentación a través de un módulo de relé. Se utiliza una luz LED de color blanco de 12 V alimentada por la fuente de alimentación (conectada a través de un módulo de relé) en esa cámara para una imagen clara. Las imágenes capturadas se envían al procesador de la computadora para su reconocimiento a través de algoritmos de visión artificial, que se implementan en lenguaje Python en el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Anaconda Spyder. El esquema de algoritmos de visión artificial consta de diferentes pasos, es decir, conversión del esquema de color RGB a HSV, segmentación, resta de fondo, dilatación, operación bit a bit y cálculo de porcentaje(Dairath et al., 2023).

Para la segmentación de imágenes de frutas se utilizó la técnica de segmentación de color HSV. Para ello se utilizó la biblioteca OpenCV. Los rangos HSV en OpenCV están entre (0–180, 0–255, 0–255). El color deseado se segmentó seleccionando el rango de tono de ese color. Por ejemplo, para la segmentación de la imagen de la fruta del mango, definimos las matrices de valores límite superior e inferior del rango de tono del color amarillo. Luego se creó la máscara utilizando la función `cv2.inRange` en OpenCV que consta de tres argumentos. El primer argumento es la imagen HSV, el segundo argumento es la matriz de valores de tono inferiores del color y el tercer argumento es la matriz de valores de tono superiores del color. Se aplicó el mismo procedimiento para la segmentación de las otras imágenes de frutas utilizando sus rangos de tono de color(Dairath et al., 2023).

3.2. Aplicaciones de las Redes Neuronales en la Agricultura

La reorientación del desarrollo agrícola experimentada en los últimos años ha dado paso a una serie de oportunidades que sobrepasa la esfera de la producción y permite diversificar los productos agrícolas finales mediante una variedad de estrategias empresariales. Sin embargo, se presentan algunos obstáculos que impiden aprovechar adecuadamente estas oportunidades, como por ejemplo los cambios agroclimáticos, la incidencia de plagas y enfermedades, los componentes del suelo entre otros. Es por ello que las RNA, llegan como una técnica de vital importancia para recoger y procesar un volumen mayor de información que permite predecir con suficiente antelación eventos no deseados que inciden en el desempeño agrícola(Mora & Torrejano, 2020).



La reorientación del desarrollo agrícola experimentada en los últimos años ha dado paso a una serie de oportunidades que sobrepasa la esfera de la producción y permite diversificar los productos agrícolas finales mediante una variedad de estrategias empresariales. Sin embargo, se presentan algunos obstáculos que impiden aprovechar adecuadamente estas oportunidades, como por ejemplo los cambios agroclimáticos, la incidencia de plagas y enfermedades, los componentes del suelo entre otros. Es por ello que las RNA, llegan como una técnica de vital importancia para recoger y procesar un volumen mayor de información que permite predecir con suficiente antelación eventos no deseados que inciden en el desempeño agrícola (Mora & Torrejano, 2020).

3.3. Línea de selección de granos

El procesamiento digital de señales, y particularmente de imágenes, es ya en nuestro tiempo un área de aplicación tecnológica altamente atendida y necesaria. La selección de productos deseados entre un conjunto de productos que puede incluir defectuosos o no deseados en una línea de producción, es llevada a cabo comúnmente de forma manual; este procedimiento manual puede presentar diferentes problemáticas y factores que repercuten en la eficiencia del sistema. A lo largo de los últimos años y con el fin de realizar sistemas verdaderamente capaces de modernizar, agilizar y volver más eficiente esta parte del proceso, se ha optado por utilizar técnicas que basen su funcionamiento en el campo de la visión artificial y el procesamiento de imágenes. Se han desarrollado varios sistemas de selección de diversos materiales o productos bajo este principio de funcionamiento (Bautista et al., 2016).

La selección de granos defectuosos en la agroindustria es un desafío que se puede solucionar mediante prototipos de línea de selección automatizada con Python, el desarrollo del sistema contempla la instalación de una cámara, la que permite obtener imágenes de los granos, los cuales son analizados con OpenCV

Capítulo IV: Retos y Limitaciones

4.1. Económicos

La automatización en la agroindustria conlleva una serie de retos económicos que pueden limitar su implementación y efectividad. Uno de los principales desafíos es la inversión inicial requerida para la adquisición y puesta en marcha de tecnologías avanzadas. Los costos asociados con la compra de equipos, sensores, software y la



infraestructura necesaria pueden ser prohibitivos, especialmente para pequeños y medianos productores que operan con márgenes de ganancia estrechos. Esta barrera de entrada puede disuadir a muchos agricultores de adoptar soluciones automatizadas, lo que limita el potencial de mejora en eficiencia y productividad.

Otro reto económico radica en la fluctuación de los precios de los productos agrícolas y los costos de operación. La automatización no garantiza un retorno inmediato de la inversión; los agricultores pueden enfrentarse a periodos de incertidumbre económica que dificultan la justificación de gastos significativos en tecnología. Esto puede resultar en una falta de financiamiento o en decisiones apresuradas que priorizan la reducción de costos a corto plazo en lugar de inversiones sostenibles y a largo plazo en tecnología automatizada.

Figura 1 Desafíos económicos en la Automatización



En la figura se muestra a una persona analizando datos financieros en un campo, teniendo datos en línea.

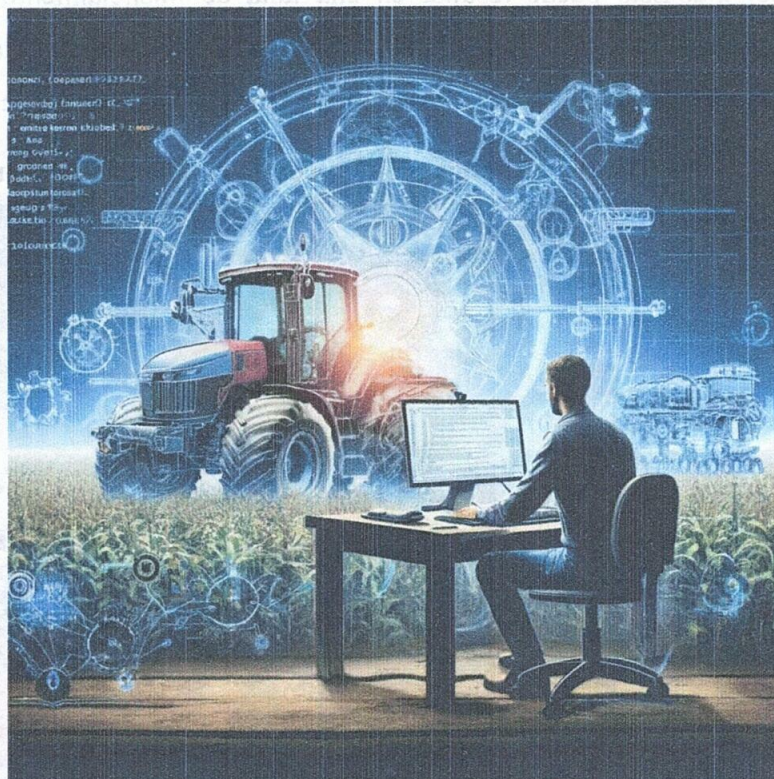
4.2. Técnicos

El desarrollo de sistemas basados en Python, en los procesos agroindustriales, es fundamental para integrar diversas tecnologías y dispositivos. Para lo cual se debe utilizar una variedad de equipos y plataformas que no son compatibles entre sí, pero la falta de estándares en la industria agroindustrial puede complicar la

interoperabilidad entre dispositivos, lo que resulta en sistemas aislados que no comparten información.

Los dispositivos y sensores utilizados en el campo están expuestos a condiciones ambientales adversas, lo que puede afectar su rendimiento y precisión. Pueden existir deficiencias en el funcionamiento de los sensores o caídas en las conexiones a internet, que pueden llevar a generar datos incorrectos, y estos afectan negativamente en la toma de decisiones correctas.

Figura 2 *Desafíos técnicos en la automatización de los procesos agroindustriales*



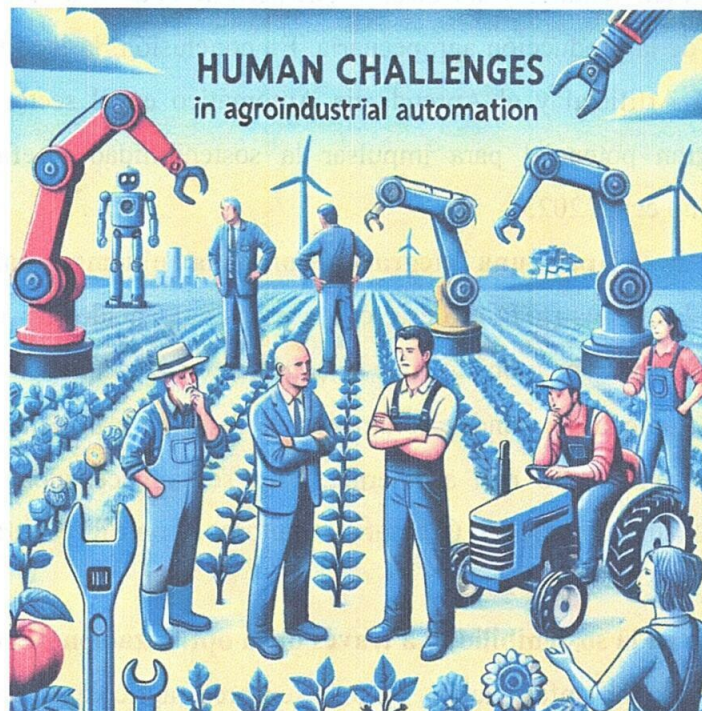
4.3. Humanos

Uno de los desafíos más importantes de la automatización es la posibilidad de pérdida de empleos, a medida que los sistemas de automatización se vuelven más avanzados, pueden reemplazar a los trabajadores humanos, lo que provoca pérdidas de empleo y perturbaciones económicas, mientras algunos sostienen que la automatización creará nuevos puestos de trabajo, otros creen que el efecto neto será una pérdida significativa de puestos de trabajo (*Desafíos y limitaciones de la automatización*, s. f.).

La automatización ha revolucionado la línea de montaje, pero no está exenta de

desafíos y limitaciones, si bien la automatización puede aumentar la eficiencia y reducir los costos, también puede ser costosa, compleja y dependiente de la tecnología. Además, los sistemas automatizados pueden carecer de flexibilidad y provocar pérdidas de empleo, es esencial que las empresas consideren cuidadosamente estos factores al implementar la automatización y desarrollen estrategias para mitigar estos desafíos y limitaciones (*Desafíos y limitaciones de la automatización*, s. f.).

Figura 3 Desafíos humanos en la automatización agroindustrial



En la imagen podemos ver un equipo de colaboradores, analizando las posibles tecnologías a implementar.

Capítulo V: El futuro de la automatización agroindustrial con Python

5.1. Uso de inteligencia artificial y aprendizaje automático para predicción y toma de decisiones

La aplicación de herramientas 4.0 en el sector agropecuario se muestra como una estrategia prometedora para mejorar los procesos productivos. En este estudio, se llevó a cabo un mapeo sistemático de literatura con el propósito de explorar la viabilidad de la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (ML) en el ámbito agropecuario. Para ello, se seleccionaron cuatro palabras clave:



"Inteligencia artificial", "Aprendizaje Automático", "Sector agropecuario" y "Sostenibilidad", realizando búsqueda en cuatro bases de datos, obteniendo un total de 99 documentos (Patiño et al., 2023).

Después de aplicar criterios de inclusión (I) y exclusión (E), se identificó que solo 66 de ellos cumplían con los parámetros establecidos. Posteriormente, los estudios se clasificaron en cuatro categorías según sus objetivos de investigación: General, Producción animal, Producción Vegetal y Sostenibilidad. Los resultados muestran que la aplicación de estas herramientas conlleva beneficios económicos, ambientales y sociales, lo que permite optimizar recursos y reducir el impacto de la producción agropecuaria. En conclusión, la incorporación de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático en el sector agropecuario tiene un gran potencial para impulsar la sostenibilidad y eficiencia en el campo (Patiño et al., 2023).

5.2. Expansión de IoT para una integración completa en tiempo real

Internet de las Cosas (IoT) se desarrolla a pasos agigantados; es una red donde convergen dispositivos u objetos que se conectan e interactúan con otros objetos o personas, generando grandes volúmenes de datos en crudo que necesitan ser transmitidos en tiempo real a Internet, para ser almacenados, procesados y convertidos en información útil para monitoreo, control y para la toma de decisiones (Mazón-Olivo, 2023).

5.3. Incremento en la sostenibilidad a través de la optimización de recursos

Los sistemas de información y los sensores agrícolas han beneficiado significativamente los avances de la agricultura de precisión. Estos sistemas permiten recopilar datos detallados sobre el suelo, el clima, el agua y las plantas, y enviarlos a la nube para un análisis y visualización precisos. La integración de tecnologías como el GPS, los drones, los sistemas de información geográfica y los sensores inteligentes ha revolucionado la forma en que los agricultores toman decisiones y gestionan sus cultivos. Estos avances son fundamentales para la agricultura de precisión, ya que permiten una gestión más eficiente de los recursos, una toma de decisiones basada en datos y una mayor sostenibilidad en la producción de alimentos, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que busca "construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación", la agricultura de precisión contribuye a la sostenibilidad agrícola, al cuidado del



medioambiente a través del uso óptimo de los recursos, y a la mejora de la toma de decisiones para los agricultores(Quiroz & Cobeña, 2024).



CONCLUSIONES

1. Python es una herramienta tecnológica que gestiona recursos disponibles en la naturaleza, como agua, energía e insumos agrícolas. Mediante el desarrollo de sistemas permitirá recopilar y analizar datos en tiempo real, lo que permite reducir el desperdicio y minimizar el impacto ambiental.
2. La incorporación de tecnologías como IOT y el uso de sensores permite, tener valores precisos en la clasificación y monitoreo en los procesos agrícolas, asegurando productos de mayor calidad cuando lleguen al mercado, teniendo una mayor satisfacción del cliente y la rentabilidad de las empresas.
3. La automatización es un pilar fundamental para el desarrollo de sistemas teniendo prácticas agrícolas más eficientes y resilientes, posicionando a la agroindustria para un futuro más innovador y sostenible.

22



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- alfaiot-webmaster. (2023, octubre 17). *La Inteligencia Artificial de las Cosas (AIoT)*.
AlfaIoT. <https://alfaiot.com/iot/la-inteligencia-artificial-de-las-cosas-aiot/>
- Bautista, A. N. B., Trujillo, V. V., Martínez, M. A. G., & González, O. O. S. (2016).
*Diseño de un sistema para la selección de granos de café tostado basado en un
microprocesador Raspberry-Pi*. 120.
- Dairath, M. H., Akram, M. W., Mehmood, M. A., Sarwar, H. U., Akram, M. Z., Omar,
M. M., & Faheem, M. (2023). Computer vision-based prototype robotic picking
cum grading system for fruits. *Smart Agricultural Technology*, 4, 100210.
<https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100210>
- Desafíos y limitaciones de la automatización*. (s. f.). FasterCapital. Recuperado 29 de
diciembre de 2024, de [https://fastercapital.com/keyword/desafios-y-limitaciones-
de-la-automatizacion.html](https://fastercapital.com/keyword/desafios-y-limitaciones-de-la-automatizacion.html)
- Frontera, C. (2024, diciembre 29). *Integración del IoT con otras tecnologías
emergentes*. OpenWebinars.net. [https://openwebinars.net/blog/integracion-iot-
con-tecnologias-emergentes/](https://openwebinars.net/blog/integracion-iot-con-tecnologias-emergentes/)
- Mazón-Olivo, B. (2023). *Una arquitectura para la recopilación, integración y análisis
de información en el contexto de la Internet de las Cosas. Caso estudio:
Aplicaciones en el sector agrícola*. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/33729>
- Mora, D. S., & Torrejano, V. M. (2020). *Aplicación de nuevas tecnologías en el
fortalecimiento de la cadena Agroindustrial*.
- Patiño, J. F. H., Carrascal, B. L. V., Bautista, D. R., & Díaz, N. G. (2023). Impacto
transformador de la inteligencia artificial y aprendizaje autónomo en la
producción agropecuaria: Un enfoque en la sostenibilidad y eficiencia.
Formación Estratégica, 7(1), Article 1.



Quiroz, G. A. B., & Cobeña, G. I. M. (2024). Impacto de los sistemas de información en la agricultura inteligente: Una revisión general. *Revista InGenio*, 7(2), Article 2.

<https://doi.org/10.18779/ingenio.v7i2.824>

Sharma, V. (2024, diciembre 29). *Python Trends in AI & Automation for 2025: Industry Applications*. <https://www.clariontech.com/blog/python-trends-in-ai-automation-for-industry-applications>

Vásquez, M. (2021). *Implementación de herramientas Python en el proceso de producción de cultivos agrícolas del fundo "San Juan de Buenavista"*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59522>



ANEXOS

- a) Código en Python para implementar un sistema de monitoreo utilizando sensores de humedad del suelo y una Raspberry Pi para controlar un sistema de riego.

```
import RPi.GPIO as GPIO

import time

# Configuración de pines GPIO

SENSOR_PIN = 17 # Pin del sensor de
humedad RELAY_PIN = 27 # Pin del relé para
la bomba

# Configurar el modo de numeración de pines

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

GPIO.setup(SENSOR_PIN, GPIO.IN) # Pin del sensor como
entrada GPIO.setup(RELAY_PIN, GPIO.OUT) # Pin del relé
como salida def leer_humedad():

    # Leer el valor del sensor de humedad

    return GPIO.input(SENSOR_PIN)

def activar_riego():

    # Activar la bomba de riego

    GPIO.output(RELAY_PIN, GPIO.HIGH) # Encender el relé

    print("Riego activado.")

    time.sleep(5) # Mantener el riego por 5 segundos
```



```
GPIO.output(RELAY_PIN, GPIO.LOW) # Apagar el relé

print("Riego desactivado.")

try:

    while True:

        humedad = leer_humedad()

        if humedad == 0: # Si el sensor indica que el suelo está seco

            print("Suelo seco. Activando riego...")

            activar_riego()

        else:

            print("Suelo húmedo. No se necesita riego.")

            time.sleep(10) # Esperar 10 segundos antes de la siguiente lectur

except KeyboardInterrupt:

    print("Programa interrumpido.")

finally:

    GPIO.cleanup() # Limpiar la configuración de GPIO al finalizar
```

df