



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Tecnológico nacional de México

Instituto Tecnológico de Culiacán

Protocolo De Investigacion

Alumno: Ojeda Bermúdez Leonel Alonso

Profesor: ZURIEL DATHAN MORA FELIX

Ing. Sistemas Computacionales

27/02/25

Titulo de proyecto: **Uso de inteligencia artificial y sensores de humedad para la optimización del riego agrícola.**

## **1.- Descripción**

Se estima que la población mundial alcanzará los 10 mil millones de personas para el año 2050, lo que incrementará la demanda agrícola en aproximadamente un 50 % en comparación con 2013 (FAO, 2017). Actualmente, alrededor del 37.7 % de la superficie terrestre se utiliza para la producción de cultivos, siendo la agricultura un pilar fundamental tanto para la generación de empleo como para la contribución al ingreso nacional. Esta actividad es crucial para la prosperidad económica de los países desarrollados y desempeña un papel activo en las economías en desarrollo, proporcionando sustento y estabilidad a millones de personas en todo el mundo. En países como India, por ejemplo, la agricultura representa el 18 % del PIB y emplea al 50 % de la fuerza laboral, siendo esencial para la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza rural.

Además, la expansión agrícola ha resultado en un aumento significativo del ingreso per cápita de las comunidades rurales, impulsando el acceso a mejores servicios educativos, de salud y a infraestructuras básicas. Sin embargo, este crecimiento también ha traído consigo desafíos importantes, como la sobreexplotación de recursos hídricos, la degradación del suelo y la vulnerabilidad a eventos climáticos extremos. En este contexto, la adopción de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA) y los sensores de humedad se vuelve esencial para optimizar los recursos, mejorar la productividad y garantizar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Invertir en innovación tecnológica y digitalización del agro puede transformar la forma en que se producen los alimentos, haciendo que las prácticas agrícolas sean más eficientes, resilientes y adaptables a las necesidades cambiantes del planeta. Por lo tanto, reforzar el sector agrícola con herramientas inteligentes no solo permitirá satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos, sino que también potenciará el desarrollo integral de las comunidades rurales, fortaleciendo su capacidad para prosperar en un entorno cada vez más desafiante.

### **1.1.- Resumen**

Con la llegada de la tecnología, muchas industrias han experimentado transformaciones significativas, y aunque la agricultura ha sido históricamente uno de los sectores menos digitalizados, en los últimos años ha ganado impulso gracias al desarrollo de tecnologías avanzadas. La inteligencia artificial (IA) ha comenzado a desempeñar un papel esencial en la vida cotidiana, ampliando nuestras capacidades para modificar el entorno y optimizar procesos agrícolas (Kundalia et al., 2020).

La aplicación de IA en la agricultura se ha orientado hacia la planificación de cultivos, el monitoreo en tiempo real, y la automatización de tareas críticas, como la irrigación y la detección de plagas.

La IA abarca múltiples disciplinas, como la biología, las ciencias de la computación, la matemática y la ingeniería, y sus aplicaciones agrícolas incluyen desde sistemas de visión por computadora para la detección de enfermedades en cultivos, hasta redes neuronales artificiales (ANN) capaces de aprender patrones complejos en los datos de humedad del suelo.

Estas redes tienen una notable capacidad de autoorganización y aprendizaje adaptativo, lo que las convierte en una herramienta clave para la implementación de sistemas de riego inteligentes. Por ejemplo, Jha et al. (2019) describen un sistema basado en IoT para la identificación de hojas y flores, con riego automatizado, mientras que Hemalatha y Sujatha (2015) integraron sensores de temperatura y humedad con módulos GPS para rastrear robots agrícolas que recogen datos y ajustan las decisiones de riego de manera autónoma.

Además, la agricultura de precisión ha avanzado significativamente gracias a la combinación de drones, sensores de suelo, y plataformas de visualización en tiempo real. Liakos et al. (2018) explican cómo estas tecnologías permiten mapear el rendimiento de los cultivos, calibrar los sistemas de riego, y optimizar la aplicación de fertilizantes o pesticidas. El uso de UAVs para la pulverización automatizada también ha reducido la carga de trabajo de los agricultores y mejorado la eficiencia de la distribución de insumos agrícolas. Estos avances tecnológicos están transformando la agricultura tradicional en un sistema mucho más resiliente, sostenible y orientado a la maximización de recursos.

## **1.2.- Introducción**

El crecimiento poblacional y los desafíos asociados al cambio climático hacen imperativo buscar soluciones innovadoras para garantizar la sostenibilidad de la producción agrícola. El riego eficiente es uno de los aspectos más críticos en este contexto, ya que el agua es un recurso limitado cuya gestión adecuada puede marcar la diferencia entre una cosecha exitosa o un fracaso productivo.

En este escenario, la inteligencia artificial emerge como una herramienta prometedora para optimizar los procesos agrícolas, automatizando tareas esenciales y proporcionando información valiosa para la toma de decisiones.

Los sistemas basados en IA pueden analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, ajustando automáticamente los ciclos de riego según la humedad del suelo, las condiciones climáticas y las necesidades específicas de cada cultivo.

Esto no solo reduce el desperdicio de agua, sino que también mejora la productividad y minimiza los costos operativos. La implementación de sensores inteligentes, combinada con algoritmos de aprendizaje automático, tiene el potencial de revolucionar la agricultura moderna, creando un entorno más adaptable y eficiente.

En este protocolo, se explorará cómo la inteligencia artificial, en conjunto con sensores de humedad, puede ayudar a mantener las siembras siempre húmedas, optimizando los recursos hídricos y mejorando la resiliencia de los cultivos frente a condiciones climáticas adversas. Se analizarán las tecnologías actuales, los enfoques metodológicos más prometedores, y se planteará un sistema experimental para validar la eficacia de estos sistemas en un entorno de producción real.

### **1.3.- Antecedentes**

El crecimiento de la población mundial proyectado para 2050 impulsará una demanda agrícola creciente, lo que requiere soluciones innovadoras para optimizar los recursos y garantizar la producción de alimentos suficiente para abastecer a la humanidad. En este contexto, la gestión eficiente del agua se convierte en un desafío clave, especialmente en regiones afectadas por la escasez hídrica o la variabilidad climática extrema. A pesar de que la agricultura ha sido tradicionalmente uno de los sectores menos digitalizados, la introducción de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA), ha comenzado a transformar significativamente la manera en que se gestionan los cultivos, ofreciendo nuevas oportunidades para mejorar los procesos productivos, aumentar los rendimientos y reducir los impactos negativos en el medio ambiente.

La IA, combinada con sensores de humedad del suelo, puede automatizar la gestión del riego mediante sistemas inteligentes que analizan continuamente los niveles de humedad, las condiciones climáticas y las características del cultivo. Esta combinación tecnológica permite que los cultivos reciban la cantidad precisa de agua en el momento adecuado, evitando tanto el estrés hídrico como el riego excesivo, que puede provocar lixiviación de nutrientes y desperdicio de recursos. Los sensores capturan datos en tiempo real, los cuales son analizados por algoritmos de aprendizaje automático capaces de identificar patrones, realizar predicciones y ajustar los ciclos de riego sin intervención humana.

Estudios previos han demostrado que los sistemas de riego automatizados pueden mejorar la eficiencia del uso del agua hasta en un 30 %, al optimizar la frecuencia y duración del riego según las necesidades reales del cultivo. Sin embargo, la incorporación de modelos predictivos basados en IA puede aumentar aún más esta eficiencia, al anticipar las necesidades de agua basadas en múltiples factores ambientales y del suelo, como la temperatura, la humedad relativa, la evapotranspiración y la capacidad de retención de agua del terreno.

Con el tiempo, estos sistemas aprenden y se adaptan a las variaciones estacionales, proporcionando un enfoque dinámico y personalizado para cada parcela agrícola.

Además de optimizar el riego, esta tecnología puede integrarse con drones, imágenes satelitales y otras herramientas digitales para proporcionar un monitoreo completo del estado del cultivo, facilitando la detección temprana de enfermedades, deficiencias nutricionales o áreas con problemas de drenaje.

De esta manera, la inteligencia artificial no solo contribuye a mejorar la eficiencia hídrica, sino que también impulsa la agricultura de precisión, promoviendo prácticas más sostenibles y resilientes frente a los desafíos que plantea el cambio climático y la creciente demanda de alimentos a nivel mundial.

## **1.4.- Objetivo General**

Desarrollar e implementar un sistema de riego inteligente basado en inteligencia artificial y sensores de humedad, que optimice automáticamente la irrigación de los cultivos, garantizando niveles de hidratación óptimos en todo momento, minimizando el desperdicio de agua y maximizando la productividad agrícola.

Este sistema buscará adaptarse a distintos tipos de suelos, cultivos y condiciones climáticas, aprendiendo de manera continua para mejorar sus decisiones de riego.

## **1.5.- Objetivos específicos**

- Diseñar y desarrollar un sistema de monitoreo con sensores de humedad que recopilen y transmitan datos en tiempo real.
- Implementar algoritmos de inteligencia artificial, como redes neuronales artificiales (ANN), para analizar los datos recopilados y tomar decisiones precisas de riego.
- Crear una plataforma interactiva que permita a los agricultores visualizar los niveles de humedad, recibir recomendaciones de riego y ajustar parámetros manualmente si es necesario.
- Validar el sistema en diferentes escenarios agrícolas para probar su capacidad de adaptación y precisión.
- Evaluar los beneficios del sistema en términos de ahorro de agua, reducción de costos operativos y mejora de la productividad agrícola.

## **1.6.- Metas**

- Reducir el consumo de agua en al menos un 30 % mediante riego automatizado y optimizado.
- Mantener los cultivos en niveles óptimos de humedad durante todo su ciclo de vida.
- Lograr que el sistema funcione de manera autónoma durante largos periodos sin intervención humana.
- Validar el sistema en al menos cinco tipos de cultivos distintos para evaluar su versatilidad.
- Desarrollar un modelo escalable que pueda implementarse tanto en pequeñas parcelas como en grandes explotaciones agrícolas.

## **1.7.- Impacto o beneficio en la solución a un problema relacionado con el sector productivo o la generación del conocimiento científico o tecnológico**

Este proyecto tiene el potencial de transformar la agricultura moderna, proporcionando una solución sostenible al problema del desperdicio de agua y la gestión ineficiente del riego.

Al optimizar el uso del recurso hídrico, los agricultores podrán reducir costos, aumentar su productividad y mitigar los efectos de la sequía y el cambio climático. Además, el conocimiento generado sobre la aplicación de IA en la agricultura de precisión podrá ser aprovechado para desarrollar futuras innovaciones tecnológicas en el sector.

## **1.8.- Marco teórico**

El proyecto se fundamentará en principios de agricultura de precisión, inteligencia artificial, y tecnología de sensores. Se explorarán técnicas de machine learning para la predicción de series temporales, así como algoritmos de optimización para la toma de decisiones de riego. Además, se analizarán estudios previos sobre sistemas de irrigación automatizados y se investigarán diferentes tecnologías de sensores para seleccionar las más adecuadas según los tipos de suelo y cultivos.

## **1.9.- Metodología**

Fase 1: Investigación y selección de sensores de humedad y recopilación de datos en distintos tipos de suelo y condiciones climáticas. Se compararán diferentes tecnologías de sensores para elegir las que ofrezcan la mejor precisión y durabilidad.

Fase 2: Desarrollo e implementación del modelo de IA que analizará los datos del sensor y generará decisiones de riego. Se utilizarán técnicas de aprendizaje supervisado para entrenar el modelo con datos históricos de humedad, temperatura y precipitaciones.

Fase 3: Pruebas de campo y validación del sistema en diferentes escenarios agrícolas. Se realizarán ajustes al modelo para mejorar su precisión y se evaluará el rendimiento del sistema a lo largo de múltiples ciclos de cultivo.

## **1.10.- Programa de actividades, calendarización**

- **Mes 1-3:** Investigación, selección de sensores y recopilación de datos.
- **Mes 4-6:** Desarrollo del modelo de IA y creación de la plataforma de visualización.
- **Mes 7-9:** Pruebas piloto en parcelas experimentales.
- **Mes 10-12:** Ajustes finales, análisis de resultados y documentación del proyecto.

## **1.11.- Vinculación**

Las instancias beneficiarias de esta propuesta incluyen agricultores, cooperativas agrícolas, centros de investigación agropecuaria y organismos gubernamentales enfocados en el desarrollo rural. La implementación de este sistema podría mejorar significativamente la sostenibilidad de las prácticas agrícolas y contribuir al bienestar de las comunidades rurales.

## **Referencias:**

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017 (2017). *Machine learning in agriculture: A review*. Sensor, 18(8), 2674.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. Technology Impact on Agricultural Productivity: A Review of Precision Agriculture Using Unmanned Aerial Vehicles

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. The state of food and agriculture 2017: leveraging food systems for inclusive rural transformation.