



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA

EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA

INGENIERÍA EN SISTEMAS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS

TEMA:

CONTROL DE HUMEDAD UTILIZANDO SISTEMAS DE APOYO DE TOMA DE DECISIONES EN UNA PLANTACIÓN DE CACAO EN EL SECTOR DE PUEBLO NUEVO PARROQUIA FEBRES CORDERO.

EGRESADO:

ROSADO MERELO ALEX OSWALDO

TUTOR:

ING. GUERRERO TORRES HUGO JAVIER

Año

2023

INTRODUCCIÓN

El sector rural de Pueblo Nuevo, (Febres Cordero) es un sector dedicado a la agricultura, donde principalmente se cultivan productos como el arroz, soya, maíz, pero estos son productos en su mayoría estacionales ya que unos necesitan abundante agua y otros muy poca, a diferencia de estos productos el cacao es uno de los que mayoritariamente se cultiva ya sea por su gran demanda a nivel mundial ya que con el grano de cacao ecuatoriano se prepara unos de los chocolates más apetecidos en el mundo, y también en nuestro país es uno de los principales sustentos económicos para la mayor parte de familias dedicadas al cultivo de cacao.

Esta zona se caracteriza por tener una alta humedad lo que ayuda al cultivo de cacao a utilizar un sistema de riego que requiere poca frecuencia, aun así, la efectividad de este sistema no siempre es adecuada debido a que en varias ocasiones las raíces de estos árboles no reciben la cantidad de agua suficiente, debido a que el terreno cuenta con áreas arenosas que no permiten una retención adecuada de agua sobre todo si son árboles considerados viejos, mayores a 8 años perjudicando así la producción y la calidad del producto.

La finca del **Sr Oswaldo Rosado**, aunque tiene árboles frutales y otros cultivos, mayoritariamente tiene una plantación de cacao. Posee un sistema de riego tecnificado con el cual realiza el riego regularmente cada semana en verano y en invierno parcialmente tomando en cuenta la cantidad de agua que cae con las lluvias. Aun así, la cantidad de agua que llega a las raíces de estos árboles no se puede controlar ni medir lo que ha producido que, en algunas partes de los terrenos cultivados, la producción disminuya observando también árboles marchitándose debido a la cantidad de agua insuficiente que llega a estos árboles.

PALABRAS CLAVES: demanda mundial, cacao, chocolate, humedad, árboles.

INTRODUCTION

The rural sector of Pueblo Nuevo, (Febres Cordero) is a sector dedicated to agriculture, where products such as rice, soybeans, corn are mainly grown, but these are mostly seasonal products since some need abundant water and others very little. Unlike these products, cocoa is one of those that is mostly cultivated, either because of its great demand worldwide or because some of the most desired chocolates in the world are prepared with the Ecuadorian caca bean, and also in our country it is one of the main economic livelihoods for most of the families dedicated to the cultivation of cocoa.

This area is characterized by high humidity, which helps the cocoa crop to use an irrigation system that requires little frequency, even so, the effectiveness of this system is not always adequate because on several occasions the roots of these trees They do not receive a sufficient amount of water, especially if they are considered old trees, older than 8 years, thus damaging the production and quality of the product.

Mr. Oswaldo Rosado's farm, although it has fruit trees and other crops, mostly has a cocoa plantation. He has a technical irrigation system with which he waters regularly every week in summer and in winter partially taking into account the amount of water that falls with the rains. Even so, the amount of water that reaches the roots of these trees cannot be controlled or measured, which has caused that, in some parts of the cultivated land, the production decreases, also observing trees withering due to the insufficient amount of water that come to these trees.

KEY WORDS: world demand, cocoa, chocolate, humidity, trees.

DESARROLLO

La utilización de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en la agricultura permite controlar, y en algunas situaciones, prever la necesidad de fertilización, riego, etc. Las plantaciones de cacao no requieren riego constante debido a las características de humedad del sector de Pueblo Nuevo, pero si necesitan un control de cómo se está aprovechando esta agua y si llega de manera adecuada a las raíces de los árboles, sobre todo a los que tiene mayor tiempo plantados, 8 años al menos, cuyas raíces se encuentran muy profundas.

Por estas razones se hizo un estudio que permita monitorear la humedad adecuada mediante la medición de la cantidad de agua que requiere cada sector del terreno indicado con la intervención de herramientas tecnológicas especializadas en este tipo de productos.

Una cantidad de agua suficiente es vital para el desarrollo de las plantas y es la principal tarea de los agricultores el mantenerla. La falta de riego provoca marchitamiento, ya que las plantas ponen todo su empeño en absorber la escasa agua del suelo con sus raíces, no que dándoles energía para madurar y obtener buenas cosechas. Una humedad suficiente, ayuda a las plantas a sobrevivir a eventos de estrés regulares, manteniéndose sanas y alcanzando su pleno desarrollo. Un riego excesivo, por su parte, provoca la putrefacción de las raíces y corta el suministro de oxígeno, destruyendo finalmente la planta. (EOS Data Analytics, 2023)

La plantación de cacao se encuentra ubicada en el sector de Pueblo Nuevo parroquia Febres Cordero, perteneciente al sr. Víctor Oswaldo Rosado Rosales, actualmente la plantación de cacao cuenta con un terreno tecnificado sin sistemas de riegos sofisticados tampoco cuenta con sistemas inteligentes, realizando el regío de toda la plantación a través de los canales de riego, pero, al no contar con un terreno

totalmente nivelado, no todos los árboles reciben la cantidad de agua necesaria que necesitan para mantener húmedas sus raíces, esto perjudica para un correcto desarrollo y una buena producción de cacao.

El objetivo general de esta investigación es optimizar la cantidad de agua que se utilizará en el riego de la plantación de cacao para obtener la humedad adecuada ayudando a mejorar la producción de cacao.

De este objetivo general se pueden desglosar los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los requerimientos actuales e históricos de agua en la plantación de cacao del Sr. Osvaldo Rosado.
- Apoyar la distribución adecuada del agua en la plantación de cacao al utilizar tecnologías de control de humedad.
- Evaluar tecnologías que permitan facilitar el control de humedad deseado en toda la plantación de cacao.

La línea de investigación de este estudio de caso es Sistemas de información y comunicación, emprendimiento e innovación y la sublínea es Redes y tecnologías inteligentes de software y hardware. La importancia de esta línea y sublíneas de investigación para este estudio es vital, nos permite analizar más detalladamente las necesidades y requerimientos requeridos para hallar la solución del problema a través de los diferentes tipos de tecnologías y softwares especializados en este campo de la investigación.

La importancia que tiene el agua en las plantaciones de cacao es fundamental por varios factores como:

El agua representa un 80 a 90% del peso en los tejidos activos de las plantas, constituyéndose no solamente en la materia prima de la fotosíntesis, sino que participa

como elemento activo en sus transformaciones. En la fisiología de las plantas el agua es de mucha importancia en muchos aspectos ya que como principal disolvente universal disuelve todos los minerales contenidos en el suelo (Pozo, 2017)

Según (CACAO movil, s.f.) El cacao produce vainas (también conocidas como mazorcas o frutos) que contienen las semillas de cacao. Estas vainas necesitan agua para crecer y desarrollarse adecuadamente. La raíz, la planta de cacao tiene una raíz principal que crece hacia abajo hasta unos 2 metros y muchas raíces secundarias que salen hacia los lados en los primeros 30 centímetros del suelo. La raíz además de sujetar la planta al suelo absorbe y conduce por el interior de la planta, el agua con las materias nutritivas. El tronco y ramas tienen una estructura leñosa y sostienen con firmeza la copa del árbol, hojas, ramas, flores y frutos. El cacao es una especie cauliflora, es decir, las flores y frutos aparecen en el tronco o las viejas ramificaciones.

Un árbol reproducido vegetativamente o por injerto, como el caso del cacao clonal presenta una conformación diferente sin el predominio de un tallo principal. No muestra un tallo único, predominando el crecimiento de ramas laterales. El crecimiento vertical y la formación de la horqueta o molinillo tiene que ser inducido a través de tutores y podas de formación. (CACAO movil, s.f.)

Calidad del cacao: El contenido de humedad del suelo y el equilibrio hídrico pueden tener un impacto significativo en la calidad del cacao. La calidad del cacao inicia desde la selección de los clones que vamos a establecer, hay clones que producen grandes cantidades de mazorcas y cada mazorca una gran cantidad de granos, más de 40 granos por mazorca, pero esos granos son pequeños y de poco peso, también existen clones muy productivos como el CCN51, pero este produce cacao de baja calidad, por lo tanto, debemos seleccionar clones que sean productivos pero que también produzcan

cacao de buena calidad. Características muy comunes en los materiales criollos y acriollados. (Caribe, 2023)

Sostenibilidad: Debido a la globalización y la conciencia de los consumidores, la sostenibilidad en la cadena de producción alimentaria se ha convertido en un requisito básico. La industria del cacao se esfuerza por satisfacer la enorme demanda que ahora está más centrada que nunca en la adopción de buenos métodos de cultivo y la gestión responsable de los recursos naturales. La producción de cacao sostenible se basa en pautas y estándares de calidad, y se caracteriza por la producción y los beneficios ambientales y sociales. El exceso de riego o el uso inadecuado del agua pueden agotar los acuíferos locales o causar la erosión del suelo. Por otro lado, la gestión adecuada del agua, como la implementación de técnicas de riego eficiente, puede contribuir a la sostenibilidad a largo plazo del cultivo de cacao y la protección del medio ambiente circulante. (GRANDSUR Ecuador, 2023)

Una metodología que considera variables climáticas como humedad, temperatura o precipitación, define la cantidad de agua que el cacao necesita para su crecimiento. Algunas plantas requieren entre 4 y 6 mililitros diarios. En resumen, el agua es esencial para el cultivo de cacao, ya que influye en el crecimiento de los árboles, la calidad de los frutos y la sostenibilidad a largo plazo de la producción de cacao. La gestión adecuada del agua es fundamental para garantizar la salud de los cultivos y la calidad de los granos de cacao, que son la materia prima principal para la fabricación de chocolate. (Osorio, 2015)

Actualmente las condiciones que tiene la plantación de cacao del Sr. Oswaldo Rosado no son las adecuadas para el aumento de su producción y el desarrollo adecuado de las matas de cacao por la carencia de sistemas y herramientas tecnológicas que le permitan medir la humedad adecuada que es tan necesaria actualmente para poder

resolver este problema, contando solo con las estaciones fluviales que se presentan en el invierno cada año y con los riegos parciales cada semana en el verano por medio de regío tecnificado sin un control en la cantidad de agua necesaria para cada planta de cacao generando así el presente problema.

La medición de la humedad en una plantación de cacao es esencial para garantizar un cultivo saludable y de alta calidad. Existen varias tecnologías que pueden utilizarse para medir la humedad en el suelo y en el aire en una plantación de cacao:

Medidores de humedad del suelo: Estos dispositivos se insertan en el suelo para medir la humedad en la zona de las raíces de las plantas. Los sensores miden la humedad en porcentaje y pueden proporcionar datos en tiempo real. Los agricultores pueden utilizar estos datos para determinar cuándo es necesario regar y cuánta agua se debe aplicar.

Estaciones meteorológicas: Una estación meteorológica se utiliza para medir y registrar regularmente diversos valores meteorológicos. Para el campo se puede utilizar estos valores para planificar los riegos futuros ya que se puede medir la humedad del suelo para saber si se debe o no regar en esos momentos el cultivo. Las estaciones meteorológicas pueden medir la humedad relativa del aire, la temperatura y otros parámetros climáticos. (S.L., 2020)

Las estaciones meteorológicas son una solución tecnológica que nos permite monitorear y realizar acciones preventivas en cuanto a las variaciones de factores como la temperatura, la lluvia, la velocidad del viento entre otras, todas muy importantes para las comunidades, industrias y sectores del país y el mundo. (MKT, 2020)

Sensores de humedad de hoja: Algunos sensores pueden medir la humedad en las hojas de las plantas de cacao. Estos dispositivos pueden proporcionar información

sobre el estrés hídrico de las plantas y ayudar a los agricultores a ajustar sus prácticas de riego.

El grado de humedad de la hoja es una información básica en el tratamiento de hongos que pueden afectar a las plantas y cultivos en presencia de condensación en las hojas. Sin embargo, no hay sensores que puedan darnos la humedad en hojas en grandes superficies, los existentes son sensores que simulan la hoja de una manera precisa y que mediante algún procedimiento miden el grado de humectación de esta de forma puntual y continua. (INTERREG, 2022)

Imágenes satelitales y teledetección: La teledetección a través de imágenes satelitales y drones puede proporcionar información valiosa sobre el estado de la vegetación en una plantación de cacao, es el conjunto de instrumentos que permite obtener información de un objeto sin estar en contacto con él, simplemente escaneándolo a distancia. Los usos y aplicaciones que tiene la teledetección espacial son cada vez más y más numerosos y abarcando cada vez más campos, desde agricultura hasta oceanografía, pasando por labores humanitarias o en las fuerzas armadas. Podemos distinguir entre teledetección activa y pasiva en función de cómo trabaja el instrumento. (EOS Data Analytics, 2023)

Sistemas de monitoreo en tiempo real: Algunas soluciones avanzadas de monitoreo agrícola utilizan una combinación de sensores en el suelo y en el aire para proporcionar datos en tiempo real sobre la humedad y otros factores ambientales. Estos sistemas pueden transmitir información a través de la nube, lo que permite a los agricultores acceder a los datos y tomar decisiones de riego de manera remota. Un sistema de monitoreo y evaluación en tiempo real es una herramienta que permite mantenerse al tanto y actualizado sobre los cambios e información de la empresa. Su

mayor utilidad es entregar mejores datos para una correcta toma de decisiones. (Concha, 2023)

Sistemas de riego automatizados: Consiste en una forma automatizada en el sistema de riego para proveer de agua a los cultivos, puede emplearse por medio de la aspersión o el goteo. También los hay que combinan tanto el goteo como la aspersión. Los sistemas de riego automatizados pueden ajustar automáticamente la cantidad de agua que se aplica a una plantación de cacao en función de las condiciones climáticas y los niveles de humedad del suelo. Estos sistemas a menudo se basan en datos de sensores para tomar decisiones de riego precisas. (Mundoriego, 2023)

La elección de la tecnología de medición de humedad dependerá de las necesidades y recursos específicos de cada plantación de cacao. La combinación de varias de estas tecnologías puede proporcionar un monitoreo completo y efectivo de la humedad en la plantación, lo que ayuda a los agricultores a optimizar el riego y mantener la salud de sus cultivos. La humedad del suelo es un factor de vital importancia para un adecuado desarrollo de las plantas, que afectan directamente al rendimiento, puesto que sin la humedad necesaria para aprovecharse por las plantas estas no crecen de manera idónea. (PROAIN, 2020)

Cada sensor colocado en el suelo es un detector de la humedad del suelo. El uso de sensores de humedad del suelo para mejorar la eficiencia el riego es habitual, aumentando o disminuyendo su frecuencia y/o intensidad, para no arrastrar valiosos nutrientes o, por el contrario, dejar sedientas a las plantas. Los sensores de humedad del suelo a distancia permiten a los agricultores estimar los niveles de agua sin necesidad de estar físicamente presentes en el campo. La elección de los mejores sensores para medir la humedad del suelo en una plantación de cacao dependerá de varios factores, incluyendo tus necesidades específicas, el presupuesto disponible y las condiciones

particulares de tu plantación. A continuación, se mencionan algunas opciones de sensores de humedad del suelo que son ampliamente utilizados y considerados efectivos en aplicaciones agrícolas, incluyendo plantaciones de cacao: (Cherlinka, 2023)

Sensores de capacitancia (Tensiómetros capacitivos): Los sensores capacitivos pueden ser cilíndricos, rectangulares, de tres o cuatro hilos, de uno o dos electrodos, con una gran variedad de conectores y cables. Es posible tener un interruptor analógico, conmutador o una interfaz IO-Link, el protocolo de comunicación en serie abierto para el intercambio de datos entre los sensores y el dispositivo de procesamiento. Los sensores de capacitancia miden la humedad del suelo a través de la capacitancia eléctrica entre dos electrodos en el suelo. Son ampliamente utilizados y ofrecen mediciones precisas. Algunas marcas conocidas de sensores de capacitancia incluyen Decagon (ahora METER Group), Sentek y Delta-T Devices. (SAS, 2022)

Sensores de tiempo de propagación de onda (TDR): Los sensores TDR miden la humedad del suelo midiendo el tiempo que tarda una señal electromagnética en viajar a lo largo de una sonda en el suelo, El radar de onda guiada es un instrumento de medición basado en el principio del viaje en el tiempo. La onda de radar corre a la velocidad de la luz. El tiempo de funcionamiento se puede convertir en señales de nivel mediante componentes electrónicos. La sonda emite pulsos de alta frecuencia y se propaga a lo largo de la sonda de cable o varilla. Cuando el pulso llega a la superficie del material, se refleja y es recibido por el receptor del instrumento. Y convierte la señal de distancia en señal de nivel. El sensor de nivel de radar de onda guiada SIRD-701 es adecuado para la medición de líquidos y sólidos a granel y condiciones de procesos complejos. Son precisos y pueden proporcionar mediciones en tiempo real. Ejemplos de sensores TDR incluyen el TDR200 Soil Moisture Meter y el TDR300 Soil Moisture Meter. (SINO - INST, 2023)

Sensores de capacitancia de frecuencia (FDR): Una de las principales limitantes en regiones de secano y riego complementario para el desarrollo de cultivos es la disponibilidad de agua en el suelo. Estos sensores miden la humedad del suelo a través de la capacitancia de una sonda en el suelo, utilizando una frecuencia de radio para medir los cambios en la capacitancia. Son precisos y adecuados para una variedad de tipos de suelo. Marcas como Decagon (METER Group) y Stevens Water ofrecen sensores FDR. (Agrarias, 2012)

Sensores de resistencia de humedad (Higrómetros): El funcionamiento del sensor se basa en medir la resistencia entre 2 electrodos insertados dentro del suelo, la resistencia entre los electrodos dependerá de la humedad del suelo, por lo que para un suelo muy húmedo tendremos una resistencia muy baja (cortocircuito) y para un suelo muy seco la resistencia será muy alta (circuito abierto). Los sensores de resistencia de humedad miden la humedad del suelo en función de la resistencia eléctrica de un material sensible a la humedad. Son una opción económica y pueden proporcionar mediciones precisas. Puedes encontrar diferentes modelos en el mercado, como los sensores ECH2O de Decagon (METER Group). (Electronics, 2023)

Sensores de conductividad eléctrica (EC): Medidor de Conductividad Eléctrica analógico para medir la conductividad eléctrica en una solución acuosa, que permite evaluar la calidad del agua muy usada en agricultura, medio ambiente y otros campos. Estos sensores miden la humedad del suelo mediante la medición de la conductividad eléctrica del suelo, que está relacionada con la humedad. Son adecuados para suelos con una conductividad eléctrica relativamente constante y pueden ser una opción económica. (Copyright, 2022)

La elección del sensor dependerá de tus necesidades específicas y las condiciones de tu plantación de cacao. Es importante tener en cuenta factores como la

durabilidad, la facilidad de instalación y calibración, y la capacidad de integración con sistemas de monitoreo si es necesario. Además, es aconsejable consultar con expertos agrícolas o proveedores locales para obtener recomendaciones específicas para tu ubicación y cultivo de cacao (Muñoz, 2021)

Para el presente estudio de caso se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

Investigación Descriptiva

Según (Jervis, 2020) “Las investigaciones descriptivas, a diferencia de otro tipo de investigaciones, realizan su estudio sin alterar o manipular ninguna de las variables del fenómeno, limitándose únicamente a la medición y descripción de las mismas”.

Este tipo de investigación sirve para examinar el proceso de gestión de incidencias de la empresa, como lo realizan y cuáles son los pasos que realizan hasta el cierre de la incidencia. También permitirá describir e identificar los errores que ocasionan que la gestión de incidencias sea negativa para el cliente.

Investigación Exploratoria: La investigación exploratoria sirve para conocer a profundidad el estudio y comprensión de un asunto que se quiere analizar. En este estudio de caso se utiliza para analizar las herramientas que se usan para la gestión de incidencias, evaluando sus beneficios y características que se adapten a las exigencias de la empresa.

Método deductivo: “Se conoce como método o razonamiento deductivo a un tipo de razonamiento lógico que se caracteriza por inferir de manera necesaria una conclusión a partir de una serie de premisas”. (Espínola, 2018). Se evalúa las herramientas para la gestión de incidencias que cubran las necesidades de la empresa, mejorando su eficiencia y eficacia en la resolución de las incidencias de los clientes.

Se utilizará en este trabajo de investigación las siguientes técnicas:

Entrevista: Es una técnica que permite obtener datos entre un dialogo de dos personas, el entrevistador y el entrevistado. Se lo realiza, por lo general, a una persona entendida de la materia de la investigación o que estén involucradas en actividades agrícolas.

Encuesta: Es una estrategia que se aplica para recolectar información por escrito, de un tema específico que se desea investigar, haciendo uso de preguntas debidamente construidas, para que puedan ser contestadas por una persona escogida con total libertad.

Entrevista y encuesta: Se entrevistó de forma presencial a través de una encuesta al **sr. Víctor Oswaldo Rosado Rosales** dueño de la plantación de cacao, como puntos principales se analizaron los problemas y obstáculos con los que lidia actualmente. También se realizaron preguntas al entrevistado acerca de las soluciones que se podrían dar para resolver el problema y se sugirieron soluciones tecnológicas por parte del entrevistador para un mejor control de la humedad que se requiere en la plantación a través de las siguientes preguntas:

1. ¿Con qué frecuencia realiza el riego a la plantación de cacao?
2. ¿Cuál es el principal obstáculo que se le presenta al momento de hacer el riego en la plantación de cacao?
3. ¿Cuántos días se toma para regar todos los árboles de cacao?

4. ¿Sabe usted qué sector de la plantación de cacao recibe menor cantidad de agua?
5. ¿Ha utilizado usted, algún tipo de herramienta tecnológica para el regío de la plantación de cacao?
6. ¿Cuál es la cantidad de agua que se utiliza en cada riego de invierno y verano?

Como resultado de la presente investigación tenemos las siguientes respuestas:

Pregunta 1.

¿Cuál es la

**frecuencia
a la plantación**

ALTERNATIVAS	
Entre 4 y 6 veces al mes	X
Entre 2 y 4 veces al mes	
ENTRE 1 Y 2 veces al mes	

**realiza el riego
de cacao?**

Fuente: autor

Pregunta 2. ¿Cuál es el principal obstáculo que se le presenta al momento de hacer el riego en la plantación de cacao?

ALTERNATIVAS	
Falta de tiempo	
Poca fluidez de agua	
Distribución del agua	X

Fuente: autor

Tabla 2. pregunta dirigida a los obstáculos y problemas que se le presentan al momento de hacer el regío.

Pregunta 3. ¿Cuántos días se toma para regar todos los árboles de cacao?

ALTERNATIVAS	
1 días	
2 días	X
3 o más días	

Fuente: autor

TABLA 3. Pregunta dirigida a la cantidad de días que conlleva regar plantación de cacao del sr, Oswaldo Rosado.

Pregunta 4. ¿Sabe usted qué sector de la plantación de cacao recibe menor cantidad de agua?

ALTERNATIVAS	
La mitad de la plantación	
Una pequeña parte de la plantación	
No sabe	X

Fuente: autor

TABLA 4. Pregunta dirigida al conocimiento que tiene de los lugares que no reciben la humedad adecuada al hacer el regio.

Pregunta 5. ¿Ha utilizado usted, algún tipo de herramienta tecnológica para el regio de la plantación de cacao?

ALTERNATIVAS	
Si	
En alguna ocasión	
Nunca	X

Fuente: autor

TABLA 5. Pregunta dirigida al conocimiento que posee el entrevistado sobre las herramientas tecnológicas.

TEMPORAL	VOLUMEN X m ³	# DE RIEGOS

VERANO	4200 m ³	30
INVIERNO	1400 m ³	8

Pregunta 6: ¿Cuál es la cantidad de agua que se utiliza en cada riego de invierno y verano?

Fuente: autor

TABLA 6. Pregunta dirigida a la cantidad de agua que se utiliza en el regío por temporada de invierno y verano por año.

Como Interpretación y discusión de resultados en este objetivo, es importante analizar las respuestas para comprender los requerimientos de agua en la plantación de cacao del Sr. Oswaldo Rosado. La respuesta a la primera pregunta, "¿Con qué frecuencia realiza el riego a la plantación de cacao?", proporciona información sobre la frecuencia de riego actual. La respuesta del entrevistado fue que hace los regios con una frecuencia de 4 a 6 veces por mes esto sugiere una necesidad de agua constante en la plantación.

Este objetivo se relaciona principalmente con la quinta pregunta, "¿Ha utilizado usted algún tipo de herramienta tecnológica para el riego de la plantación de cacao?". El entrevistado respondió que nunca ha utilizado algún tipo de herramienta tecnológica, esto genera una oportunidad para implementar tecnología en la gestión del agua para medir y controlar la humedad en las raíces de sus árboles de cacao.

Este objetivo se relaciona con la segunda parte de la segunda pregunta, "¿Cuál es el principal obstáculo que se le presenta al momento de hacer el riego en la plantación de cacao?". Las respuestas a esta pregunta pueden revelar desafíos

específicos que podrían abordarse mediante la implementación de tecnologías de control de humedad. La respuesta fue que no tiene una buena distribución del agua, por lo que es muy importante tomar en cuenta estos métodos tecnológicos.

Es importante tener en cuenta que, debido a que la entrevista se realizó a una sola persona, los resultados son limitados y no pueden generalizarse a toda la plantación de cacao. Sin embargo, los resultados proporcionan una visión inicial que podría servir como punto de partida para futuras investigaciones o acciones. Para una evaluación más exhaustiva de las tecnologías de control de humedad para garantizar el éxito que se espera.

Para el presente estudio de caso se han evaluado tecnologías que ayudan a facilitar el control de humedad que necesitan las plantas en su proceso de crecimiento, flora para su óptimo desarrollo.

Como solución tecnológica apropiada para la medición de humedad los sensores son una parte fundamental de la plataforma de monitoreo de suelos. Estos sensores se colocan en el suelo y miden la cantidad de agua presente en diferentes profundidades. La información se transmite a través de la red de telemetría que permite a los agricultores monitorear los niveles de humedad del suelo en tiempo real.

En consecuencia, los sensores de humedad miden la cantidad de agua presente en el suelo de manera precisa y en tiempo real, lo que permite a los agricultores tomar decisiones informadas sobre el riego de sus cultivos.

También tienen grandes ventajas para los agricultores que cultivan en áreas con suelos heterogéneos. En estos casos, los niveles de humedad del suelo pueden variar significativamente dentro de un área pequeña, lo que puede afectar el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Permiten también a los agricultores medir los niveles de

humedad en diferentes puntos del campo y adaptar el riego según las necesidades de cada área.

Los sensores de humedad utilizan tecnología avanzada de capacitancia, que es un método no invasivo y preciso para medir la cantidad de agua presente en el suelo. Esta tecnología se basa en la medición de la capacidad eléctrica del suelo, que varía según la cantidad de agua presente.

Además, los sensores de humedad son fáciles de instalar y usar. Se pueden instalar en el suelo en cuestión de minutos, y la información se transmite automáticamente a la plataforma de monitoreo de suelos. Los agricultores pueden acceder a esta información a través de su teléfono móvil o computadora, lo que les permite monitorear y controlar el riego de sus cultivos en tiempo real. (Rotoplas, 2023)

Existen dos tipos principales: las sondas tipo TDR y las FDR. Ambos sensores están compuestos por electrodos metálicos que van insertados en el suelo y que además de medir la humedad, también miden la conductividad eléctrica y la temperatura.

a. Sondos de humedad tipo TDR (Time Domain Reflectometry)

Estas sondas miden la humedad volumétrica del suelo en función del tiempo de recorrido de un pulso electromagnético transmitido en el suelo. Este tiempo es proporcional a la constante dieléctrica del medio aire – agua – suelo, y únicamente varía con el contenido de agua.

b. Sondos de humedad tipo FDR (Frequency Domain Reflectometry)

Estas sondas se basan en la medida de la capacitancia del sistema aire – agua – suelo, transformando los cambios de la frecuencia de resonancia de un circuito en una medida volumétrica de la humedad del suelo. (SensaCultivos, 2022).

CONCLUSIONES

Como conclusiones de este estudio de caso, la entrevista realizada al Sr. Osvaldo Rosado proporcionó información valiosa sobre la gestión del riego y el control de humedad en su plantación de cacao, se extrajeron algunas conclusiones preliminares:

De acuerdo con la encuesta realizada la respuesta a la pregunta sobre la frecuencia de riego, se revela que la plantación de cacao, requiere riego diario. Esto indica una alta demanda de agua en la plantación.

A pesar de la necesidad de riego frecuente, la entrevista indica que el Sr. Osvaldo Rosado no ha utilizado herramientas tecnológicas para el riego de la plantación de cacao. Esto sugiere una oportunidad para explorar tecnologías de control de humedad que puedan mejorar la distribución adecuada del agua en toda la plantación y optimizar el uso de recursos.

En la pregunta dos se revela que el principal obstáculo en este caso es la falta de tiempo que se convierte en un desafío en el proceso de riego. Esto podría indicar que la automatización del riego mediante tecnología podría ayudar a superar este obstáculo y garantizar un riego adecuado.

Basándose en los resultados de la encuesta se recomienda lo siguiente:

Se da a conocer que el Sr. Osvaldo Rosado no ha utilizado herramientas tecnológicas para el riego de la plantación de cacao, por lo que se recomienda explorar e implementar tecnologías de control de humedad.

Estas tecnologías pueden incluir sistemas de riego automatizados que ajustan la cantidad de agua según las necesidades de los árboles de cacao y las condiciones climáticas. Esto no sólo optimizará el uso del agua, sino que también podría abordar el desafío de la falta de tiempo y un aumento en su producción.

Una vez implementadas las tecnologías de control de humedad, se sugiere establecer un sistema de monitoreo constante para asegurar de que el riego se realice de manera eficiente. Esto podría incluir la configuración de sensores que proporcionen datos en tiempo real sobre la humedad del suelo y la cantidad de agua aplicada. El monitoreo regular permitirá ajustar el riego según sea necesario y evitar el desperdicio de agua.

Es importante que cualquier personal involucrado en la gestión de la plantación de cacao reciba capacitación sobre el uso de las tecnologías de control de humedad y las mejores prácticas de riego. También podría ser beneficioso buscar asesoramiento de expertos en agricultura y tecnología agrícola para asegurarse de que se están utilizando las soluciones más adecuadas.

Para cumplir con el objetivo de analizar los requerimientos históricos de agua, se recomienda mantener un registro detallado del riego a lo largo del tiempo. Esto permitirá evaluar las tendencias y los patrones en el consumo de agua en la plantación de cacao y ajustar las prácticas en consecuencia.

Además de la automatización del riego, también se podría explorar la posibilidad de utilizar otras tecnologías agrícolas avanzadas, como la teledetección y la inteligencia artificial, para optimizar aún más la gestión de la plantación de cacao. Estas tecnologías pueden ayudar en la detección temprana de problemas y en la toma de decisiones informadas.

Una vez implementadas las recomendaciones anteriores, es fundamental llevar a cabo un seguimiento constante y una evaluación de los resultados. Esto permitirá ajustar las estrategias según sea necesario y garantizar una gestión eficiente y sostenible de la plantación de cacao en el futuro.

REFERENCIAS

- Agrarias,). P. (19 de 12 de 2012). *USO DE SONDAS FDR PARA BALANCE DE AGUA EN SUELO: CALIBRACIÓN*. Obtenido de USO DE SONDAS FDR PARA BALANCE DE AGUA EN SUELO: CALIBRACIÓN:
https://www.ina.gob.ar/cra/riego/fertirriego/pdf/Marano%20_34_.pdf
- Caribe, P. (2023). *Progesa Caribe*. Obtenido de Progesa Caribe:
<https://progesacaribe.info/calidad-del-cacao-desde-la-produccion-hasta-la-exportacion/#:~:text=La%20calidad%20del%20cacao%20incluye,de%20los%20m%C3%A9todos%20de%20producci%C3%B3n.>
- Cherlinka, D. (12 de 06 de 2023). *Sensores De Humedad Del Suelo*. Obtenido de Sensores De Humedad Del Suelo: <https://eos.com/es/blog/sensores-de-humedad-del-suelo/>
- Concha, C. (17 de 05 de 2023). *IGROMI*. Obtenido de IGROMI:
<https://igromi.com/sistema-de-monitoreo-y-control-en-tiempo-real/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20Sistema%20de,una%20correcta%20toma%20de%20decisiones.>
- Copyright. (24 de 11 de 2022). *movil tronic*. Obtenido de movil tronic:
<https://moviltronics.com/tienda/sensor-dfr0300/>
- Electronics, A. (25 de 04 de 2023). *AV Electronics*. Obtenido de AV Electronics:
<https://avelectronics.cc/producto/higrometro/>
- EOS Data Analytics, I. (14 de 03 de 2023). *EOS Data Analytics*. Obtenido de EOS Data Analytics: <https://eos.com/es/blog/teledeteccion/>
- huahengxa. (12 de 07 de 2020). *Sino-Inst*. Obtenido de Sino-Inst:
<https://www.drurylandetheatre.com/es/sird-701-guided-wave-radar-level-sensor/>
- INTERREG. (20 de 07 de 2022). *INTERREG*. Obtenido de INTERREG:
<https://learningdata.hubiberiaagrotech.eu/sensores-de-humedad-de-hoja/>
- MKT, B. S. (15 de 09 de 2020). *SensorGO*. Obtenido de SensorGO:
<https://sensorgo.mx/estaciones-meteorologicas/>
- Mundoriego. (26 de 01 de 2023). *Mundoriego Especialistas en riego por goteo, huerto urbano, tubos PVC y accesorios*. Obtenido de Mundoriego Especialistas en riego por goteo, huerto urbano, tubos PVC y accesorios:
<https://mundoriego.es/automatizacion-de-sistemas-de-riego/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20automatizaci%C3%B3n%20de,el%20goteo%20como%20la%20aspersi%C3%B3n.>
- Muñoz, B. O. (24 de 06 de 2021). *Desarrollo de un sensor de humedad de suelo para sistemas*. Obtenido de Desarrollo de un sensor de humedad de suelo para sistemas: <https://repositorio.una.edu.ni/4341/1/tnp33v434.pdf>
- origen, G. C. (2021). *GRANDSUR Cacao de Calidad desde su origen*. Obtenido de GRANDSUR Cacao de Calidad desde su origen: <https://grandsur.com/como-puede-ser-sostenible-la-produccion-de-cacao/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20de%20cacao%20sostenible,para%20grandes%20y%20peque%C3%B1os%20productores.>

- Osorio, C. A. (2015). *agenciadenoticias.unal.edu.co*. Obtenido de agenciadenoticias.unal.edu.co:
<https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/determinan-necesidades-de-agua-en-plantas-de-cacao>
- Pozo, L. R. (08 de 2017). *repositorio.uteq.edu.ec*. Obtenido de repositorio.uteq.edu.ec:
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/41e36cba-1b05-4513-9376-7c2339f15465/content>
- Relief, L. W. (2023). *cacaomovil*. Obtenido de [cacaomovil](https://cacaomovil.com):
<https://cacaomovil.com/site/guide/el-cacao-en-sistemas-agroforestales-df638640-b491-4be2-a0e0-479d7b616e5f/118/arbol-de-cacao#:~:text=Para%20su%20mejor%20crecimiento%20y,drenaje%3B%20ricos%20en%20materia%20org%C3%A1nica>.
- S., P. (11 de 04 de 2020). *PROAIN S. DE R.L. DE C.V.* . Obtenido de [PROAIN S. DE R.L. DE C.V.](https://proain.com) : <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/la-humedad-del-suelo-y-como-monitorearla>
- S.L., i. N. (2020). *IRIEGO*. Obtenido de <https://www.iriego.es>:
<https://www.iriego.es/blog/noticias-2/post/importancia-de-las-estaciones-meteorologicas-en-la-agricultura-136#:~:text=Una%20estaci%C3%B3n%20meteorol%C3%B3gica%20se%20utiliza,en%20esos%20momentos%20el%20cultivo>.
- SAS, Y. (21 de 12 de 2022). *Innovación Digital 360*. Obtenido de [Innovación Digital 360](https://www.innovaciondigital360.com): <https://www.innovaciondigital360.com/i-a/robotica/sensor-capacitivo-que-es-y-cuantos-tipos-existen/>
(Rotoplas, 2023). <https://rieggo.com>:
<https://rieggo.com/blog/necesitas-un-sensor-de-humedad-para-tus-cultivos-conoce-cropx/#:~:text=Entre%20estas%20tecnolog%C3%ADas%20se%20encuentran,p ermiten%20a%20los%20agricultores%20optimizar>
(SensaCultivos, 2022). <https://sensacultivo.es>:
<https://sensacultivo.es/2022/06/06/sondas-de-humedad-en-suelo-tipos-y-caracteristicas-principales/#:~:text=Existen%20dos%20tipos%20principales%3A%20las,conductividad%20el%C3%A9ctrica%20y%20la%20temperatura>.