


**UNIVERSIDAD MARIANO GALVEZ DE GUATEMALA FACULTAD DE  
INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y CIENCIAS DE LA  
COMPUTACIÓN**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO  
POR ASPERSORES PARA PLANTACIÓN DE BANANO UTILIZANDO  
TECNOLOGÍA OPEN SOURCE Y DESARROLLO DE INTERFAZ EN JAVA”**

**NOMBRE XXXXXXXX**

**GUATEMALA 2019**

## ÍNDICE PROVISIONAL

1.	ANTECEDENTES .....	6
1.2	MÉTODOS DE RIEGO.....	9
1.2.1	RIEGO POR GRAVEDAD .....	9
1.2.2	RIEGO POR ASPERSIÓN .....	9
1.2.3	RIEGO POR GOTEIO .....	9
1.2.4	RIEGO POR INUNDACIÓN .....	9
1.3	JUSTIFICACIÓN .....	13
1.4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
1.5	PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.7	VIABILIDAD .....	18
1.7.1	MERCADO .....	18
1.7.2	SOPORTE .....	18
1.7.3	TÉCNICA.....	19
1.7.4	ADMINISTRATIVA .....	19
1.8	ALCANCES A .....	20
1.8.1	ÁMBITO GEOGRÁFICO .....	20
1.8.2	INSTITUCIONAL .....	20

1.8.3 PERSONAL .....	20
1.8.4 TEMPORAL .....	21
1.9 ALCANCES B.....	22
1.9.1 TECNOLÓGICO .....	22
1.9.2 ADMINISTRATIVO .....	22
1.9.3 OPERACIONAL.....	22
1.10 HIPÓTESIS .....	23
1.11 VARIABLES .....	24
1.11.1 VARIABLE DEPENDIENTE .....	24
1.11.2 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	24
1.12.2 INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....	26
1.13 SUPUESTOS .....	27
1.14 MÉTODOS .....	28
1.15.1 TÉCNICA DE OBSERVACIÓN .....	29
1.15.2 TÉCNICA DE ENCUESTA.....	29
1.16 PLANIFICACIÓN.....	30
1.17 ESTIMACIÓN DE RECURSOS.....	31
2.1 TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LA ELABORACION DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO.....	37
2.1.1 TECNOLOGIA OPEN SOURCE.....	37

2.1.2 INICIOS DEL SOFTWARE OPEN SOURCE .....	37
2.1.3 DIFERENCIAS BÁSICAS ENTRE OPEN SOURCE Y FREE SOURCE.....	38
2.1.2 ARDUINO .....	38
2.1.2.2 SOFTWARE.....	39
2.1.3 JAVA .....	40
2.1.3.1 JFRAME.....	40
2.1.4 AUTOMATIZACIÓN .....	40
2.1.5 BASE DE DATOS.....	41
3.1 INFORMACIÓN SOBRE PLANTACIÓN DE BANANO .....	41
3.1.1 PARTES DE LA PLANTACIÓN DE BANANO .....	41
3.1.1.1 RIZOMA O BULBO .....	42
3.1.1.2 SISTEMA RADICULAR.....	42
3.1.1.3 TALLO .....	42
3.1.1.4 HOJAS.....	43
3.1.1.5 FLORES .....	43
3.1.1.6 FRUTOS .....	44
3.1.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	44
3.1.2.1 CLIMA .....	44
3.1.2.2 SUELOS .....	45
3.1.3 TIPOS DE RIEGO .....	46

3.1.3.1 RIEGO POR ASPERSION .....	46
3.1.3.2 RIEGO POR INUNDACIÓN.....	46
CONCLUSIONES.....	47
RECOMENDACIONES .....	48
ANEXOS .....	49
ENCUESTA .....	49
GLOSARIO .....	53
BIBLIOGRAFIA .....	54

## 1. ANTECEDENTES

Según el Foro Mundial de Bananeros (FMB). El banano es la fruta fresca más exportada en el mundo, es una fuente de ingresos y empleo para millones de familias rurales en países de desarrollo.

El banano posee propiedades nutricionales que resultan esenciales para el consumo humano, es rico en carbohidratos, contiene poca grasa y ayuda a proveer vitaminas como la vitamina C, B6, B1 y B2 además de poseer grandes cantidades de potasio y magnesio.

Tabla 1

Composición nutricional por cada 100 gr

Elementos	Composición
Agua	75.1 gr
Proteínas	1.2 gr
Grasas	0.3 gr
Carbohidratos	23.2 gr
Energía 95Kcal	403 gr

Tabla sobre composición nutricional fuente (Grupo HAME)

“La información citada en la anterior tabla muestra la composición de elementos que contiene una unidad de banano, lo cual resulta ser muy importante y debería considerarse agregar en nuestra dieta el ingerir este fruto ya que resulta ser muy importante para obtener un buen funcionamiento de nuestro organismo”. (Grupo HAME)

Tabla 2

## Condiciones favorables para el cultivo de banano en Guatemala

Condiciones	Rangos Apropriados
Temperaturas medias óptimas	21° a 30°, su mínima absoluta es de 15.6° y su máxima absoluta es de 37.8°.
Luminosidad	1500 horas luz por año, común promedio de 4 horas de luz por día
Humedad relativa	70%
Precipitación anual	1400 a 3000mm
Características del suelo	Bien drenados y un contenido de materia orgánica mayor del 2%, siendo los óptimos los que presentan una textura que va de franca, franca arenosa y ligeramente arcillosa, con profundidad que va de 0 a 1.2 metros
Topografía	Plana y con pendientes no mayores al 2%
pH	5.5 a 8.0

---

Tabla de condiciones favorables para el cultivo fuente (Grupo HAME)

“Según la información obtenida se muestra que el manto freático guatemalteco es rico en condiciones favorables para el desarrollo del cultivo ya que gracias a ello se obtiene un desarrollo favorable en la fruta”. (Grupo HAME)

“Para Guatemala el cultivo de banano es uno de los rubros económicos más importantes debido a que es una fuente de ingresos de exportación y de empleo; es uno de los países más estables dentro de los encargados de exportación de banano de América Latina.

Para el 2016 el banano represento el 1.05% del PIB según los datos del Banco de Guatemala” (Grupo HAME)

Un punto muy importante que tiene un impacto considerable en las plantaciones de banano es la clase de riego que se le realiza debido a que si se aplica de manera incorrecta se pueden generar pérdidas en la plantación.



## **1.2 MÉTODOS DE RIEGO**

### **1.2.1 RIEGO POR GRAVEDAD**

“Se caracteriza por conducir una corriente de agua desde una fuente abastecedora aplicando la gravedad para su distribución, este método de riego es el tradicional en la mayoría de las plantaciones”. (Agrícola)

### **1.2.2 RIEGO POR ASPERSIÓN**

“En este tipo de riego el agua se aplica en forma de lluvia de manera que evita dañar la raíz de las plantas y permite una mejor infiltración del agua en el terreno regado”. (Agrícola)

### **1.2.3 RIEGO POR GOTEO**

“Este tipo de riego permite aplicar de manera óptima el agua y abonos en los sistemas agrícolas, al momento de aplicar el agua o abono se infiltra directamente en la tierra justo en la raíz de la planta”. (Agrícola)

### **1.2.4 RIEGO POR INUNDACIÓN**

Este riego es utilizado para plantaciones donde su suelo es demasiado seco, ya que consiste en distribuirles agua, pero dejando el terreno con una inundación para que sea absorbido por la tierra.

En Guatemala dentro de las plantaciones de banano no se ha implementado el riego automatizado, todas las empresas dedicadas al cultivo de esta fruta únicamente utilizan el riego por inundación y por aspersores, con la diferencia que el riego con aspersores lo activan manualmente con lo cual generan un gasto inminente del vital líquido del agua no importando el tipo de riego que utilicen en la actualidad.

En países como España por su desarrollo en tecnología se cuenta con riegos automatizados, tal es el caso del Camp Nou la cancha oficial del FC Barcelona que cuenta con un sistema denominado Tor Lynx, en este sistema se instalan sensores bajo el césped los cuales captan los datos de humedad, salinidad y temperatura del terreno de juego y envían estos datos a una estación de información y según los datos activa únicamente el aspersor que está en el punto donde se detecta una temperatura que está por debajo de la nominal.

Por tal motivo es importante desarrollar e innovar dentro de la industria de banano la manera en la que se realizan los riegos para poder conservar los recursos naturales que al pasar de los años cada vez están más escasos.

Como punto importante cabe mencionar que muchos de los procesos de riego en las plantaciones de banano en nuestra actualidad buscan ser automatizados para reducir el uso del recurso humano, la automatización tiene como objetivo sustituir las tareas realizadas por una persona con elementos tecnológicos que están diseñados para realizar tareas específicas que han sido programadas en su sistema.

Existen dos elementos principales que son la parte de mando y la parte operativa. La parte de mando se basa en un autómata programable el cual es el centro del sistema y por lo

tanto debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes del sistema automatizado. La parte operativa se refiere a los elementos que ejercen una acción sobre la maquina por ejemplo motores, cilindros, compresores, etc.

Tiene sus orígenes desde la prehistoria ya que las personas de esa época contaban con máquinas simples que sustituían el esfuerzo realizado por los humanos como ejemplo de ello tenemos el sistema de poleas y palancas.

Hoy en día la automatización de un sistema va de la mano con el uso de tecnologías como ejemplo se encuentra la tecnología de cable vías utilizada en el cultivo del banano el cual se utiliza para extraer de una manera eficiente el racimo de banano del lugar donde se encuentra.

El sistema de riego automatizado por aspersores utilizando tecnología de open source se encargará de mejorar el modo de riego en las plantaciones de banano, ya que su base de operación será la temperatura generada en el suelo y según los datos obtenidos dará la indicación de encender el sistema de riego para la plantación.

La tecnología Open Source se refiere a código abierto en los programas por lo cual son de acceso público y pueden ser modificados en cualquier momento para adaptarlo a las necesidades de la persona que lo utiliza.

El código abierto fomenta la colaboración y el intercambio de ideas entre las personas que utilizan el mismo código de programa para diferentes procesos.

Actualmente existe un proyecto de open source de Google en el cual se encuentran más de 2,000 proyectos activos los cuales fomentan el desarrollo de la inteligencia artificial y pueden modificarse para aportar nuevos usos de estos.

Como complemento adicional el sistema de riego automatizado cuenta con una interfaz gráfica generada en Java y la conexión a una base de datos desde la que se podrán extraer los datos del riego, como ejemplo mostrara cuantos galones por minuto se aplicaron en el día, la temperatura de la tierra obtenida al momento de encender el sistema de riego y la cantidad de veces que entro en funcionamiento el riego automático.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

El riego que actualmente utilizan dentro de las empresas que se dedican al cultivo de banano es el riego por inundación sin embargo al emplear este tipo de riego se genera una perdida en la plantación porque se suministra más agua de la que se necesita y genera un ahogamiento en la planta.

La falta de conocimiento y visión ha desencadenado que empresas dedicadas al cultivo del banano no cuenten con un sistema de riego automatizado y mucho menos el poder utilizar los datos del riego para elaborar informes, proyecciones, etc.

Esto ha generado un retardo en avances tecnológicos que pueden ser utilizadas en el riego y como consecuencia se ha estado utilizando de una manera poco efectiva el agua, teniendo en cuenta que en la actualidad se busca la optimización del recurso y utilizarlo de una mejor manera.

El sistema que se utiliza al momento es el riego por inundación y por aspersores en forma manual el cual muchas veces termina por ahogar la planta debido al exceso de suministro de agua y se utiliza demasiado recurso humano para la manipulación de tuberías las cuales deben ser reubicadas al querer regar otro sector.

Es importante la implementación de un sistema de riego automatizado dentro de las plantaciones de banano para subsanar la problemática del exceso del uso de agua y el recurso humano, ya que de no implementarse seguirán utilizando sistemas antiguos poco funcionales y retrasará el mejoramiento continuo que las empresas buscan para ser más competitivos en el mercado.

Como complemento debe contar con una interfaz gráfica generada en java con la cual el usuario tendrá interacción con el sistema de riego y de la cual podrá obtener datos que pueden resultar relevantes para generar reportes, proyecciones y diferentes tipos de análisis.

Así mismo es importante utilizar tecnología open source con el cual se podrá tener un mejoramiento continuo ya que el sistema puede ser modificado y adaptarlo a las nuevas necesidades que vayan surgiendo al pasar el tiempo.

Al implementar el sistema de riego automatizado por aspersores con tecnología open source busca un mejor sistema de riego para la plantación de banano y evitar que la planta muera así mismo optimizar el uso de personal operativo para operaciones de campo como también el aprovechamiento del recurso del agua para obtener un mejor riego dentro de la plantación y lograr los objetivos de la empresa que su objetivo es sobresalir con sus mejores cultivos para su comercialización.

## **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El sistema de riego actual en las plantaciones de banano es el riego por inundación y el principal problema detectado es que debido al abundante flujo de agua que este suministra tiende a ahogar la planta y como resultado la planta muere.

Esta particularidad causa que se genere una pérdida económica en la empresa ya que la planta muerta no generará el fruto para su comercialización.

Cabe mencionar que otro factor importante es la utilización de una gran cantidad de recurso humano, con lo cual la empresa tiene que sustentar demasiados gastos por el personal que labora directamente en el área de riego.

A pesar de que el sistema de riego por inundación se considera uno de los más accesibles, este genera en la empresa más pérdida que ganancia por los problemas que presenta y sería más eficiente tener un riego automatizado con el cual podrán tener un mejor control y adicional tener acceso a datos relevantes en el ambiente de la plantación.

Con esto se deberá solucionar el problema de pérdidas en la plantación porque la implementación del sistema de riego automatizado permitirá que se aplique únicamente la cantidad necesaria de agua que necesita la planta de banano y con ello lograr producir frutos de calidad los cuales son utilizados para la exportación de la empresa debido a que el sistema estará sondeando constantemente la temperatura del suelo para que se encuentre en las condiciones óptimas que se necesitan si llegara a disminuir la temperatura entraría en acción el riego para mantener la humedad del suelo dentro de los parámetros aceptados para el banano.

## **1.5 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN**

¿Se alcanzarán las expectativas en la implementación del riego automatizado en las plantaciones de banano?

¿Disminuirán gastos de personal operativo?

¿Se utilizará de mejor manera el recurso natural del agua?

¿Qué alcance tendrá la implementación del sistema de riego automatizado por aspersores utilizando tecnología open source?

¿Se cuenta con el financiamiento y recursos para implementar el sistema?

¿Se reducirá la pérdida de la plantación de banano con la implementación de riego automatizado?



## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema de riego automatizado con tecnología open source desarrollando una interfaz gráfica en Java para el almacenamiento de datos y el adecuado riego en las plantaciones de banano.

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Reducir costos en la logística de riego.
- Identificar la razón por la cual no ha sido implementado ningún sistema de riego automatizado.
- Automatizar el proceso de riego.
- Implementar el sistema de riegos automáticos según la humedad del suelo en la plantación de banano

## **1.7 VIABILIDAD**

Para realizar el sistema de riego automatizado utilizando tecnología open source se cuenta con las herramientas, materiales, acceso a los recursos necesarios como: agua, suelo, plantación y personal operativo.

### **1.7.1 MERCADO**

El sistema de riego automatizado utilizando tecnología open source es una innovación que busca sobresalir en todas las empresas dedicadas a la plantación y el comercio de banano para lograr obtener un uso eficiente del riego y el mejoramiento del uso eficaz del recurso natural del agua.

### **1.7.2 SOPORTE**

El riego es un punto muy importante dentro de las empresas dedicadas al cultivo de banano este sistema es adaptable a cualquier lugar donde se realice la plantación del cultivo, por lo tanto, el soporte se puede realizar entre empresas con el personal designado y capacitado para el uso del sistema y de esta manera lograr resolver inconvenientes de configuración dentro del sistema e instalación del equipo de riego.

### **1.7.3 TÉCNICA**

Para realizar el sistema de riego automatizado utilizando tecnología open source se utilizarán dispositivos de riego como tuberías y aspersores debido que la implementación del sistema debe comenzar desde la fase de creación porque no se cuenta con ningún sistema computacional relacionado con la automatización de riego en las plantaciones de banano.

### **1.7.4 ADMINISTRATIVA**

La empresa dedicada al cultivo de banano busca reducir su gasto de personal operativo como el aprovechamiento del agua por lo tanto la implementación del sistema es viable aplicarlo ya que se adapta a las necesidades de la empresa.

## **1.8 ALCANCES A**

### **1.8.1 ÁMBITO GEOGRÁFICO**

Se implementará en empresa dedicada a la siembra y comercio de banano de La Gomera, departamento de Escuintla.

### **1.8.2 INSTITUCIONAL**

La empresa tiene como objetivo el optimizar recursos y mejorar su sistema de riego lo que permitirá ser más competitiva en el mercado y poder extenderse generando desarrollo económico en el municipio y siendo una fuente de empleo para las personas de los alrededores.

### **1.8.3 PERSONAL**

Se necesita que los empleados se desarrollen junto con la empresa por lo tanto se les ofrece una remuneración por producción realizada, con la cual se busca motivarlos con un sistema automatizado para realizar los riegos y que se tenga un compromiso por parte de ellos.

#### **1.8.4 TEMPORAL**

Para la realización del diseño e implementación del sistema se estará realizando una investigación sobre puntos importantes a tratar sobre el cultivo que se llevará a cabo del mes de febrero a junio del año 2019, al culminar la investigación se procederá a realizar el trabajo practico el cual consistirá en la instalación del sistema lo cual se realizará del mes de julio a noviembre del año 2019.

#### **1.8.5 TEMÁTICO**

Para realizar la implementación del sistema de riego automatizado únicamente se implementará en campo y el control del mismo estará a cargo de la persona responsable de la plantación, conjuntamente con el personal de campo se harán inspecciones para corroborar que el sistema este operativo y sin ningún inconveniente.

## **1.9 ALCANCES B**

### **1.9.1 TECNOLÓGICO**

Para llevar a cabo el sistema se debe contar con información clara y concisa e inmediata para poder tomar decisiones sobre la mejor forma de realizar la implementación y con ello asegurar la disponibilidad y automatización de su sistema de riego.

### **1.9.2 ADMINISTRATIVO**

Se requiere el mejoramiento de procesos para lograr extender el producto por lo tanto es necesario obtener certificaciones de calidad con lo cual se abrirán las puertas para el comercio nacional como internacional.

### **1.9.3 OPERACIONAL**

En su alcance se encuentran todas las actividades relacionadas con el riego de los cuales el personal podrá extraer información relevante para el análisis del suelo y así verificar según la observación obtenida en sus procesos el buen funcionamiento del sistema como también la reducción de costos.

### **1.10 HIPÓTESIS**

El riego automatizado utilizando tecnologías open source con una interfaz desarrollada en Java permitirá reducir el uso desmedido del recurso natural del agua, muchas de las empresas dedicadas a las plantaciones de banano desconocen el uso y la implementación de procesos tecnológicos dentro de los cultivos.

Por lo tanto, la implementación de este sistema tecnológico de riego automatizado logrará un impacto positivo dentro esta plantación porque podrá realizar el riego de una manera óptima y aprovechar los recursos naturales y humanos.

## **1.11 VARIABLES**

### **1.11.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

- Registro de datos.
- Activación de riego.

### **1.11.2 VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Gestionar la conexión con base de datos.
- Conocimiento sobre las temperaturas aceptables en las plantaciones de banano.
- Instalación de tuberías y sensores.



## 1.12 INDICADORES

“Microsoft desarrollo una base de datos llamada SQL Server que fue lanzada por primera vez el 24 de abril de 1989 con la cual se podrá llevar el registro y resguardo de información registrada en los sensores. Guthrie, Scott (7 de marzo de 2016).

“El riego automatizado nos ayudara en el ahorro de mano de obra, agua y energía como también el control de operaciones relacionada con el riego y beneficiara con aumentos de producción debido a la optimización del riego.” (Novagric)

“Los administradores crean y gestionan conexiones a la base de datos para garantizar que el usuario cuente con la información disponible.” (Oracle)

“La temperatura registrada para el funcionamiento óptimo de las plantaciones de banano es de 20°C a 30°C y en temperaturas inferiores a 15°C se detiene el crecimiento de la planta.” (Intagri)

“Para realizar la instalación de tuberías y sensores se debe conocer la ubicación donde irán para obtener una buena distribución y que sean de fácil manipulación por cualquier modificación que se desee realizar.” (Residuales).

### **1.12.1 INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

Variable: registro de datos

- Lectura, escritura y manipulación de datos.

Variable: Activación de riego

- Manipulación en el sistema para generar instrucciones con las cuales activaran o desactivaran el riego en la plantación.
- Contar con computadora que contenga el programa instalado.

### **1.12.2 INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE**

Variable: Gestionar la conexión con la base de datos

- Contar con el licenciamiento de la base de datos a utilizar.

Variable: Conocimiento sobre las temperaturas aceptables en las plantaciones de banano

- Estudio previo sobre el cultivo de banano.

Variable: Instalación de tubería y sensores

- Conocimiento sobre el funcionamiento que tendrán las tuberías y los sensores dentro del riego.

### 1.13 SUPUESTOS

“El riego automático es un sistema para proveer con agua a las plantas del jardín de manera tecnificada, por medio de sistema de aspersión y/o goteo normalmente.

Se puede entregar el agua en la ubicación, cantidad, frecuencia y horario que se desee.

Los riegos por aspersión automatizados, son de gran ayuda en estos años. Cada vez tenemos menos tiempo para dedicarnos a nuestro jardín y necesitamos soluciones prácticas y económicas para aprovecharlo durante el día. Para ahorrar en agua el ideal es regar de noche con menor temperatura, sin viento y mayor presión de agua, lo que es casi impracticable si no se tiene un riego automático.” (Vasquez)

La implementación de un sistema de riego automatizado en las plantaciones de banano generará un impacto positivo debido a que se utilizará de una manera más eficiente el recurso natural del agua y cuidará el estado del terreno donde se encuentra la plantación esto gracias a que el riesgo se activará y utilizará únicamente de ser necesario y sin aplicar proporciones de agua exageradas en el cultivo.

## 1.14 MÉTODOS

Para lograr el diseño y la implementación del sistema de riego automatizado se realizará un estudio de carácter exploratorio.

“Son las investigaciones que pretenden darnos una visión general, de tipo aproximativo, respecto a una determinada realidad. Este tipo de investigación se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido, y cuando más aún, sobre él, es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad. Suele surgir también cuando aparece un nuevo fenómeno que por su novedad no admite una descripción sistemática o cuando los recursos del investigador resultan insuficientes para emprender un trabajo más profundo.” (Ibarra)

Se utilizará este tipo de investigación porque permitirá que la automatización en riegos avance en su etapa de desarrollo lo cual beneficiará a los dueños de plantaciones de banano porque evitara la muerte de las plantas y por ende tendrán más ganancias las personas que se dedican al comercio del cultivo. Aún es un tema que no cuenta con mucha información y hay dudas que aún no están resueltas por lo tanto el objetivo es resolver todas las inquietudes que puedan presentarse.

El sistema de riego automatizado para plantación de banano utilizando tecnología open source y desarrollo de interfaz en Java es considerado una inversión adecuada porque resulta ser factible en su implementación debido a que es importante mantener un riego óptimo para las plantaciones utilizando de una manera adecuada el recurso natural del agua y con el cual se podrán realizar análisis y realizar informes sobre factores importantes como lo son el consumo de agua y temperaturas del suelo registradas por el sistema.

## **1.15 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

Para realizar la investigación de campo se utilizarán las siguientes herramientas

### **1.15.1 TÉCNICA DE OBSERVACIÓN**

Esta técnica es utilizada para estudiar el comportamiento que tendrá el sistema de riego automatizado dentro de la plantación y así lograr obtener un aproximado de la calidad de las formas actuales de riego que son utilizadas en las plantaciones de banano para poder implementar mejoras en el sistema que se busca implementar para su buen funcionamiento.

### **1.15.2 TÉCNICA DE ENCUESTA**

Son un conjunto de técnicas estadísticas la cual se llevará a cabo para representar las opiniones que tendrán las personas sobre la implementación del sistema de riego automatizado y con ello verificar si es necesario implementar mejoras dentro del sistema.

Para la implementación del sistema de riego automatizado no se utilizarán fórmulas de la muestra debido a que no se realizará la encuesta en un lugar con mucha población, únicamente se realizará de manera interna en la empresa encargada del cultivo de banano en la cual se hará la implementación del riego automatizado.

## 1.16 PLANIFICACIÓN

Tabla 3  
Planificación empleada en la elaboración del proyecto

<b>NOMBRE DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>
Elaboración de mapas mentales	5 días	09/02/2019	14/02/2019
Aprobación de tema	10 días	15/02/2019	28/02/2019
<b>CAPITULO 1</b>			
Marco Conceptual	15 días	01/03/2019	15/03/2019
Marco Metodológico	15 días	16/03/2019	30/03/2019
Marco teórico	12 días	19/04/2019	06/05/2019
Marco administrativo	7 días	07/05/2019	15/05/2019
<b>CAPITULO 2</b>			
Tecnologías utilizadas en la elaboración del riego automatizado	11 días	16/05/2019	24/05/2019
Presentación de trabajo escrito	1 día	25/05/2019	25/05/2019
Defensa de tema ante terna	1 día	01/06/2019	01/06/2019
<b>CAPITULO 3</b>			
Información sobre plantación de banano	5 días	06/07/2019	11/07/2019
Desarrollo de software en tecnología open source	20 días	12/07/2019	31/07/2019
<b>CAPITULO 4</b>			
Diseño de interfaz en Java	30 días	01/08/2019	30/08/2019
<b>CAPITULO 5</b>			
Programación y configuración de Arduino	30 días	01/09/2019	30/09/2019
<b>CAPITULO 6</b>			
Instalación de sensores y tuberías	27 días	01/10/2019	27/10/2019
Prueba de funcionamiento	3 días	28/10/2019	31/10/2019
Planificación de actividades fuente (Propia)			

### 1.17 ESTIMACIÓN DE RECURSOS

Tabla 4

Estimación de recursos en la implementación del proyecto

ACTIVIDAD	RECURSO	FECHA ESTIMADA
Elaboración de mapas mentales	Computador personal	Febrero-marzo 2019
Elaboración de mapa conceptual	Computador personal	Marzo-abril 2019
	Internet Q60.00	
	Impresiones Q20.00	
Elaboración de mapa metodológico	Computador personal	Abril 2019
	Internet Q60.00	
	Impresiones Q20.00	
Elaboración de marco teórico	Computador personal	Mayo 2019
	Internet Q60.00	
	Impresiones Q20.00	
Elaboración de marco administrativo	Computador personal	Mayo 2019
	Internet Q60.00	
	Impresiones Q20.00	
Redacción y presentación de informe	Computador personal	Junio 2019
final	Internet Q60.00	
Impresión de informe final	Computador personal	Junio 2019
	Internet Q60.00	
<b>TOTAL</b>	<b>Q440.00</b>	

Estimación de recursos fuente (Propia)

## **1.18 ESQUEMA GENERAL DE TEMAS**

### **CAPITULO 1**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

#### **1.2 MÉTODOS DE RIEGO**

##### **1.2.1 RIEGO POR GRAVEDAD**

##### **1.2.2 RIEGO POR ASPERSIÓN**

##### **1.2.3 RIEGO POR GOTEO**

##### **1.2.4 RIEGO POR INUNDACIÓN**

#### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

#### **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.5 PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.6 OBJETIVOS**

##### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

##### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

#### **1.7 VIABILIDAD**

##### **1.7.1 MERCADO**

##### **1.7.2 SOPORTE**

##### **1.7.3 TÉCNICA**



#### 1.7.4 ADMINISTRATIVA

### 1.8 ALCANCES A

#### 1.8.1 ÁMBITO GEOGRÁFICO

#### 1.8.2 INSTITUCIONAL

#### 1.8.3 PERSONAL

#### 1.8.4 TEMPORAL

#### 1.8.5 TEMÁTICO

### 1.9 ALCANCES B

#### 1.9.1 TECNOLÓGICO

#### 1.9.2 ADMINISTRATIVO

#### 1.9.3 OPERACIONAL

### 1.10 HIPÓTESIS

### 1.11 VARIABLES

#### 1.11.1 VARIABLE DEPENDIENTE

#### 1.11.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

### 1.12 INDICADORES

#### 1.12.1 INDICADORES DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

#### 1.12.2 INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

### 1.13 SUPUESTOS

### 1.14 MÉTODOS

#### 1.15. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

##### 1.15.1 TÉCNICA DE OBSERVACIÓN

##### 1.15.2 TÉCNICA DE ENCUESTA

### 1.16 PLANIFICACIÓN

### 1.17 ESTIMACIÓN DE RECURSOS

## CAPITULO 2

### 2.1 TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LA ELABORACION DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO

#### 2.1.1 TECNOLOGIA OPEN SOURCE

#### 2.1.2 ARDUINO

#### 2.1.3 JAVA

#### 2.1.4 AUTOMATIZACIÓN

#### 2.1.5 BASE DE DATOS

## CAPITULO 3

### 3.1 INFORMACIÓN SOBRE PLANTACIÓN DE BANANO

#### 3.1.1 PARTES DE LA PLANTACIÓN DE BANANO

##### 3.1.1.1 RIZOMA O BULBO

### 3.1.1.2 SISTEMA RADICULAR

### 3.1.1.3 TALLO

### 3.1.1.4 HOJAS

### 3.1.1.5 FLORES

### 3.1.1.6 FRUTOS

## 3.1.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

### 3.1.2.1 CLIMA

### 3.1.2.2 SUELOS

## 3.1.3 TIPOS DE RIEGO

### 3.1.3.1 RIEGO POR ASPERSION

### 3.1.3.2 RIEGO POR INUNDACIÓN

## CAPITULO 4

### 4.1 DISEÑO DE INTERFAZ EN JAVA

## CAPITULO 5

### 5.1 PROGRAMACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE ARDUINO

## CAPITULO 6

### 6.1 INSTALACIÓN DE SENSORES Y TUBERIAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO

## CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA

## **2.1 TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LA ELABORACION DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO**

### **2.1.1 TECNOLOGIA OPEN SOURCE**

Open source está relacionado al sistema de software libre, sin embargo, el termino open source hace referencia a código abierto de cualquier programa los cuales están diseñados para un acceso público.

“Este tipo de software provee de características y ventajas únicas, ya que los programadores, al tener acceso al código fuente de una determinada aplicación pueden leerlo y modificarlo, y por lo tanto pueden mejorarlo, añadiéndole opciones y corrigiendo todos los potenciales problemas que pudiera encontrar, con lo que el programa una vez compilado estará mucho mejor diseñado que cuando salió de la computadora de su programador original.” (Fácil, 2014)

### **2.1.2 INICIOS DEL SOFTWARE OPEN SOURCE**

“El término Open Source fue acuñado a principios de 1990 por las incipientes comunidades de software libre, y en este punto es sumamente importante hacer un diferencia entre los programas Open Source, que proveen de su código abierto, y los programas del llamado Free Software o Software Libre, el cual tampoco tiene que ver con la simple distribución de programas gratuitos.” (Fácil, 2014)

### **2.1.3 DIFERENCIAS BÁSICAS ENTRE OPEN SOURCE Y FREE SOURCE**

“En pocas palabras, ambos movimientos tienen diferencias notoriamente filosóficas, sin embargo, esto no significa un problema, ya que tanto el Software Libre como el Software Open Source han ofrecido a lo largo de los años programas de altísima calidad como Firefox, los sistemas operativos basados en Linux y muchos más, que además de ser ejemplos de cómo debe desarrollarse software, ofrecen libertades que en otros ámbitos como el del software cerrado, no tendríamos jamás.” (Fácil, 2014)

“Como mencionamos más arriba, el Software Libre tiene diferencias de índole filosóficas con el Open Source, mientras que desde la FSF (Free Software Foundation), movimiento que lidera Richard Stallman, siempre se priorizan los aspectos de índole ética, en el Open Source se destacan los aspectos técnicos sobre cualquier discusión moral acerca de las licencias y derechos. Es decir que básicamente se distinguen por cuestiones deontológicas.” (Fácil, 2014)

### **2.1.2 ARDUINO**

“Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open – source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado e inspirado en artistas, diseñadores, y estudiantes de computación o robótica y para cualquier interesado en crear objetos o entornos interactivo, o simplemente por hobby. Arduino consta de una placa principal de componentes electrónicos, donde se encuentran conectados los controladores principales que gestionan los demás complementos y circuitos ensamblados en la misma.” (Arduino)

### **2.1.2.1 HARDWARE**

“Arduino está constituido en el hardware por un microcontrolador principal llamado Atmel AVR de 8 bits (que es programable con un lenguaje de alto nivel), presente en la mayoría de los modelos de Arduino, encargado de realizar los procesos lógicos y matemáticos dentro de la placa, además de controlar y gestionar los recursos de cada uno de los componentes externos conectados a la misma. Consta además de una amplia variedad de sensores eléctricos como cámaras VGA, sensores de sonido, seguidores de línea, botones de control de sensores, e incluso, otras placas de microcontroladores (mejor conocidos como Shields), que pueden adaptarse fácilmente gracias a que Arduino cuenta con entradas de pines analógicos y digitales para integrar estos componentes sin necesidad de alterar el diseño original de esta placa.” (Arduino)

### **2.1.2.2 SOFTWARE**

“Este lenguaje que opera dentro de Arduino se llama Wiring, basado en la plataforma Processing y primordialmente en el lenguaje de programación C/C++, que se ha vuelto popular a tal grado de ser el más preferido para enseñar programación a alumnos de nivel superior que estudian computación y robótica, gracias que es muy fácil de aprender y brinda soporte para cualquier necesidad de computación. De este lenguaje derivan otros más que son muy utilizados en el ámbito de Ingeniería y desarrollo, como C#, Java, BASIC, Php, Python, JavaScript, Perl, entre otros más; por lo tanto, Arduino soporta varios lenguajes de programación de alto nivel derivados de C, haciendo de esto una ventaja para los diseñadores que trabajan en varios o en 1 sólo entorno de desarrollo de programación.” (Arduino)

### **2.1.3 JAVA**

Java es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. Hay muchas aplicaciones y sitios web que no funcionarán a menos que tenga Java instalado y cada día se crean más. Java es rápido, seguro y fiable. Desde portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta súper computadoras, desde teléfonos móviles hasta Internet, Java está en todas partes.

(JAVA)

#### **2.1.3.1 JFRAME**

“Se podría decir que un frame es una clase utilizada en Swing(Es un biblioteca de clases).Esto frame nos sirven para generar ventanas de usuario ,en las cuales se le pueden añadir diferentes objetos (JButton, JTable, etc)con estos objetos el usuario podrá interactuar con el programa.” (ThemeGrill, 2019)

### **2.1.4 AUTOMATIZACIÓN**

La automatización no es más que un sistema en donde las tareas de producción realizadas habitualmente por una persona son sustituidas por un conjunto de elementos tecnológicos, los cuales facilitaran la manera en la que se realiza el proceso y realizándolo con la misma eficiencia y calidad con la que lo haría una persona.



### 2.1.5 BASE DE DATOS

Son datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados de una forma sistemática para luego poder utilizarlos.

## 3.1 INFORMACIÓN SOBRE PLANTACIÓN DE BANANO

### 3.1.1 PARTES DE LA PLANTACIÓN DE BANANO

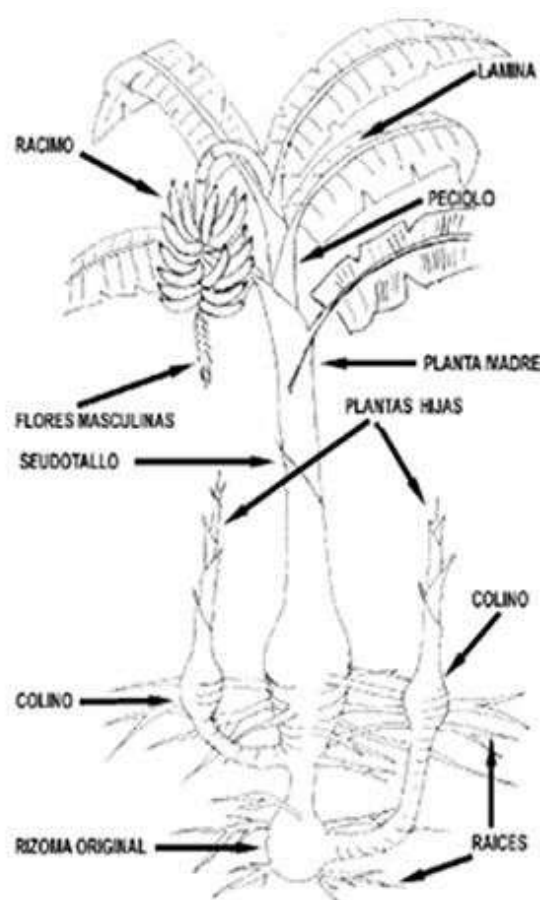


Figura 1: Descripción de partes en planta de banano (Infoagro)

### **3.1.1.1 RIZOMA O BULBO**

“Tallo subterráneo con numerosos puntos de crecimiento (meristemos) que dan origen a pseudotallos, raíces y yemas vegetativas.” (Infoagro)

### **3.1.1.2 SISTEMA RADICULAR**

“Posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. Las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente. Su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los 2,5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo.” (Infoagro)

### **3.1.1.3 TALLO**

“El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.” (Infoagro)

#### **3.1.1.4 HOJAS**

“Se originan en el punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del rizoma. Al principio, se observa la formación del pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La parte de la nervadura se alarga y el borde izquierdo comienza a cubrir el derecho, creciendo en altura y formando los semilimbos. La hoja se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un pecíolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el pecíolo, un poco ondulado y glabro. Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento. De la corona de hojas sale, durante la floración, un escapo pubescente de 5-6 cm de diámetro, terminado por un racimo colgante de 1-2 m de largo. Éste lleva una veintena de brácteas ovales alargadas, agudas, de color rojo púrpura, cubiertas de un polvillo blanco harinoso. De las axilas de estas brácteas nacen a su vez las flores.” (Infoagro)

#### **3.1.1.5 FLORES**

“Flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14.” (Infoagro)

### 3.1.1.6 FRUTOS

“Baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. La partenocarpia y la esterilidad son mecanismos diferentes, debido a cambios genéticos, que cuando menos son parcialmente independientes. La mayoría de los frutos de la familia de las *Musáceas* comestibles son estériles, debido a un complejo de causas, entre otras, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados.” (Infoagro)

### 3.1.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.

#### 3.1.2.1 CLIMA

“El banano exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura media de 26-27 °C, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la latitud 30 a 31° norte o sur y de los 1 a los 2 m de altitud. Son preferibles las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos y regables. El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18 °C, produciéndose daños a temperaturas menores de 13 °C y mayores de 45 °C.” (Infoagro)

“En la cuenca Mediterránea es posible su cultivo, aunque no para producir frutas

selectas, en las localidades donde la temperatura media anual oscila entre los 14 y 20 °C y donde las temperaturas invernales no descienden por debajo de 2 °C.

En condiciones tropicales, la luz, no tiene tanto efecto en el desarrollo de la planta como en condiciones subtropicales, aunque al disminuir la intensidad de luz, el ciclo vegetativo se alarga. El desarrollo de los hijuelos también está influenciado por la luz en cantidad e intensidad.” (Infoagro)

“La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 mm de precipitaciones mensuales o 44 mm semanales. La carencia de agua en cualquier momento puede causar la reducción en el número y tamaño de los frutos y en el rendimiento final de la cosecha.

Los efectos del viento pueden variar, desde provocar una transpiración anormal debido a la reapertura de los estomas hasta la laceración de la lámina foliar, siendo el daño más generalizado, provocando unas pérdidas en el rendimiento de hasta un 20%. Los vientos muy fuertes rompen los peciolo de las hojas, quiebran los pseudotallos o arrancan las plantas enteras inclusive.” (Infoagro)

### **3.1.2.2 SUELOS**

“Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo del banano son aquellos que presentan una textura franco arenosa, franco arcillosa, franco arcillo limosa y franco limosa, debiendo ser, además, fértiles, permeables, profundos (1,2-1,5 m), bien drenados y ricos especialmente en materias nitrogenadas. El cultivo del banano prefiere, sin embargo, suelos ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos, o los obtenidos por la roturación de los bosques, susceptibles de riego en verano, pero que no retengan agua en invierno.

La platanera tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre

4,5-8, siendo el óptimo 6,5. Por otra parte, los plátanos se desarrollan mejor en suelos planos, con pendientes del 0-1%.” (Infoagro)

### **3.1.3 TIPOS DE RIEGO**

#### **3.1.3.1 RIEGO POR ASPERSION**

Este método de riego consiste en aplicar agua al cultivo en forma de llovizna, con este método se logra obtener una eficiencia entre 80 y 85% sin embargo para iniciar con su implementación se necesita contar con capital debido a los gastos de instalación los cuales resultan ser elevados.

#### **3.1.3.2 RIEGO POR INUNDACIÓN**

Es uno de los riegos más tradicionales el cual consiste en aportar un volumen total de agua en el terreno plano aplicando bordas a sus alrededores para la contención del agua y albergar dentro de ella.

## CONCLUSIONES

- Al realizar la automatización de un sistema de riego es importante analizar el alcance que este tendrá, se debe ejecutar un análisis de operaciones con el cual se detallaran las actividades que se ejecutaran y se identificarán los riesgos que pueden ocurrir dentro de la implementación y esto servirá para detallar la manera de contrarrestarlos.
- La utilización de tecnología open source permitirá que personas ajenas al proyecto puedan aportar mejoras en la programación con el fin de optimizar procesos y brindar de manera continua una actualización de código para eliminar vulnerabilidades que puedan existir.
- Una interfaz gráfica desarrollada en Java permitirá el enlace entre el cliente y el sistema de manera que el cliente pueda acceder a información almacenada por el sistema en cualquier momento que lo necesite.
- Según los métodos de riego que existen se eligió el riego por aspersión debido a que este tipo de riego no va a lastimar las plantas y mantendrá la humedad óptima en la tierra para la generación de cultivos de buen tamaño y buena calidad.

## RECOMENDACIONES

- Antes de realizar un riego automatizado se debe analizar el suelo por motivo que, si se encuentra mucha humedad en el área establecida, el riego no activará porque no descendería la temperatura en el suelo y esto causará que la inversión realizada sea una pérdida para la empresa.
- Realizar pruebas de funcionamiento cada 6 meses para observar posibles mejoras que pudieron haber aportado otras personas en el ámbito de desarrollo debido que siendo un software libre obtendríamos oportunidad de mejoras con cada aporte que generan las personas.
- La interfaz debe realizarse en Java de manera que sea fácil para el usuario interactuar con ella y navegar en su menú logrando obtener la información que se solicita y que siempre esté disponible para su uso.
- Diseñar todo el riego utilizando aspersores como riego principal, debido que los aspersores son la mejor manera de realizar el riego porque no permite el flujo de una gran cantidad de agua suministrando únicamente la medida de agua adecuada para el crecimiento de la planta.



## ANEXOS

## ENCUESTA

Nombre del encuestador:	Nº de encuestador: _____
Nombre del encuestado:	Nº de encuesta: _____
Hora de comienzo: __ : __	Hora de finalización: __ : __

Perfil del encuestado

Edad .....

Sexo

Hombre	Mujer
--------	-------

Descripción del producto

1.- En una escala del 1 al 6, dónde 6 es “muy interesante” y 1 es “nada interesante”

¿Cómo de interesante es el riego automatizado para ud?

1	2	3	4	5	6

2.- ¿Cuál o cuáles de las siguientes características le atraen del producto?

☐ Funcionalidad   
 ☐ Facilidad de uso   
 ☐ De moda   
 ☐ Otras variables]   
 ☐ Ninguna de las anteriores

☐ Otra (por favor, especifique)

Distribución del producto

3.- ¿En qué lugar o lugares le gustaría poder comprar este producto?

☐ Internet   
 ☐ Tienda   
 ☐ Otros lugares]   
☐ Otro (por favor, especifique) \_\_\_\_\_

---

4.- ¿A través de qué medio o medios le gustaría recibir información sobre el producto?

☐ E-mail    ☐ Correo postal    ☐ Televisión    ☐ Anuncios    ☐ [Otro medio]

☐ Otra (por favor,  
especifique)

### Debilidades del producto

5.- ¿Cuál o cuáles de las siguientes características no le atraen del producto?

☐ No lo necesito    ☐ Es muy caro    ☐ Es difícil de usar    ☐ [Otras variables]

☐ Otra (por favor,  
especifique)

6.- Partiendo de la base que el precio de este producto le pareciera aceptable... ¿qué probabilidad habría de que lo comprase?

- ☐ Lo compraría en cuanto saliera al mercado
- ☐ Lo compraría dentro de un tiempo
- ☐ Puede que lo comprase dentro de un tiempo
- ☐ No creo que lo comprase
- ☐ No lo compraría

### Precio del producto

7.- ¿Compraría este producto a un precio de Q2,000.00?

- ☐ Muy probablemente
- ☐ Probablemente
- ☐ Es poco probable
- ☐ No es nada probable
- ☐ No lo sé

### Comentarios sobre el producto

8.- ¿Tiene algún comentario o sugerencia sobre el producto?

Muchas gracias por su amabilidad y por el tiempo dedicado a contestar esta encuesta

## REQUERIMIENTOS

- Se necesita la automatización de proceso de riego en plantaciones de banano.
- Desarrollo de interfaz gráfica en Java para la interacción entre usuario y sistema.
- Utilizar sensores para medir la cantidad de agua regada con los aspersores y la humedad del suelo.
- Los datos de los sensores almacenarlos en una base de datos relacional para que estén disponibles en cualquier momento.
- Realizar prototipo antes de su implementación.

## GLOSARIO

- **FMB:** Foro Mundial de Bananeros.
- **gr:** Gramos.
- **pH:** Unidad de medida de acidez o alcalinidad de una disolución.
- **PIB:** Producto Interno Bruto.
- **Interfaz:** Forma de interacción entre máquina y humano.
- **Arduino:** Placa con tecnología open source para creación de proyectos electrónicos programables.
- **Java:** Lenguaje de Programación Orientada a Objetos.
- **Pseudotallo:** La parte de la planta que se asemeja a un tronco es, en realidad, un falso tallo.
- **Semilimbo:** La mitad izquierda o derecha del limbo o lámina de la hoja, separadas por el nervio medio.

## BIBLIOGRAFIA

Agrícola, S. (s.f.). *sistema agrícola*. Obtenido de <http://sistemaagricola.com.mx/blog/tipos-de-riego-en-la-agricultura-y-ventajas/>

Arduino. (s.f.). *Arduino*. Obtenido de <https://arduinohtics.weebly.com/iquetqueacute-es.html>

Fácil, T. (2014). *Tecnología Fácil*. Obtenido de <https://tecnologia-facil.com/que-es/que-es-open-source/>

Grupo HAME. (s.f.). *Grupo HAME*. Obtenido de Grupo HAME:  
<http://grupohame.com/banano/>

Ibarra, C. (s.f.). *Blogger*. Obtenido de  
<http://metodologadelainvestigaciinsiis.blogspot.com/2011/10/tipos-de-investigacion-exploratoria.html>

Infoagro. (s.f.). *Infoagro Systems*. Obtenido de  
[http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_platano\\_\\_banano\\_.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp)

Intagri. (s.f.). *Intagri*. Obtenido de [www.intagri.com](http://www.intagri.com)

JAVA. (s.f.). *JAVA*. Obtenido de [https://www.java.com/es/download/faq/whatis\\_java.xml](https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml)

Novagric. (s.f.). *Novagric*. Obtenido de [www.novagric.com](http://www.novagric.com)

Oracle. (s.f.). *Oracle*. Obtenido de [www.docs.oracle.com](http://www.docs.oracle.com)

Residuales, A. (s.f.). *Aguas Residuales*. Obtenido de [www.aguasresiduales.info](http://www.aguasresiduales.info)

ThemeGrill. (2019). *ThemeGrill*. Obtenido de <http://www.javalist.epizy.com/aplicaciones-graficas-swing/que-es-un-jframe/?i=1>

Vasquez, C. (s.f.). *Actiweb*. Obtenido de <http://www.actiweb.es/riegovasquez/pagina3.html>