

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL SISTEMAS E
INFORMÁTICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE HUMEDAD Y EL
RIEGO TECNIFICADO EN LOS TRABAJADORES DE LA
EMPRESA AGRÍCOLA SAN PEDRO DE BARRANCA S.A.C.
BARRANCA – 2018**

Presentado por:

Bach. Junior Alfredo Meléndez Hidalgo

Asesor:

Ing. Delvis Beder Morales Escobar

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Huacho – Perú

2022

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE HUMEDAD Y EL RIEGO TECNIFICADO EN LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA AGRÍCOLA SAN PEDRO DE BARRANCA S.A.C. BARRANCA – 2018

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet | 5% |
| 2 | repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 3 | repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | www.traxco.es Fuente de Internet | 1% |
| 5 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 7 | www.researchgate.net Fuente de Internet | <1% |
| 8 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | <1% |

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE HUMEDAD Y EL
RIEGO TECNIFICADO EN LOS TRABAJADORES DE LA
EMPRESA AGRÍCOLA SAN PEDRO DE BARRANCA S.A.C.
BARRANCA – 2018**

DEDICATORIA

Para mis padres no lo podría haber hecho esto sin ellos. Tus bendiciones diarias a lo largo de mi vida me protegen y me llevan por un buen camino, me enseñaron la responsabilidad y el deseo de buscar la excelencia.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi familia gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto. La vida porque me demuestras cada día lo hermosa que es la vida y lo justa que es. También me gustaría agradecer a mis asesores que me ayudaron a alcanzar mi nivel actual de sabiduría, especialmente al Ing. Delvis Beder Morales Escobar, asesor de esta tesis, ya que el proceso no fue fácil, pero gracias por transmitir su conocimiento de mi tesis y obtener un título profesional.

RESUMEN

Título de la investigación: “Diseño de un sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018”, **Autor:** Junior Alfredo Meléndez Hidalgo. **Objetivo:** “Conocer el sistema de control de humedad y su relación con el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018. **Metodología:** El método científico del tipo de investigación utilizado fue básico, denominado practica o empírica, el nivel de investigación fue correlacional, es decir que el investigador medita de forma razonada, utilizando el método deductivo, para dar respuesta a los problemas planteados y tiene como soporte principal, la observación. **Hipótesis:** El sistema de control de humedad se relaciona significativamente con el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018. **Población:** En nuestro caso la población será 64 los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C que serán las unidades de observación que serán encuestados. Las técnicas utilizadas en el presente estudio fueron la observación, la encuesta estructurada y análisis documental con cada una de sus herramientas. Para recolectar la información se crea un cuestionario con preguntas sobre medición de la variable independiente y otra pregunta sobre medición de la variable dependiente, luego se utiliza el instrumento para recolectar datos, la información se procesa estadísticamente con el paquete estadístico SPSS25.0, para el análisis y se tiene en cuenta la interpretación de datos, tablas y cifras estadísticas cuando hay un resultado de correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.734 en la hipótesis general, que es una buena asociación, y finalmente se llega a la **conclusión general:** Existe relación entre el sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018”.

Palabras Claves: El sistema de control de humedad y el riego tecnificado

ABSTRACT

Research title: “Design of a humidity control system and technified irrigation in the workers of the Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018”, **Author:** Junior Alfredo Meléndez Hidalgo. **Objective:** “To know the humidity control system and its relationship with technified irrigation in the workers of the Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca - 2018. **Methodology:** The scientific method of the type of research used was basic, called practical or empirical, the level of research was correlational, that is, the researcher meditates in a reasoned way, using the deductive method, to answer the problems raised and has as its main support, observation. **Hypothesis:** The humidity control system is significantly related to the technified irrigation in the workers of the Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca - 2018. **Population:** In our case, the population will be 64 workers of the Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C company, who will be the observation units that will be surveyed. The techniques used in this study were observation, structured survey and documentary analysis with each of its tools. To collect the information, a questionnaire is created with questions on the measurement of the independent variable and another question on the measurement of the dependent variable, then the instrument is used to collect data, the information is statistically processed with the statistical package SPSS25.0, for the analysis and the interpretation of data, tables and statistical figures is taken into account when there is a Spearman correlation result that returns a value of 0.734 in the general hypothesis, which is a good association, and finally **the general conclusion is reached:** There is Relationship between the humidity control system and the technified irrigation in the workers of the Agrícola San Pedro de Barranca SAC company Canyon – 2018”.

Keywords: The humidity control system and technical irrigation

INDICE

| | |
|---|------------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vi |
| ÍNDICE DE TABLA | ix |
| ÍNDICE DE FIGURA | x |
| INTRODUCCIÓN..... | xii |
| Capítulo I. Planteamiento del problema | 14 |
| 1.1. Descripción de la realidad problemática | 14 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 15 |
| 1.2.1. Problema general..... | 15 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 15 |
| 1.3. Objetivos de la investigación | 16 |
| 1.3.1. Objetivo general | 16 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 16 |
| 1.4. Justificación de la investigación..... | 16 |
| 1.5. Delimitaciones del estudio | 18 |
| 1.6. Viabilidad del estudio..... | 19 |
| Capítulo II. Marco teórico | 20 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación..... | 20 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 20 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 23 |
| 2.2. Bases teóricas | 25 |
| 2.3. Definiciones conceptuales | 44 |
| 2.4. Formulación de las hipótesis | 45 |
| 2.4.1. Hipótesis general | 45 |
| 2.4.2. Hipótesis específica..... | 45 |
| 2.5. Operacionalización de variables..... | 46 |
| Capítulo III. Metodología | 47 |
| 3.1. Diseño metodológico..... | 47 |
| 3.2. Población y muestra | 48 |
| 3.2.1. Población..... | 48 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.2. Muestra..... | 48 |
| 3.3. Técnicas de recolección de datos | 49 |
| 3.4. Técnicas para el procedimiento de la información..... | 49 |
| Capítulo IV. Resultados | 52 |
| 4.1. Diseño de proceso de sistema de control de humedad | 52 |
| 4.2. Análisis de resultados | 59 |
| 4.3. Contrastación de hipótesis..... | 68 |
| Capítulo V. Discusión..... | 76 |
| 5.1. Discusión | 76 |
| Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones | 78 |
| 6.1. Conclusiones | 78 |
| 6.2. Recomendaciones | 79 |
| Capítulo VII. Referencias bibliográficas..... | 80 |
| 7.1. Fuentes bibliográficas..... | 80 |
| 7.2. Fuentes electrónicas | 82 |
| ANEXOS | 83 |
| Anexo N° 01: Matriz de consistencia..... | 84 |
| Anexo N°2: Confiabilidad de Alfa Cronbach | 85 |
| Anexo N°3: Base de datos..... | 86 |

ÍNDICE DE TABLA

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Sistema de control de humedad..... | 59 |
| Tabla 2. Sensores..... | 60 |
| Tabla 3. Sistema de control | 61 |
| Tabla 4. Estrategias de control | 62 |
| Tabla 5. Riego tecnificado..... | 63 |
| Tabla 6. Sistema de riego por aspersión..... | 64 |
| Tabla 7. Sistema de riego con mangas | 65 |
| Tabla 8. Sistema de riego por goteo | 66 |
| Tabla 9. Sistema de riego por micro - aspersión | 67 |
| Tabla 10: El sistema de control de humedad y el riego tecnificado | 68 |
| Tabla 11: Los sensores y el riego tecnificado..... | 70 |
| Tabla 12: El sistema de control y el riego tecnificado. | 72 |
| Tabla 13: Las estrategias de control y el riego tecnificado. | 74 |

ÍNDICE DE FIGURA

| | |
|---|----|
| Figura 1. Sensor de humedad DTH11 | 27 |
| Figura 2. Sensor de humedad RHT03..... | 27 |
| Figura 3. Sensor de humedad SEN0114..... | 28 |
| Figura 4. Mangas conductoras..... | 38 |
| Figura 5. Mangas regadoras | 38 |
| Figura 6. Tambor regulador de presión | 39 |
| Figura 7. Goteros autocompensables..... | 41 |
| Figura 8. Diseño del sistema de control de humedad | 53 |
| Figura 9. Diseño del sistema de control de humedad simulación | 53 |
| Figura 10. Diseño PCB en ARES..... | 54 |
| Figura 11. Diseño en 3D del sistema de control de humedad | 54 |
| Figura 12. Simulación del sistema de control de humedad | 55 |
| Figura 13. Simulación del sistema de control de humedad | 56 |
| Figura 14. Simulación del sistema de control de humedad rango mínimo..... | 56 |
| Figura 15. Simulación del sistema de control de humedad rango máximo..... | 57 |
| Figura 16. Sistema de control de humedad | 59 |
| Figura 17. Sensores | 60 |
| Figura 18. Sistema de control..... | 61 |
| Figura 19. Estrategias de control | 62 |
| Figura 20. Riego tecnificado | 63 |
| Figura 21. Sistema de riego por aspersión..... | 64 |

| | |
|--|----|
| Figura 22. Sistema de riego con mangas | 65 |
| Figura 23. Sistema de riego por goteo | 66 |
| Figura 24. Sistema de riego por micro - aspersión | 67 |
| Figura 25. El sistema de control de y el riego tecnificado | 69 |
| Figura 26. Los sensores y el riego tecnificado. | 71 |
| Figura 27. El sistema de control y el riego tecnificado. | 73 |
| Figura 28. Las estrategias de control y el riego tecnificado. | 75 |

INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo de Investigación titulado “Diseño de un sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018”. Bilskie J. (1997) indica que: “Hoy en día, los agricultores están cada vez más interesados en medir continuamente la humedad del suelo para evaluar los cambios de humedad del suelo y permitir que los programas de riego se ajusten en consecuencia”; permite la evaluación de riegos. Por otro lado, Lesur (2006), menciona que

Los sistemas de riego están diseñados para permitir que el agua llegue a las raíces de las plantas para cumplir uniformemente con sus requisitos de humedad, mientras filtra profundamente la sal. Son la parte final del sistema de riego, el cual consta de tres elementos: el abastecimiento de agua, el sistema de abastecimiento de paraguas, y finalmente el mecanismo o método de riego de las raíces de las plantas. (p. 49)

La investigación se ha estructurado de la siguiente manera: “En el I capítulo se tiene en cuenta el planteamiento del problema donde se hace la descripción de la realidad problemática, luego la formulación del problema con su respectivos objetivos de la investigación, tiene en cuenta Justificación de la investigación ,delimitaciones del estudio, viabilidad del estudio y las estrategias metodológicas en el II capítulo el marco teórico, que comprende los antecedentes del estudio, el cual tiene en cuenta las Investigaciones relacionadas con el estudio y tras publicaciones , en las bases teóricas hacemos el tratado de las Teorías sobre la variable independiente y dependiente , definiciones de términos básicos, Sistema de hipótesis y la operacionalización de variables en el III capítulo el marco metodológico que contiene el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección de datos y las técnicas para el procesamiento de la información, el IV capítulo

que contiene los resultados estadísticos con el programa estadístico SPSS 25.0 y su respectiva contrastación de hipótesis, en el V capítulo tiene en cuenta la discusión de los resultados, en el VI capítulo contiene las Conclusiones, recomendaciones y finalmente las referencias bibliográficas y sus respectivos anexos”.

Capítulo I. Planteamiento del problema

1.1. Descripción de la realidad problemática

Los recursos hídricos se ven afectados por el cambio climático, lo que significa que el consumo humano y el uso del agua por parte de diferentes sectores de la economía, especialmente el sector agrícola, son críticos. En este contexto, cualquier acción o medida para gestionar más eficazmente los recursos hídricos significa más agua ante cualquier evento climático inusual. Una de las medidas más importantes para conseguir un uso racional del agua es la modernización de los sistemas de riego introduciendo sistemas de presión (goteo, goteo y aspersión), que aumentan la eficiencia del riego en más de un 60%, lo que supone un importante ahorro de este recurso escaso. Albites y Alvitez (2015).

El riego, que es una parte muy importante del trabajo agronómico, nos permite aumentar la productividad aumentando los rendimientos. Sin embargo, en el caso de los jardines, el objetivo principal es sobrevivir y mantener la vegetación. Los sistemas de riego técnico mantienen suficiente agua en el suelo para que las plantas estén siempre disponibles, usan menos agua por unidad de área y pueden usarse para satisfacer las necesidades de agua de las plantas. El riego es el uso de los recursos hídricos en forma de precipitación artificial producida por las lluvias de los sistemas de riego. La modernización del riego es una solución al problema de la racionalización del agua. El uso cuidadoso y racional del agua es una de las características clave de los sistemas de riego modernos. Takaezu (2017).

La humedad del suelo es uno de los factores importantes que afectan la producción de cultivos. Las plantas necesitan la cantidad adecuada de humedad, que varía según la

especie y la etapa de crecimiento o desarrollo. El suelo puede almacenar una cantidad limitada de agua, y las plantas solo utilizan una parte de ella. Para lograr el efecto de riego que repone el agua requerida por el suelo para las plantas, se han desarrollado varios métodos para determinar el contenido de humedad del suelo y la cantidad de agua requerida para el crecimiento normal de las plantas. Lazo y Campos (2014).

La alta eficiencia demostrada por los sistemas de riego de ingeniería ha hecho que la tecnología sea más popular en Perú, reemplazando la agricultura tradicional con riego tecnificado y cultivos de exportación, lo que lleva al uso de los recursos hídricos de manera más eficiente y genera mayores ganancias para ellos.

Finalmente, esta investigación tiene como propósito determinar sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo el sistema de control de humedad se relaciona con el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo los sensores se relacionan con el riego tecnificado?
2. ¿Cómo el sistema de control se relaciona con el riego tecnificado?
3. ¿Cómo las estrategias de control se relacionan con el riego?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Conocer el sistema de control de humedad y su relación con el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Conocer los sensores y su relación con el riego tecnificado.
2. Conocer el sistema de control y su relación con el riego tecnificado.
3. Conocer las estrategias de control y su relación con el riego tecnificado.

1.4. Justificación de la investigación

La justificación del presente trabajo de investigación se plasma teniendo en cuenta aspectos teóricos, prácticos y metodológicos que involucran al sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores pertenecientes a la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca” durante el año 2018.

1.4.1. Justificación Teoría

El presente trabajo de investigación se basa en la teoría de los sistemas de control de humedad, ya que la temperatura se mide con un termómetro. Según el mismo principio, la humedad o humedad del aire se mide con un higrómetro. La humedad se expresa como un porcentaje (%). Los porcentajes de humedad aceptables están entre el 45% y el 60% de humedad relativa. Un higrómetro permitirá comprobar el tipo de humedad relativa cuando haya algunos indicios de que la humedad es demasiado alta. El riego técnico o tecnología de riego se

refiere al uso eficiente del agua basado en el uso adecuado de la tecnología en beneficio de la agricultura; tiene como objetivo entender cuándo, cuánto y cómo regar para que el agua, los fertilizantes y los nutrientes puedan ser utilizados de forma segura en los cultivos.

Diversos estudios sobre ingeniería de sistemas de riego y control de la humedad apuntan a factores económicos y técnicos como los principales causantes de este fenómeno. En este contexto, propusieron en la red de operaciones y crearon un amplio sistema de supuestos para hacer recomendaciones de mejora del sistema de control de humedad con el fin de solucionar sus problemas y brindar un sistema de riego técnico de alta calidad para los trabajadores de la mencionada empresa.

1.4.2. Justificación Practica

Con respecto a los objetivos de estudio, su resultado nos permitirá encontrar soluciones concretas a problemas del sistema de control de humedad que repercuten en el riego tecnificado. Con tales resultados se tendrá también la posibilidad de proponer cambios y recomendaciones que regulen y garanticen una óptima comodidad en el sistema de control de humedad que se emplea en el riego tecnificado en la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C.

1.4.3. Justificación metodológica

Para lograr los objetivos de estudio, se acude al empleo de técnicas (encuestas) e instrumentos (cuestionarios) de investigación y al procesamiento de estos mediante tabulaciones y métodos estadísticos. Con ello se pretende

determinar de qué manera se relaciona el sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores pertenecientes a la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C.

Es preciso indicar que el presente estudio nos permitirá aplicar todas las técnicas que se encuentran asociadas al desarrollo de las metodologías tanto estadísticas como de búsqueda y referencia, con lo que se irán perfeccionando el sistema de control de humedad y el riego tecnificado.

Por lo anteriormente expuesto el presente trabajo de investigación es muy importante puesto que pone énfasis en dos de los aspectos que están recientemente íntimamente ligados a la calidad tecnológica en la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C., siendo los siguientes: El sistema de control de humedad y el riego tecnificado.

1.5. Delimitaciones del estudio

a) Delimitación temporal

Esta investigación es de actualidad, por cuanto el tema del sistema de control de humedad y el riego tecnificado es vigente como parte del ámbito tecnológico.

b) Delimitación espacial

Esta investigación está comprendida dentro de la Región Lima, Provincia de Barranca, Distrito de Barranca, con la participación de los trabajadores pertenecientes a la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C

c) Delimitación cuantitativa

Esta investigación se efectuará con una muestra intencional y el procesamiento estadístico correspondiente.

d) Delimitación conceptual

Esta investigación abarca dos conceptos fundamentales: Sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores pertenecientes a la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C.

1.6. Viabilidad del estudio

El presente trabajo de investigación es posible porque cuenta con un presupuesto de investigación autofinanciado, recursos teóricos para apoyar la investigación y cuenta con el apoyo de miembros de la facultad que se especializan en la disciplina y la investigación, como metodólogos, consultores de temas, estadísticos y traductores de idiomas extranjeros y tecnólogos informáticos para realizar investigaciones.

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Muso y Quillupangui (2018), la tesis titulada: “Diseño e implementación del control de humedad en un invernadero del Campus Salache”, la institución que le respaldo fue Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), cuyo El objetivo es desplegar módulos de control de humedad en invernaderos del campus de Salache, ajustándolos al correcto proceso de germinación mediante la recogida de datos de sensores. El método experimental es exploratorio, de medición, inventivo y experimental (pág 24), llegando a las siguientes conclusiones: la automatización puede revolucionar técnica y técnicamente las variables climáticas porque puede optimizar los ciclos de riego y así controlar los efectos que normalmente afectan al invernadero Humedad variable por planta crecimiento.

Suntasig (2018), la tesis titulada: “Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo de temperatura ambiental y humedad relativa del suelo, para el mejoramiento de la calidad de un invernadero ubicado en la Ciudad de Pujilí, periodo 2017.”, la institución que le respaldo fue la Universidad Técnica de Cotopaxi (Ecuador), El objetivo es controlar y monitorear las condiciones ambientales en el invernadero para mejorar las condiciones de crecimiento de los cultivos mediante la implementación de sistemas automáticos de riego y ventilación. Los estudios descriptivos y transversales de diseño tipo experimental han llevado a las siguientes conclusiones: al implementar el control y seguimiento de la temperatura ambiente y la humedad del suelo, se puede

eliminar el tiempo y esfuerzo material de calidad que los agricultores invierten en sistemas de riego y ventilación artificial.

Chango y Llanez (2021), la tesis titulada: “Sistema de monitoreo de temperatura, humedad y control de agua para cultivos del invernadero n°2 del Campus Salache, la institución que le respaldó fue Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), La meta es reiniciar los sistemas de monitoreo de temperatura, humedad y humedad en el Invernadero 2 del campus Salache para el año 2021. Los tipos de estudios son descriptivos, in situ y métodos y mediciones analíticas Experimentos, resultantes de la información obtenida sobre el monitoreo y control de y variables eléctricas, pueden sacar conclusiones sobre qué factores deben desarrollarse para permitir el registro. y control de acuerdo con los requisitos necesarios Los elementos se proponen creando un sistema de humedad y temperatura, y a través de un sistema de control, pueden reducir el nivel de humedad y temperatura dependiendo de los requisitos Dependiendo del funcionamiento de varios sensores y actuadores, mantener un rango de humedad entre 25% y 85% abriendo la electroválvula y encendiendo la bomba en un rango de humedad de 18° a 25° antiguo.

Castillo, (2021), la tesis titulada: “Diseño de un sistema de riego automatizado para cultivos de ciclo corto con Arduino. Estudio de caso Pimiento”, la institución que le respaldó fue Universidad Estatal Península de Santa Elena, El objetivo es diseñar un sistema de riego automático por goteo para el cultivo de pimientos basado en la humedad del suelo utilizando Arduino Uno y Tinkercad. El tipo de estudio es la interpretación utilizada, de la cual se

extraen las siguientes conclusiones: 1) Utilizando Arduino una y Tinkercad, en base a la humedad del suelo con diferente textura, económica, libre o abierta, uno El sistema de riego automático por goteo que se ha utilizado para crecer con éxito pimientos se ha desarrollado. 2) Desarrolló un conjunto completo de esquemas del sistema de riego por goteo automático que incluye bomba eléctrica, aspersor, mangueras principales, auxiliares y auxiliares junto con los goteros correspondientes, sensores de temperatura y humedad, válvula solenoide y Arduino Uno son los componentes principales.

Martillo & Suarez, (2018), la tesis titulada: “Diseño de un sistema de riego autónomo controlado con Arduino y alimentado por energía solar fotovoltaica”, la institución que le respaldo fue Universidad de Guayaquil, El objetivo es diseñar un sistema de riego automatizado que use Arduino y funcione con energía solar fotovoltaica para resolver el problema de los cultivos en áreas con escasez de agua. El tipo de estudio es descriptivo y su diseño es experimental, llevándose a las siguientes conclusiones: 1) Para los agricultores es fundamental ahorrar dinero trabajando en el campo, al igual que en cualquier otra empresa cuyas utilidades generan costos adicionales para satisfacer sus requerimientos. . A pesar de los altos costos de instalación, el sistema de riego autónomo propuesto resuelve parcial o totalmente dos grandes problemas de la industria: electricidad y agua, lo que permite un retorno de la inversión en el tiempo. 2) Dado que la superficie de estas áreas no es completamente plana, se concluye que se debe utilizar la tecnología de riego por goteo. Debido a su pendiente, dificulta el riego de los cultivos, por lo que el riego por goteo es ideal.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ortiz y Zuñiga (2019), la tesis titulada: “diseño de un sistema de control automático de temperatura y humedad para una incubadora de huevos en la industria avícola”, la institución que le respaldó fue Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, El objetivo es diseñar un sistema de control de temperatura y humedad para incubadoras en la industria avícola. Usando este tipo de estudio, se extraen las siguientes conclusiones: el control de temperatura y humedad se puede diseñar usando lógica matemática, brindándonos un modelo mediante el cual podemos controlar los parámetros mecánicos, la versión de la eclosión del pollito y el sistema se realizó en MATLAB para verifique la lógica utilizada para las matemáticas de control de temperatura y dé la respuesta que estábamos buscando.

Espinoza, (2021), la tesis titulada: “Diseño y construcción de un sistema de riego automatizado modular para el ahorro de agua, monitoreando la humedad y temperatura a tiempo real en Tacna, en el año 2020”, la institución que le respaldó fue Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, La meta es diseñar y construir para el 2020 un sistema modular de riego automático que monitoree la temperatura y la humedad de Tacna para conservar el agua. Este tipo de investigación se aplica a un proyecto de prueba, llevándose a las siguientes conclusiones: 1) Para ahorrar recursos hídricos, se ha diseñado y fabricado un módulo de riego automático, que se rastrea este año con sensores de temperatura y humedad. 2) Determine el caudal para el diseño, calcule y consuma la cantidad de plantas que necesitan fuente de agua, seleccione la bomba, el controlador de

agua para este módulo se sumergirá en el tanque y la muerte se controlará eléctricamente.

Arellano y Gomez (2018), la tesis titulada: “Diseño de un sistema de control de temperatura y humedad relativa, basado en PID en un ambiente cerrado con fines agrícolas”, la institución que le respalda fue Universidad de San Martín de Porres, El objetivo del proyecto es diseñar un sistema de control PID para crear y mantener las condiciones de temperatura y humedad relativa para el ambiente de un proceso cerrado de germinación de semillas de productos agrícolas, utilizando el tipo de investigación y extracción, se llega a las siguientes conclusiones: 1) En el controlador de diseño, el método del lugar geométrico de las raíces especifica que la planta requiere un controlador PI porque solo se obtienen valores de ganancia integral y proporcional y la derivada es cero. 2) Diseño de prototipo (estructura material) basado en recomendaciones de la FAO para obtener el mismo beneficio con tamaño real.

Huaranga (2020), la tesis titulada: “Diseño de un sistema de control para el monitoreo de la temperatura de un motor de bomba de agua de 0.75 kW”, la institución que le respalda fue Universidad Continental, El objetivo fue diseñar un sistema de control para monitorear la temperatura del motor de una bomba de agua de 0,75 kW. Su método de investigación es el método científico, el nivel de aplicación y el tipo de tecnología, así como el diseño experimental, conducen a las siguientes conclusiones: 1. Construya un diagrama de flujo de control apropiado para el sistema dependiendo de la temperatura de funcionamiento. 2.

Se seleccionan los sensores y actuadores del sistema, y se realiza la verificación para tal efecto en la etiqueta.

Sandoval (2020), la tesis titulada: “Diseño de sistema de riego tecnificado, para ampliación e incremento vegetativo del arroz, fundo Campodónico, La Victoria Chiclayo”, la institución que le respalda fue Universidad Cesar Vallejo, El objetivo fue diseñar un sistema de riego tecnificado para ampliar el cultivo de arroz en la finca Campodónico en Chacupe-La Victoria. Su método de investigación es método científico, nivel de aplicación y tipo de tecnología, no diseño experimental del cual se pueden extraer las siguientes conclusiones: 1. Determinar los parámetros de diseño del sistema técnico de riego, es decir, la cantidad de agua de riego requerida. sistemas en diferentes semanas de período de cultivo y condiciones de tecnología de riego por goteo La cantidad de agua requerida para un área menor de 1 hectárea varía de 5893 m³ en las primeras 5 semanas de siembra a 346 m³ en las últimas 3 semanas de trabajo. período de cultivo. La capacidad del tanque de almacenamiento es de 589 m³. Tuberías separadas 5 metros (10 filas de tuberías de 200 metros de largo).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema de control de humedad (X)

“Hoy en día, los agricultores están más interesados en medir continuamente la humedad del suelo para evaluar los cambios en el contenido de humedad del suelo y permitir que los programas de riego se ajusten en consecuencia” (Bilskie J., 1997).

Para esta medición se utilizan diversos instrumentos, como tensiómetros, sondas de neutrones, sensores de masa porosa, resistivos y capacitivos, estos son los más utilizados y de tecnología más avanzada. La idea principal detrás de esta serie de sensores es medir la constante dieléctrica del suelo como indicador del estado del agua (Bilskie J., 1997 y Whalley W, R., Dean T.J., Izzard P., 1992).

2.2.1.1. Sensores

Los sensores de humedad miden los niveles de líquido o la humedad relativa en un área determinada y te permiten controlar la humedad y la temperatura del aire. La amplitud medida por el sensor de humedad se convierte en una señal eléctrica (según el sensor, consulte la ficha de catálogo del componente).

Los sensores de humedad se utilizan para detectar niveles de líquido en tanques o sistemas de riego de jardines para detectar cuándo es necesario regar las plantas y cuándo no. Permiten medir la temperatura del punto de rocío, la humedad absoluta y la relación de mezcla.

2.2.1.1.1. Sensor DHT11

DHT11 juzga si obtener datos de temperatura y humedad de acuerdo con la información recibida, obtener datos de temperatura y humedad del nodo final a través del sensor, luego el control principal es controlado por el puerto serial y finalmente la línea de control principal que muestra la temperatura y la humedad en forma de una pantalla LCD locales. (Hsiang - Chuan Liu; Sung; Yao, 2015).



Figura 1. Sensor de humedad DHT11

2.2.1.1.2. Sensor RHT03

El sensor de temperatura y humedad RHT03 utiliza su propio protocolo de comunicación serial y requiere solo una conexión en uno de sus pines, para una buena comunicación utilice los datos técnicos del fabricante. Afortunadamente, la biblioteca Arduino se desarrolló para hacer esto por nosotros y para garantizar que podamos comunicarnos independientemente de los marcos de datos enviados y recibidos.

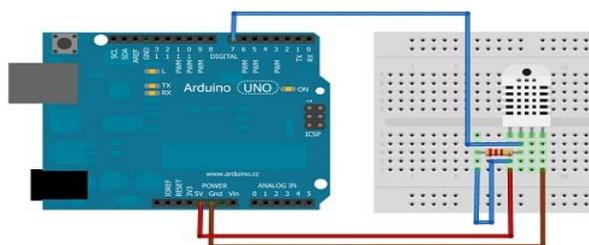


Figura 2. Sensor de humedad RHT03

2.2.1.1.3. SEN0114

El sensor puede leer el nivel de humedad en el suelo circundante. Es un sensor de baja tecnología, pero perfecto para monitorear jardines o cultivos de ciudad. Es una herramienta importante para comprender el estado de humedad del suelo. Tiene dos sondas que dejan fluir la corriente a través del

suelo circundante y luego leen la resistencia para conocer su contenido de humedad. Más agua hace que el suelo conduzca mejor la electricidad (menos resistivo), mientras que el suelo seco conduce menos electricidad (más resistivo). Los recordatorios para regar las plantas o controlar la humedad del suelo en el jardín o durante la plantación pueden ser útiles.

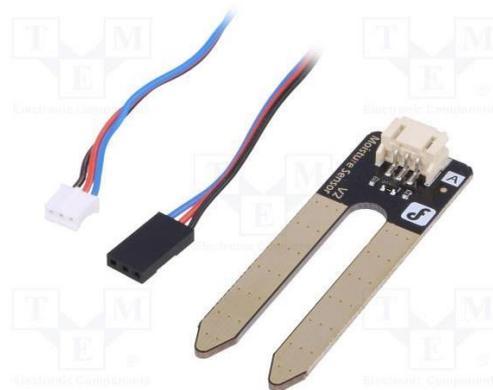


Figura 3. Sensor de humedad SEN0114

2.2.1.2. Sistema de control

Un sistema de control se define como un conjunto de factores que regulan su propio comportamiento o el de otro sistema para lograr una operación predeterminada, reduciendo así la probabilidad de falla y logrando un resultado deseado.

2.2.1.2.1. Sistema de control abierto

En tal sistema, el proceso opera solo en la señal de entrada y produce una señal de salida independiente de la señal de entrada, pero basada en la primera señal. Esto significa que el controlador no tiene retroalimentación, por lo que puede ajustar el comportamiento del controlador. Esto significa que la señal de salida no se convierte en la señal de entrada del controlador.

Estos sistemas se caracterizan por:

- fácil de entender.
- Nada puede garantizar su estabilidad frente a la disrupción.
- La salida es cero en comparación con la entrada
- Posibles interferencias. Pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la calibración previa del sistema.

2.2.1.2.2. Sistema de control lazo cerrado

Son sistemas donde la acción de control es función de la señal de salida.

Los sistemas de circuito cerrado utilizan la retroalimentación del resultado final para ajustar las actividades de control en consecuencia. El control de circuito cerrado es necesario cuando ocurre cualquiera de los siguientes:

- Cuando el proceso no puede ser ajustado por humanos.
- La producción en masa requiere grandes equipos y no puede ser respaldada por la mano de obra.
- El monitoreo del proceso es particularmente difícil en algunos casos y es importante recordar que una persona puede desorientarse fácilmente debido a la fatiga o la distracción, lo que puede provocar que los trabajadores y los procesos fallen

Sus características son:

- Complejo, pero con muchos parámetros.
- Las salidas se comparan con las entradas y afectan el control del sistema.

- Atribuya sus comentarios.
- Más estable frente a perturbaciones y cambios internos.

2.2.1.3. Estrategias de control

La estrategia de control define la estructura o circuito que obedece a la información o señal en el lazo. Dependiendo de la aplicación que se gestione (ambiente de trabajo, maquinaria), determine el rol de las variables del proceso (nivel, humedad, presión, caudal, temperatura, etc.).

Con base en esta información, algunos dispositivos y/o hardware se encenderán y se debe lograr la estabilidad de la aplicación o del sistema.

Estos dispositivos y/o dispositivos pueden ser múltiples (varios sensores, diferentes controladores, etc.) y dispuestos en una determinada jerarquía o circuito definido por el ingeniero de procesos. En general, cada ambiente de trabajo tiene sus propias reglas. Un ejemplo de una estrategia de control típica podría ser.

2.2.1.3.1. Control realimentado

Es una aplicación del concepto de retroalimentación (valores medidos de un proceso que brindan información sobre el estado actual de la variable controlada) y su particularidad es que informa al controlador central sobre el estado de la variable para tomar acciones correctivas. cuando esto pasa. muy necesario.

Elementos básicos:

- Elemento de comparación: este elemento compara el valor requerido o el valor de referencia de la variable controlada con el valor medido en la salida y genera una señal de error que indica la diferencia en el valor obtenido al principio. Valor deseado.
- Elemento de control: Esta sección define la acción a tomar cuando se recibe una señal de error.
- Elemento de modificación: este elemento se utiliza para realizar cambios en el proceso mediante la eliminación de errores.
- Elemento de proceso: el proceso o planta, es el sistema donde se va a controlar la variable.
- Elemento de medida: Este elemento genera una señal sobre el estado de la variable controlada y retroalimenta al comparador para determinar si hay algún error.

2.2.1.3.2. Control en cascada

En el control en cascada, el lazo de control de la variable principal está diseñado con un lazo de control interno, cuyo objetivo es neutralizar algunos ruidos en su punto de origen, evitando su propagación al proceso principal.

En el control en cascada, la salida del controlador de bucle principal o externo (llamado maestro) establece el punto de referencia del controlador de bucle esclavo o del controlador de bucle interno (llamado esclavo):

Características del control en cascada:

- El sistema controlado se puede dividir en dos procesos más simples, alrededor de los cuales se cierran los lazos de control primario y secundario.
- El lazo secundario mantiene la máxima cantidad de ruido sin reducir demasiado la tasa de respuesta.
- El lazo secundario responde mejor. Como regla general, la respuesta dinámica del proceso secundario no debe exceder $1/3$ del tiempo de respuesta del proceso primario.
- El punto de consigna de la variable secundaria debe estar directamente relacionado con el punto de consigna de la primera variable y, si es posible, su relación debe estar representada por una línea recta.

2.2.1.3.3. Control de relación

Este tipo de estrategia de control es adecuado cuando 2 flujos ingresan al contenedor y los flujos están correlacionados.

Si el sistema requiere control, se colocarán sensores de flujo, controladores y actuadores en cada flujo.

Las estrategias relativas simplifican el equipo al controlar una variable a una tasa constante sobre otra no controlada, lo que reduce el uso de controladores y válvulas.

2.2.1.3.4. Control selectivo

Es un sistema que funciona para hacer frente a las limitaciones operativas impuestas al proceso de protección de personas y/o equipos.

Para utilizarlo es necesario controlar dos variables de proceso que estén relacionadas entre sí de manera que una u otra pueda ser controlada por la misma variable que se manipula. Dado que una variable manipulada solo puede ser controlada por una operación, debe existir

Capacidad para pasar instrucciones de un lazo de control a otro cuando la operación compleja lo requiere.

2.2.1.3.5. Control adaptativo

El control adaptativo es un método en el que la respuesta del controlador cambia automáticamente dependiendo de las condiciones cambiantes del proceso. En este ejemplo, el dispositivo monitorea el pH y envía los datos de salida al controlador adaptativo.

El controlador adaptativo consiste en un sistema informático que está programado para cambiar la respuesta del controlador en caso de una falla no válida. El control adaptativo recibe su nombre de la capacidad del controlador para adaptarse a las condiciones cambiantes.

2.2.1.3.6. Control predictivo

El control predictivo tiene como objetivo resolver de manera efectiva los problemas de control y automatización de procesos industriales

caracterizados por un comportamiento dinámico complejo, multidimensional y/o inestable. La estrategia de control en la que se basa este tipo de control utiliza un modelo matemático del proceso controlado para predecir el comportamiento futuro del sistema, y en base a este comportamiento futuro puede predecir señales de control en el futuro.

2.2.2. Riego tecnificado (Y)

Según Lesur (2006), los sistemas de riego están diseñados para suministrar agua a las raíces de las plantas con el fin de satisfacer uniformemente sus necesidades hídricas, al mismo tiempo que filtran profundamente las sales. Son la parte final del sistema de riego, que consta de tres elementos: el suministro de agua, el sistema de riego y, finalmente, el mecanismo o método de riego de las raíces (p. 49).

De acuerdo al Programa de Riego Tecnificado (PSI) (2006):

- Mejorar las técnicas de riego agrícola con sistemas de riego modernos y eficientes.
- Utilizar sistemas de riego eficientes, tales como: riego con pantalla, riego con compuertas múltiples, riego California e intermitente, riego por aspersión, riego por goteo y riego por goteo.
- Aplicar suficiente agua para las plantas: aumentar la productividad en cantidad, calidad y oportunidad.
- Mejorar la productividad y eliminar pérdidas y desperdicios mediante el uso racional y eficiente del agua para riego.
- Continuidad de la formación en riego agrícola y eficiencia hídrica (p. 4).

Según el Programa de Riego Tecnificado (PSI) (2006), los siguientes beneficios pueden derivarse de un sistema de riego diseñado:

- Reduce el consumo de agua en obra, reduciendo así la factura del agua.
- Mejora de la eficiencia del agua y los fertilizantes, lo que conduce a mayores rendimientos y una mejor calidad del producto, lo que se traduce en mayores ganancias.
- Pase más tiempo haciendo otras actividades.
- Los agricultores tienen mayores ingresos económicos (p. 5).

2.2.2.1. Sistema de riego por aspersión

Con este método, el agua se riega al suelo en forma de lluvia utilizando un dispositivo de aspersión que crea una corriente de gotas de agua. El agua brota de boquillas presurizadas y llega a ellas a través de una red de tuberías, cuya complejidad y longitud dependen del tamaño y configuración de la parcela a regar.

Este sistema permite:

- a) Riegue las plantas de manera uniforme y controlada.
- b) Reducir las pérdidas de transmisión y distribución.
- c) Reducir los efectos nocivos de las heladas.
- d) Mejorar la eficiencia y economía del uso de fertilizantes y plaguicidas.
- e) Eliminación de requisitos para nivelación de pisos.
- f) Minimizar la necesidad de reproducción durante el riego.
- g) Normas para el uso del agua.

2.2.2.1.1. Equipo de elevación (bomba)

Su trabajo es tomar agua del suministro de agua y empujarla a través del sistema. Dado que el funcionamiento del rociador requiere una cierta carga,

la bomba crea la presión necesaria para ello y compensa la energía perdida en la tubería.

Bombas centrífugas y bombas de turbina horizontales para riego por aspersión. El motor puede ser un motor eléctrico o un motor de combustión interna, el motor con una bomba integrada en el dispositivo puede ser estacionario o móvil.

2.2.2.1.2. Red de tuberías

La red de abastecimiento de agua para riego local y riego por aspersión incluye los siguientes componentes:

- Tubería Primaria.
- Tubería Secundaria.
- Tubería Terciaria.
- Tubería Portaemisores

El diámetro de la tubería depende del caudal de suministro, por lo que la tubería guía de riego tendrá un diámetro menor y la tubería principal será mucho más grande.

2.2.2.1.3. Dispositivos de aspersión

La ubicación de los rociadores depende del tipo de rociador y del alcance del agua (a presión) y se coloca de forma que el agua llegue a toda la superficie del suelo de manera uniforme.

Existen máquinas de riego para la agricultura que se basan en el riego como aspersores y elementos automáticos de distribución de agua que se desplazan por todo el recinto. Aunque es más costoso, este método brinda una automatización significativa a su sistema de riego.

2.2.2.2. Sistema de riego con mangas

Las tuberías de plástico pueden suministrar fácilmente agua de riego sin pérdida de presión a través de terrenos irregulares, por lo que pueden regar las partes superiores del campo y evitar la acumulación de agua en las partes inferiores. Para regar en la zanja, se perforan a larga distancia, con una válvula para abrir y cerrar el flujo de agua.

Se instalan después de que el campo ha sido preparado y sembrado. Luego se puede usar según sea necesario durante la temporada de cosecha.

Estas bolsas están hechas de materiales que son resistentes a las inclemencias del tiempo y la luz solar, así como a las plagas de pájaros e insectos que pueden ocurrir durante la plantación del árbol. (Cubierta plástica para riego - Néstor Cabas M / Edmundo Varas B).

2.2.2.2.1. Mangas conductoras

Dirige el agua desde el área de captación hasta el aspersor. Su longitud depende del tamaño y la curvatura del terreno. Alternativamente, el conducto de energía se puede unir a un tambor de metal (similar a un

regulador de presión) una o más veces para redirigir y distribuir el agua de riego donde se necesita, según sea el caso.



Figura 4. Mangas conductoras

2.2.2.2.2. Mangas regadoras

Encargado de abastecer de agua a diversas acequias de riego. Normalmente, este componente es el que más presión recibe del agua de riego. La manguera también se puede conectar al balde metálico una o más veces para redirigir y distribuir el agua de riego a otras partes según sea el caso.



Figura 5. Mangas regadoras

2.2.2.2.3. Válvulas de entrega

La red de distribución estará equipada con válvulas de corte, lo que permitirá aislar tramos de red de hasta 500 m de longitud.

Se proyectará una válvula de cierre en todos los pines de la extensión.

En principio, la válvula debe ubicarse a una distancia de 4 m de la esquina o su saliente entre el límite de la carretera y el pavimento.

Las válvulas de escape, aire y otras que se utilicen se instalarán en una cámara suficientemente segura con elementos que faciliten el servicio y el mantenimiento.

Cada válvula de cierre debe instalarse en la carcasa para aislamiento, protección y operación. Se deben evitar los "puntos ciegos" de la red y, si esto no es posible, considerar el uso de sistemas de limpieza aguas abajo de la red de distribución.

Después de conectar la rama de agua a la tubería principal, debe haber una válvula de cierre.

2.2.2.2.4. Tambor regulador de presión

Un regulador de presión es una válvula que controla ciertas características del sistema. Hay reguladores mecánicos que usan la presión de operación del resorte para controlar la presión de entrada o salida. Los reguladores de potencia requieren controladores o sensores para controlar los parámetros del sistema.



Figura 6. Tambor regulador de presión

2.2.2.3. Sistema de riego por goteo

Este sistema es muy eficiente (94-97%) porque se aprovecha mejor el agua porque solo se moja una parte del suelo, menos malas hierbas, transpiración, etc. En este sistema de riego existen dos movimientos en la parte humedecida de la planta y en el frente de agua en la sección transversal: uno es un movimiento descendente, el otro es un movimiento circular bajo la acción de los capilares, debido a la descomposición característica del agua, formando una cebolla o bulbo, goteando por todas partes. (Leiton Soubannier, 1985, pág. 122)

e llama así porque permite fertilizar las plantas con agua y fertilizantes “gota a gota”, con gran frecuencia, en las cantidades estrictamente necesarias y en los momentos adecuados y óptimos. (Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistema de Riego- MINAGRI/ DGIAR – LIMA- PERU 2015).

Este sistema de riego permite:

- a) Utilizar agua de riego local, continua, oportuna y eficaz.
- b) Adaptable a todas las diferentes condiciones de suelo y terreno.
- c) El riego, la fertilización y el control de plagas se realizan al mismo tiempo, ahorrando tiempo y dinero.
- d) Alta eficiencia de aplicación, más del 90%.
- e) Eliminar el crecimiento de malezas y la presencia de plagas.

2.2.2.3.1. Goteros autocompensantes

Tiene un diafragma que opera bajo presión: cuanto más alto sube, más resistencia debe tener el diafragma para mantener un flujo constante. Esto

significa que a medida que aumenta la presión, el diafragma se cierra para que la entrada de agua no aumente y así se mantenga el caudal deseado.

Este sistema tiene muchas ventajas, como un mejor control de la salida de agua y la capacidad de crear líneas más pequeñas.

Se mantiene la uniformidad del flujo a largo plazo entre la primera y la última rama.

Los goteros autocompensantes son necesarios en terrenos muy irregulares porque otros sistemas no responden bien a la presión del agua que actúa sobre ellos y pueden producirse grandes desequilibrios.

Obviamente, el precio de un gotero autocompensante es más alto que el de un gotero caótico. Por otro lado, debe recordarse que el correcto funcionamiento de estos goteros en ciertos parámetros depende del fabricante individual y debe verificarse antes de comprar un modelo en particular.



Figura 7. Goteros autocompensables

2.2.2.3.2. Goteros regulables

Estas puntas de goteo ajustables son ideales para macetas, plantas, arbustos, flores, semilleros.

En estos sistemas de riego por goteo, el caudal de cada gotero regulable puede ajustarse individualmente desde 0 litros, aunque pertenezcan a la misma línea de riego, para adaptarse completamente a las necesidades del sistema de riego por goteo.

Estas puntas de goteo ajustables y perforadas cuentan con aberturas en la tapa para el drenaje gota a gota o un suministro continuo de agua a medida que aumenta el flujo.

Características de los goteros regulables

- La base es de color negro y la tapa de color rojo o verde.
- Se instalan de forma muy sencilla; van pinchados sobre la tubería de riego.
- Su estructura permite desmontarlos con facilidad para su inspección y limpieza.
- Fabricados en polipropileno (PP) mediante inyección.
- Rango de trabajo óptimo: entre 0,5 atm y 2 atm.
- Caudal máximo: a 0,50 atm - 60 l/h, a 1 atm - 90 l/h, a 1,50 atm - 120 l/h y a 2 atm - 135 l/h.
- El gotero de gran caudal se puede estancar a 0 litros.
- Indicados para aplicaciones de agua en zonas estrechas.

2.2.2.4. Sistema de riego por micro - aspersion

Estos sistemas de microaspersion y goteo permiten redirigir el agua a través de una red de tuberías y plantas de riego a través de emisores que distribuyen

pequeñas cantidades de agua a intervalos regulares. El agua se identifica como goteo o lluvia mediante un difusor conocido como microaspersor.

El riego por aspersión varía según las necesidades cambiantes del cultivo. Es posible obtener zonas de riego o utilizar diferentes paneles del mismo juego de mangueras cambiando los aspersores del sistema de micro riego. Por lo tanto, este método es muy dinámico y puede cambiar la cantidad de agua de riego requerida por el cultivo sin ajustar el caudal de diseño del dispositivo. (Los sistemas de riego por goteo y microaspersión – Mario A. Liotta).

2.2.2.3.1. Microaspersores autocompensado

Incluso cuando se riegan áreas con terreno irregular y largos flujos de agua, aseguran un flujo uniforme de agua para cada planta, independientemente de las diferencias de presión.

Cuando el agua de riego sea salobre, prestar especial atención para evitar la acumulación de sales en la zona de las raíces, causando daños, afectando la transpiración y la fotosíntesis, y reduciendo el rendimiento del cultivo. En comparación con el riego por goteo, el riego por microaspersión reduce la salinidad en la zona de las raíces.

2.2.2.3.2. Tasa uniforme de riego

Es fácil calcular la cantidad de agua aplicada a cada planta. Gracias al riego pequeño y uniforme, no hay problema de agua corriente o agua estancada en la superficie del suelo en áreas húmedas. Las emisiones se

pueden adaptar fácilmente a las condiciones climáticas y del suelo. Al usar la cantidad correcta de agua a la tasa de riego adecuada, no habrá filtraciones más allá de la zona de la raíz ni problemas de aireación debido al agua estancada. La humectación uniforme de toda la masa del suelo facilita el uso de varios dispositivos diseñados para monitorear la humedad del suelo.

2.3. Definiciones conceptuales

- a) **Sensor:** Conceptos básicos del sensor de humedad un sensor de humedad es un dispositivo que mide la humedad relativa en un área y se puede usar tanto en interiores como en exteriores. Además, estos sensores están disponibles en formato analógico y digital. La humedad altera las propiedades físicas, químicas y biológicas de multitud de materiales, sustancias u organismos. Entonces es necesario adaptarse a este cambio de alguna manera.
- b) **Sistema de control:** Consta de un módulo sensor basado en sensor de temperatura, humedad relativa y punto de rocío SHT11, un módulo operativo basado en un relé de estado sólido y un módulo de controles con algoritmos de control, hermosa conectividad gráfica y una útil interfaz de usuario con un Pantalla LCD gráfica y datos de registro de funciones para descargar y analizar los datos posteriormente en una PC.
- c) **Estrategia de control:** Con base en esta información, se encenderán algunos dispositivos y/o hardware y se debe lograr la estabilidad de la aplicación o del sistema.
- d) **Sistema de aspersión:** Un método de riego que se ha utilizado durante miles de años es regar las plantas con una regadera manual. Por supuesto, esto solo

se puede usar a pequeña escala, por lo que prevalece el riego por zanjas. El riego por aspersión comenzó hace tres siglos con la invención de la bomba hidráulica a vapor y más tarde del motor eléctrico. Hoy en día es el método más común.

d) Sistema de Riego por Cobertura: El sistema de riego por cobertura plástica permite regar el área y distribuye el agua de riego a acequias con caudal controlado y bajo costo a través de caudales uniformes. **f) Sistema de Riego por Goteo:** Un sistema de riego por goteo puede definirse como riego in situ. El riego por goteo o riego por goteo es un método de riego que optimiza el uso de agua y fertilizantes en sistemas agrícolas en regiones áridas. El agua de riego penetra en el suelo a través de un sistema de tuberías y boquillas para regar directamente la zona radicular infectada.

e) Sistema de microaspersión: El sistema de microaspersión es una variación del sistema de aspersión, pero con un alcance más corto y gotas más pequeñas. Los microaspersores son ideales para jardinería, huertos, flores, invernaderos, viveros, protección contra heladas y riego de jardines.

2.4. Formulación de las hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El sistema de control de humedad se relaciona significativamente con el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

2.4.2. Hipótesis específica

- 1.** Los sensores se relacionan significativamente con el riego tecnificado.

2. El sistema de control se relaciona significativamente con el riego tecnificado.
3. Las estrategias de control se relacionan significativamente con el riego tecnificado.

2.5. Operacionalización de variables

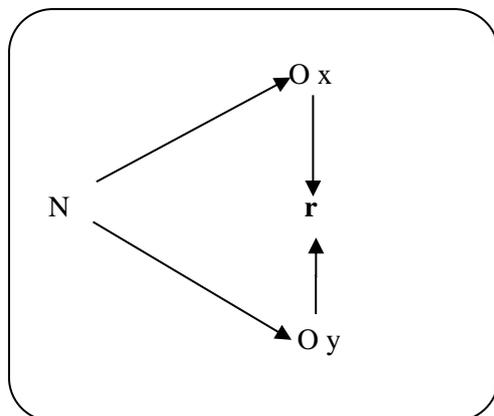
| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
|--------------------------------------|---|--|---|
| (X) Sistema de control de humedad | X.1.- Sensores X.2.- Sistema de control X.3.- Estrategias de control | X.1.1.- Sensor DHT11 X.1.2.- Sensor RHT03 X.1.3.- SEN0114 X.2.1.- Sistema de control de lazoabierto X.2.2.- Sistema de control de lazo cerrado X.3.1.- Control realimentado X.3.2.- Control en cascada X.3.3.- Control de relación X.3.4.- Control selectivo X.3.5.- Control adaptativo X.3.6.- Control predictivo | Siempre. Casi Siempre A veces Casi nunca Nunca Likert. |
| (Y) Riego tecnificado | X.1.- Sistema de riego por aspersión X.2.- Sistema de riego con mangas X.3.- Sistema de riego por goteo X.4.- Sistema de riego por micro-aspersión | X.1.1.- Equipo de elevación (bomba). X.1.2.- Red de tuberías. X.1.3.- Dispositivos de aspersión. X.2.1.- Manga Conductora. X.2.2.- Manga Regadora. X.2.3.- Válvulas de Entrega X.2.4.- Tambor Regulador de Presión X.3.1.- Goteros autocompensantes. X.3.2.- Goteros regulables X.4.1.- Microaspersores autocompensados X.4.2.- Tasa uniforme de riego | Siempre. Casi Siempre A veces Casi nunca Nunca Likert ^o . |

Capítulo III. Metodología

3.1. Diseño metodológico

Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se realizó investigación aplicada, conocida como investigación empírica o empírica. Fue descriptivo ya que brindará valiosa información diagnóstica sobre las variables, con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental de correlación de coeficientes ya que las variables en estudio están correlacionadas o tienen bajos niveles de asociación. Relación o dependencia de una variable con la otra, y se ocupa de conocer la relación entre las variables especificadas, a través de una muestra de las unidades de observación, como vemos en la siguiente figura:



Denotación:

N = Población

Ox = Observación a la variable independiente.

Oy = Observación a la variable dependiente.

r = Relación entre variables.

Método de Investigación

Método Científico.

Estrategia procedimiento de contratación de hipótesis

Las reglas de la estrategia utilizada para probar la hipótesis serán a través del paquete de correlación estadística, en su varianza descriptiva y comparativa ya que se trata de determinar y probar el grado de relación entre dos variables. Finalmente, se realizó un análisis estadístico de los resultados mediante el coeficiente de correlación.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Para Córdoba (2009) define que la población es el conjunto bien definido de unidades de observación con características comunes y perceptibles. Es denotado por la letra “N”.

En nuestro caso la población será 64 los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. que serán las unidades de observación que serán encuestados.

3.2.2. Muestra

La muestra de estudio se considerará a la totalidad de las unidades de observación, que vale decir a los 64 los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C.

Por ser pequeña la población se considerará muestra no probabilística, porque el investigador, conociendo bien la población y con el buen criterio, decide que las unidades de observación integrarán la muestra. Hicimos uso del método, o técnica de muestreo llamado muestreo intencional u opinático, con el criterio de

conveniencia del investigador para que sean representativas, la muestra se aplicara a la totalidad de los elementos de observación con las mismas características, según Córdoba (2009 pg. 32) en su libro denominado "Estadística aplicada a la Investigación.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Las Técnicas e instrumentos utilizados en el presente trabajo de investigación se muestran a continuación:

Técnicas:

- Análisis documental
- Observación
- Encuesta

Instrumentos:

- Fichas bibliográficas, hemerográficas y de investigación
- Guía de observación
- Cuestionario de preguntas.

3.4. Técnicas para el procedimiento de la información

Análisis Documental

Se revisarán fuentes bibliográficas, publicaciones profesionales y portales de Internet a través del análisis bibliográfico y sus respectivas herramientas; directamente relacionados con el tema de investigación.

A través de entrevistas y sus herramientas - cuestionarios elaborados por tesistas especialmente para este estudio, se recolectará información sobre cada dimensión de

la variable, con preguntas referidas a aspectos específicos que ayuden a recolectar datos y localizar deficiencias. en el video

A través de la observación y sus respectivas herramientas, comprenderemos los procesos, las interrelaciones entre las personas y sus situaciones o entornos, y los eventos a lo largo del tiempo, así como los patrones de desarrollo y el contexto social y cultural en el que se produce la experiencia humana; e identificar problemas.

a) Ficha Técnica de Instrumentos

La encuesta está constituida por preguntas de la Vi y la Vd., La medición se hará a través de la Escala de Likert, que mide de 1 a 5.

b) Administración de los instrumentos y obtención de los datos

Para recopilar datos, la información estará disponible con un cuestionario confiado y confirmado. La confiabilidad se logrará aplicando 02 veces el cuestionario con plantilla previamente especificada.

Para lograr la efectividad de la herramienta, se aplicarán expertos para estudios. Al administrar los cuestionarios, se le asistirá debidamente en la recolección de los datos recolectados de las muestras.

Análisis Estadístico

Esto se hará utilizando el paquete estadístico SPSS 25.0 que creará, para la interpretación, análisis y discusión de gráficos y estadísticas, para llegar a los

resultados y sacar conclusiones, indicando los objetivos e hipótesis que serán los productos finales de la investigación.

Formulación del modelo

a. Hipótesis Nula.

Existen evidencias que las medias de los tratamientos estadísticamente no difieren significativamente.

b. Hipótesis alterna.

Estadísticamente las medias de los tratamientos difieren significativamente.

c. Recolección de datos y cálculos de los estadísticos correspondientes.

La recolección de datos se efectuará una vez aplicado los tratamientos correspondientes a cada muestra y para el procesamiento se utilizarán programas estadísticos.

d. Decisión estadística.

Las decisiones estadísticas se tomarán después de comparar las estadísticas de prueba calculadas con las estadísticas obtenidas a través de las tablas estadísticas correspondientes de la distribución de estadísticas de prueba; Esto significa que si el valor del estadístico de prueba calculado está en la región de rechazo, la hipótesis nula será rechazada, de lo contrario, se acepta; esto significa:

Si: $F_0 > F_{\alpha, a-1, N-a}$ se rechaza

Capítulo IV. Resultados

4.1. Diseño de proceso de sistema de control de humedad

a) Diseño esquemático del sistema de control de humedad

Para el diseño de la tarjeta de control se usó un sensor DHT11 que nos permite leer el porcentaje de humedad.

Este sensor nos envía una señal que debe ser leída e interpretada para tomar una decisión, para ello hacemos uso del Microcontrolador 16F877A el cual mediante su pin RB4 capta a señal y la procesa para determina el porcentaje de humedad y mostrarlo en una pantalla LCD 20x4.

A su vez como ya se tiene el dato del porcentaje de humedad este se puede comparar con datos pre establecidos en el Microcontrolador, para nuestro caso tenemos un valor máximo de 60% y un valor mínimo de 30% con los cuales se ejecutará las siguientes acciones.

- Si la humedad que indica el sensor es menor que 30% se activa la electroválvula que dejara pasar el agua.
- Si la humedad que indica el sensor es mayor que 60% se desactiva la electroválvula que cerrará el pase del agua.

La alimentación general de la tarjeta puede ser con 5VDC o 24VDC ya que cuenta con un regular de tensión 7805.

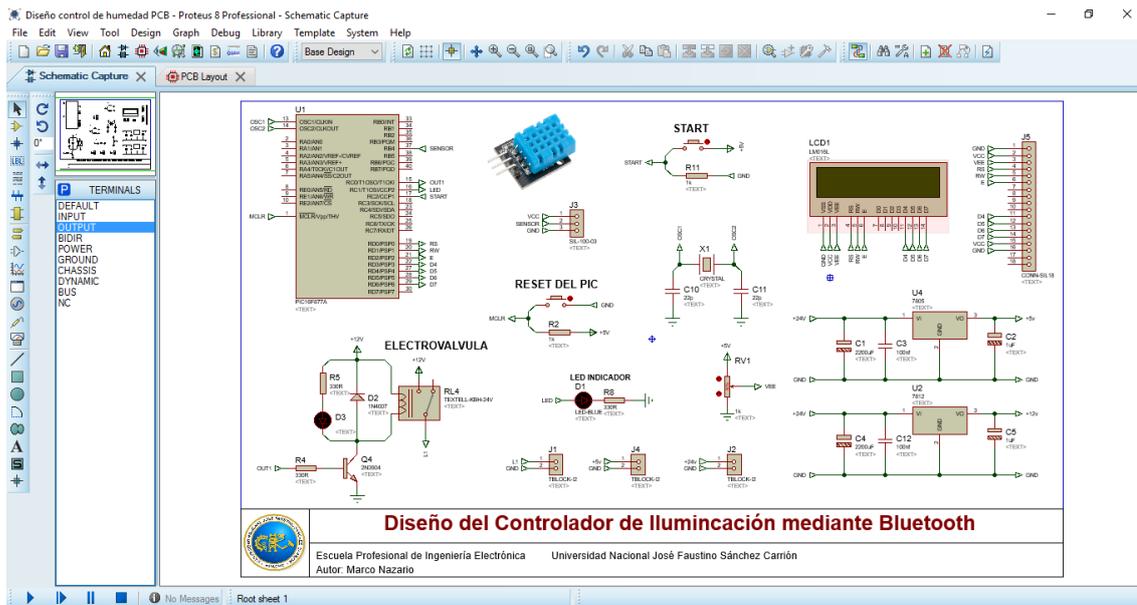


Figura 8. Diseño del sistema de control de humedad

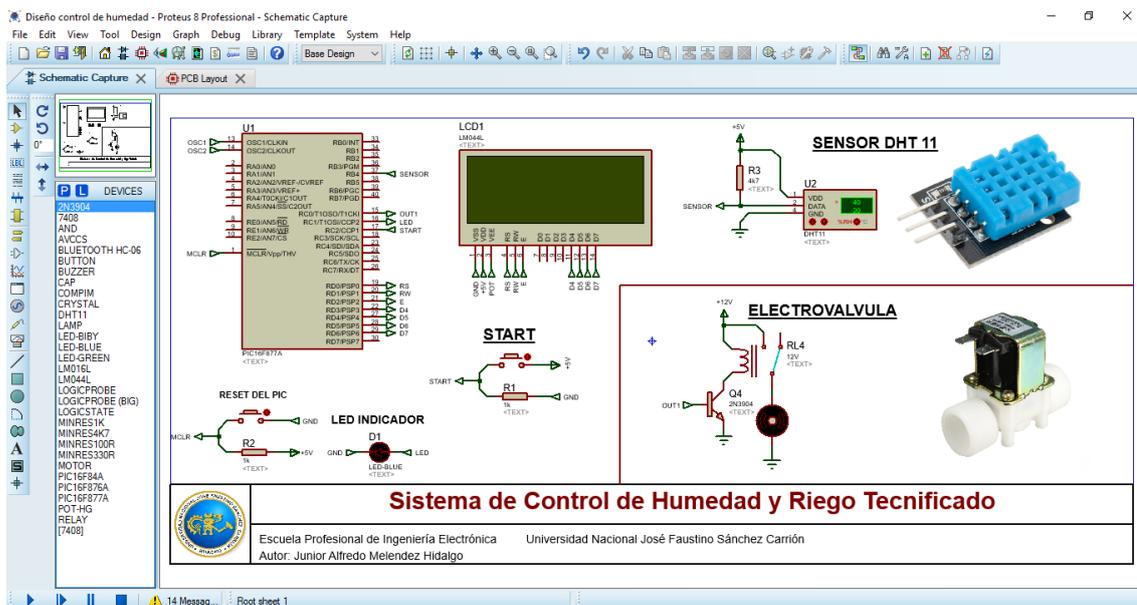


Figura 9. Diseño del sistema de control de humedad simulación

b) Diseño del PCB del sistema de control de humedad

El diseño de la PCB se desarrolló en el software Proteus (ARES) y las pistas se realizaron en dos capas.

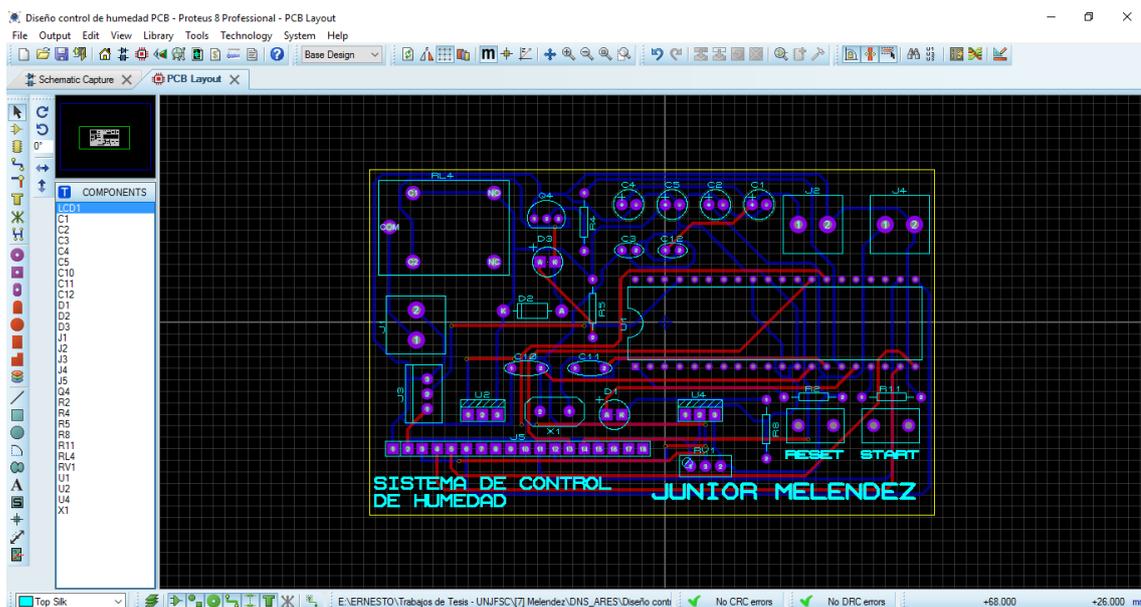


Figura 10. Diseño PCB en ARES.

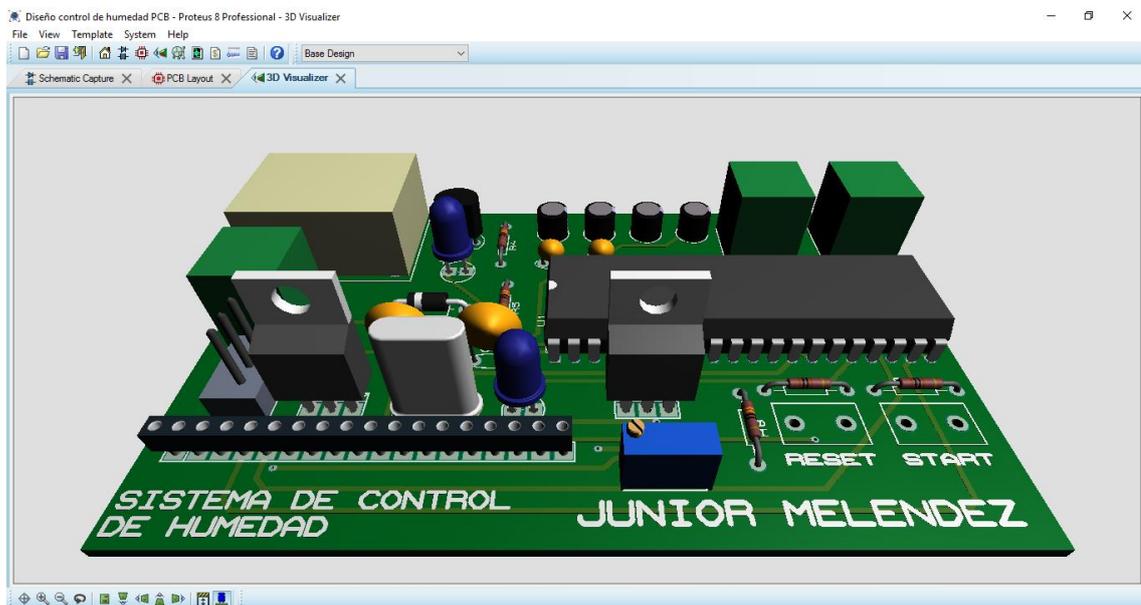


Figura 11. Diseño en 3D del sistema de control de humedad

c) Pruebas de la simulación

Para la simulación en Proteus utilizamos los mismos componentes que el diseño esquemático. Los procesos que ejecuta el sistema de control de humedad se indican a continuación:

- El sistema de control de humedad se encuentra a la espera de que sea presionado el pulsador de START para iniciar.

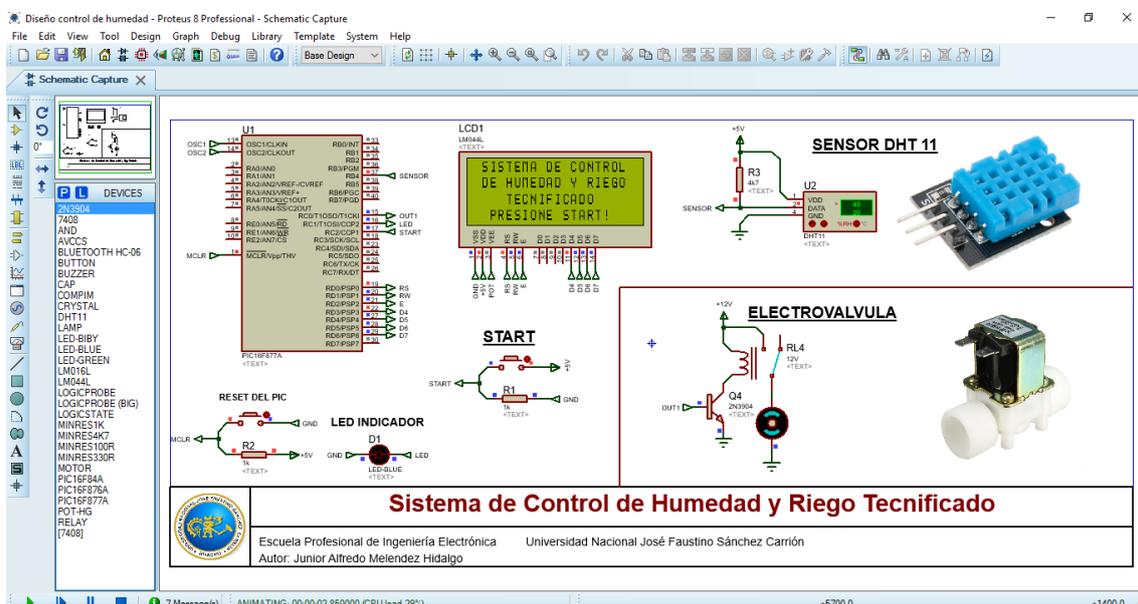


Figura 12. Simulación del sistema de control de humedad

- Luego de presionar el pulsador se verifican los datos en la pantalla LCD los cuales son el nivel de humedad en tiempo real, el rango máximo de humedad, el rango mínimo de humedad y si la electroválvula se encuentra activada o desactivada.

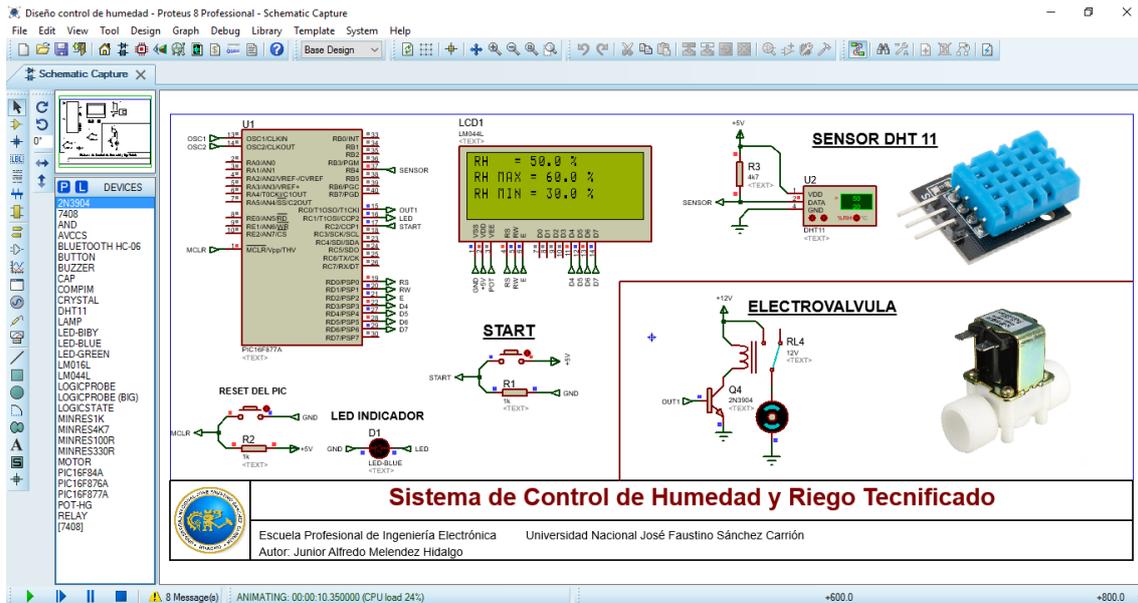


Figura 13. Simulación del sistema de control de humedad

- Si el valor de RH (porcentaje de humedad en tiempo real del sensor) baja de 30% se activa la electroválvula.

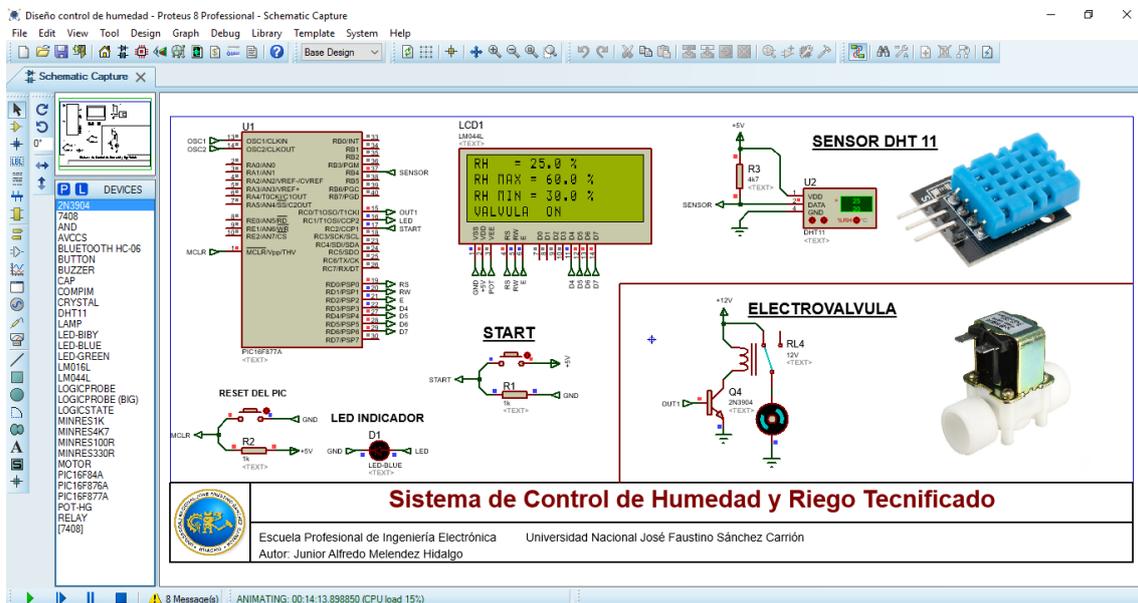


Figura 14. Simulación del sistema de control de humedad rango mínimo

- Si el valor de RH (porcentaje de humedad en tiempo real del sensor) sube de 60% se desactiva la electroválvula.

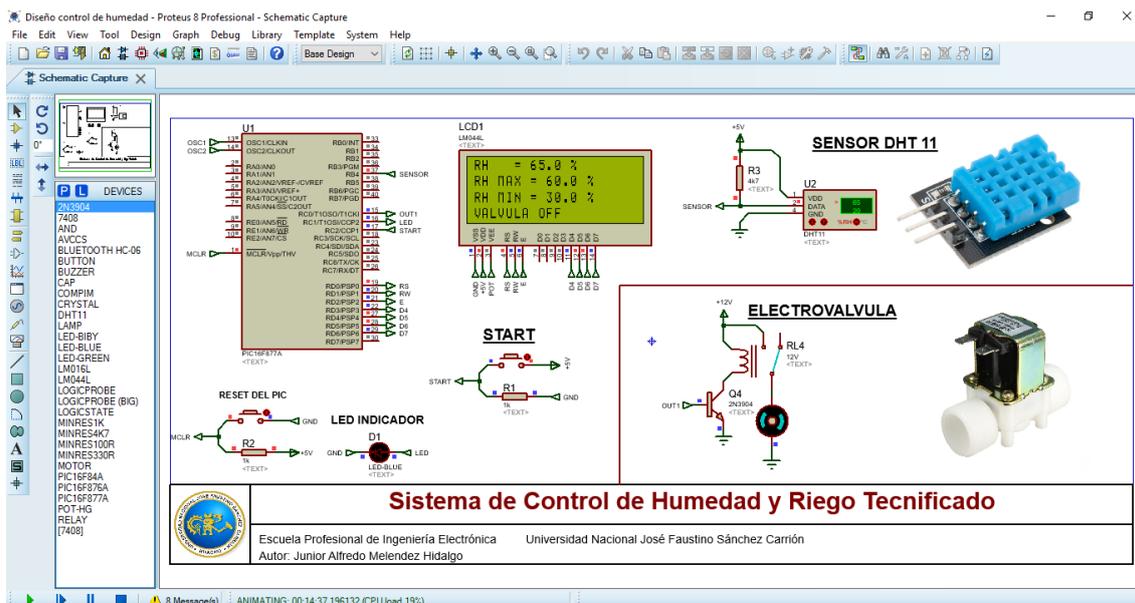


Figura 15. Simulación del sistema de control de humedad rango máximo

Presupuesto

| Componentes | Cantidad | Precio (soles) |
|--------------------------|----------|----------------|
| Microcontrolador 16F877A | 1 | 20.00 |
| Sensor DHT 11 | 1 | 8.00 |
| Pantalla LCD 20x4 | 1 | 15.00 |
| Electroválvula | 1 | 35.00 |
| Led | 1 | 0.50 |
| Pulsador | 2 | 1.00 |
| Resistencias | 10 | 1.00 |
| Transistor | 1 | 1.00 |
| Relé 24V | 1 | 4.00 |
| Potenciómetro | 1 | 1.00 |
| Cristal | 1 | 1.00 |
| Condensadores | 9 | 4.50 |
| Reguladores de voltaje | 2 | 4.00 |
| Espadines | 1 | 1.00 |
| Molex | 1 | 1.00 |
| Cables 1 metro | 1 | 2.00 |
| Borneras | 3 | 6.00 |

| | | |
|-----------------|---|---------------|
| Fibra de vidrio | 1 | 8.00 |
| Ácido férrico | 1 | 8.00 |
| TOTAL | | 122.00 |

4.2. Análisis de resultados

Tabla 1. Sistema de control de humedad

| Sistema de control de humedad | | | | | |
|-------------------------------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | Bajo | 9 | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| | Medio | 47 | 73,4 | 73,4 | 87,5 |
| | Alto | 8 | 12,5 | 12,5 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola “San Pedro de

Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

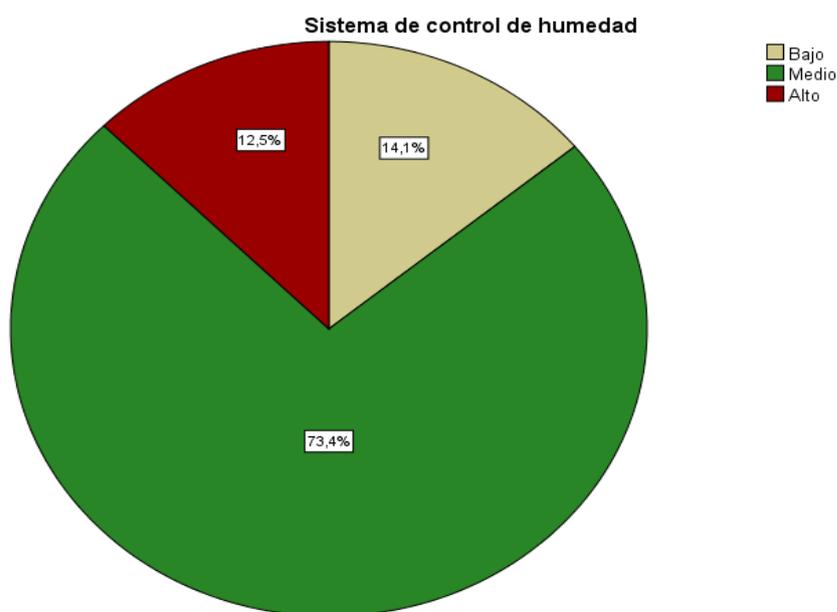


Figura 16. Sistema de control de humedad

Se puede observar en la Figura 16, un 73,4% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel medio en la variable de sistema de control de humedad, un 14,1% un nivel bajo y un 12,5% un nivel alto en San Pedro de Barranca S.A.C.

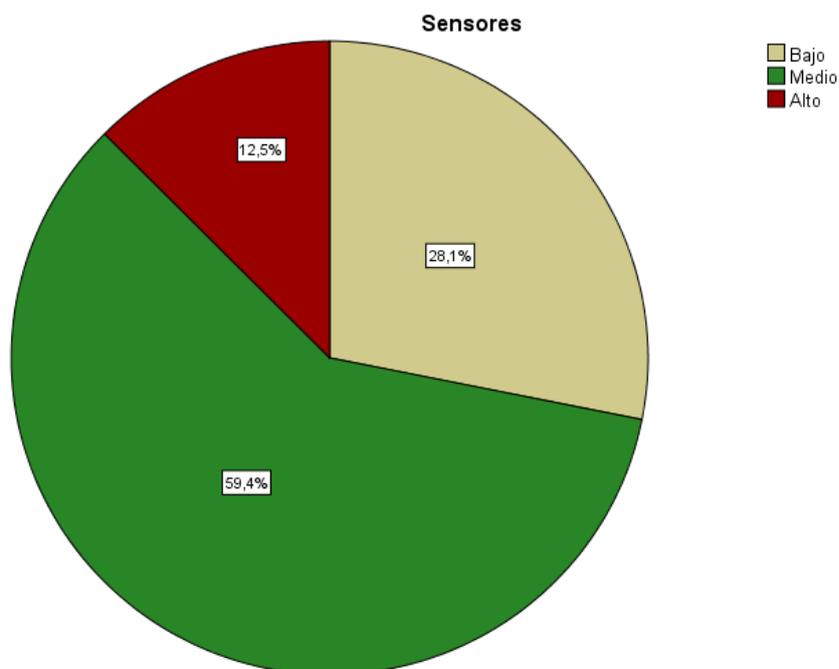
Tabla 2. Sensores

| Sensores | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|----------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Bajo | 18 | 28,1 | 28,1 | 28,1 |
| | Medio | 38 | 59,4 | 59,4 | 87,5 |
| | Alto | 8 | 12,5 | 12,5 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de

Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

**Figura 17. Sensores**

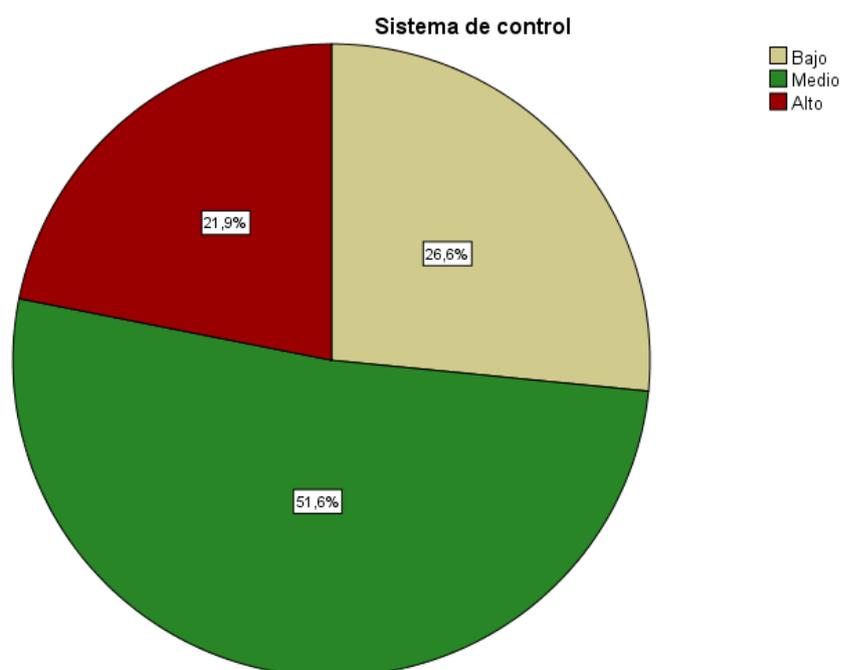
Se puede observar en la Figura 17, un 59,4% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel medio en la dimensión de sensores, un 28,1% un nivel bajo y un 12,5% un nivel alto en San Pedro de Barranca S.A.C.

Tabla 3. Sistema de control

| Sistema de control | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------------------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Bajo | 17 | 26,6 | 26,6 | 26,6 |
| | Medio | 33 | 51,6 | 51,6 | 78,1 |
| | Alto | 14 | 21,9 | 21,9 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

**Figura 18. Sistema de control**

Se puede observar en la Figura 18, un 51,6% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel medio en la variable de sistema de control, un 26,6% un nivel bajo y un 21,9% un nivel alto en San Pedro de Barranca S.A.C.

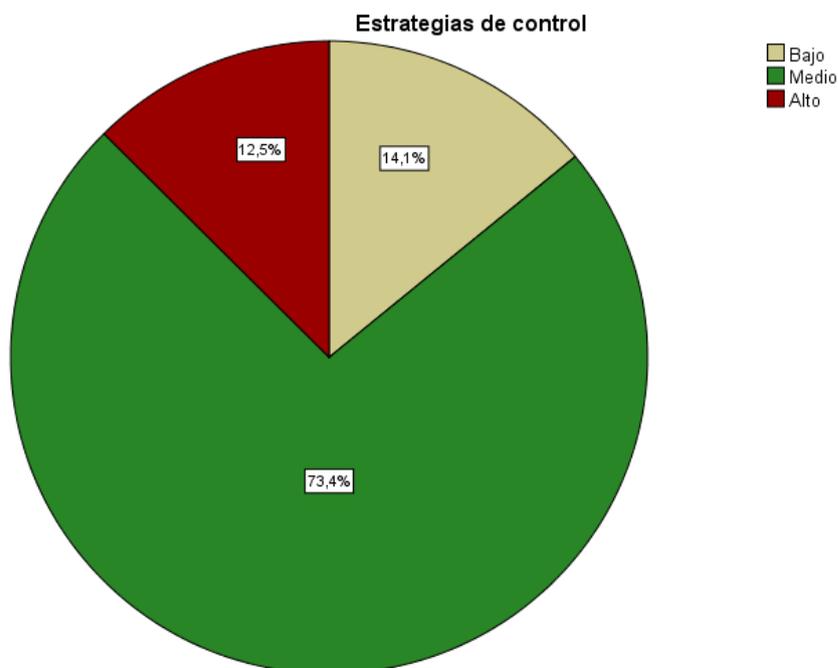
Tabla 4. Estrategias de control

| Estrategias de control | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|------------------------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Bajo | 9 | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| | Medio | 47 | 73,4 | 73,4 | 87,5 |
| | Alto | 8 | 12,5 | 12,5 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de

Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

**Figura 19. Estrategias de control**

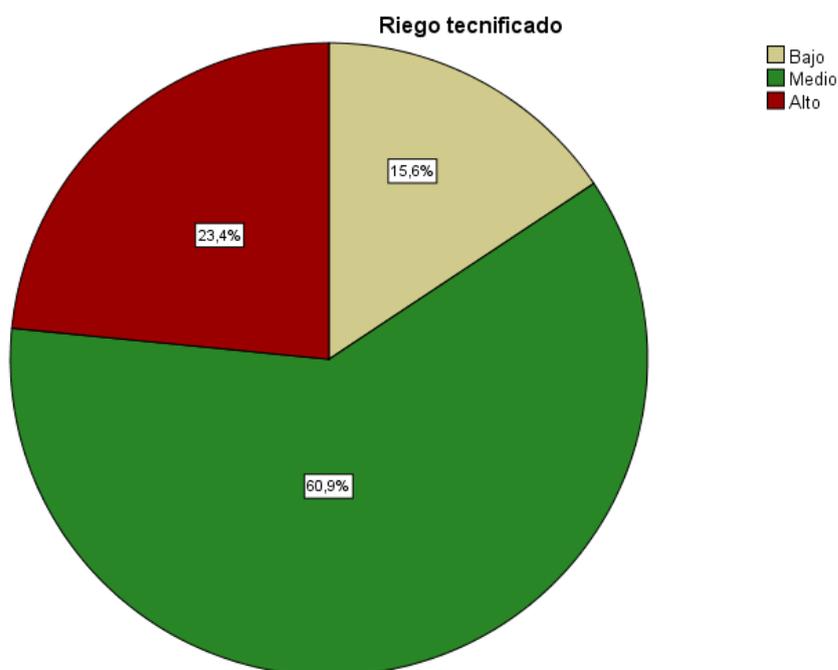
Se puede observar en la Figura 19, un 73,4% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel medio en la dimensión de estrategias de control, un 14,1% un nivel bajo y un 12,5% un nivel alto en San Pedro de Barranca S.A.C.

Tabla 5. Riego tecnificado

| Riego tecnificado | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------------------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Bajo | 10 | 15,6 | 15,6 | 15,6 |
| | Medio | 39 | 60,9 | 60,9 | 76,6 |
| | Alto | 15 | 23,4 | 23,4 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

**Figura 20. Riego tecnificado**

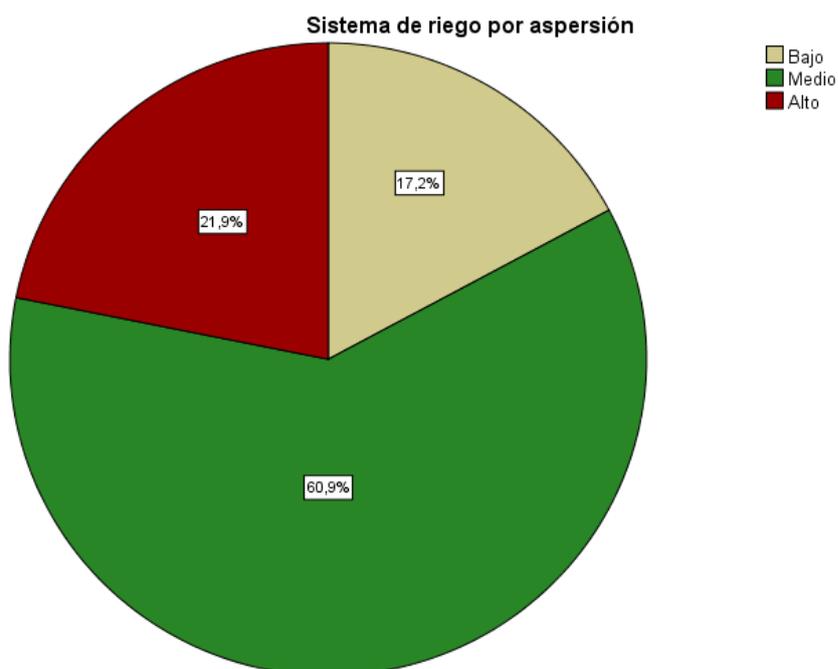
Se puede observar en la Figura 20, un 60,9% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel medio en la variable de riego tecnificado, un 23,4% un nivel alto y un 15,6% un nivel bajo en San Pedro de Barranca S.A.C.

Tabla 6. Sistema de riego por aspersión

| Sistema de riego por aspersión | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------------------------------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Bajo | 11 | 17,2 | 17,2 | 17,2 |
| | Medio | 39 | 60,9 | 60,9 | 78,1 |
| | Alto | 14 | 21,9 | 21,9 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

**Figura 21.** Sistema de riego por aspersión

Se puede observar en la Figura 21, un 60,9% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel medio en la dimensión de sistema de riego por aspersión, un 21,9% un nivel alto y un 17,2% un nivel bajo en San Pedro de Barranca S.A.C.

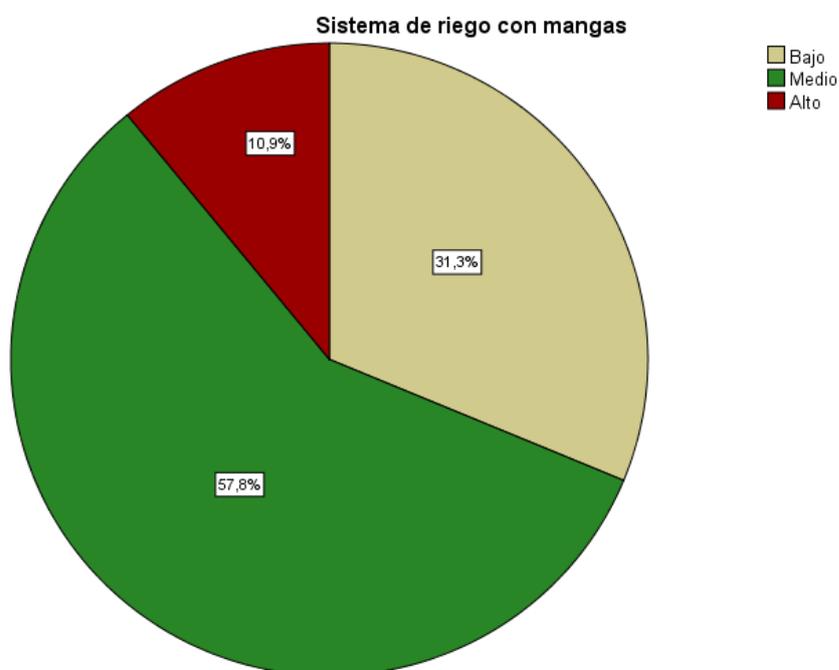
Tabla 7. Sistema de riego con mangas

| Sistema de riego con mangas | | | | Porcentaje | Porcentaje |
|-----------------------------|-------|------------|------------|------------|------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | válido | acumulado |
| Válido | Bajo | 20 | 31,3 | 31,3 | 31,3 |
| | Medio | 37 | 57,8 | 57,8 | 89,1 |
| | Alto | 7 | 10,9 | 10,9 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de

Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

**Figura 22. Sistema de riego con mangas**

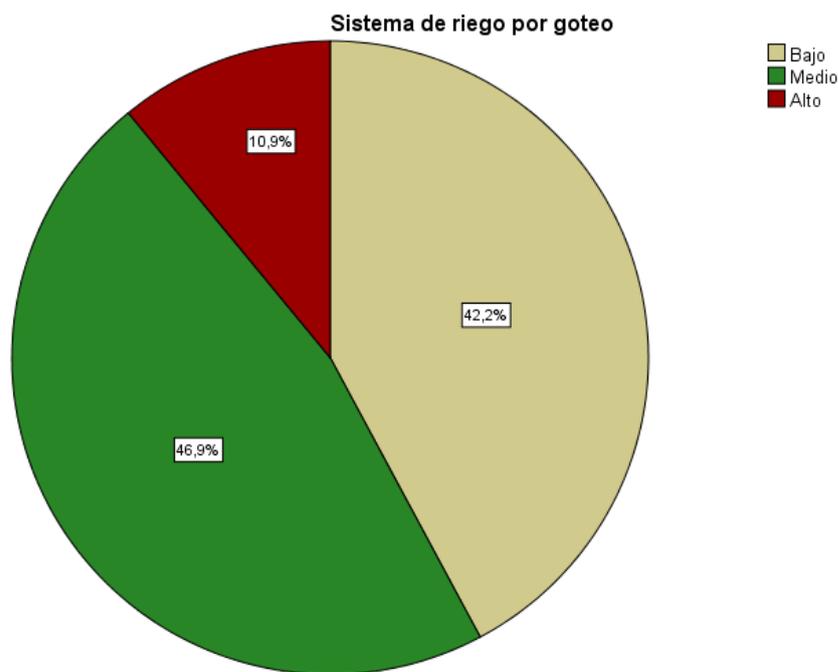
Se puede observar en la Figura 22, un 57,8% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel medio en la dimensión de sistema de riego con mangas, un 31,3% un nivel bajo y un 10,9% un nivel alto en San Pedro de Barranca S.A.C.

Tabla 8. Sistema de riego por goteo

| Sistema de riego por goteo | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|----------------------------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válido | Bajo | 27 | 42,2 | 42,2 | 42,2 |
| | Medio | 30 | 46,9 | 46,9 | 89,1 |
| | Alto | 7 | 10,9 | 10,9 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

**Figura 23.** Sistema de riego por goteo

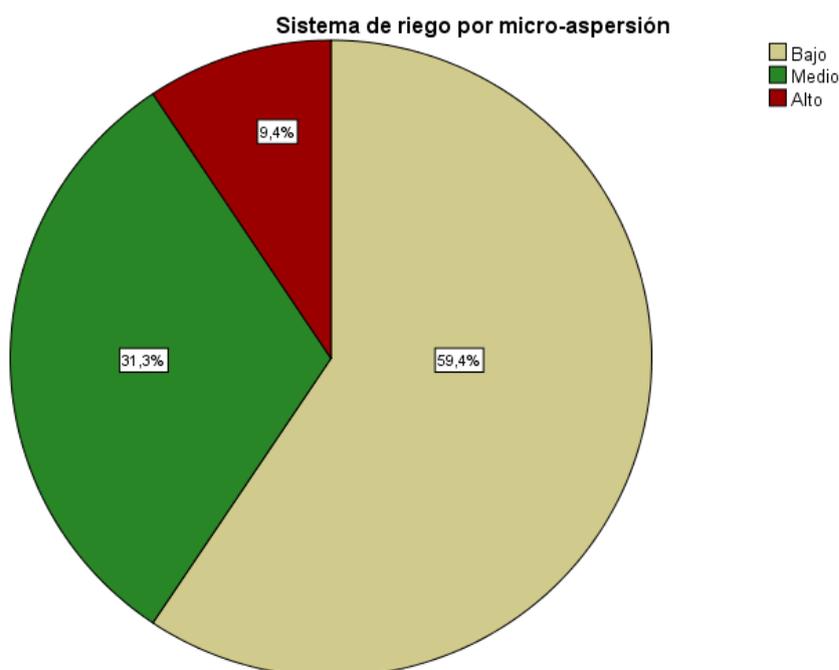
Se puede observar en la Figura 23, un 46,9% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel medio en la dimensión de Sistema de riego por goteo, un 42,2% un nivel bajo y un 10,9% un nivel alto en San Pedro de Barranca S.A.C.

Tabla 9. Sistema de riego por micro - aspersión

| Sistema de riego por micro - aspersión | | | | | |
|--|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
| Válido | Bajo | 38 | 59,4 | 59,4 | 59,4 |
| | Medio | 20 | 31,3 | 31,3 | 90,6 |
| | Alto | 6 | 9,4 | 9,4 | 100,0 |
| | Total | 64 | 100,0 | 100,0 | |

Fuente: Ficha de observación aplicada a los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

**Figura 24.** Sistema de riego por micro - aspersión

Se puede observar en la Figura 24, un 59,4% de los trabajadores de la empresa Agrícola manifiesta que existe un nivel bajo en la dimensión de sistema de riego por micro - aspersión, un 31,3% un nivel medio y un 9,4% un nivel alto en San Pedro de Barranca S.A.C.

4.3. Contrastación de hipótesis

Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: El sistema de control de humedad se relaciona significativamente con el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Hipótesis nula: El sistema de control de humedad no se relaciona significativamente con el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018.

Tabla 10: El sistema de control de humedad y el riego tecnificado

| | | | Sistema de control de humedad | Riego tecnificado |
|-----------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Rho de Spearman | Sistema de control de humedad | Coeficiente de correlación | 1,000 | ,734** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 |
| | | N | 64 | 64 |
| | Riego tecnificado | Coeficiente de correlación | ,734** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . |
| | | N | 64 | 64 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla 10 se obtuvo un coeficiente de correlación de $r = 0.734$, con una $p = 0.000$ ($p < 0.05$) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación directa y significativamente entre el sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018. Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud **buena**.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

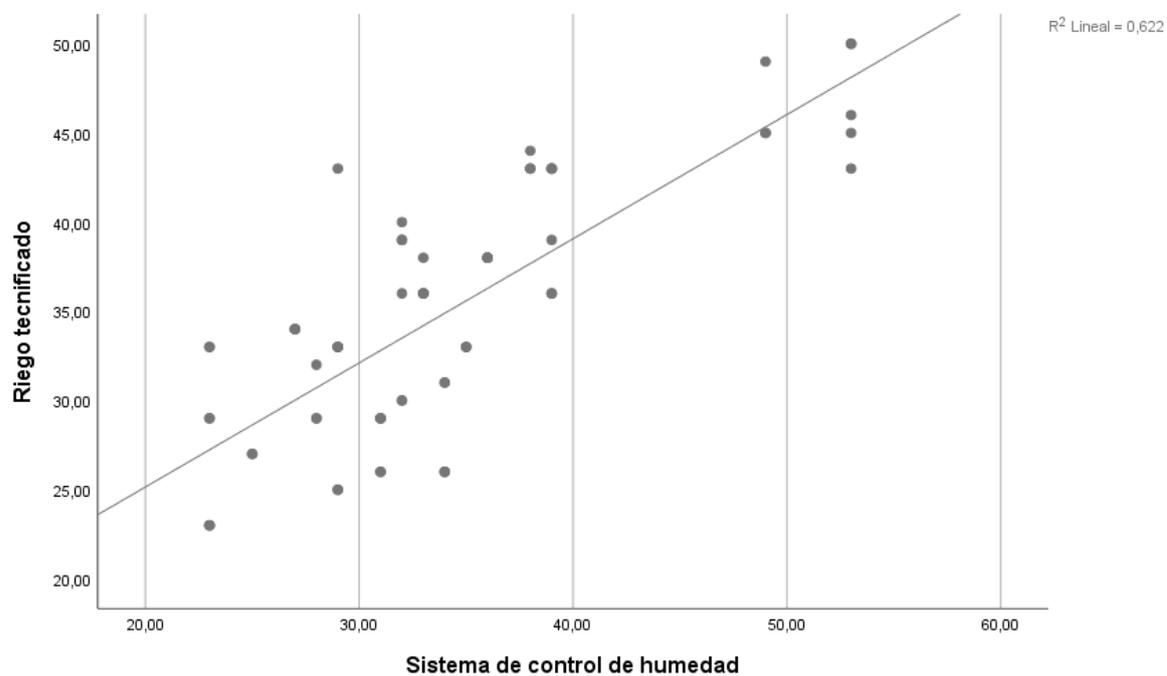


Figura 25. El sistema de control de y el riego tecnificado

Hipótesis Especifica 1

Hipótesis Alternativa: Los sensores se relacionan significativamente con el riego tecnificado.

Hipótesis nula: Los sensores no se relacionan significativamente con el riego tecnificado.

Tabla 11: Los sensores y el riego tecnificado.

| | | | Sensores | Riego tecnificado |
|-----------------|-------------------|----------------------------|----------|-------------------|
| Rho de Spearman | Sensores | Coeficiente de correlación | 1,000 | ,506** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 |
| | | N | 64 | 64 |
| | Riego tecnificado | Coeficiente de correlación | ,506** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . |
| | | N | 64 | 64 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla 11 se obtuvo un coeficiente de correlación de $r= 0.506$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación directa y significativamente entre los sensores y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018. Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud **moderado**.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

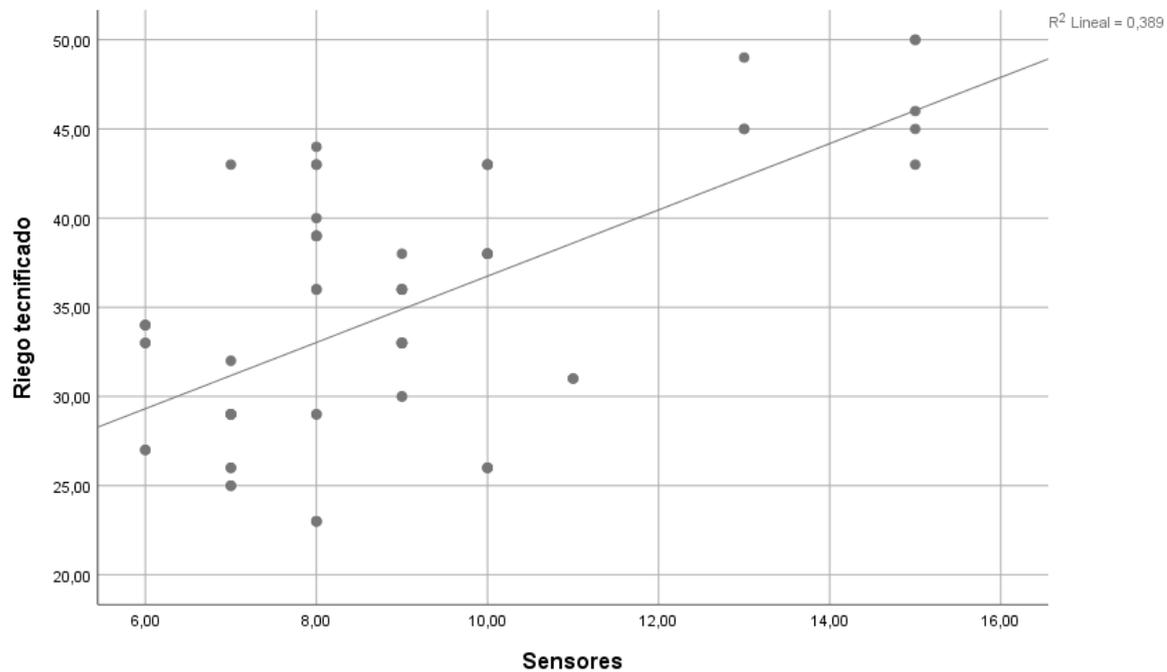


Figura 26. Los sensores y el riego tecnificado.

Hipótesis Especifica 2

Hipótesis Alternativa: El sistema de control se relaciona significativamente con el riego tecnificado.

Hipótesis nula: El sistema de control no se relaciona significativamente con el riego tecnificado.

Tabla 12: El sistema de control y el riego tecnificado.

| | | Sistema de control | Riego tecnificado |
|-------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
| Rho de Spearman | Sistema de control | 1,000 | ,765** |
| | | | |
| | Sig. (bilateral) | . | ,000 |
| | N | 64 | 64 |
| Riego tecnificado | Coeficiente de correlación | ,765** | 1,000 |
| | | | |
| | Sig. (bilateral) | ,000 | . |
| | N | 64 | 64 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla 12 se obtuvo un coeficiente de correlación de $r= 0.765$, con una $p=0.000(p<0.05)$ con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación directa y significativamente entre el sistema de control y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018. Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud **buena**.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

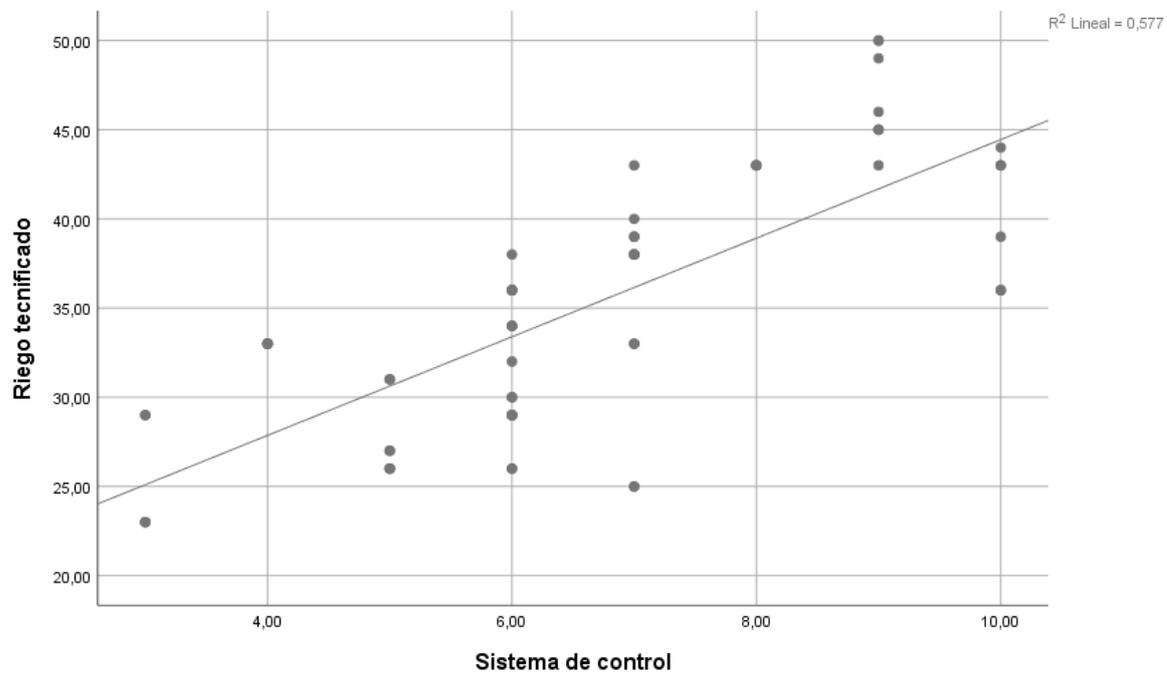


Figura 27. El sistema de control y el riego tecnificado.

Hipótesis Especifica 3

Hipótesis Alternativa: Las estrategias de control se relacionan significativamente con el riego tecnificado.

Hipótesis nula: Las estrategias de control no se relacionan significativamente con el riego tecnificado.

Tabla 13: Las estrategias de control y el riego tecnificado.

| | | | Estrategias de control | Riego tecnificado |
|-----------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------|
| Rho de Spearman | Estrategias de control | Coefficiente de correlación | 1,000 | ,686** |
| | | Sig. (bilateral) | . | ,000 |
| | | N | 64 | 64 |
| | Riego tecnificado | Coefficiente de correlación | ,686** | 1,000 |
| | | Sig. (bilateral) | ,000 | . |
| | | N | 64 | 64 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla 13 se obtuvo un coeficiente de correlación de $r = 0.686$, con una $p = 0.000$ ($p < 0.05$) con lo cual se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se puede evidenciar estadísticamente que existe una relación directa y significativamente entre las estrategias de control y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018. Se puede apreciar que el coeficiente de correlación es de una magnitud **buena**.

Para una mejor apreciación y comparación, se presenta la siguiente figura:

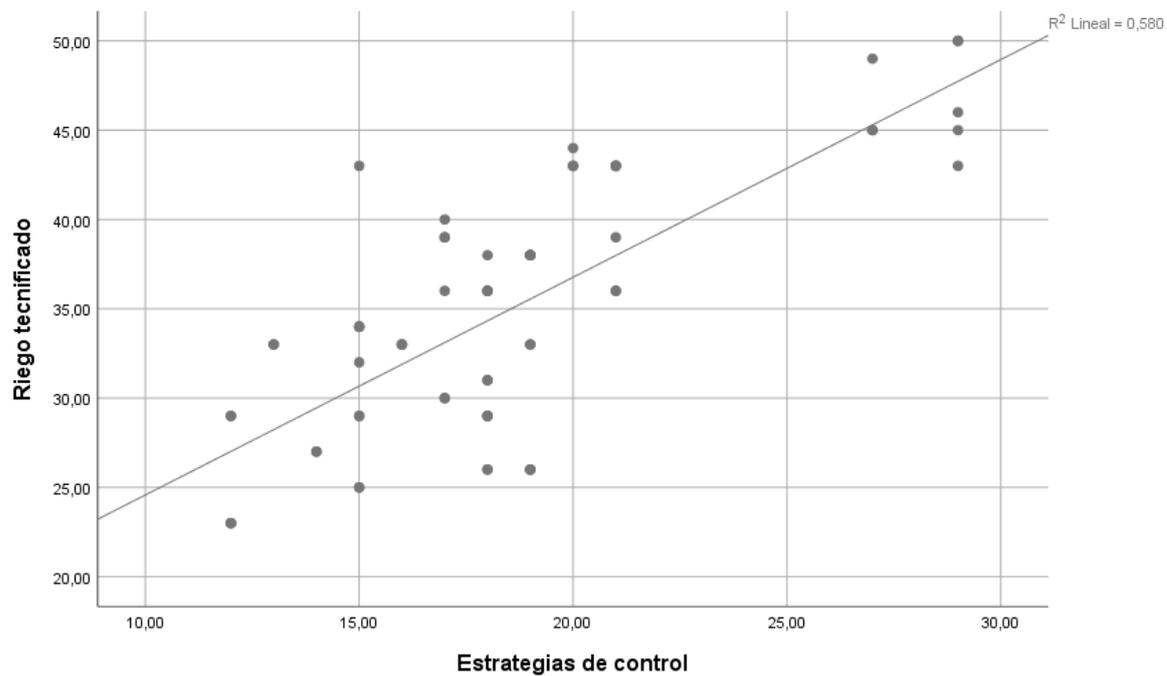


Figura 28. *Las estrategias de control y el riego tecnificado.*

Capítulo V. Discusión

5.1. Discusión

Los resultados estadísticos demuestran que “existe una relación directa y significativamente el sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.734, representando una buena asociación. Entre las variables estudiadas, luego analizamos estadísticamente por dimensiones las variables el cual la primera dimensión se puede apreciar también que existe relación directa entre los sensores y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.506, representando una moderada asociación.

En la segunda dimensión se puede apreciar también que existe una relación directa entre la dimensión el sistema de control y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.765, representando una buena asociación. En la tercera dimensión se puede apreciar también que existe una relación directa entre las estrategias de control y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.686, representando una buena asociación”. Llegados a este punto, estamos de acuerdo con lo dicho por Bilskie J. (1997.) que señala que: Hoy en día, los agricultores están prestando mayor atención en la medición continua del contenido de agua en el suelo, en orden a evaluar las

variaciones de humedad que suceden en el mismo y lograr el ajuste adecuado en la programación del riego.

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

“De las pruebas realizadas podemos concluir:

- 1. Primera:** Existe relación entre el sistema de control de humedad y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.734, representando una buena asociación.
- 2. Segunda:** Existe relación entre los sensores y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.506, representando una moderada asociación.
- 3. Tercera:** Existe relación entre el sistema de control y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.765, representando una buena asociación.
- 4. Cuarta:** Existe relación entre las estrategias de control y el riego tecnificado en los trabajadores de la empresa Agrícola San Pedro de Barranca S.A.C. Barranca – 2018, debido a la correlación de Spearman que devuelve un valor de 0.686, representando una buena asociación.

6.2. Recomendaciones

- Comprobar el funcionamiento del relé conjuntamente con el diodo y transistor.
- Testear la señal del sensor DHT11 antes de su implementación.
- Ampliar la cantidad de relés para lograr controlar mayor número de electroválvulas.
- Verificar los rangos máximo y mínimo de humedad establecidos previamente en la programación.
- Se puede adicionar un keypad para introducir los rangos de humedad y el set point.
- El sistema se puede mejorar y ampliar para no solamente controlar humedad sino también temperatura ya que el sensor DHT11 cuenta con esta característica.

Capítulo VII. Referencias bibliográficas

7.1. Fuentes bibliográficas

Albites, J., Alvitez, C. (2015). “Diseño de un sistema de riego por goteo para el cultivo de palto hass en parcela de 22 HA del subsector de riego ferreñafe. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.

Bilskie J., 1997. Using dielectric properties to measure soil water content. Sensors Magazine 14, 26-32

Fuentes Y, J. 2003. Técnicas de riego. Cuarta edición. Madrid- España. Ediciones Mundi-Prensa. 483 p.

LIOTTA, Mario A., Los Sistemas por Goteo y Micro-Aspersión

MINAGRI/ DGIAR –LIMA- PERU 2015, Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistema de Riego

Néstor Cabas M/ Edmundo Varas B., Mangas Plásticas para Riego

Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI). (2006). ¿Sabe usted qué es el programa de riego tecnificado? Programa de riego tecnificado, 1, pp. 4 – 5

Saldarriaga M. 2012. Sistemas de riego. Colombia. Grupo Latino Editores, 348p.

Takaezu, D. (2017). Diseño para la implementación de un sistema de riego tecnificado en el campamento villa cuajone, Southern Peru Copper Corporation, Moquegua, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. Perú.

Whalley W,R., Dean T.J., Izzard P., 1992. Evaluation of the capacitance technique as a method for dynamically measuring soil water content. Journal of Agricultural Engineering Research, 52:147-155

- Muso y Quillupangui (2018); Diseño e implementación del control de humedad en un invernadero del campus Salache. tesis pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga. Ecuador.
- Chango y Llenez (2021); Sistema de monitoreo de temperatura, humedad y control de agua para cultivos del invernadero n°2 del Campus Salache. tesis pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga. Ecuador.
- Castillo (2021). Diseño de un sistema de riego automatizado para cultivos de ciclo corto con Arduino. Estudio de caso Pimiento .tesis pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.
- Espinoza, (2021). Diseño y construcción de un sistema de riego automatizado modular para el ahorro de agua, monitoreando la humedad y temperatura a tiempo real en Tacna, en el año 2020, tesis pregrado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna – Perú
- Ortiz y Zuñiga (2019). Diseño de un sistema de control automático de temperatura y humedad para una incubadora de huevos en la industria avícola, tesis pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú
- Arellano y Gomez (2018). Diseño de un sistema de control de temperatura y humedad relativa, basado en PID en un ambiente cerrado con fines agrícolas, tesis pregrado. Universidad de San Martín de Porres, Perú.
- Sandoval (2020). Diseño de sistema de riego tecnificado, para ampliación e incremento vegetativo del arroz, fundo Campodónico, La Victoria Chiclayo. Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo – Perú.
- Martillo & Suarez (2018). Diseño de un sistema de riego autónomo controlado con Arduino y alimentado por energía solar fotovoltaica. Tesis pregrado, Universidad de Guayaquil. Guayaquil – Ecuador.

7.2. Fuentes electrónicas

AgrodataPeru. 2015. Boletín INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) (en línea). Consultado el 8 de setiembre del 2017. Disponible en: www.agrodataperu.com/2015/12/23681.html

Hsiang - Chuan Liu; Sung; Yao. (2015). Computing, Control, Information and Education Engineering: Proceedings of ... - Google Libros. Retrieved February 7, 2017, from <https://books.google.com.ec/books?id=4SPSCgAAQBAJ&lpg=PA876&dq=sensordth11enespañol&hl=es&pg=PA876#v=onepage&q=sensordth11enespañol&f=false>.

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de consistencia

Anexo N°2: Confiabilidad de Alfa Cronbach

Anexo N°3: Base de datos

Anexo N°2: Confiabilidad de Alfa Cronbach

CONFIABILIDAD

FORMULACIÓN

El alfa de Cronbach sigue siendo un promedio ponderado de las correlaciones entre las variables (o artículos) incluidos en la escala. Se puede calcular de dos formas: a partir de las varianzas o correlaciones entre los artículos. Cabe señalar que ambas fórmulas son versiones de esta y que pueden derivarse entre sí.

A partir de las varianzas

A partir de las varianzas, el alfa de Cronbach se calcula así:

$$\alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right],$$

Donde:

- S_i^2 es la varianza del ítem i ,
- S_t^2 es la varianza de la suma de todos los ítems y
- K es el número de preguntas o ítems.

A partir de las correlaciones entre los ítems

A partir de las correlaciones entre los ítems, el alfa de Cronbach se calcula así:

$$\alpha = \frac{np}{1 + p(n-1)},$$

donde

- n es el número de ítems y
- p es el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems.

Midiendo los ítems del cuestionario

Estadísticos de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| ,873 | 22 |

Anexo N°3: Base de datos

| N | Sistema de control de humedad | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------|---|---|----|-------|--------------------|---|----|-------|------------------------|---|---|---|----|----|-----|-------|----|-------|
| | Sensores | | | | | Sistema de control | | | | Estrategias de control | | | | | | ST1 | X | | |
| | 1 | 2 | 3 | S1 | D1 | 4 | 5 | S2 | D2 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | S3 | D3 |
| 1 | 3 | 2 | 2 | 7 | Bajo | 5 | 1 | 6 | Medio | 3 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 | 15 | Medio | 28 | Medio |
| 2 | 1 | 5 | 1 | 7 | Bajo | 3 | 4 | 7 | Medio | 1 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 15 | Medio | 29 | Medio |
| 3 | 3 | 2 | 3 | 8 | Medio | 5 | 5 | 10 | Alto | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 3 | 21 | Medio | 39 | Medio |
| 4 | 5 | 3 | 5 | 13 | Alto | 5 | 4 | 9 | Alto | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 27 | Alto | 49 | Alto |
| 5 | 2 | 3 | 5 | 10 | Medio | 4 | 4 | 8 | Medio | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 21 | Medio | 39 | Medio |
| 6 | 4 | 4 | 2 | 10 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 19 | Medio | 34 | Medio |
| 7 | 3 | 3 | 4 | 10 | Medio | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 | 19 | Medio | 36 | Medio |
| 8 | 4 | 2 | 3 | 9 | Medio | 2 | 4 | 6 | Medio | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 18 | Medio | 33 | Medio |
| 9 | 2 | 2 | 4 | 8 | Medio | 1 | 2 | 3 | Bajo | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 12 | Bajo | 23 | Bajo |
| 10 | 2 | 2 | 4 | 8 | Medio | 3 | 4 | 7 | Medio | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 17 | Medio | 32 | Medio |
| 11 | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo | 2 | 4 | 6 | Medio | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 15 | Medio | 27 | Medio |
| 12 | 3 | 5 | 1 | 9 | Medio | 3 | 1 | 4 | Bajo | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 | 16 | Medio | 29 | Medio |
| 13 | 2 | 3 | 2 | 7 | Bajo | 3 | 3 | 6 | Medio | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 18 | Medio | 31 | Medio |
| 14 | 4 | 1 | 3 | 8 | Medio | 5 | 5 | 10 | Alto | 4 | 1 | 3 | 5 | 5 | 2 | 20 | Medio | 38 | Medio |
| 15 | 3 | 2 | 4 | 9 | Medio | 2 | 4 | 6 | Medio | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 17 | Medio | 32 | Medio |
| 16 | 5 | 5 | 5 | 15 | Alto | 5 | 4 | 9 | Alto | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 29 | Alto | 53 | Alto |
| 17 | 3 | 3 | 5 | 11 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 2 | 18 | Medio | 34 | Medio |
| 18 | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo | 1 | 4 | 5 | Bajo | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 14 | Bajo | 25 | Bajo |
| 19 | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 13 | Bajo | 23 | Bajo |
| 20 | 2 | 2 | 4 | 8 | Medio | 1 | 2 | 3 | Bajo | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 12 | Bajo | 23 | Bajo |
| 21 | 3 | 3 | 3 | 9 | Medio | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 19 | Medio | 35 | Medio |
| 22 | 5 | 5 | 5 | 15 | Alto | 5 | 4 | 9 | Alto | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 29 | Alto | 53 | Alto |
| 23 | 2 | 3 | 2 | 7 | Bajo | 4 | 2 | 6 | Medio | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 5 | 18 | Medio | 31 | Medio |
| 24 | 3 | 2 | 2 | 7 | Bajo | 5 | 1 | 6 | Medio | 3 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 | 15 | Medio | 28 | Medio |
| 25 | 1 | 5 | 1 | 7 | Bajo | 3 | 4 | 7 | Medio | 1 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 15 | Medio | 29 | Medio |
| 26 | 3 | 2 | 3 | 8 | Medio | 5 | 5 | 10 | Alto | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 3 | 21 | Medio | 39 | Medio |
| 27 | 5 | 3 | 5 | 13 | Alto | 5 | 4 | 9 | Alto | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 27 | Alto | 49 | Alto |
| 28 | 2 | 3 | 5 | 10 | Medio | 4 | 4 | 8 | Medio | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 21 | Medio | 39 | Medio |
| 29 | 4 | 4 | 2 | 10 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 19 | Medio | 34 | Medio |
| 30 | 3 | 3 | 4 | 10 | Medio | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 | 19 | Medio | 36 | Medio |
| 31 | 4 | 2 | 3 | 9 | Medio | 2 | 4 | 6 | Medio | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 18 | Medio | 33 | Medio |
| 32 | 2 | 2 | 4 | 8 | Medio | 1 | 2 | 3 | Bajo | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 12 | Bajo | 23 | Bajo |
| 33 | 2 | 2 | 4 | 8 | Medio | 3 | 4 | 7 | Medio | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 17 | Medio | 32 | Medio |
| 34 | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo | 2 | 4 | 6 | Medio | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 15 | Medio | 27 | Medio |
| 35 | 3 | 5 | 1 | 9 | Medio | 3 | 1 | 4 | Bajo | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 | 16 | Medio | 29 | Medio |
| 36 | 2 | 3 | 2 | 7 | Bajo | 3 | 3 | 6 | Medio | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 18 | Medio | 31 | Medio |
| 37 | 4 | 1 | 3 | 8 | Medio | 5 | 5 | 10 | Alto | 4 | 1 | 3 | 5 | 5 | 2 | 20 | Medio | 38 | Medio |
| 38 | 3 | 2 | 4 | 9 | Medio | 2 | 4 | 6 | Medio | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 17 | Medio | 32 | Medio |
| 39 | 5 | 5 | 5 | 15 | Alto | 5 | 4 | 9 | Alto | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 29 | Alto | 53 | Alto |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|----|-------|---|---|----|-------|---|---|---|---|---|---|----|-------|----|-------|
| 40 | 3 | 3 | 5 | 11 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 2 | 18 | Medio | 34 | Medio |
| 41 | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo | 1 | 4 | 5 | Bajo | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 14 | Bajo | 25 | Bajo |
| 42 | 2 | 2 | 2 | 6 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 13 | Bajo | 23 | Bajo |
| 43 | 2 | 2 | 4 | 8 | Medio | 1 | 2 | 3 | Bajo | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 12 | Bajo | 23 | Bajo |
| 44 | 3 | 3 | 3 | 9 | Medio | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 19 | Medio | 35 | Medio |
| 45 | 5 | 5 | 5 | 15 | Alto | 5 | 4 | 9 | Alto | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 29 | Alto | 53 | Alto |
| 46 | 2 | 3 | 2 | 7 | Bajo | 4 | 2 | 6 | Medio | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 5 | 18 | Medio | 31 | Medio |
| 47 | 3 | 3 | 4 | 10 | Medio | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 | 19 | Medio | 36 | Medio |
| 48 | 4 | 2 | 3 | 9 | Medio | 2 | 4 | 6 | Medio | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 18 | Medio | 33 | Medio |
| 49 | 3 | 2 | 2 | 7 | Bajo | 5 | 1 | 6 | Medio | 3 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 | 15 | Medio | 28 | Medio |
| 50 | 1 | 5 | 1 | 7 | Bajo | 3 | 4 | 7 | Medio | 1 | 5 | 1 | 3 | 4 | 1 | 15 | Medio | 29 | Medio |
| 51 | 3 | 2 | 3 | 8 | Medio | 5 | 5 | 10 | Alto | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 3 | 21 | Medio | 39 | Medio |
| 52 | 5 | 3 | 5 | 13 | Alto | 5 | 4 | 9 | Alto | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 27 | Alto | 49 | Alto |
| 53 | 2 | 3 | 5 | 10 | Medio | 4 | 4 | 8 | Medio | 2 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 21 | Medio | 39 | Medio |
| 54 | 4 | 4 | 2 | 10 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 19 | Medio | 34 | Medio |
| 55 | 3 | 3 | 4 | 10 | Medio | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 | 19 | Medio | 36 | Medio |
| 56 | 4 | 2 | 3 | 9 | Medio | 2 | 4 | 6 | Medio | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 18 | Medio | 33 | Medio |
| 57 | 2 | 2 | 4 | 8 | Medio | 1 | 2 | 3 | Bajo | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 12 | Bajo | 23 | Bajo |
| 58 | 2 | 2 | 4 | 8 | Medio | 3 | 4 | 7 | Medio | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 17 | Medio | 32 | Medio |
| 59 | 1 | 3 | 2 | 6 | Bajo | 2 | 4 | 6 | Medio | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 15 | Medio | 27 | Medio |
| 60 | 3 | 5 | 1 | 9 | Medio | 3 | 1 | 4 | Bajo | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 | 16 | Medio | 29 | Medio |
| 61 | 2 | 3 | 2 | 7 | Bajo | 3 | 3 | 6 | Medio | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 18 | Medio | 31 | Medio |
| 62 | 4 | 1 | 3 | 8 | Medio | 5 | 5 | 10 | Alto | 4 | 1 | 3 | 5 | 5 | 2 | 20 | Medio | 38 | Medio |
| 63 | 3 | 2 | 4 | 9 | Medio | 2 | 4 | 6 | Medio | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 17 | Medio | 32 | Medio |
| 64 | 5 | 5 | 5 | 15 | Alto | 5 | 4 | 9 | Alto | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 29 | Alto | 53 | Alto |

| N | Riego tecnificado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ST2 | Y |
|----|--------------------------------|----|----|----|-------|-----------------------------|----|----|----|----|-------|----------------------------|----|----|-------|--------------------------------------|----|----|-------|----|-------|---|
| | Sistema de riego por aspersión | | | | | Sistema de riego con mangas | | | | | | Sistema de riego por goteo | | | | Sistema de riego por micro-aspersión | | | | | | |
| | 12 | 13 | 14 | S1 | D1 | 15 | 16 | 17 | 18 | S2 | D2 | 19 | 20 | S3 | D3 | 21 | 22 | S4 | D4 | | | |
| 1 | 5 | 1 | 5 | 11 | Medio | 3 | 4 | 1 | 2 | 10 | Bajo | 4 | 2 | 6 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 32 | Medio | |
| 2 | 3 | 4 | 4 | 11 | Medio | 5 | 5 | 3 | 4 | 17 | Alto | 3 | 3 | 6 | Medio | 4 | 5 | 9 | Alto | 43 | Alto | |
| 3 | 5 | 5 | 1 | 11 | Medio | 3 | 5 | 3 | 3 | 14 | Medio | 3 | 3 | 6 | Medio | 2 | 3 | 5 | Bajo | 36 | Medio | |
| 4 | 5 | 4 | 5 | 14 | Alto | 5 | 4 | 2 | 5 | 16 | Medio | 4 | 5 | 9 | Alto | 5 | 5 | 10 | Alto | 49 | Alto | |
| 5 | 4 | 4 | 5 | 13 | Alto | 2 | 4 | 4 | 5 | 15 | Medio | 4 | 5 | 9 | Alto | 3 | 3 | 6 | Medio | 43 | Alto | |
| 6 | 3 | 2 | 2 | 7 | Bajo | 4 | 2 | 2 | 2 | 10 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 1 | 4 | 5 | Bajo | 26 | Bajo | |
| 7 | 2 | 5 | 4 | 11 | Medio | 3 | 5 | 4 | 4 | 16 | Medio | 4 | 2 | 6 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 38 | Medio | |
| 8 | 2 | 4 | 3 | 9 | Medio | 4 | 5 | 3 | 3 | 15 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 4 | 3 | 7 | Medio | 36 | Medio | |
| 9 | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo | 2 | 2 | 3 | 4 | 11 | Medio | 3 | 1 | 4 | Bajo | 2 | 1 | 3 | Bajo | 23 | Bajo | |
| 10 | 3 | 4 | 4 | 11 | Medio | 2 | 5 | 5 | 4 | 16 | Medio | 5 | 3 | 8 | Medio | 2 | 2 | 4 | Bajo | 39 | Medio | |
| 11 | 2 | 4 | 5 | 11 | Medio | 1 | 5 | 2 | 2 | 10 | Bajo | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 6 | Medio | 34 | Medio | |
| 12 | 3 | 1 | 4 | 8 | Medio | 3 | 4 | 5 | 1 | 13 | Medio | 5 | 2 | 7 | Medio | 2 | 3 | 5 | Bajo | 33 | Medio | |
| 13 | 3 | 3 | 4 | 10 | Medio | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 1 | 5 | 6 | Medio | 29 | Medio | |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 15 | Alto | 4 | 4 | 5 | 3 | 16 | Medio | 5 | 2 | 7 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 43 | Alto | |
| 15 | 2 | 4 | 1 | 7 | Bajo | 3 | 5 | 2 | 4 | 14 | Medio | 2 | 2 | 4 | Bajo | 3 | 2 | 5 | Bajo | 30 | Medio | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|----|-------|---|---|---|---|----|-------|---|---|---|-------|---|---|----|-------|----|-------|
| 16 | 5 | 4 | 5 | 14 | Alto | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 | Alto | 5 | 2 | 7 | Medio | 5 | 5 | 10 | Alto | 50 | Alto |
| 17 | 3 | 2 | 4 | 9 | Medio | 3 | 4 | 2 | 5 | 14 | Medio | 2 | 2 | 4 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 31 | Medio |
| 18 | 1 | 4 | 3 | 8 | Medio | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | Bajo | 3 | 2 | 5 | Bajo | 2 | 3 | 5 | Bajo | 27 | Medio |
| 19 | 2 | 2 | 5 | 9 | Medio | 2 | 5 | 3 | 2 | 12 | Medio | 3 | 1 | 4 | Bajo | 5 | 3 | 8 | Medio | 33 | Medio |
| 20 | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo | 2 | 2 | 5 | 4 | 13 | Medio | 5 | 3 | 8 | Medio | 2 | 1 | 3 | Bajo | 29 | Medio |
| 21 | 2 | 5 | 4 | 11 | Medio | 3 | 1 | 2 | 3 | 9 | Bajo | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 6 | Medio | 33 | Medio |
| 22 | 5 | 4 | 5 | 14 | Alto | 5 | 4 | 4 | 5 | 18 | Alto | 5 | 2 | 7 | Medio | 5 | 2 | 7 | Medio | 46 | Alto |
| 23 | 4 | 2 | 5 | 11 | Medio | 2 | 1 | 3 | 2 | 8 | Bajo | 3 | 2 | 5 | Bajo | 1 | 1 | 2 | Bajo | 26 | Bajo |
| 24 | 5 | 1 | 5 | 11 | Medio | 3 | 4 | 1 | 2 | 10 | Bajo | 1 | 2 | 3 | Bajo | 3 | 2 | 5 | Bajo | 29 | Medio |
| 25 | 3 | 4 | 4 | 11 | Medio | 1 | 1 | 3 | 1 | 6 | Bajo | 3 | 3 | 6 | Medio | 1 | 1 | 2 | Bajo | 25 | Bajo |
| 26 | 5 | 5 | 1 | 11 | Medio | 3 | 5 | 3 | 3 | 14 | Medio | 3 | 3 | 6 | Medio | 2 | 3 | 5 | Bajo | 36 | Medio |
| 27 | 5 | 4 | 5 | 14 | Alto | 5 | 4 | 2 | 5 | 16 | Medio | 2 | 3 | 5 | Bajo | 5 | 5 | 10 | Alto | 45 | Alto |
| 28 | 4 | 4 | 5 | 13 | Alto | 2 | 4 | 4 | 5 | 15 | Medio | 4 | 5 | 9 | Alto | 3 | 3 | 6 | Medio | 43 | Alto |
| 29 | 3 | 2 | 2 | 7 | Bajo | 4 | 2 | 2 | 2 | 10 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 1 | 4 | 5 | Bajo | 26 | Bajo |
| 30 | 2 | 5 | 4 | 11 | Medio | 3 | 5 | 4 | 4 | 16 | Medio | 4 | 2 | 6 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 38 | Medio |
| 31 | 2 | 4 | 3 | 9 | Medio | 4 | 5 | 3 | 3 | 15 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 4 | 3 | 7 | Medio | 36 | Medio |
| 32 | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo | 2 | 2 | 3 | 4 | 11 | Medio | 3 | 1 | 4 | Bajo | 2 | 1 | 3 | Bajo | 23 | Bajo |
| 33 | 3 | 4 | 4 | 11 | Medio | 2 | 5 | 5 | 4 | 16 | Medio | 5 | 4 | 9 | Alto | 2 | 2 | 4 | Bajo | 40 | Medio |
| 34 | 2 | 4 | 5 | 11 | Medio | 1 | 5 | 2 | 2 | 10 | Bajo | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 6 | Medio | 34 | Medio |
| 35 | 3 | 1 | 4 | 8 | Medio | 3 | 4 | 5 | 1 | 13 | Medio | 5 | 2 | 7 | Medio | 2 | 3 | 5 | Bajo | 33 | Medio |
| 36 | 3 | 3 | 4 | 10 | Medio | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 1 | 5 | 6 | Medio | 29 | Medio |
| 37 | 5 | 5 | 5 | 15 | Alto | 4 | 4 | 5 | 4 | 17 | Alto | 5 | 2 | 7 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 44 | Alto |
| 38 | 2 | 4 | 1 | 7 | Bajo | 3 | 5 | 2 | 4 | 14 | Medio | 2 | 2 | 4 | Bajo | 3 | 2 | 5 | Bajo | 30 | Medio |
| 39 | 5 | 4 | 5 | 14 | Alto | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 | Alto | 5 | 2 | 7 | Medio | 5 | 5 | 10 | Alto | 50 | Alto |
| 40 | 3 | 2 | 4 | 9 | Medio | 3 | 4 | 2 | 5 | 14 | Medio | 2 | 2 | 4 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 31 | Medio |
| 41 | 1 | 4 | 3 | 8 | Medio | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | Bajo | 3 | 2 | 5 | Bajo | 2 | 3 | 5 | Bajo | 27 | Medio |
| 42 | 2 | 2 | 5 | 9 | Medio | 2 | 5 | 3 | 2 | 12 | Medio | 3 | 1 | 4 | Bajo | 5 | 3 | 8 | Medio | 33 | Medio |
| 43 | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo | 2 | 2 | 5 | 4 | 13 | Medio | 5 | 3 | 8 | Medio | 2 | 1 | 3 | Bajo | 29 | Medio |
| 44 | 2 | 5 | 4 | 11 | Medio | 3 | 1 | 2 | 3 | 9 | Bajo | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 6 | Medio | 33 | Medio |
| 45 | 5 | 4 | 5 | 14 | Alto | 5 | 4 | 1 | 5 | 15 | Medio | 5 | 2 | 7 | Medio | 5 | 2 | 7 | Medio | 43 | Alto |
| 46 | 4 | 2 | 5 | 11 | Medio | 2 | 1 | 3 | 2 | 8 | Bajo | 3 | 2 | 5 | Bajo | 1 | 1 | 2 | Bajo | 26 | Bajo |
| 47 | 2 | 5 | 4 | 11 | Medio | 3 | 5 | 4 | 4 | 16 | Medio | 4 | 2 | 6 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 38 | Medio |
| 48 | 2 | 4 | 3 | 9 | Medio | 4 | 5 | 3 | 3 | 15 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 4 | 3 | 7 | Medio | 36 | Medio |
| 49 | 5 | 1 | 5 | 11 | Medio | 3 | 4 | 1 | 2 | 10 | Bajo | 1 | 2 | 3 | Bajo | 3 | 2 | 5 | Bajo | 29 | Medio |
| 50 | 3 | 4 | 4 | 11 | Medio | 1 | 1 | 3 | 1 | 6 | Bajo | 3 | 3 | 6 | Medio | 1 | 1 | 2 | Bajo | 25 | Bajo |
| 51 | 5 | 5 | 1 | 11 | Medio | 3 | 5 | 3 | 3 | 14 | Medio | 5 | 4 | 9 | Alto | 2 | 3 | 5 | Bajo | 39 | Medio |
| 52 | 5 | 4 | 5 | 14 | Alto | 5 | 4 | 2 | 5 | 16 | Medio | 2 | 3 | 5 | Bajo | 5 | 5 | 10 | Alto | 45 | Alto |
| 53 | 4 | 4 | 5 | 13 | Alto | 2 | 4 | 4 | 5 | 15 | Medio | 4 | 5 | 9 | Alto | 3 | 3 | 6 | Medio | 43 | Alto |
| 54 | 3 | 2 | 2 | 7 | Bajo | 4 | 2 | 2 | 2 | 10 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 1 | 4 | 5 | Bajo | 26 | Bajo |
| 55 | 2 | 5 | 4 | 11 | Medio | 3 | 5 | 4 | 4 | 16 | Medio | 4 | 2 | 6 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 38 | Medio |
| 56 | 2 | 4 | 3 | 9 | Medio | 4 | 5 | 3 | 5 | 17 | Alto | 3 | 2 | 5 | Bajo | 4 | 3 | 7 | Medio | 38 | Medio |
| 57 | 1 | 2 | 2 | 5 | Bajo | 2 | 2 | 3 | 4 | 11 | Medio | 3 | 1 | 4 | Bajo | 2 | 1 | 3 | Bajo | 23 | Bajo |
| 58 | 3 | 4 | 4 | 11 | Medio | 2 | 5 | 5 | 4 | 16 | Medio | 5 | 3 | 8 | Medio | 2 | 2 | 4 | Bajo | 39 | Medio |
| 59 | 2 | 4 | 5 | 11 | Medio | 1 | 5 | 2 | 2 | 10 | Bajo | 2 | 5 | 7 | Medio | 3 | 3 | 6 | Medio | 34 | Medio |
| 60 | 3 | 1 | 4 | 8 | Medio | 3 | 4 | 5 | 1 | 13 | Medio | 5 | 2 | 7 | Medio | 2 | 3 | 5 | Bajo | 33 | Medio |
| 61 | 3 | 3 | 4 | 10 | Medio | 2 | 3 | 2 | 2 | 9 | Bajo | 2 | 2 | 4 | Bajo | 1 | 5 | 6 | Medio | 29 | Medio |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|-----------|------|---|---|---|---|-----------|-------|---|---|----------|-------|---|---|----------|-------|-----------|-------|
| 62 | 5 | 5 | 5 | 15 | Alto | 4 | 4 | 5 | 3 | 16 | Medio | 5 | 2 | 7 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 43 | Alto |
| 63 | 2 | 4 | 1 | 7 | Bajo | 3 | 5 | 2 | 4 | 14 | Medio | 5 | 4 | 9 | Alto | 1 | 5 | 6 | Medio | 36 | Medio |
| 64 | 5 | 4 | 5 | 14 | Alto | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 | Alto | 5 | 2 | 7 | Medio | 3 | 2 | 5 | Bajo | 45 | Alto |