

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA**



TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA
UN VIVERO DE PALMA ACEITERA EN EL DISTRITO DE
NESHUYA - REGIÓN UCAYALI”.**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
DIEGO ARTURO PINEDO ROMERO**

ASESOR:

DEDICACION CASTRO MONAGO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA**

PUCALLPA - PERÚ

2019

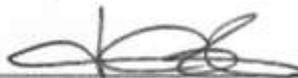
VALIDACIÓN DEL JURADO Y ASESOR



PRESIDENTE

Ing. Mg. RUIZ PADILLA, Carlos

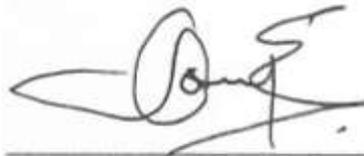
CIP. N° 119269



MIEMBRO/SECRETARIO

Ing. Mg. ESTELA UMPIRE, Johnny Jesús

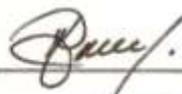
CIP. N° 146298



MIEMBRO

Ing. Mg. MORALES GONZALES, José Isidro

CIP. N° 132881



ASESOR

Ing. Mg. CASTRO MONAGO, Dedicacion

CIP. N° 119914

ACTA DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMATICA

En Pucallpa, siendo las 10:00 Hrs. del 22 de febrero del 2019, bajo la presidencia del catedrático principal:

Mg. RUIZ PADILLA, Carlos

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMATICA**, bajo la modalidad de Sistema de Tesis (Resolución 3175-2003-R-UAP), en el que:

DIEGO ARTURO PINEDO ROMERO

Sustento la Tesis titulada:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UN VIVERO DE PALMA ACEITERA EN EL DISTRITO DE NESHUYA – REGIÓN UCAYALI”

Ante el Jurado integrado por los señores catedráticos:

Mg. RUIZ PADILLA, Carlos
Ing. ESTELA UMPIRE, Johnny Jesús
Mg. MORALES GONZALES, José Isidro

Presidente
Miembro/Secretario
Miembro

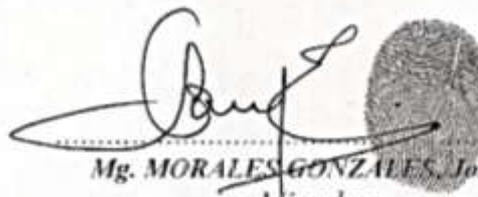
Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD

En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el Señor Presidente y los demás miembros del Jurado.



Ing. ESTELA UMPIRE, JOHNNY JESÚS
Miembro/Secretario
CIP N° 146298



Mg. MORALES GONZALES, José Isidro
Miembro
CIP N° 132881



Mg. RUIZ PADILLA, Carlos
Presidente
CIP N° 119269



DEDICATORIA

A Dios por ser tan grande y misericordioso y permitirme llegar a ser profesional y poder ser mejor cada día tanto como persona y como profesional.

A mis padres *Doris Romero* y *Arturo Pinedo* por inculcarme los valores, por enseñarme a ser humilde, por darme su amor incondicional y por sus sacrificios; a mis hermanos *Deyvi*, *Kevin* y especialmente a mi novia *Paola Santiago* por su apoyo y comprensión.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Alas Peruanas y los docentes por aportar con mi formación profesional con su experiencia y conocimiento.

A la empresa OLAMSA que me brindo sus instalaciones todo este tiempo para culminar con éxito el presente proyecto.

A mi asesor tesis el Ingeniero Geólogo, Dedicación Castro Monago por su diligencia y paciencia para ayudarme a elaborar este perfil de tesis.

RESUMEN

El presente proyecto de sistema de riego automatizado en plántones de palma aceitera se desarrolló en las parcelas de producción de la empresa OLAMSA. SA (Oleaginosas Amazónicas) con la finalidad de crear una forma de control de las cantidades de agua que un platón de palma necesita diariamente de forma efectiva, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales.

En el presente proyecto de investigación se indicarán y analizarán todas las herramientas, recursos tecnológicos y conocimientos teóricos para desarrollar el sistema eficiente de riego automatizado, utilizando software y hardware libre con el diseño en campo definitivo.

Así mismo, en la presente investigación se describió a detalle la metodología a utilizar para la elaboración del Sistema Automatizado de riego llevado a cabo en un vivero de palma aceitera, así como sus componentes y resultados en los plántones.

Finalmente, en el presente trabajo se indicaron las conclusiones, apreciaciones, anexos y bibliografías, todo en base al desarrollo y propuesta del sistema de riego automatizado donde se presentó en forma resumida la viabilidad del proyecto.

ABSTRACT

The present project of automated irrigation system in palm plants is maintained in the production plots of the company OLAMSA. SA (Oleaginosas Amazónicas) with the purpose of creating a way to control the quantities of water that a seedling hand in hand in an effective way, according to their nutritional needs.

In this research project will be indicated and analyzed all the tools, technological resources and theoretical knowledge to develop the efficient system of automated irrigation, the use of software and free hardware with the design in the final field.

Likewise, in the present investigation, the use for the elaboration of the automated irrigation system carried out in an oil palm nursery, as well as its components and results in the seedlings is described in detail.

Finally, in the present work the conclusions, appreciations, analyzes and bibliographies are indicated, all based on the development and the proposal of the automated irrigation system where the viability of the project is summarized.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria del cultivar palma aceitera en el Perú se ha incrementado notablemente, registrándose un promedio de 86,000 hectáreas, siendo la región selva y particularmente la región Ucayali como la mayor productora de este cultivo a nivel nacional con un promedio de 50,000 hectáreas (Andina, 2018). Así mismo numerosos productores en Ucayali han optado por producir palma aceitera, debido a su estabilidad en el precio por tonelada en el mercado. Sin embargo, la producción agrícola cada día viene convirtiéndose en un reto para los productores, a consecuencia que a la actualidad en diversos países se viene implementando paquetes y aplicaciones tecnológicas cada vez más eficientes para obtener mayores rendimientos en el cultivo. Cada fase de producción en el cultivo de palma aceitera tiene un requerimiento nutricional diferente, así para la etapa de pre- y vivero las necesidades de agua y nutrimentos para los plántones será diferente que para las plantas post vivero. Esto significa que tanto el control del riego y adecuada disponibilidad de nutrientes en tiempo y cantidad son determinantes para el buen crecimiento de las plantas y para obtener excelentes rendimientos en el futuro.

Por otro lado, las distintas asociaciones del medio todavía trabajan de forma tradicional en algunos casos, no cuentan con sistemas y procedimientos tecnológicos para controlar especialmente las necesidades hídricas de los plántones de palma aceitera en la fase de vivero principalmente. Por estas razones el presente trabajo de investigación plantea elaborar un Sistema Automatizado de riego como herramienta destinada a controlar la distribución de agua en los plántones de palma en la etapa de vivero en las parcelas de producción de la empresa OLAMSA. SA (Oleaginosas Amazónicas). Teóricamente, el sistema automatizado de riego propuesto consiste en la instalación doméstica de una red de tubos subterráneos, que será controlado por un circuito lógico a fin de redistribuir la circulación del agua, siendo un elemento actuador electro-mecánico la salida del circuito de control. Para dicho fin, permanecerá abierta una válvula reguladora accionada mecánicamente en el nivel deseado. (Gutiérrez *et al.*, 2012).

El montaje de un Sistema Automatizado de riego por goteo tecnificado, requiere de múltiples indicadores, como también de previos cálculos de pérdida de

energía y redistribución del agua según las necesidades hídricas de los plantones de palma para tomar decisiones sobre el sistema a montar y los instrumentos que se deben emplear para su elaboración. Además de considerar el flujo del agua a ser regulada en la llave secundaria y la válvula principal. Finalmente, el presente proyecto de investigación desarrollará los capítulos siguientes:

CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN, Este capítulo se dará conocer la memoria descriptiva de la institución donde se desarrollará la investigación, indicando datos generales, fines de la organización, análisis externo e interno, análisis estratégico, descripción de la problemática y resultados esperados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DEL NEGOCIO Y DEL PROYECTO, en este capítulo se describirá todo el fundamento teórico de la investigación que será necesario para consolidar la información útil al proyecto.

CAPÍTULO III: INICIO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO, En este capítulo se describirán la gestión del proyecto, ingeniería del proyecto y soporte del proyecto.

CAPÍTULO IV: EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROYECTO, En este capítulo se describirán la ejecución, seguimiento y control de la gestión del proyecto, ingeniería del proyecto y soporte del proyecto.

CAPÍTULO V: CIERRE DEL PROYECTO, En este capítulo se describirá la gestión de cierre del proyecto, ingeniería y soporte del proyecto

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE RESULTADOS, en este capítulo se describirá los indicadores clave de éxito del proyecto y del producto

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. En este capítulo se darán a conocer las conclusiones finales sobre la viabilidad, justificación e importancia del proyecto de investigación, así como también las recomendaciones respectivas.

ÍNDICE GENERAL

VALIDACION DEL JURADO Y ASESOR.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xi

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Descripción de la realidad de la problemática.....	01
1.1.1. Caracterización del problema.....	01
1.1.2. Definición del problema.....	02
1.1.3. Delimitación de la investigación.....	02
1.2. Formulación del problema.....	03
1.2.1. Problema general.....	03
1.2.2. Problemas específicos.....	03
1.3. Objetivos de la investigación.....	04
1.3.1. Objetivo general.....	04
1.3.2. Objetivo específico.....	04
1.4. Justificación de la investigación.....	04
1.4.1. Justificación teórica.....	04
1.4.2. Justificación metodológica.....	05
1.5. Importancia.....	05
1.6. Limitaciones.....	06

CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.	Marco referencial.....	07
	2.1.1. Antecedentes de la investigación.....	07
	2.1.2. Referencias históricas.....	10
2.2.	Marco legal.....	12
	2.2.1. Problema general.....	12
	2.2.2. Problemas específicos.....	12
2.3.	Definición de términos.....	12
2.4.	Marco teórico.....	13
	2.4.1. Origen y generalidades de la palma aceitera en el Perú..	13
	2.4.2. Taxonomía.....	14
	2.4.3. Características botánicas.....	14
	2.4.4. Vivero.....	15
	2.4.5. Sistemas de riego en viveros de palma aceitera.....	17
2.5.	Marco conceptual.....	19
	2.5.1. Sistema de riego automatizado.....	19
	2.5.2. Sistemas de control.....	20

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1.	Diseño de la investigación.....	22
3.2.	Tipo y nivel de investigación.....	22
	3.2.1. Tipo de investigación.....	22
	3.2.2. Nivel de investigación.....	22
3.3.	Método.....	23
	3.3.1. Inductivo.....	23
3.4.	Variables de investigación.....	23
	3.4.1. Variable independiente.....	23
	3.4.2. Variable dependiente.....	23
3.5.	Tipo de muestreo.....	23
3.6.	Técnicas, instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	24
	3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	24

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	24
3.6.3. Plan de recolección de datos y procesamiento de la información.....	24
3.6.4. Descripción del sistema de riego automatizado.....	24
3.6.5. Procesamiento de datos.....	25
3.7. Trabajo de campo.....	25
3.7.1. Ubicación.....	25
3.7.2. Características de los plántones de palma.....	26
3.7.3. Diseño del sistema de riego.....	26
3.7.4. Instalación del sistema de riego automatizado.....	27
CAPÍTULO IV: ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS	
4.1. Resultados.....	37
4.1.1. Diseño del riego automatizado en un vivero de palma aceitera.....	37
4.1.2. Capacidad de riego, ventajas y costos del sistema.....	38
4.1.3. Programación del riego.....	39
4.2. Discusiones.....	42
4.3. Recursos humanos.....	43
4.4. Presupuesto.....	44
4.5. Cronograma.....	45
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	48
VIII. ANEXOS.....	50

LISTA DE CUADROS.

Cuadro 1. Información del router.....	28
Cuadro 2. Ventajas del sistema de riego automatizado frente a los sistemas convencionales.....	39
Cuadro 3. Cantidad de agua por hora de riego.....	40
Cuadro 4. Costo del sistema de riego.....	41

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Ubicación del distrito de Neshuya.....	03
Figura 2. Características botánicas de la palma aceitera.....	15
Figura 3. Vivero de palma aceitera.....	16
Figura 4. Riego por goteo.....	18
Figura 5. Riego por aspersión.....	18
Figura 6. Sistema de riego automatizado.....	20
Figura 7. Esquema general de un sistema.....	21
Figura 8. Vivero de palma aceitera, Km 19, Fundo la Colorada, Ucayali – Perú.....	25
Figura 9. Plantones de palma aceitera de 4 meses.....	26
Figura 10. Router TL-WA701ND.....	27
Figura 11. Instalación del router.....	33
Figura 12. Manguera de riego en el vivero de palma aceitera.....	34
Figura 13. Instalación de las mangueras de riego y el timer.....	35
Figura. 14. Descarga y activación de la aplicación en el dispositivo móvil.....	36
Figura 15. Diseño del riego automatizado del vivero de palma aceitera.....	37
Figura 16. Programación del riego.....	42

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Descripción de la realidad de la problemática.

1.1.1. Caracterización del problema.

Actualmente, la industria del cultivar palma aceitera en el Perú se ha incrementado notablemente, registrándose un promedio de 86,000 hectáreas, siendo la región selva y particularmente la región Ucayali como la mayor productora de este cultivo a nivel nacional con un promedio de 50,000 hectáreas (Andina, 2018). Así mismo numerosos productores en Ucayali han optado por producir palma aceitera, debido a su estabilidad en el precio por tonelada en el mercado. Sin embargo, la producción agrícola cada día viene convirtiéndose en un reto para los productores, a consecuencia que a la actualidad en diversos países se viene implementando paquetes y aplicaciones tecnológicas cada vez más eficientes para obtener mayores rendimientos en el cultivo. Cada fase de producción en el cultivo de palma aceitera tiene un requerimiento nutricional diferente, así para la etapa de pre- y vivero las necesidades de agua y nutrimentos para los plantones será diferente que para las plantas post vivero. Esto significa que tanto el control del riego y adecuada disponibilidad de nutrientes en tiempo y cantidad son determinantes para el buen crecimiento de las plantas y para obtener excelentes rendimientos en el futuro. Por otro lado, las distintas asociaciones del medio todavía trabajan de forma tradicional en algunos casos, no cuentan con sistemas y

procedimientos tecnológicos para controlar especialmente las necesidades hídricas de los plántones de palma aceitera en la fase de vivero principalmente.

1.1.2. Definición del problema.

En la región Ucayali los palmicultores de la industria aceitera carecen de herramientas tecnológicas que les permitan realizar el manejo pre vivero, vivero y post vivero de forma adecuada, siendo la etapa de vivero la más crítica en cuanto a el suministro de agua y nutrientes. Así en esta etapa es donde se necesita más atención en cuanto al control de agua y nutrientes para el adecuado crecimiento de los plántones de palma, siendo necesario contar para dicho fin con instrumentos que permitan un control eficiente. Actualmente está estimado que se necesitan 3 a 4 personas para cuidar un vivero de palma de una hectárea, esto aumenta los costos de mantenimiento y es aquí donde se incrementa la deficiencia de agua y nutrientes en plántones de palma debido a la carencia de cuidado y control adecuado.

1.1.3. Delimitación de la investigación.

El presente proyecto de investigación tendrá como lugar de ejecución el distrito de Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali en las parcelas de producción en el Km 30 de la empresa OLAMSA. En este lugar se encuentra un vivero con plántones de palma aceitera, los cuales serán utilizados para el desarrollo de la investigación. El cual, se llevará a cabo durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2018; en la cual se instalará y evaluará el sistema de riego automatizado, tomando en cuenta su influencia en el crecimiento de los plántones.

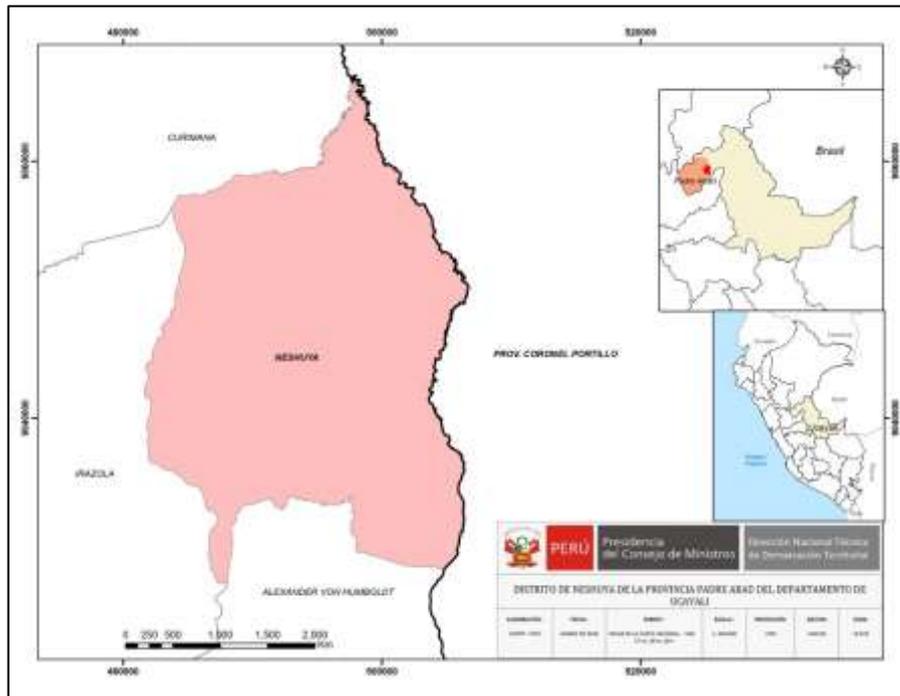


Figura 1. Ubicación del distrito de Neshuya.

Fuente: SDOT, 2018.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general.

- ¿Cuál es el beneficio, mejoras y las ventajas de un sistema automatizado de riego tecnificado en el aprovechamiento adecuado del agua y optimización de recursos en un vivero de palma aceitera?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál es el beneficio, mejoras y ventajas de un sistema automatizado de riego tecnificado en el control de dosificación de agua en un vivero de palma aceitera?

- ¿Cuál es la influencia del sistema de riego automatizado con sensores y motor en la etapa de crecimiento y desarrollo de plántones de palma aceitera en un vivero?

1.3. Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo general.

- Diseñar e instalar un sistema automatizado de riego tecnificado en un vivero de palma aceitera.

1.3.2. Objetivo específico.

- Diseñar un sistema automatizado de riego tecnificado por goteo para el control de medidas de agua en un vivero de palma aceitera.
- Instalar un programador de riego automatizado para el monitoreo del sistema de riego en el vivero de palma aceitera.

1.4. Justificación de la Investigación.

1.4.1. Justificación teórica.

La investigación realizada en el presente trabajo propone montar un sistema automatizado de riego tecnificado como herramienta en el control de fluido en los plántones de palma aceitera en la etapa de vivero en las parcelas de producción de la empresa OLAMSA (Oleaginosas Amazónicas). Teóricamente, según (Gutiérrez *et al.*, 2012), el sistema automatizado de riego propuesto consiste en la instalación doméstica de una red de tubos subterráneos, que será controlado por un circuito lógico a fin de redistribuir la circulación del agua, siendo un elemento actuador electro-mecánico la salida del circuito de control. Para

dicho fin, permanecerá abierta una válvula reguladora accionada mecánicamente en el nivel deseado.

El montaje de un Sistema Automatizado de riego por goteo tecnificado, requiere de múltiples indicadores, como también de previos cálculos de pérdida de energía y redistribución del agua según las necesidades hídricas de los plántones de palma para tomar decisiones sobre el sistema a montar y los instrumentos que se deben emplear para su elaboración. Además de considerar el flujo del agua a ser regulada en la llave secundaria y la válvula principal.

1.4.2. Justificación metodológica.

La instalación del sistema de riego automatizado permitirá un buen control del riego en plántones de palma, principalmente durante la etapa crítica en vivero, donde actualmente en varias asociaciones de palmicultores todavía se viene trabajando de manera tradicional sin la aplicación de herramientas tecnológicas que les ayuden a proporcionar un manejo adecuado para sus plantas. Finalmente, con este sistema se pretende mejorar el suministro de agua en cantidades requeridas para la planta, así como también el uso adecuado de nutrientes (fertirriego), que a su vez tendrá como resultado plántones más vigorosos para el trasplante a campo definitivo.

1.5. Importancia.

La importancia de la presente investigación, radica en que con la colocación del sistema automatizado de riego por goteo tecnificado se podrá optimizar el uso del agua y nutrientes, proveyendo sólo lo que los plántones de palma necesitan en la etapa de vivero. De esta manera será posible obtener plántones más vigorosos con buenas cualidades para ser trasplantados a campo definitivo. Así mismo es de vital importancia mencionar que los productores dedicados a este

cultivo en la región Ucayali, necesitan de herramientas y paquetes tecnológicos que les permitan llevar a cabo un buen manejo agronómico en todas las etapas del cultivo, es por eso que el presente trabajo permitirá a los productores tener un mejor control de sus plántones en la etapa de vivero, siendo esta una de las más críticas, puesto que muchos plántones mueren por falta de agua o nutrientes causando pérdidas considerables.

1.6. Limitaciones.

Entre las limitaciones del proyecto de investigación se consideran los siguientes:

- Poco apoyo por parte de la empresa OLAMSA, para la compra de los materiales que se utilizarán en el proyecto de investigación.
- Condiciones climáticas adversas, que no permitan el desarrollo de la investigación por.
- No existen trabajos anteriores en nuestro medio que contengan alguna información útil para desarrollar el trabajo de investigación.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Marco referencial.

2.1.1. Antecedentes de la investigación.

Salcedo (2014), elaboró una investigación denominada: “Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para palta Hass”. El objetivo de esta investigación fue montar un sistema automatizado de riego por goteo tecnificado con la finalidad que faculte el valor requerido de agua en la zona radicular del cultivo de palta Hass, logrando mejorar la productividad del lote y reducir el consumo del citado recurso hídrico. La investigación, contó con una muestra de una hectárea, 10000 m², siendo del tipo aplicada, situada en el distrito de Abelardo Pardo Lezameta – Llaclla, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash. La conclusión de dicha investigación demostró el objetivo planteado inicialmente, de montaje de un sistema automatizado de riego por goteo tecnificado, la simulación del modelo electrónico se implementó en un circuito de entrenamiento. Se elaboró el algoritmo de control en el lenguaje de programación C, empleando el programa Arduino el cual es un código abierto, en consecuencia, no necesita de licencia para su funcionamiento. Se logró su ejecución en la tarjeta de desarrollo Arduino Mega del mismo fabricante. Asimismo, se realizó la transferencia de datos de forma serial del sistema, a una velocidad de 96 kBd, con una laptop de propósito general, empleando el interfaz de usuario en la pantalla con los indicadores que brindan

la información exigida por el sistema automatizado de riego por goteo tecnificado. El mencionado programa fue desarrollado en la plataforma Labview.

Reyna (2015), realizó un trabajo de investigación denominado: “Sistema automatizado para el monitoreo y control de humedad en un invernadero”. El objetivo fue implementar un sistema automatizado de riego por goteo tecnificado con el fin de controlar y monitorear la humedad en el invernadero. La investigación fue de tipo aplicada, se trabajó con la técnica de observación y cuestionarios de recolección de datos, teniendo como resultado principal otorgar al invernadero una autonomía parcial, es decir, sin depender del operario constantemente, esto se debe a que el sistema en mención mantiene en cantidades adecuadas la humedad al interior del invernadero, ejecutando los procesos de nebulización y ventilación en forma automática, sin necesidad que el operario se encuentre presente para realizarlas de forma tradicional. En conclusión, las pruebas y simulaciones aplicadas al sistema desarrollado, demostraron que puede mantenerse la humedad requerida, de una manera rápida y sencilla. Además, se logró consolidar comunicación serial entre el sistema de control y una computadora portátil; a través de la interfaz de usuario ejecutado.

Vásquez (2012), realizó un trabajo de investigación denominado: “Diseño de un sistema de riego aeropónico automatizado”. El objetivo de la investigación fue implementar en México, un sistema de riego aeropónico automatizado con tecnología y recursos de fácil acceso. En esta investigación se concluyó que con este proyecto se puede implementar un sistema de riego hidropónico automatizado con tecnología a un precio módico y de factible acceso; así como también en Latinoamérica, debido a que se encuentra compuesto por partes electrónicas e hidráulicas, que son de fácil adquisición.

Cervantes (2016), realizó un trabajo de investigación denominado: “Diseño e implementación de sistema de riego automatizado y controlado por una placa Arduino para la finca “La Lucia”, cuyo objetivo fue implementar un sistema de riego automatizado y tecnificado que facilite los procesos de irrigación, y que estos se lleven de manera eficaz y eficiente en las áreas de los cultivos agrícolas de la finca. En conclusión, para lograr automatizar el sistema de riego, es necesario el desarrollo de una ficha técnica en base al levantamiento de información del proyecto desarrollado; solventando las múltiples necesidades y requerimientos del mismo.

Parra (2012), realizó una investigación denominada: “Diseño de un sistema de riego por goteo automatizado”. Con el objetivo de montar un sistema de riego automatizado, que beneficie con la dosificación del agua en el riego de un jardín vertical, testeando el sistema de riego por goteo propuesto; concluye que con el modelo e instalación del mismo a la medida de las necesidades requeridas, mitiga el consumo de agua por planta; así como el consumo de energía, la contaminación del suelo y tiempo del operario, ya que en la actualidad es imprescindible cuidar este recurso de vital importancia para la humanidad.

Tostado (2012), realizó un trabajo de investigación denominado: “Diseño hidráulico de un sistema de riego por goteo para una huerta aguacatera pequeña”. Dicha investigación se desarrolló con el objetivo de diseñar un sistema de riego por goteo de bajo presupuesto en el montaje, eficiente en la redistribución del agua al pequeño productor de aguacate en el país de México. Llegando a la conclusión que la implementación de este sistema es una buena opción, asimismo, cada vez son más populares permitiendo no solo que los costos disminuyan, sino también hace que el agricultor encuentre los productos que necesita sin grandes desplazamientos. Logrando además el ahorro de

energía, y sobre todo de agua, representando una gran mejoría sobre otras opciones factibles.

2.1.2. Referencias históricas.

La palma aceitera o *Elaeis guineensis* Jac (nombre científico); es de naturaleza tropical autóctona de climas cálidos que se encuentran en los pisos altitudinales comprendidos de 0 a 500 msnm. Su origen lo encontramos en el golfo de Guinea en la región de África occidental por eso que se denomina de forma popular como palma africana de aceite. Se atribuye su introducción a América a los colonizadores y comerciantes de esclavos portugueses, que la incluían como parte de su dieta alimenticia. Se cuenta con un escaso registro histórico de la palma de aceite. Clusius en 1,605 expuso que la palma se ubicaba en la costa de Guinea y que el fruto, luego de añadirle la harina de cierta raíz era empleada por los portugueses de San Thomé para alimentar a sus esclavos durante todo el trayecto a América (García, 2006).

En el Perú el interés por la palma aceitera, se registró desde 1969, cuando el gobierno peruano solicitó, la visita a nuestro país la Misión Técnica del Institut de Recherches pour les Huils et Oleagineux - IRHO de Francia, con el propósito de estudiar las múltiples oportunidades de asentar el mencionado cultivo en el país. Los estudios realizados indicaron que, en la región amazónica del Perú, concentra las condiciones climáticas idóneas para su óptimo desarrollo, a partir de ese momento, se realizaron cinco proyectos en palma aceitera: dos de origen gubernamental, una privada y las más recientes con cimientos en pequeñas sociedades de palmicultores. La primera, se llevó a cabo en el marco del propósito de colonización de Tingo María-Tocache-Campanilla, a partir de una plantación piloto, creándose en la provincia de Tocache, Departamento de San Martín, la Empresa para el Desarrollo y Explotación de la Palma Aceitera Sociedad Anónima-EMDEPALMA SA, siendo

propietario el estado, desde el año de 1973 que iniciaron sus operaciones hasta el año de 1980, lograron sembrar un total de 5,273 hectáreas. EMDEPALMA S.A en el año 1976 comienza con la instalación de una planta extractora capaz de procesar 20 TM. de racimos por hora, implementada en dos etapas de 10 TM. cada una. Ya en el año 1980 se torna en una empresa exitosa llegando a registrar una producción de 5,100 TM de aceite crudo; sin embargo, a mediados de esa década sufre un periodo de crisis financiera y administrativa causada inicialmente por la insuficiencia en la mano de obra, ocasionando el incremento de sus costos, la que era reclutada y mejor salariada en las actividades ilícitas asociadas al narcotráfico, asimismo, por el incremento de los gastos administrativos causado por el abuso de la burocracia que caracterizó a las empresas del Gobierno por ese entonces. La situación se agravó debido a las acciones del terrorismo que potenciaron significativamente los gastos operativos de la empresa EMDEPALMA S.A., teniendo que suspender sus operaciones a inicios de año de la década del noventa cuando el gobierno decide por medio de la Resolución Suprema N° 404-93-PCM de fecha 8 de septiembre de 1993, incorporar a EMDEPALMA S.A, al proceso de privatización de empresas del Estado, durante el proceso de liquidación de la misma, los beneficiarios sociales de sus trabajadores, representados hoy por la Asociación Central de Palmicultores de Tocache - ACEPAT, fueron cancelados con la entrega de 2,809 hectáreas de cultivo, además de viviendas en los campamentos, maquinarias y herramientas, otras 1,233 hectáreas fueron vendidas a pequeñas empresas particulares y un total de 1,397 hectáreas que no pudieron ser vendidas fueron transferidas al Ministerio de Agricultura (Leon, 2010).

2.2. Marco legal.

2.2.1. Problema general.

Los productores de palma de las distintas asociaciones en la región Ucayali, no cuentan con un sistema eficiente de riego y fertilización para los plántones de palma en la etapa de vivero.

2.2.2. Problemas específicos.

La inexistencia de un sistema automatizado eficiente causa mayores gastos de personal en el cuidado de todo un vivero, inadecuado aprovechamiento del agua y fertilizantes.

2.3. Definición de términos.

Riego: Acción de aportar agua a los cultivos para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación. Se aplica en la agricultura y en jardinería.

Fertirriego: Consiste en la aplicación al cultivo de los fertilizantes diluidos en el agua.

Vivero: Instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas. Los viveros cuentan con diferentes clases de infraestructuras según su tamaño y características.

Plantón: Arbolito o planta joven que se ha de trasplantar.

Sensor: Objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas.

Software: Es la infraestructura intangible y lógica de un ordenador, es decir, que comprende todas las aplicaciones informáticas, plantillas de cálculo, procesadores de texto y editores de imágenes, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

Hardware: son los componentes tangibles que conforman el computador; en resumidas palabras es todo lo que se puede palpar como, por ejemplo: cables, conexiones, impresora, disco duro, placa madre (motherboard), etc.

Control lógico programable: Es un instrumento electrónico que se configura para ejecutar acciones de control automáticamente, es conocido por sus iniciales en inglés PLC (Programmable Logic Controller). El PLC es la mente maestra que acciona los componentes de ordenadores y maquinarias en la industria, que realicen tareas que simbolizan un peligro para el ser humano.

2.4. Marco teórico.

2.4.1. Origen y generalidades de la palma aceitera en el Perú.

Según Seward (1924), citado por Hartley (1986), hay vestigios fósiles, históricos y lingüísticos del origen africano de la palma aceitera, sin embargo, se cree a su vez que el mismo es insuficiente y en varios aspectos, ambiguo; recientemente se han hecho esfuerzos para vincular los registros que existen, con los principales hitos de la exploración y en síntesis señalan que todavía pudiere haber rastros de que la palma haya llegado a América a partir del Descubrimiento de Colón, no se excluyen posibilidades de transportes precolombinos.

El departamento de Ucayali se encuentra posicionada en el sector agrícola con la mayor plantación en hectáreas de palma aceitera, declaró el asesor de la gerencia regional de Desarrollo Económico y Social, Miguel Sánchez. En el país de las 86,000 hectáreas de palma aceitera, Ucayali cuenta con casi 50,000 hectáreas que han hecho posible progresar en múltiples eslabones.

”El Gobierno Regional de Ucayali ha declarado cultivo emblemático a la palma aceitera y a partir de allí ha hecho un trabajo articulado con el sector privado, generando un Plan de Competitividad hasta 2026, dándole un ejemplo al sector nacional que todavía no tiene aprobado un plan nacional”, puntualizó a la Agencia Andina (Andina, 2018).

2.4.2. Taxonomía.

Según The International Plant Name Index (IPNI) (2018), la clasificación taxonómica de la Palma es la siguiente:

- Reino: Plantae
- Clasificación: Liliopsida
- Subclasificación: Commelinidae
- Familia: Arecaceae
- Subfamilia: Coryphoideae
- División: Magnoliophyta
- Orden: Arecales
- Género: Elaeis
- Categoría: *Elaeis guineensis* Jacq. 1897.

2.4.3. Características botánicas.

Absolutamente las categorías del género *Elaeis* poseen un tronco (estipe) elevado y único. Los brotes de flores que se forman en un mismo tallo se producen en las axilas de las hojas, las que son grandes y de tipo pinnado compuesto, con folíolos que nacen desde el raquis sobre ambos planos regulares. Los folíolos son en forma de punta de lanza. Es una planta perdurable que puede llegar vivir más de 100 años, pero bajo labranza sólo se le permite llegar hasta los 25 años a 30 años, que es cuando adquiere los 12 m de altura. En estado natural logra superar los 40 metros. Los frutos se conglomeran en una fruticencia, conformada por una drupa que están cubiertos con un tejido ceroso llamado exocarpio que es una estructura dura y redonda en cuyo interior se aloja una almendra, una pulpa nombrada mesocarpio y el endocarpio que es la capa interna de los frutos, que es la que protege el embrión o semilla. Los frutos que produce palma aceitera son normales, aunque a veces los produce de color blanco caracterizados por no incluir ni aceite, ni almendra, igualmente con poca continuidad se producen algunos sin almendra llamados frutos partenocárpicos, pero son más habituales en la *Moringa oleifera* o del híbrido de *Moringa* x Palma aceitera (Raygada, 2005).

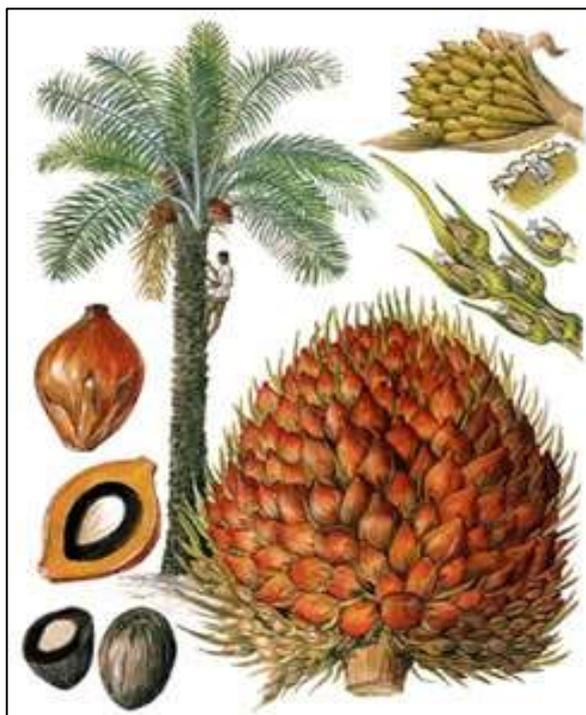


Figura 2. Características botánicas de la palma aceitera.

Fuente: Raygada, 2005.

2.4.4. Vivero.

En el proyecto se utiliza el sistema de pre – viveros hechos en bolsas plásticas de seis por nueve pulgadas, llenadas con tierra húmida. Éstas permanecen en el pre - vivero por un espacio de tres a cuatro meses, hasta cuando tienen tres o cuatro hojas bien desarrolladas y luego, son trasplantadas a viveros en plena tierra. Preparación del terreno para el pre vivero: se tiene que escoger un sitio bien drenado, permanente de agua y en lo posible al centro de la futura plantación, ya que esto último reducirá los costos en el transporte de las plantas al sitio definitivo.

La preparación del terreno se inicia con la limpieza total de la vegetación existente. Luego se cortan y se amontonan todos los palos, troncos y restos vegetales y se los quema. Los sobrantes de los restos vegetales se los debe retirar a las orillas del vivero; las cenizas deben mezclarse con la tierra que se va a utilizar para el vivero. Una vez preparado el suelo de esta forma,

se recoge la capa superficial de la tierra y al mismo tiempo se la va desmenuzando y eliminando toda la mala hierba conjuntamente con los restos de raíces y hojas, quedando listo el terreno para llenar las bolsas plásticas (Raygada, 2005).

Llenada de bolsas: las bolsas que se van a utilizar tienen las siguientes medidas 15 pulgadas de ancho por 18 pulgadas de largo y 0.005 de espesor y son las más apropiadas, para el período de 10 a 12 meses que la planta debe permanecer en el vivero. Para facilitar el drenaje del exceso de agua las bolsas deben ser perforadas en el tercio medio inferior, dos hileras de huecos a lo ancho y espaciados a 5 centímetros son suficientes para realizarlo. Las bolsas se llenan con tierra fumífera, procurando que no queden espacios de aire; entran aproximadamente en cada una de las bolsas 30 libras de tierra. Seguidamente se acomodan en hileras de a tres y se deja un espacio libre de 2,10m, entre las hileras para el futuro raleo, el largo de las hileras es indefinido; sin embargo, se recomienda dejar un metro de calle cada 25 metros a fin de facilitar el paso de los trabajadores en las diversas labores de manutención del vivero (Raygada, 2005).



Figura 3. Vivero de palma aceitera.

2.4.5. Sistemas de riego en viveros de palma aceitera.

Cuando se opta por un método organizado de riego idóneo en la fase de pre vivero para la palma aceitera, en la etapa de crecimiento se reduce y se mitiga los costos de producción. Los momentos críticos del crecimiento de la planta, la superficie donde vive la planta debe conservarse húmeda de una manera uniforme y concisa. Puesto que la forma de sus raíces es aún limitada y el balance de agua hacia la planta es crítico, es importante mantener un alto índice de humedad en el vivero. Se sugiere el uso de un conjunto organizado de microaspersores, suspendidos e invertidos, a una altura de 1.8 – 2 m aproximadamente por encima de los plantones, abasteciendo una dosificación total con una prominente uniformidad y efecto de humidificación alternativa. Todos los emisores necesitan adquirir un LPD – (válvula del sistema antidrenante) que conserve al sistema presurizado, impidiendo daños a las plantas debido a pérdidas y que proporcione una ejecución simultánea del vivero en su totalidad. Estos sistemas favorecen también una fertiirrigación efectiva.

Durante la etapa de vivero los plantones son situadas en el campo dentro de recipientes a una distancia de 0.75 m x 0.75 m. Los volúmenes de agua son reducidos, pero es importante preservar la uniformidad de dosificación. El requerimiento de los fertilizantes al mismo tiempo aumenta y la efectividad de la fertiirrigación es un punto crucial. Se tiene dos opciones disponibles: una es por goteo y la otra por aspersores (NAANDANJAIN, 2014).

- **Riego por goteo.**

El sistema en mención brinda una aplicación exacta de agua y fertilizantes sin humedecer los contornos de los recipientes, de esta manera se preserva en agua y fertilizantes, reduciendo el tiempo de riego y el desarrollo de malezas.



Figura 4. Riego por goteo.

- **Riego por aspersión.**

Consiste en un sistema de distribución de agua de cobertura total, permanente o parcialmente móvil que aparenta lluvia. Tiene una enorme uniformidad en la distribución y el reducido impacto del agua sobre los plantones y la superficie donde esta habita. Establece una solución sencilla y económica para los criaderos a campo abierto que proporciona al agricultor un sencillo desplazamiento del sistema para acopio o para su transporte a otros lugares (NAANDANJAIN, 2014).



Figura 5. Riego por aspersión.

2.5. Marco conceptual.

2.5.1. Sistema de riego automatizado.

Los sistemas de riego automatizado por goteo tecnificado aparecen como opción a la carencia de agua en todo el mundo. Debido a que en los últimos tiempos es el problema ambiental de mayor importancia, optándose por una investigación minuciosa de los volúmenes y consumo de agua dulce en todo el mundo. Nuestro planeta tiene el 71% de la superficie terrestre cubierta de agua, lo cual le brinda aquel distintivo color azul perceptible desde el espacio. Sin embargo, toda esa agua disponible para el uso humano es solo el 2.5%. Suponiendo que toda el agua del planeta lo pusiéramos en un balde de 1000 litros lleno hasta el tope, la porción correspondiente de agua dulce, sin contar el agua de los hielos polares y los glaciares, sería apenas 25 ml (Gutiérrez et al., 2012). En todo el planeta, el 70% se emplea en la agricultura, 20% en industrias, y 10% para abastecer a la población mundial de agua. Por esta razón nació el propósito de recurrir a otra opción que faculte el empleo eficiente del agua con fines agrícolas, siendo la opción eficaz el sistema automatizado de riego por goteo tecnificado, empleado en el medio oriente, el cual tiene por finalidad preservar humedecido la zona agrícola a tratar. Permitiendo que los plantones permanezcan en constante obtención de los nutrientes del suelo y produciendo su óptimo crecimiento. Brindando ventajas para prevenir el reflejo de los rayos solares en el agua depositada por el riego en la superficie del área de plantación puesto que queman al mismo y lo tornan de un color amarillo.

Para el montaje del sistema automatizado de riego por goteo tecnificado es esencial la recolección de cálculos previos de merma de energía y movilización del fluido para decidir sobre la forma topológica del sistema a montar y los materiales a emplear. Además, del flujo del agua a regular en la válvula principal y la llave secundaria.

Seguidamente, se esquematizará un circuito electrónico de control del sistema de riego, partiendo su funcionamiento por el desarrollo de circuitos integrados con lógica booleana utilizando accesos con sensores de humedad tipo HS1100 determinando un rango de humedad incesante durante la noche, la apertura y cierre del circuito se controlará por un contador que permita determinar las horas de operación del sistema. Existirá una única salida que admita el cierre de la llave reguladora, activada mediante una electroválvula y por un potenciómetro. Con el montaje del sistema propuesto lograremos mejorar y optimizar los regadíos en todos los niveles entre otros usos. El sistema en mención y sus componentes se indican en la Figura 6.



Figura 6. Sistema de riego automatizado.

2.5.2. Sistemas de control.

El sistema dinámico puede conceptualizarse como una instancia que admite acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida (Ebel *et al.*, 2008).

Las acciones externas al sistema se dividen en dos grupos, variables de control, que se pueden manipular, y perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de control. La gráfica representa en modo conceptual el funcionamiento de un sistema.

Dentro de los sistemas se encuentra el concepto de sistema de control. Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados.

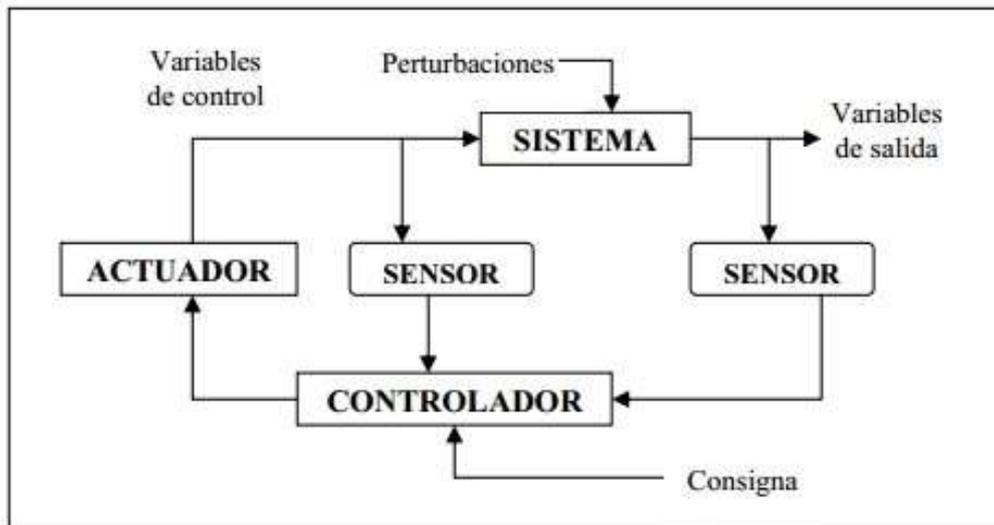


Figura 7. Esquema general de un sistema.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.

3.1. Diseño de la investigación.

La investigación se diseñó a partir de una previa y posterior prueba con un solo grupo plantones.

Su diseño es Grupo Experimental (GE):

$$O_1 \text{ ----- } X \text{ ----- } O_2$$

3.2. Tipo y nivel de investigación.

3.2.1. Tipo de investigación.

La investigación se tipifico según su finalidad siendo descriptiva cualitativa. Mencionado por Barrantes (2008), este tipo de investigación utiliza la observación, estudios correlacionales y de desarrollo.

3.2.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación será del tipo Descriptivo y del tipo Explicativo. Citado por Barrantes (2008), es de tipo descriptivo por que el objetivo central emplea la descripción de fenómenos. Utiliza la observación, estudios conexos y de desarrollo. Es de tipo explicativo por que detalla los fenómenos y el estudio de sus relaciones para comprender su estructura y los aspectos que intervienen en su dinámica.

3.3. Método.

3.3.1. Inductivo.

El método que se utilizará es el método descriptivo.

3.4. Variables de la investigación.

3.4.1. Variable independiente.

- Sistema de riego automatizado.

Dimensión	Indicadores
Automatización	Envío de acción
	Captura de información.
	Ejecución de acción
	Resultados

3.4.2. Variable dependiente.

- Control del agua en un vivero de palma aceitera.

Dimensión	Indicadores
Control del agua, crecimiento de los plantones de palma	Eficiencia (%)
	Eficacia (%)
	Crecimiento (cm)
	Diámetro (mm)

3.5. Tipo de muestreo.

El tipo de muestreo será por conveniencia, por la disponibilidad de los viveros de la empresa OLAMSA.SA.

Se trabajará en un vivero de palma aceitera, conformado por más de 100 plantones. Según Otzen y Manterola (2017), permite seleccionar aquellos

casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador.

3.6. Técnicas, instrumentos y recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

- Observación: Se empleará dicha técnica para obtener notas de los parámetros del control en un vivero.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

- Fichas de recolección de datos: Se utilizará un esquema para recolectar datos acerca de los procedimientos que se realizan, también se evaluará los parámetros de control del vivero.

3.6.3. Plan de recolección de datos y procesamiento de la información.

- Análisis del sistema.
- Diseño del sistema.
- Acondicionamiento del vivero de palma.
- Implementación de los sistemas automatizados.
- Prueba del sistema de riego automatizado.
- Los resultados se plasmarán en cuadros y figuras del proceso descriptivo.
- Presentación de los resultados.

3.6.4. Descripción del sistema de riego automatizado.

El sistema de riego automatizado tendrá como principal dispositivo un timer (programador de riego) FUJIN REMOTE CONTROLLER (FJK – 1022C), un programador de grifo digital de 1 vía, conectado a una válvula que controle el riego del vivero de palma desde su móvil por medio de una aplicación (sistema operativo Apple o Android) con la unidad de grifo remoto y

concentrador de Havelock. La aplicación para móviles de fácil manejo permitirá crear programas de riego en el momento que se desee (Ver anexo 8.1).

Las conexiones de las tuberías estarán estratégicamente ubicadas a lo largo de todo el vivero, asegurando que el agua llegue a todos los plantones (Ver figura 13).

3.6.5. Procesamiento de datos.

Las cifras se plasmarán en tablas de frecuencia y gráficos de barra, conforme al resultado obtenido con el software estadístico Excel.

3.7. Trabajo de campo.

3.7.1. Ubicación.

El trabajo de campo se desarrolló en el Km 30 de la carretera Federico Basadre, en el fundo la “Colorada”. En este lugar existe un vivero de Palma aceitera en cual pertenece a la Empresa OLAMSA, donde de instalo el experimento (figura 8).



Figura 8. Vivero de palma aceitera, Km 30, Fundo la Colorada, Ucayali – Perú.

3.7.2. Características de los plántones de palma.

Los plántones de palma aceitera que se utilizaron para el experimento en el vivero tuvieron una altura de 40 a 50 cm, de 4 meses de edad (figura 9). Los plántones del vivero fueron seleccionados por sus características de altura, diámetro y adaptación, puesto que serán las futuras plantas y trasladados a los productores.



Figura 9. Plántones de palma aceitera de 4 meses.

3.7.3. Diseño del sistema de riego.

Para el modelo del sistema automatizado de riego tecnificado tuvimos en cuenta los factores climáticos como Temperatura, Precipitación pluvial y evapotranspiración. Además, se tuvo que contar con el asesoramiento de un ingeniero agrónomo que brinde los datos de las necesidades de riego de los plántones de palma.

El sistema diseñado tal como se muestra en los resultados fue elegido para la zona, porque se adapta bien a las condiciones de Ucayali. Finalmente se consideró que el sistema debe ser el más idóneo que permita aprovechar a los plántones el agua necesaria, evitando el encharcamiento de todo el vivero, puesto que pudieran aparecer hongos que causan enfermedades.

3.7.4. Instalación del sistema de riego automatizado.

a) Instalación de la red local de Wifi.

El sistema de riego presenta un dispositivo Timer el cual funciona con Wifi, para cual fue necesario instalar un router en la parte delantera del vivero donde existe conexión de internet (figura 11), para que puede captar la señal de la red local y el dispositivo funcione sin ningún problema. Esencialmente el router está destinado a proporcionar conectividad entre los dispositivos asociados y administrando los paquetes de datos e información que circulan por una red informática.



Figura 10. Router TL-WA701ND.

El router es empleado para distribuir el internet mediante un cable, ADSL o Wifi con otros dispositivos como celulares y computadoras, brindar la protección mediante el firewall, inspecciona la calidad de paquetes informáticos y varias tareas, primordialmente la seguridad. Así el router WiFi está equipado con cuatro entradas para una red local (LAN) y un puerto principal Ethernet para conectar el router a la internet (WAN). De esta forma, el internet se distribuyó con el dispositivo Wifi del celular que utilizamos.

El router utilizado fue el TL-WA701ND (figura 10) su información fue la siguiente:

Cuadro1. Información del router.

Información del router raíz.	
IP de LAN	192.168.0.1
SSID	test ABC
Tipo de Encriptación:	WPA2-PSK
Frase de Contraseña	11667063

A continuación, se menciona el proceso de configuración del equipo router:

- **Paso 1**

Se conectó la computadora al AP con un cable Ethernet. Se abrió el navegador de Internet y se escribió la dirección IP del punto de acceso (La dirección predeterminada es 192.168.0.254) en la barra de direcciones y después se presionó Enter.



- **Paso 2**

Se escribió el usuario y contraseña en los recuadros de la página de acceso al router, el usuario y contraseña predeterminados es administraron para los dos, después se presionó Log in.



- **Paso 3.**

Se ingresó a la página de “Quick Setup” (Configuración Rápida) de TP-Link. Después se dio clic en *Next (Siguiete)* para ejecutar el procedimiento de configuración.



- **Paso 4.**

Se seleccionó el modo de Operación Client (Cliente), después se dio clic en Next (Siguiente).



- **Paso 5.**

Se dio clic en Survey (Examinar).



- **Paso 6.**

Se encuentra el SSID de router raíz, después se dio clic en Connect.

AP List						
30	90-F6-52-03-3A-06	TP-LINK_	50dB	9	WPAWPA2-PSK	Connect
31	74-EA-3A-66-22-82	baidu-hy	12dB	9	OFF	Connect
32	90-F6-52-DC-68-1A	testABC	91dB	10	WPA2-PSK	Connect
33	E0-30-05-2A-4A-73	ChinaNet-9eKw	12dB	11	WPAWPA2-PSK	Connect

- **Paso 7.**

Se confirmó el modo de seguridad inalámbrica e ingresó la Contraseña Inalámbrica (Wireless Password) del router raíz. Luego clic en Next (Siguiente).

TP-LINK

Quick Setup

Operation Mode: **Wireless Setting** | Network Setting | Finish

Wireless Name of Root AP: testABC (also called SSID)

MAC Address of Root AP: 90-F6-52-DC-68-1A

Survey

Click Survey button to scan the wireless networks, and choose the target one to setup.

Region: United States

Warning: Ensure you select a correct country to comply local law. Incorrect settings may cause interference.

Wireless Security Mode: Most Secure(WPA/WPA2-PSK)

Wireless Password: 11667063

All security settings, for example the wireless password should match the root AP/router.

You can enter ASCII characters between 8 and 63 or Hexadecimal characters between 8 and 64.

Back Next

- **Paso 8.**

Se Aseguró que el *DHCP Server* (*Servidor DHCP*) esté en “disabled” (desactivado). Luego se dio clic en Next (Siguiente).



- **Paso 9.**

Finalmente se dio clic en Reboot (Reiniciar) y ya estuvo confirmado.

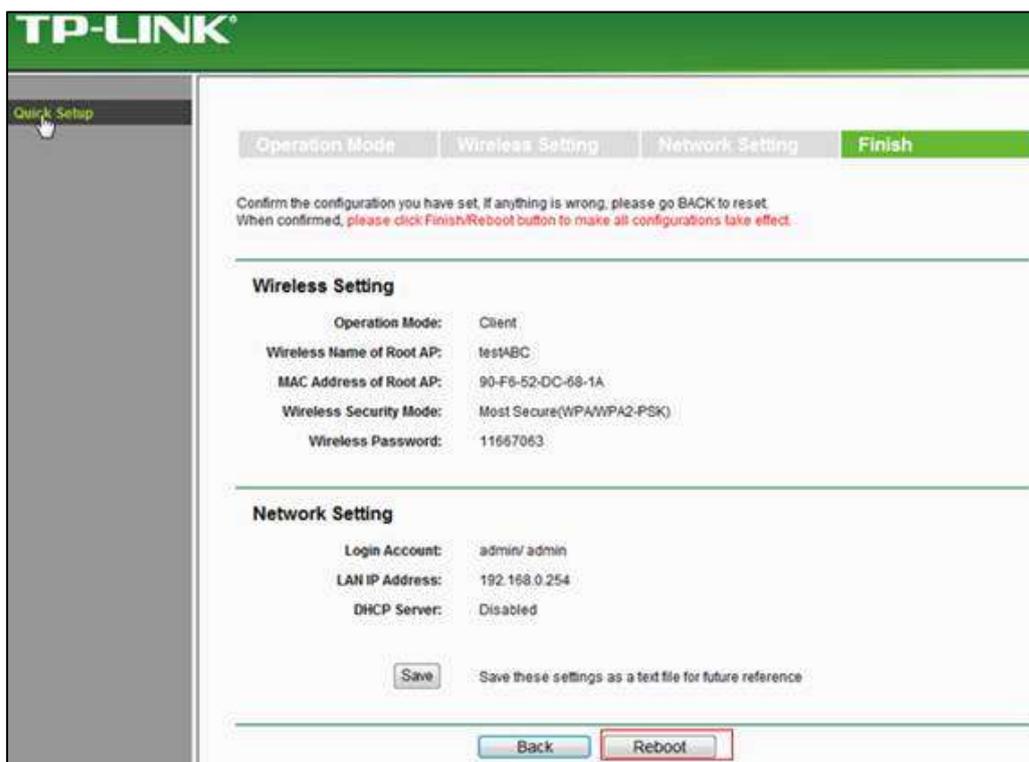




Figura 11. Instalación del router.

b) Instalación de las mangueras de riego y el dispositivo timer.

- Para la instalación de la red de riego se utilizaron mangueras de Riego por Goteo tecnificado con compensación de presión de la serie A5 PC para agricultura. A continuación, se describen sus características:

Rango de Operación:

- Presión de Compensación: 0.48 a 4.14 bares (7 a 60 psi).
- Temperatura del Agua: hasta 43.3°C (110°F).
- Temperatura Ambiente: hasta 65.6°C (150°F).

Filtración:

- Requerimiento permitido: 125 micrones (120 mesh) Caudales.

Caudales Nominales:

- 1.2 l/h, 1.6 l/h, 2.0 l/h, 2.3 l/h, 4.0 l/h (0.31 gph, 0.42 gph, 0.53 gph, 0.61 gph, 1.06 gph).

Distribución Estándar entre Goteros y dimensión de las mangueras:

- 100 cm; 20 mm, 48mil (OD 19.96mm, ID 17.52mm, espesor 1.22m).



Figura 12. Manguera de riego en el vivero de palma aceitera.

- Para la conexión de las redes se tuvo en cuenta el diseño original del sistema automatizado de riego por goteo tecnificado. Se instaló las mangueras para el riego (figura 12) sobre todos los plantones de palma aceitera teniendo en cuenta el distanciamiento entre ellos que fue de 1 m (figura 13).
- Luego de instalar las mangueras por todos los plantones se procedió a conectar el conector principal de las mangueras a la llave de agua principal que cierra y abre el paso del tanque de agua (figura 13).
- Una vez instaladas las mangueras al conector principal de la entrada de agua, se procedió a instalar el dispositivo Timer FUJIN REMOTE CONTROLLER (FJK – 1022C) (ver anexos 8.1) el cual controlará el tiempo y medida de riego que necesitamos para el vivero de palma aceitera.

- Finalmente se aseguró el timer y se hicieron algunas pruebas preliminares para sujetarlo y evitar que desprender de la llave principal de agua (figura 13).



Figura 13. Instalación de las mangueras de riego y el timer.

c) Instalación del software en el dispositivo móvil.

Para la instalación del software en el dispositivo móvil se realizó lo siguientes:

- Se descargó la aplicación FUJIN INTELLIGENT TECHNOLOGY (FUJIN E- CONTROLLER) que viene ya predispuesto por la empresa en internet.
- Luego de descargar la aplicación y activarla se procedió al registro en la página web. Donde se escribió el correo electrónico y la contraseña para pueda ser utilizado por la persona encargada (figura 13).
- Una vez registrado se procedió a encender el equipo y activar el wifi del dispositivo móvil para buscar el timer (figura 13).

- Luego de buscar el timer y activarlo se procedió a realizar las pruebas preliminares de la programación del riego y del riego, las cuales están descritas en los resultados.

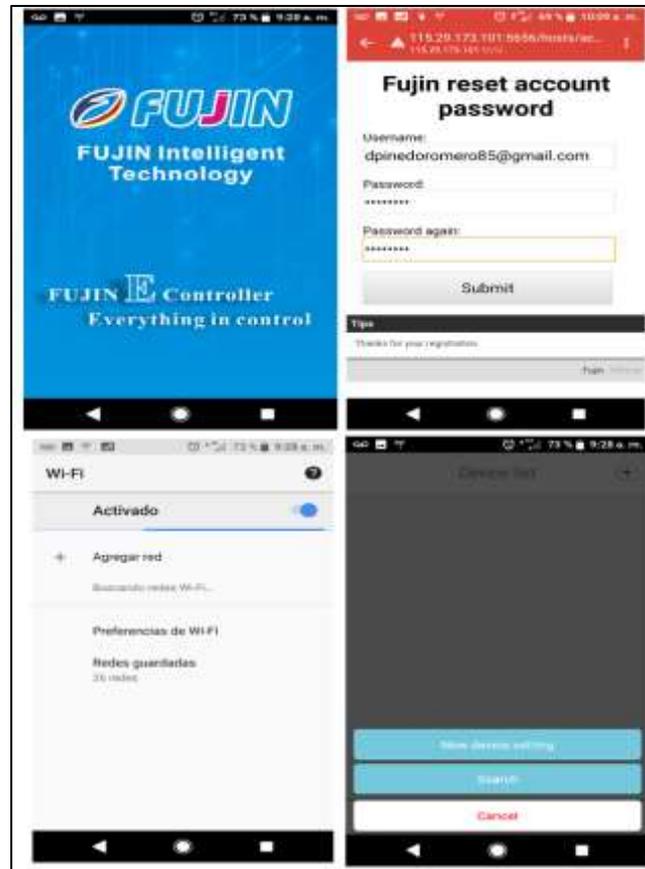


Figura. 14. Descarga y activación de la aplicación en el dispositivo móvil.

CAPITULO IV. ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN, Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados generales.

4.1.1. Diseño del riego automatizado en un vivero de palma aceitera.

El diseño del riego automatizado para el vivero de palma aceitera se presenta a continuación:

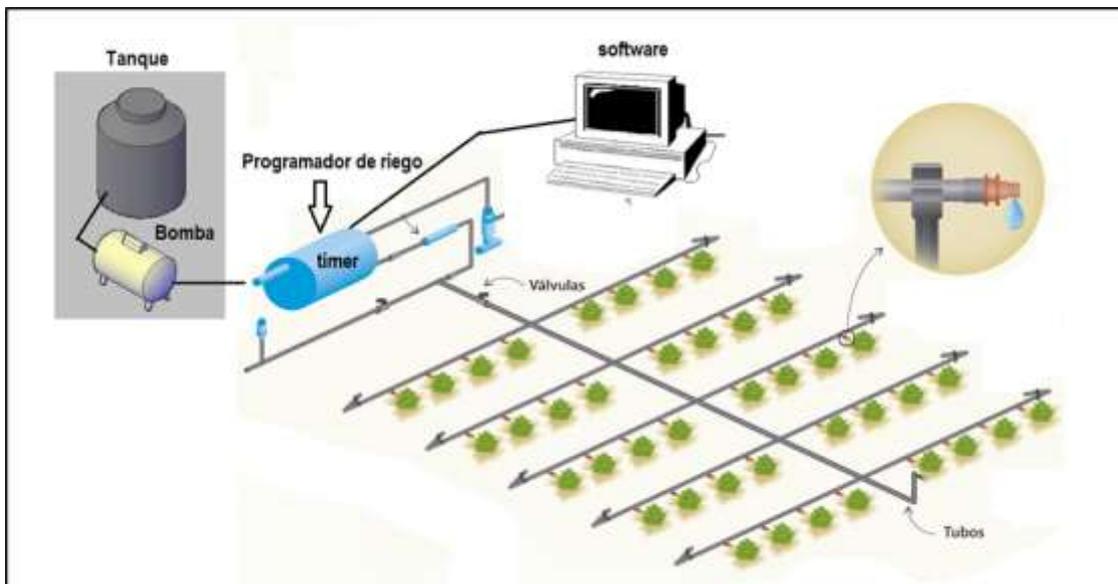


Figura 15. Diseño del riego automatizado en un del vivero de palma aceitera.

Características:

- Se utilizó el riego por goteo tecnificado por resultar eficiente en cuanto al consumo del agua recude las perdidas porque especifica su zona de uso

y las cantidades respectivas. Como se mencionó anteriormente este tipo de riego tiene la principal ventaja de economizar el agua y evitar el encharcamiento de todo el terreno del vivero puesto que riega en una zona específica, permitiendo de esta forma un mejor control del agua.

- Lleva mangueras resistentes que pueden ser utilizadas mucho tiempo una vez instaladas.
- El timer o programador de riego es muy económico y puede ser adaptado e instalado fácilmente, presenta una programación manual o automática.
- El sistema de redes para cada plantón está dispuesto de una boquilla de riego el cual expulsa las gotas en el tiempo que uno programa, a su vez este sistema está conectado a la llave principal donde se instaló el timer. El alimentador principal de agua para todo el sistema es un tanque de 1000 L, el cual es suficiente para todo el vivero con más de 1000 plantones.
- Finalmente, mediante la configuración del software y la aplicación para el manejo del timer este sistema puede ser monitoreado de cualquier PC o LAPTOP y lo más práctico desde cualquier dispositivo móvil que previamente tenga instalada una red local de Wifi.

4.1.2. Capacidad de riego, ventajas y costos del sistema.

El sistema de riego automatizado por goteo, presenta las siguientes ventajas frente al sistema de riego manual y al vivero convencional sin sistema de riego, que se utiliza en la Región Ucayali, según se muestra en el cuadro 2 siguiente.

Cuadro 2. Ventajas del sistema de riego automatizado frente a los sistemas convencionales.

Tipo de riego en los viveros de palma (1000 plántones)	Características			
	Personal requerido o (Personas)	Capacidad de riego	Eficiencia	costo
Vivero de palma sin sistema de riego.	10	Baja, puesto que no existe ningún parámetro de control y se trabaja empíricamente.	Baja los plántones de palma crecen en forma desigual y toman más tiempo, muchos presentan problemas de enfermedades.	Alto por el pago al personal continuamente.
Vivero de palma con sistema de riego convencional (Aspersión).	5	Alta puesto que trabaja con una bomba y con redes a lo largo de todo el vivero.	Mediana, el agua se dispersa desordenadamente y se requiere una persona para cerrar la llave de paso a cada momento.	Alto por el pago al personal y el mantenimiento del sistema.
Vivero de palma con sistema de riego automatizado.	2	Alto, se racionaliza el consumo de agua, se riega en zonas específicas.	Alta, plántones de crecimiento uniforme y en menos tiempo. Todo se puede manejar desde un dispositivo móvil y eso lo puede hacer una sola persona.	Alto a corto plazo, pero a mediano y largo plazo es mayor el ahorro.

4.1.3. Programación del riego.

La programación se realizó utilizando el software de la aplicación móvil FUJIN INTELLIGENT TECHNOLOGY (FUJIN E- CONTROLLER), donde se eligió los días y la hora de riego.

A continuación, se muestra el procedimiento:

- Una vez activado el wifi (red local) se puso el correo electrónico y se ingresó a la aplicación con la contraseña, tal como se explicó anteriormente en la metodología (figura 14).
- Se procedió a programar el riego por día y hora.

En la siguiente tabla se muestra los días y la hora de riego, así como el volumen de agua que puede acumularse en un día.

Cuadro 3. Cantidad de agua por hora de riego.

Hora	Días de riego	Cantidad de agua (L) en una hora (1h).	Cantidad de agua consumida por una planta al día	Número de horas de riego.
7.00 – 8.00 am.	L-M-MR-J-V.	1L	1L	1 h

Cuadro 4. Costo del sistema de riego.

MATERIALES	Unidad	Cantidad	Precio unitario S/.	Total S/.
Mangueras de riego por goteo	rollos	10	150	1500.00
Tubos de PVC de	Unidad	100	10	1000.00
Pegamento para tubos	Unidad	100	10	1000.00
EQUIPOS				
Moto bomba de 500 hp.	Unidad.	1	2000.00	2000.00
Programador de riego (TIMER)	Unidad	1	1000.00	1000.00
Router	Unidad	1	800.00	800.00
Adaptador para timer	Unidad	1	500.00	500.00
MANO DE OBRA				
Instalación	Unidad	1	3000.00	3000.00
Adaptador para timer	Unidad	1	500.00	500.00
TOTAL				S/. 11.3000

Es importante mencionar que con el programador de riego uno puede ahorrar tiempo para realizar otras actividades, puesto que todo ya está programado. Lo más interesante es que se puede apagar y encender el dispositivo desde un móvil por medio de su aplicación, de esta forma al momento de las lluvias ya no será necesario correr a la parcela para cerrar la válvula. Es ideal para el tiempo de lluvias en la región puesto que puede controlarse el riego en mayor medida.

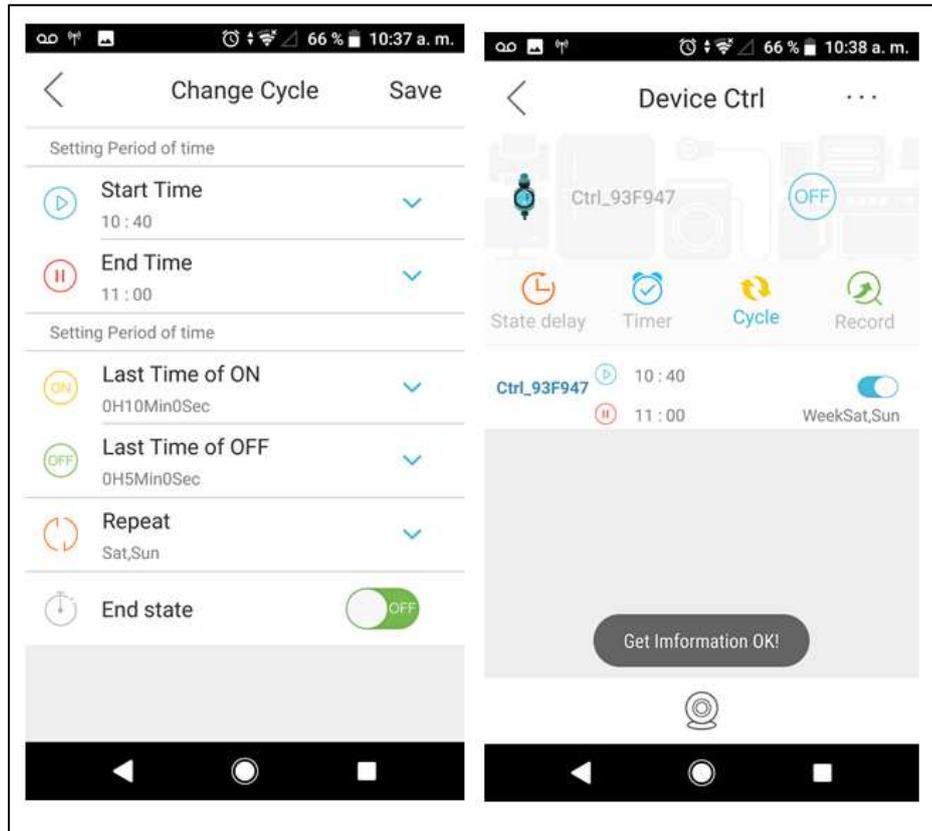


Figura 16. Programación del riego.

4.2. Discusiones.

Si bien es cierto existen muchos Timers o programadores de riego en el mercado, pero cada uno ofrece casi las mismas funciones, por lo que en el presente trabajo se acoplo y adecuo el equipo más económico, pero de igual eficiencia para reducir costos, puesto que el sistema de riego automatizado también tiene que estar a disposición de los productores pequeños. Uno de las principales consideraciones fue que los plantones de palma aceitera necesitan agua que esté dispuesta lo más superiormente en el suelo, en tal sentido se utilizó el riego por goteo, puesto que tiene ventajas frente al riego convencional (aspersión), como la racionalización del agua, evitar el encharcamiento del terreno y regar en zonas específicas. Los autores Barrios (1998) y Barrios y Florentino (2001), realizaron las investigaciones donde indican que la exigencia de el empleo del agua es de manera superficial, los cuales dan mejores resultados en el consumo de agua por la planta, en tal sentido la elección de este

tipo de sistema es el adecuado. Así mismo Moreno *et al.*, (2014), menciona que el riego por zonas localizadas aumenta los rendimientos, que en caso de los plántones de palma se traduciría en mayor crecimiento. Por otro lado, es importante recalcar que la inversión inicial para instalar el sistema de riego automatizado es razonable ya que, si analizamos el gasto del personal de vivero a mediano y largo plazo, se tendrá un ahorro considerable, aparte de las ventajas ya antes mencionadas. La automatización de los sistemas de riego en viveros permite un buen manejo del recurso hídrico, Disminuye la aplicación de mano de obra y previene el error humano y garantiza una mayor eficiencia (Mendoza, 2010). Álvarez *et al*, (2018), menciona que la valoración económica del recurso hídrico debe ser una constante en la evaluación financiera de los proyectos agrícolas. El uso desmedido e irracional de este recurso, así como la mayor demanda hacen que la única manera de controlar su uso sea a través de incrementos en su valor monetario.

Como es sabido en la región Ucayali se presentan dos épocas todo el año, la época lluviosa y la época seca, en la época lluviosa el timer proporcionaría un mayor control de los niveles de humedad puesto que al momento de la lluvia se apagaría el equipo permitiendo al agua drenar sin problemas y recuperar el nivel óptimo. En la época seca o verano se tendría el cálculo de las cantidades de agua para la planta más eficientemente, puesto que se seleccionarían las opciones de riego semanales, y se determinarían las horas de riego para tener un cálculo final del volumen de riego y adecuarlas a las necesidades del plánton.

4.3. Recursos humanos.

El presente proyecto de investigación fue realizado por el tesista y asesorado por un docente de la Facultad Profesional de Ingeniería de la Universidad Alas Peruanas.

4.4. Presupuesto.

C O N C E P T O		CANTIDAD	COSTO TOTAL
POTENCIAL HUMANOS	REC. HUMANOS		
	Investigador	1	1, 500.00
	Ayudante en viveros	1	300.00
	Trabajo de campo	2	200.00
	Asesoría	1	1,000.00
RECURSOS MATERIALES, EQUIPOS	MATERIAL BIBLIOGRÁFICO		
	Textos	Estimado	80.00
	Internet	Estimado	30.00
	Otros	Estimado	50.00
	MATERIAL DE IMPRESIÓN		
	Copias fotostáticas	400 unidades	80.00
	Computadora	Estimado	120.00
	Empastado de la Tesis	4 ejemplares	100.00
	USB	Unidad	40.00
	CD	2 unidades	4.00
	MATERIAL DE ESCRITORIO, EQUIPOS, ACCESORIOS.		
	Papel bond A4 80 gramos	1 millar	25.00
	Papelotes cuadriculados	10 unidades	4.00
	Cartulina	10 unidades	5.00
	Cinta Adhesiva	2 unidades	2.00
	Lapiceros Bicolor	10 unidades	15.00
	Lápices	10 unidades	5.00
	Plumones	6 unidades	15.00
	Mangueras de riego	1 unidades	1,750.00
	Programador de riego (Timer)	1 unidades	450.00
	Tubos PVC , 1".5.	1 unidades	700.00
	Otros accesorios	10 unidades	550.00
	SERVICIOS	SERVICIOS	
Alquiler de Multimedia		1 juego	50.00
Comunicaciones		Estimado	100.00
Movilidad y Viáticos		Estimado	100.00
Imprevistos		Estimado	75.00
Total costo			7,351.00

El presente proyecto de investigación fue financiado por el propio tesista, con apoyo de sus instalaciones y vivero de la Empresa OLAMSA.

4.5. Cronograma.

Actividad	Año 2018 -2019		
	Noviembre	Diciembre	Enero
Acondicionamiento del vivero	x		
Implementación del sistema de riego automatizado		x	
Prueba del sistema		x	
Procesamiento de los resultados.		x	
Visita del jurado		x	
Elaboración de la tesis final			x
Sustentación			x

V. CONCLUSIONES.

- El sistema de riego automatizado por goteo en viveros de palma aceitera provee al productor un manejo eficiente del agua, sin causar desperdicios excesivos como el riego por aspersión, así mismo reduce el personal de trabajo en el vivero, a parte de la practicidad del programador que permite el funcionamiento del sistema solo en los días y horas que se programe.
- El sistema de riego automatizado para viveros de palma aceitera solo suma una parte de los equipos ya convencionales de riego (como mangueras, tubos PVC, bomba, tanque) un dispositivo Timer el cual es el programador que permite ese funcionamiento, el mismo que puede ser costado sin ningún problema por menos de 2000 soles con toda la instalación.

VI. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda trabajar con diseños de riegos que involucren la optimización de agua y nutrientes en espacios amplios.
- Se recomienda diseñar modelos lo más económicos posibles que sean accesibles para el productor promedio.
- Se recomienda diseñar sistemas de riego automatizados en otros cultivos como el cacao, arroz en seco, plátano, papaya, caña de azúcar etc.
- Se recomienda utilizar sensores que permitan pronosticar lluvias en campo y el sistema se logre apagar automáticamente.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Álvarez, O., Ruíz, E., Mosquera, M., & Silva, J. (2018). Evaluación económica de sistemas de riego para plantaciones de palma aceitera en la Zona Norte de Colombia. *Palmas*, 38(4), 69-85.
2. ANDINA (Agencia Peruana de Noticias) (2018). *Región Ucayali posee mayor plantación en hectáreas de palma aceitera*. Consultado el 14/08/2018. Disponible en:
<https://andina.pe/agencia/noticia-region-ucayali-posee-mayor-plantacion-hectareas-palma-aceitera-708897.aspx>
3. Barrios, R. (1998). Evaluación de las propiedades de 2 suelos irrigados cultivados con palma aceitera en el Estado Monagas. Tesis de Maestría. Maracay, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Aragua. 113 p.
4. Barrios, R. y A., Florentino. (2001). Evaluación del patrón de humedecimiento de los suelos subirrigados cultivados con palma aceitera. *Agron. Trop.* Vol. 51(3): 371 – 386.
5. Cervantes Rodríguez, W. R. (2016). *Diseño E Implementación De Sistema De Riego Automatizado Y Controlado Por Una Placa Arduino Para La Finca “La Lucia*. Calceta: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ.
6. García, Luis. (2006). *Generalidades de la palma*. Presentación digital.
7. Gutierrez D, Paul M., Arturo S. (2012). *Automatización de un Sistema de Riego Agrícola por Técnica de Goteo y Aspersión*. Escuela de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Ricardo Palma – Perú.
8. Barrantes r. (2008). investigación. un camino al conocimiento
9. Hartley, C.W.S. (1986). *“La Palma de Aceite”*; Edit. Continental; Segunda Edición; México D.F. P53-232.
10. Leon M.K. (2011). *La demanda nacional de la palma aceitera*. Monografias.com. (Consultado el 13/09/2018). Disponible en:
<https://www.monografias.com/trabajos34/palma-aceitera-peru/palma-aceitera-peru.shtml>.
11. Mendoza, J., Gruber, L., Torrealba, C., Lugo, J. (2010). Diseño, construcción y evaluación de un equipo automatizado para riego por microaspersión. *Rev. Bioagro*. 22(3), 235.

12. Moreno M; Silva G; Carlos Falcón C; Brito J; García Y. (2014). Evaluación del efecto de dos sistemas De riego en el cultivo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones del valle de Quíbor, estado Lara. *Irriga, Botucatu*, v. 19, n.4, p. 641-654.
13. NAANDANJAIN (2014). *Palma aceitera*. A jain irrigation company.
14. Otzen T, Manterola c. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. *Int. J. Morphol.*, 35(1):227-232, 2017.
15. Parra Figueroa, H. E. (2012). *Diseño de un sistema de riego automatizado*. Sonora: Instituto Tecnológico de Sonora.
16. R. Raygada. (2005). *Manual Técnico para El Cultivo de la Palma Aceitera*. Ecuador. p.9
17. Salcedo Torres, A. D. (2014). *Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para palta Hass*. Lima - Perú: Pontificada Universidad Católica del Perú.
18. SDOT (Secretaria de demarcación territorial). (2018). Consultado 10/09/2018. Ley de creación distrital.
19. The International Plant Name Index (IPNI). Published In: *Species Plantarum* 2: 782. 1753. Consultado el 13 de setiembre del 2018.
20. Tostado Delgado, P. A. (2012). *Diseño Hidráulico De Un Sistema De Riego Por Goteo Para Una Huerta Aguacatera Pequeña*. México: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA.
21. Vásquez Rivera, J. A. (2012). *Diseño de un sistema de riego aeropónico automatizado*. México: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

VIII. ANEXOS.

8.1. Programador de grifo FUJIN REMOTE CONTROLLER (FJK – 1022C).

