



Revista Micaela
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>
Páginas: 43 - 50
Recibido 23/12/2025 ; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.175>

Edición Especial: FERCYT UNAMBA - 2024

Autores:

1. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0005-5449-6923>
Carlos Daniel Huachallanqui-Olivera, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe 221166@unamba.edu.pe
2. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0003-5277-3013>
Yordan Espinoza-Torres, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe 222169@unamba.edu.pe
3. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0009-0007-9074>
Maria Magdalena Villegas-Huamani, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe 222196@unamba.edu.pe
4. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0000-3875-9758>
Luz Marina Apaza-Gomez, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe 222152@unamba.edu.pe
5. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2807-0495>
Francisco Cari Incahuanaco, Docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe fcari@unamba.edu.pe
6. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-1522-2963>
John Abraham Aguirre-Carrasco, Docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe jaguirre@unamba.edu.pe

Diseño e implementación de un sistema inteligente de riego y monitoreo para cultivos de fresas bajo invernadero en zonas altas de Abancay

Design and implementation of an intelligent irrigation and monitoring system for greenhouse strawberry crops in the highlands of Abancay

Carlos Daniel Huachallanqui-Olivera¹, Yordan Espinoza-Torres², Maria Magdalena Villegas-Huamani³, Luz Marina Apaza-Gomez⁴, Francisco Cari-Incahuanaco⁵ y John Abraham Aguirre-Carrasco⁶

Resumen. Esta investigación se centra en el diseño y desarrollo de un sistema inteligente de riego por goteo y monitoreo, enfocado en optimizar el uso de agua en cultivos de fresas bajo invernadero en zonas altoandinas de Abancay, utilizando un microcontrolador Arduino, sensores de humedad y temperatura como fuente autónoma, uso de panel solar como energía renovable y pantalla LCD para el monitoreo del ambiente. El sistema inteligente mejora la productividad y reduce los costos operativos, adaptándose a las condiciones específicas del cultivo en tiempo real, como destaca Rodríguez, en una sociedad moderna, mantener huertos domésticos resulta complejo, debido a que los jardines se secan por falta de hidratación [1].

Palabras Clave: Riego, Monitoreo, Invernadero, Sensores.

Abstract. This research focuses on the design and development of an intelligent drip irrigation and monitoring system, focused on optimizing water use in strawberry crops under greenhouse in high Andean areas of Abancay, using an Arduino microcontroller, humidity and temperature sensors as an autonomous source, use of solar panel as renewable energy and LCD screen for monitoring the environment. The intelligent system improves productivity and reduces operating costs, adapting to the specific conditions of the crop in real time, as Rodríguez points out, in a modern society, maintaining home gardens is complex, because gardens dry out due to lack of hydration [1].

Key words: Irrigation, Monitoring, Greenhouse, Sensors.

1 Introducción

Esta investigación se centra en describir el diseño y las características de un sistema inteligente de riego por goteo, que busca ofrecer una solución eficiente para optimizar el uso del agua y mejorar la sostenibilidad en la producción agrícola. El cultivo de fresa bajo invernadero se ha consolidado como una actividad agrícola complementaria, impulsado por la creciente demanda en los mercados locales y nacionales, así como señala Diaz en su tesis de pregrado, el consumo per cápita de fresa fresca en el año 2009, fue de 1.4 kilogramos en Lima Metropolitana, según la Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares realizada por el INEI, es decir, en ese año la demanda fue de 14,127 toneladas métricas. Sin embargo, se espera que, en los próximos años, este nivel de consumo aumente en función al mayor poder adquisitivo que se viene dando en la ciudad, ya que más del 60% de la población de Lima Metropolitana, pertenece al NSE A, B o C, lo que permite el acceso a una alimentación más saludable, compuesta entre otras cosas, de frutas frescas como la fresa[2]. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos, como el manejo ineficiente del agua y la exposición a condiciones



climáticas extremas, que limitan su desarrollo y rendimiento óptimo. Los sistemas inteligentes de riego presentan como una solución viable para mejorar la gestión hídrica y maximizar la productividad de manera sostenible, como señala Apaza en su tesis, aumenta la productividad y el crecimiento de las plantas mediante el control del ambiente en el que se desarrolló[3].

Esta investigación propone una alternativa accesible y económica, utilizando componentes básicos como un microcontrolador Arduino, sensores de humedad y temperatura, y una fuente de energía solar. El riego manual sigue siendo la práctica predominante en muchas áreas rurales, este método tradicional presenta desventajas, tales como la necesidad de intervención constante e ineficiencia en la distribución del agua, agravando los problemas en zonas con escasez hídrica. Esta investigación busca superar las limitaciones del acceso y manejo eficiente del agua mediante la implementación de un sistema automatizado que optimice su uso y fomente un modelo de producción agrícola más sostenible y eficiente, así como señala Laguna, los sistemas de riego por goteo trae muchas ventajas entre ellas el ahorro de agua y el incremento de la producción [4].

El sistema implementado, fue probado en un invernadero en las zonas altoandinas de Abancay en el año 2024, ofrece una solución práctica y accesible para los agricultores, mejorando la eficiencia hídrica y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles[5]. La integración de tecnologías económicas, como sensores de humedad y temperatura, válvulas automáticas, y el uso de energía renovable mediante paneles solares, facilita la adopción del sistema en comunidades rurales, especialmente en aquellas con recursos limitados.

En este sentido, la investigación no solo se enfoca en garantizar condiciones favorables para el cultivo de fresas bajo invernadero, sino también en proporcionar una alternativa tecnológica adaptable a las características locales. De esta forma, contribuye al desarrollo agrícola regional y a la sostenibilidad en un entorno donde los recursos hídricos son escasos, promoviendo un impacto positivo en la productividad y el bienestar de las comunidades.

1.1 Variedades de Fresas

La fresa científicamente conocida como *Fragaria x Ananassa*, pertenece a la familia de las Rosáceas. Es una planta herbácea perenne que se caracteriza por ser rastrera o trepadora, con tallos estoloníferos que emiten estolones o "corredores" que se arraigan en el suelo y dan origen a nuevas plantas. Estos estolones le permiten extenderse horizontalmente y formar densos tapices vegetales [6].

La fresa es un cultivo que requiere de suelos con pH ligeramente ácido a neutro (6.0 a 7,0) y con una conductividad eléctrica no mayor de 2 mmhos/cm, no desarrolla bien en suelos salinos [7].

Se seleccionó una de las tres principales variedades de fresas para esta investigación, cuyas características clave se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Variedades de las fresas

Variedad	Tamaño del fruto	Adaptación climática	Requerimientos de humedad	Rango de temperatura ideal (°C)
San Andreas	Mediano a grande	Climas cálidos y templados	Alta, buen drenaje necesario	20-30 °C
Camarosa	Grande	Climas templados a frescos	Moderada, suelo bien irrigado	15-25 °C
Albion	Mediano a grande	Climas cálidos y templados	Alta, constante humedad	18-28 °C

Se eligió la variedad San Andreas por su adaptación a climas cálidos y templados, su producción de frutos medianos a grandes de alta calidad, y su manejo sencillo de riego con buen drenaje. Su rango de temperatura ideal (20-30 °C) asegura alta productividad en las condiciones previstas.

1.2 Riego por Goteo

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficiente, prácticos y económicos. Ofrece la posibilidad de alimentar a las plantas en forma continua, de esta manera logramos obtener resultados positivos como el óptimo desarrollo y crecimiento continuo de las plantas[8]. Para aplicar este sistema por goteo, consideramos una de las propiedades del agua, la capilaridad que es la capacidad de un líquido para fluir por espacios estrechos sin la ayuda de la gravedad, en otras palabras, podremos conducir el agua sin importar la altitud en la que se encuentren dos espacios[9].

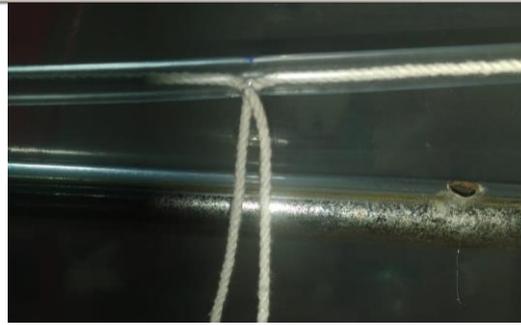


Fig. 1: Riego por goteo usando el pabilo como conductor de agua

El objetivo General es Implementar un sistema inteligente de riego por goteo y monitoreo que optimice el uso del recurso hídrico y garantice la producción de fresas en un invernadero ubicado en las zonas altoandinas de Abancay. Para lograrlo, se implementó un sistema autónomo para el monitoreo de la humedad del suelo y la temperatura ambiental dentro del invernadero, integrando sensores que controlen automáticamente el riego por goteo en función de los datos obtenidos. Además, se incorporó un sistema de llenado automático de agua con válvula de boya para mantener niveles adecuados de agua en el tanque. Para la visualización y control del sistema, se implementó una interfaz en una pantalla LCD que mostrará las lecturas de los sensores en tiempo real. Finalmente, el sistema será alimentado mediante energía renovable, utilizando un panel solar para garantizar su funcionamiento de manera autónoma y sostenible.

2 Método

El enfoque metodológico de la investigación se orienta hacia el desarrollo tecnológico, permitiendo la recopilación y análisis de datos cuantitativos para identificar relaciones causales y evaluar los efectos del sistema implementado. El sistema de riego por goteo se diseña cuidadosamente, seleccionando componentes como sensores de humedad, temperatura del suelo y del ambiente, válvulas de boya, pantalla LCD para lectura de sensores. El experimento se realizó con un muestreo no probabilístico denominado muestreo intensional, para lo cual se eligió 8 plantas de fresas de variedad San Andreas.

2.1 Construcción de invernadero

La construcción del invernadero se realizó utilizando materiales reciclados, promoviendo la sostenibilidad y el aprovechamiento de recursos disponibles. A continuación, se detalla el proceso de construcción y los materiales utilizados:

Tabla 2. Materiales para la construcción del invernadero

Material	Origen	Uso
Esqueletos de sillas rotas	Reciclados de desechos	Estructura principal del invernadero
Tubos de desagüe descartados	Material reciclado, desechos sin utilizar	Base del invernadero
Plástico de cobertura	Material comprado	Protección y aislamiento del interior
Tela de malla	Material nuevo	Ventilación
Cierre y velcro	Material comprado	Sistema de apertura para la puerta

El invernadero se construyó con materiales reciclados, utilizando esqueletos de sillas rotas soldados para formar la estructura principal y tubos de desagüe calentados y aplanados como base. La estructura se ensambló y reforzó para soportar el peso de un plástico transparente, que actúa como cubierta, permitiendo aislamiento térmico y entrada de luz. Para la ventilación, se añadieron secciones de tela de malla en la parte superior, y la puerta se diseñó con plástico, velcro y un cierre, asegurando acceso fácil y buen aislamiento. Este diseño es funcional, económico y sostenible, ideal para cultivos protegidos. Como cualquier cultivo en invernadero se implementa de un manejo de plantas acorde a sus necesidades específicas[10].



Fig. 2: Mini invernadero construido

2.2 Diseño del sistema

El sistema se compone de tres módulos interconectados, garantizando su funcionamiento autónomo y eficiente.

Módulo de Sensores

El sistema integra sensores de humedad del suelo, temperatura y humedad relativa del ambiente. Estos dispositivos miden en tiempo real las condiciones del invernadero, enviando los datos a una unidad central para su procesamiento.



Fig. 3: sensores de humedad y temperatura

Unidad de Control

Un microcontrolador Arduino procesa las lecturas de los sensores mediante un algoritmo. Este algoritmo evalúa las condiciones del ambiente y del suelo, activando o desactivando el sistema de riego según los umbrales predeterminados. La unidad de control incluye una pantalla LCD que permite la visualización de los valores en tiempo real.

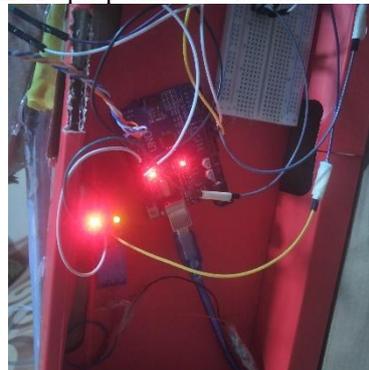


Fig. 4: Arduino

Sistema de Riego Automatizado

El sistema utiliza una bomba de agua, la cual es activada por el microcontrolador cuando el algoritmo lo indique. Además, se incorpora un tanque con una válvula de boya que asegura el llenado automático del agua, manteniendo niveles constantes para el riego, este sistema de llenado automatizado es una buena opción para regular el uso de agua[11]. Un panel solar complementa el sistema, proporcionando energía renovable para su funcionamiento, garantizando su operatividad incluso en zonas sin acceso a energía convencional.



Fig. 5: Sistema del tanque

2.3 Implementación

Instalación de Sensores

Los sensores son ubicados estratégicamente en diversas áreas del invernadero para obtener mediciones representativas, considerando variaciones en luz, humedad y drenaje del suelo.

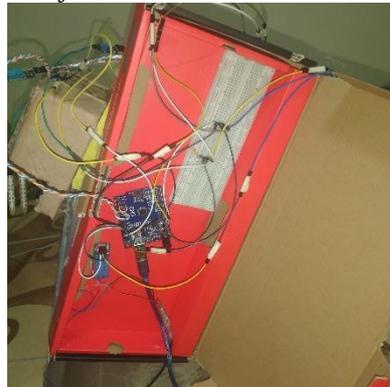


Fig. 6: Circuito

Desarrollo del Algoritmo

El algoritmo está programado para activar el sistema de riego cuando los niveles de humedad caen por debajo de los umbrales establecidos, y ajusta la frecuencia de riego según la temperatura ambiental para evitar pérdidas por evaporación.

Algoritmo:

```
#include <dht.h>
#include <LiquidCrystal.h>

dht DHT;

#define DHT11_PIN 8
#define BOMBA_PIN 9
#define HUMEDAD_SUELO_PIN A0

int humedadSuelo = 0;
unsigned long tiempoAnterior = 0;
const unsigned long intervaloLecturas = 3000
bool errorDHT = false;
bool bombaEncendida = false;

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Iniciando...");
  pinMode(BOMBA_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(BOMBA_PIN, HIGH);
  delay(3000);
  lcd.clear();
}
```

Fig. 7: Código en Arduino

Pruebas Iniciales y Calibración

Se realizaron pruebas ajustando los parámetros de los sensores y calibrando el sistema en condiciones reales. Se probaron diferentes escenarios climáticos, incluyendo períodos de estrés hídrico, para evaluar la efectividad del sistema.



Fig. 8: Prueba en invernadero

3 Resultados

3.1 Eficiencia hídrica

El sistema inteligente de riego por goteo ha logrado reducir el consumo de agua en un 29% en comparación con los métodos tradicionales de riego. Esta optimización no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también permite un uso más eficiente de los recursos hídricos, lo cual es crucial en regiones con escasez de agua, los resultados obtenidos muestran que el sistema de riego por goteo se encarga de suministrar el agua de forma eficiente, en el cual la bomba de agua funciona cuando el nivel de temperatura es alto y el nivel de humedad está por debajo de las condiciones establecidas.

Tabla 3. Comparativa del agua convencional y automático

Semana	Volumen de Agua Inicial (L)	Agua Utilizada (Convencional, L)	Agua Utilizada (Automatizado, L)	Agua Ahorrada (L)	% de Ahorro
Semana 1	15	10.8	7.6	3.2	30%
Semana 2	14.8	9.5	6.8	2.7	28%
Semana 3	14.6	11.5	8.3	3.2	28%
Semana 4	14.6	10.9	7.5	3.4	31%

3.2 Productividad

El sistema de riego por goteo ha mejorado significativamente el desarrollo vegetativo de las plantas de fresa, logrando un crecimiento saludable y vigoroso. El sistema automatizado incrementó la productividad en un 29%, optimizando el uso del agua y creando condiciones ideales para el cultivo. Los resultados se obtienen a partir de los datos proporcionados por el sensor de humedad con un promedio de 915, donde un valor de 1024 indica el nivel máximo de deshidratación del suelo, mientras que un valor de 0 representa el nivel de mayor humedad del suelo.

Tabla 4. Monitoreo de la humedad del suelo

Semana	Humedad Promedio del Sensor (0-1024)	Humedad Mínima	Humedad Máxima
Semana 1	919	883	901
Semana 2	916	881	900
Semana 3	915	889	908
Semana 4	908	892	929

3.3 Adaptabilidad

El sistema ha demostrado una notable capacidad de ajustarse a las variaciones climáticas típicas de Abancay. Gracias al riego por goteo, se han mantenido niveles óptimos de humedad del suelo y temperatura dentro del invernadero, garantizando un ambiente propicio para el crecimiento de las plantas con un promedio de 23°C. Esta adaptabilidad es esencial para enfrentar los desafíos que presentan las condiciones climáticas cambiantes, asegurando así la estabilidad y continuidad de la producción agrícola, así como señala Duarte, la implementación del sistema sigue un enfoque paso a

paso que evalúa el impacto del sistema de riego automatizado, demostrando su eficacia en mantener niveles óptimos de humedad del suelo y mejorar las condiciones de crecimiento de las plantas de fresa [6].

Tabla 5. Monitoreo de temperatura en el invernadero

Semanas	Temperatura Día (°C)	Temperatura Noche (°C)	Diferencia Día-Noche (°C)	Promedio General (°C)
Semana 1	26	18	7	22
Semana 2	28	19	9	24
Semana 3	27	17	10	22
Semana 4	28	16	12	22

4 Discusiones Conclusiones

El uso de tecnologías inteligentes en la agricultura ha demostrado ser una solución eficaz frente a los retos que plantea el cambio climático y la escasez de agua, como se observa en este estudio, si bien fue todo un desafío se ha demostrado que mejoran la eficiencia y la productividad de los cultivos, permitiendo tomar decisiones precisas sobre el riego, la fertilización, la siembra y la cosecha [12]. Los resultados coinciden con investigaciones previas, como las realizadas por Aranibar y otros quienes destacaron la eficiencia de los sistemas basados en sensores y algoritmos para optimizar el uso del agua en cultivos de hortalizas [13]. Asimismo, estudios como el Alvarado subrayan cómo el control automatizado en sistemas de riego puede aumentar tanto la productividad como la calidad de los productos agrícolas, lo que se alinea con las mejoras en la calidad de las fresas obtenidas en esta investigación [14].

A pesar de los beneficios, la implementación de estas tecnologías enfrenta barreras significativas en zonas rurales, principalmente relacionadas con los costos iniciales y la falta de conocimientos técnicos entre los agricultores, como lo han señalado Dirección General de Información Agraria [7]. Este estudio confirma que, aunque es posible desarrollar soluciones más accesibles utilizando componentes básicos como Arduino y paneles solares, es necesario complementar estas iniciativas con programas de capacitación dirigidos a los agricultores para garantizar su correcta adopción y sostenibilidad a largo plazo. Nuestro sistema es similar al estudio de Asencio, en los resultados obtenidos muestran que el sistema de riego se encarga de suministrar el agua de forma eficiente, en el cual la bomba de agua funciona cuando el nivel de temperatura es alto y el nivel de humedad está por debajo de las condiciones establecidas [15]. Por último, aunque los resultados obtenidos son alentadores, es importante realizar estudios a mayor escala para evaluar la replicabilidad de este sistema en otros cultivos y condiciones climáticas, con el fin de fortalecer su impacto en el desarrollo de una agricultura más sostenible y resiliente.

4.1 Conclusiones

El sistema implementado en esta investigación cumple con el objetivo general de optimizar el uso del recurso hídrico y garantiza la producción de fresas bajo invernadero en las zonas altoandinas de Abancay, consolidándose como una herramienta eficiente y sostenible. Mediante el diseño de un sistema autónomo para el monitoreo de la humedad del suelo y la temperatura ambiental, se logró un control preciso de las condiciones del cultivo. La implementación de un sistema de riego por goteo automatizado basado en datos obtenidos de los sensores de humedad permitió reducir el consumo de agua, garantizando al mismo tiempo la productividad del cultivo.

Además, el sistema incluye un mecanismo de llenado automático de agua con válvula de boya, asegurando niveles adecuados en el tanque y reduciendo la necesidad de intervención humana. La incorporación de una pantalla LCD para la visualización en tiempo real de las lecturas de los sensores facilita el monitoreo constante por parte de los usuarios. Finalmente, la implementación de energía renovable mediante un panel solar garantiza la viabilidad operativa del sistema, además, como mencionan Guijarro y otros, los resultados respaldan que, con la implementación de un sistema autónomo para riego, se logra minimizar la intervención humana frecuente y se obtiene un eficiente uso de agua [1].

En conclusión, esta investigación no sólo contribuye a la eficiencia hídrica y energética, sino que también promueve prácticas agrícolas más sostenibles y adaptadas a las condiciones locales. Se recomienda replicar este modelo en regiones con características similares y fomentar programas de capacitación para maximizar su adopción y escalabilidad, contribuyendo así al desarrollo de una agricultura más resiliente frente al cambio climático y la escasez de recurso hídrico.

4.2 Recomendaciones

1. Extender el uso del sistema a otros cultivos de alto valor en la región.
2. Explorar fuentes de energía renovable para alimentar el sistema.
3. Implementar redes de monitoreo remoto para supervisar múltiples invernaderos de forma simultánea empleando IoT.

5 Biografías

- Carlos Daniel Huachallanqui-Olivera, Estudiante de pregrado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.
- Yordan Espinoza-Torres, Estudiante de pregrado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.
- Maria Magdalena Villegas-Huamani, Estudiante de pregrado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.
- Luz Marina Apaza-Gomez, Estudiante de pregrado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.
- Francisco Cari-Incahuanaco, Maestro en Investigación, Ingeniero Estadístico e Informático con Segunda Especialidad en Ingeniería de Sistemas. Actual docente ordinario en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, desarrollando asignaturas de Investigación.
- John Abraham Aguirre-Carrasco, Ingeniero informático egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, con estudios de maestría en la UNSAAC y la UTEA. Especialista en energía fotovoltaica y sistemas de automatización industrial.

6 Referencias

- [1] A. A. Guijarro-Rodríguez, L. J. Cevallos Torres, D. K. Preciado-Maila, and B. N. Zambrano Manzur, “Automated irrigation system with arduino,” *Espacios*, vol. 39, no. 37, 2018.
- [2] C. Optativo de Especialización Profesionalización en Marketing Finanzas and C. Enrique Díaz Salinas, “UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA,” 2016.
- [3] E. R. Apaza Velazco, “Diseño e implementación de un mini invernadero con control automatizado para el cultivo de la fresa en la ciudad de Puno,” 2024.
- [4] T. Laguna Yanavilca, “Evaluación de sistemas de riego por goteo distrito de riego moquegua,” *Evaluación de sistemas de riego por goteo distrito de riego Moquegua*, 2005.
- [5] E. Politécnica Superior de Jaén, A. Jesús Mañas Torres Tutor, and D. Diego Manuel Martínez Gila, “Universidad de Jaén,” 2019.
- [6] B. L. Duarte Burgos, “Desarrollo de un prototipo de sistema de riego automatizado para un cultivo de fresa.”
- [7] Dirección General de Información Agraria, “Estudio de la fresa en el Perú y el Mundo,” 2008.
- [8] M. Groppa, “Riego por goteo.”
- [9] N. Y. R. Montero, “La capilaridad de los líquidos,” https://www.academia.edu/30225741/La_capilaridad_de_los_l%C3%ADquidos.
- [10] R. Sánchez, F. J. Moreno, J. L. Puente M. Y, and J. Araiza Ch, “Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura Producción de fresa en invernadero,” 2004.
- [11] H. S. Mejia Naraez and C. J. Espinoza Martínez, “Sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua por bombas con ayuda de sensores.pdf,” https://es.slideshare.net/slideshow/sistema-de-automatizacin-para-el-llenado-de-un-tanque-de-agua-por-bombas-con-ayuda-de-sensorespdf/251920940?utm_source=chatgpt.com.
- [12] G. A. Bowen Quiroz and G. I. Medranda Cobeña, “Impacto de los sistemas de información en la agricultura inteligente: Una revision general,” *Revista InGenio*, vol. 7, no. 2, pp. 117–136, Jul. 2024, doi: 10.18779/ingenio.v7i2.824.
- [13] E. J. A. Pumacota, E. A. Melo, and E. A. V. Allazo, “Development of a system for intelligent irrigation for the automation of water use,” in *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2023. doi: 10.18687/laccei2023.1.1.918.
- [14] Y. A. ALVARADO CEPEDA, “RESPUESTA AGRONÓMICA Y CALIDAD DE FRESA San Andreas PRODUCIDA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE AGRICULTURA PROTEGIDA,” 2020.
- [15] D. E. Ascencio Marchena and K. M. Romero Rojas, “Diseño de un sistema automatizado de riego por goteo,” 2023.