



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**TEMA: Aplicación de Bases de Datos en la Meteorología Agrícola para el  
Cultivo de Banano**

**Autores:**

Sr. Picón Triana Jonathan Cristóbal

Sr. Aristega Garaicoa Alex Manolo

**Acompañante:**

Mgtr. Bermeo Almeida Oscar Xavier

**Milagro, Octubre 2019**

**ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, Picón Triana Jonathan Cristóbal, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Tecnología de la Información y de la Comunicación, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 15 de octubre de 2019

Jonathan Picón

Picón Triana Jonathan Cristóbal

Autor I

CI: 0941330540

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

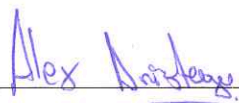
Presente.

Yo, Aristega Garaicoa Alex Manolo, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Tecnología de la Información y de la Comunicación, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta práctica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 15 de octubre de 2019



---

Aristega Garaicoa Alex Manolo

Autor 2

CI: 0942472523

## APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Yo, Bermeo Almeida Oscar Xavier en mi calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica, elaborado por los estudiantes Picón Triana Jonathan Cristóbal y Aristega Garaicoa Alex Manolo, cuyo título es Aplicación de Bases de Datos en la Meteorología Agrícola para el Cultivo de Banano, que aporta a la Línea de Investigación Tecnología de la Información y de la Comunicación previo a la obtención del Grado INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES ; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Propuesta Tecnológica de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 15 de octubre de 2019



---

Bermeo Almeida Oscar Xavier

Tutor

C.I: 0913960944

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Mgtr. Bermeo Almeida Oscar Xavier

Mgtr. Romero Romero Byron Ramiro

Mgtr. Correa Peralta Mirella Azucena

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES presentado por el estudiante Picón Triana Jonathan Cristóbal.

Con el tema de trabajo de Titulación: Aplicación de Bases de Datos en la Meteorología Agrícola para el Cultivo de Banano.

Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[ 80 ]
Defensa oral	[ 20 ]
Total	[ 100 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: 15 de octubre de 2019

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos
Presidente	Bermeo Almeida Oscar Xavier
Secretario /a	Romero Romero Byron Ramiro
Integrante	Correa Peralta Mirella Azucena

Firma



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Mgtr. Bermeo Almeida Oscar Xavier

Mgtr. Romero Romero Byron Ramiro

Mgtr. Correa Peralta Mirella Azucena

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES presentado por el estudiante Aristega Garaicoa Alex Manolo

Con el tema de trabajo de Titulación: Aplicación de Bases de Datos en la Meteorología Agrícola para el Cultivo de Banano.

Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[ 80 ]
Defensa oral	[ 20 ]
Total	[ 100 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: 15 de octubre de 2019

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos
Presidente	Bermeo Almeida Oscar Xavier
Secretario /a	Romero Romero Byron Ramiro
Integrante	Correa Peralta Mirella Azucena

Firma



## **DEDICATORIA**

Dedico este logro de manera especial a toda mi familia en general, quienes han sido pilar fundamental en mi vida; por el apoyo incondicional, moral y económico me han permitido finalizar esta etapa de mis estudios de tercer nivel.

Amistades que me prestaron ayuda cuando lo necesitaba y animaron para seguir en lucha para terminar la carrera.

Alex Manolo Aristega Garaicoa

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme alcanzar este sueño y acompañado en cada paso que doy, por ser mi fortaleza y razón de vivir, por haber puesto en mi vida a personas que han sido mi soporte y compañía.

A mis padres, que siempre me ha apoyado de manera incondicional en toda mi carrera universitaria y siempre ha estado en los momentos más difíciles de mi vida, gracias a sus consejos he logrado ser lo que ahora soy, una persona humilde y de gran corazón.

A Docentes, Amigos de curso, por alentarme a seguir estudiando y por bríndame ayuda en el transcurso de la carrera.

A mi tutor, por la ayuda brindada y conocimientos compartidos para la realización de este proyecto.

A mi amigo y compañero de tesis, por haber ayudado en la culminación de nuestra propuesta y por sus conocimientos compartidos. Gracias Jonathan Picón.

Alex Manolo Aristega Garaicoa



## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mis padres, los cuales se han esforzado mucho por animarme a seguir adelante en mis estudios; ya que ellos son el motor que me impulsan día a día y sin ellos no sería nada. Y a mis buenos amigos que han estado conmigo en esta parte de mi vida.

Jonathan Cristóbal Picón Triana

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme estar con vida y por alcanzar este sueño. También doy las gracias a mis padres por el apoyo personal y económico que me han brindado toda la vida.

Además, agradezco a mi tutor por la total ayuda durante este proceso.

A mi amigo y compañero Alex Aristega, por haber apoyado ya desde hace mucho tiempo.

Jonathan Cristóbal Picón Triana

## ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR .....	ii
DERECHOS DE AUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR .....	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
ÍNDICE GENERAL .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
PROBLEMA .....	3
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Objetivo general .....	5
1.3 Objetivos específicos .....	5
1.4 Justificación .....	5
ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 Antecedentes de la investigación .....	7
2.2 Marco teórico .....	12
Meteorología .....	12
Concepto de variables meteorológicas .....	12
Instrumentos meteorológicos .....	13
Estación Meteorológica .....	16
Tipos de Estaciones Meteorológica .....	17
Características de Estaciones Meteorológica .....	18
Banano .....	19
Características del banano en el Ecuador .....	19
Tipos de banano .....	20
2.3 Marco legal .....	22

Free software: .....	22
Software de dominio público: .....	22
Software propietario: .....	22
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	23
3.1 Almacenamiento y visualización de variables meteorológicas a través de thingspeak .....	23
Fundamentación teórica .....	23
Análisis técnico .....	24
3.2 Almacenamiento y visualización de variables meteorológicas con influxdb .....	25
Fundamentación teórica .....	25
Análisis técnico .....	25
3.3 Sitio web que permita el almacenamiento y visualización de variables meteorológicas utilizando lenguaje de programación python y base de datos sql server para una mejor toma de decisiones en el cultivo de banano .....	26
Fundamentación teórica .....	26
Análisis técnico .....	27
3.4 Deliberación y elección de la solución .....	28
DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	31
Título y descripción de la propuesta tecnológica .....	31
Desarrollo en detalle de la propuesta tecnológica .....	33
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....	47
CONCLUSIONES .....	51
RECOMENDACIONES .....	52
ANEXOS .....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Termómetro.....	14
Figura 2: Pluviómetro.....	14
Figura 3: Anemómetro.....	15
Figura 4: Barómetro.....	15
Figura 5: Piranómetro.....	16
Figura 6: Higrómetro.....	16
Figura 7: Estación meteorológica doméstica.....	17
Figura 8: Estación meteorológica con conexión a PC.....	18
Figura 9: Estación meteorológica Wifi.....	18
Figura 10: Banano Rose.....	20
Figura 11: Guineo Orito.....	20
Figura 12: Banano Cavendish.....	21
Figura 13: Banano de Seda.....	21
Figura 14: Diagrama caso de uso.....	33
Figura 15: Diagrama de base de datos.....	34
Figura 16: Integration services.....	35
Figura 17: Analysis services.....	36
Figura 18: Pantalla de acceso (Login) .....	37
Figura 19: Pantalla de inicio.....	38
Figura 20: Sección reporte diario.....	38
Figura 21: Sección datos diarios.....	39
Figura 22: Menú.....	39
Figura 23: Sección empleados.....	40
Figura 24: Sección auditoría.....	40
Figura 25: Sección sucursales.....	41
Figura 26: Sección listar variables.....	41

Figura 27: Sección listar informes.....	42
Figura 28: Mantenimiento acciones.....	43
Figura 29: Mantenimiento cultivos.....	43
Figura 30: Mantenimiento labores.....	44
Figura 31: Reporte temperatura.....	45
Figura 32: Reporte humedad.....	45
Figura 33: Reporte presión atmosférica.....	46
Figura 34: Reporte velocidad viento.....	46
Figura 35: Gráfico VAN.....	50
Figura 36: Diagrama de actividades.....	53
Figura 37: Diagrama de Gantt.....	54
Figura 38: Diagrama de Gantt .....	55
Figura 39: Diagrama de Gantt .....	56
Figura 40: Diagrama de Gantt .....	57
Figura 41: Diagrama de Gantt .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de evaluación a tomar en cuenta para la elección de la solución.....	28
Tabla 2. Características de las propuestas por criterios.....	28
Tabla 3. Evaluación final de las posibles soluciones.....	29
Tabla 4. Costos del personal.....	47
Tabla 5. Costos de los equipos y servicios.....	48
Tabla 6. Costos de materiales de oficina. ....	48
Tabla 7. Total inversión.....	49
Tabla 8. Flujo de caja. ....	49
Tabla 9. Cálculo del VAN y TIR. ....	50

# **APLICACIÓN DE BASES DE DATOS EN LA METEOROLOGÍA AGRÍCOLA PARA EL CULTIVO DE BANANO**

## **RESUMEN**

El uso de las variables meteorológicas en estos tiempos es de gran importancia para el desarrollo y producción en el ámbito agrícola. Por ese motivo, se ha propuesto un sistema orientado a la web donde se almacenen los valores de estos datos, para luego ser procesados y analizados mediante gráficas dinámicas para determinar la mejor acción a realizar y así optimizar la calidad del producto en cuestión. El sistema será desarrollado en Python en conjunto de Sql Server para el almacenamiento de datos, además los reportes se visualizarán en Excel. Los datos meteorológicos serán tomados de la página del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). El sistema web está encaminado al sector bananero por tal motivo se ha seleccionado las variables meteorológicas más importantes para su desarrollo.

**PALABRAS CLAVE:** Variables meteorológicas, Software web, Base de datos.



# **APPLICATION OF DATABASES IN AGRICULTURAL METEOROLOGY FOR BANANA CULTURE**

## **ABSTRACT**

The use of meteorological variables in these times is of great importance for development and production in the agricultural field. For this reason, a web-oriented system has been proposed where the values of this data are stored, and then processed and analyzed using dynamic graphs to determine the best action to be taken and thus optimize the quality of the product in question. The system will be developed in Python in conjunction with Sql Server for data storage, and the reports will be displayed in Excel. The meteorological data will be taken from the page of the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI). The web system is aimed at the banana sector for this reason the most important meteorological variables for its development have been selected.

**KEY WORDS:** Meteorological variables, Web software, Databases.

# CAPÍTULO 1

## PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

En ciertas ocasiones el clima puede ser desfavorable para una buena producción agrícola, ya que las variables climatológicas o meteorológicas no son las adecuadas para el desarrollo de uno o que otro cultivo afectando su fisiología. Por esto es necesario que los agricultores tengan en cuenta dichos parámetros como la radiación solar, presión barométrica, temperatura del aire, precipitaciones, entre otros.

La agrometeorología juega un papel fundamental en el agro, ya que se ocupa de las circunstancias atmosféricas que estropean el crecimiento de los cultivos, también de la relación entre la labranza y el medio ambiente. Tiene como objetivo entender la interrelación ya mencionada, generando una información útil para ayudar en la toma de decisiones al sector agrícola (Basualdo, 2015).

La meteorología agrícola ha tenido grandes avances en sistemas y aplicaciones tecnológicas a nivel mundial. Este progreso informático aplicado a la agricultura, concede paso para la elaboración de nuevas herramientas que permitirá optimizar la producción agrícola y perfeccionar la organización de la misma (Pérez, Milla, & Mesa, 2006).

En algunos países de Latinoamérica se utilizan técnicas basadas en la agrometeorología para mejorar la producción de sus cultivos; como es en Brasil y Argentina donde se la utiliza para control de plagas, manejo del riego, enfermedades, estimación de la cosecha, etc. (economía, 2015).

En Ecuador los agricultores no cuentan con los recursos necesarios para tomar las mejores decisiones y mejorar su producción sobre sus cultivos; ya que existe falta de información en ciertas áreas agrícolas; por ende, se debe introducir y utilizar nuevas tecnologías que permitan corregir estas desventajas. Por otro lado, se tienen los altos costos de las estaciones meteorológicas, causando que los agricultores no tengan los medios para obtener e instalar estos valiosos dispositivos para sus terrenos, lo que implica una falta de nuevas prácticas para cultivar, llevando a tener pérdidas económicas (Novoa Casanova & Guillén Arauz, 2018).

A pesar de que el país cuenta con el Instituto de Meteorología e Hidrología “INAMHI”, la cual contiene información histórica de las variables meteorológicas, la agrometeorología todavía no ha sido muy explotada (Pinto Mena, 2012). Puesto que el Ecuador cuenta con varias estaciones meteorológicas automatizadas en muchos lugares del país, los datos recopilados no son aprovechados por la totalidad de los agricultores.

Otro punto a tomarse en cuenta, es que el Instituto de Meteorología e Hidrología presenta informes climatológicos generales, por lo que algunas empresas y/o agricultores tomen en cuenta la creación de sus propias estaciones meteorológicas debido a que necesitan informes específicos (Palaguachi Encalada, 2018).

Teniendo en cuenta estos detalles descritos, se puede decir que los datos obtenidos de una estación meteorológica son muy relevantes para el sector agrícola; ya que puede mejorarla y optimizarla, ofreciendo nuevas técnicas con el uso de la tecnología existente.

## **1.2 Objetivo general**

- Establecer un sistema para el proceso de análisis de datos en la meteorología agrícola en el cultivo de banano, examinando las distintas tecnologías que permitirán realizar este proceso, que permita tomar decisiones adecuadas para el perfeccionamiento de la productividad y calidad de este cultivo.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Analizar las respectivas variables meteorológicas que servirán para el análisis correspondiente en la toma de decisiones de los agricultores.
- Identificar las posibles soluciones informáticas y tecnológicas relacionadas a base de datos y estaciones meteorológicas, para realizar la respectiva comparación y establecer la mejor propuesta.
- Desarrollar la propuesta planteada siguiendo los requerimientos necesarios evaluados y utilizando las herramientas establecidas, para llevar a cabo la solución factible de manera correcta.

## **1.4 Justificación**

El cambio del clima afecta el progreso de la agricultura, su productividad y calidad; también, perjudica la asociación de los cultivos con microorganismos, los hongos, los insectos, etc., que originan la peste, plagas y las diversas enfermedades. Teniendo en cuenta lo fundamental que son las variables meteorológicas en la labranza, su utilización puede marcar un cambio en la agricultura convirtiéndola en una tarea sostenible.

El presente proyecto de investigación aparece por la carente utilización de la información meteorológica, con el fin de analizar una aplicación de base de datos para la meteorología agrícola en el cultivo de banano, indagando sobre las diversas variables agrometeorológicas e

investigando las distintas tecnologías que nos posibilitan realizar el proceso adecuado de extracción y presentación de los datos, y de esta manera mejorar las técnicas de cultivos utilizadas por los agricultores en el ámbito bananero y así perfeccionar su productividad y calidad.

## CAPÍTULO 2

### ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

En el año 2018 en la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, se expuso el trabajo de titulación “Desarrollo de una estación agrometeorológica automática remota para el levantamiento de información climática en la cuenca del río Pisque” desarrollada por Novoa Casanova & Guillén Arauz (2018); en la cual se ha analizado la necesidad de mejorar las actividades agrícolas utilizando estaciones meteorológicas que capten las variables climáticas importantes para perfeccionar el cultivo.

El proyecto detalla la idea de implementar una estación agrometeorológica que contenga características semejantes a la de una estación tradicional, con la finalidad de optimizar el levantamiento de la información y la transmisión de la misma, permitiendo observar datos en tiempo real.

La estación meteorológica implementada en el proyecto de Novoa Casanova & Guillén Arauz (2018) es de código abierto, permitiendo reducir el precio de fabricación y uso. Ya que hay estaciones que presentan un alto costo y con ciertas restricciones en software y hardware, las cuales causarían problemas a la hora de instalar nuevos sensores, ya que serían incompatibles.

Para el traslado de datos a la nube, se empleó la red General Packet Radio Service (GPRS) que permitió administrar los datos y proveer a la estación agrometeorológica la tarea de guardar lecturas durante ciertos intervalos de tiempo.

Se incorporó un sistema de alarmas para monitorear errores y verificar que los valores no sobrepasen los parámetros admitidos, también para controlar ciertas fallas que ocurran con la alimentación suministrada por la batería o el módulo solar.

La metodología utilizada para realizar el proyecto consta de 4 etapas: en la primera etapa se analizó la ubicación geográfica y los datos meteorológicos a ser captados. Posteriormente, en la segunda etapa, mediante un sistema computacional se diseñó la estructura de la estación para luego fabricarla. En la tercera etapa, se programó los microcontroladores y la creación de la página web y los sistemas de transmisión de datos a utilizar. Finalmente, se realizó las respectivas pruebas para verificar la correcta lectura de los datos climáticos.

El proyecto planteado establece la siguiente conclusión: la utilización de código abierto dejó la posibilidad para mejorar el sistema y aprovechar el sincronismo con nuevos dispositivos o sensores.

El trabajo realizado por Novoa Casanova & Guillén Arauz (2018), tiene mucha relación con la propuesta actual, de tal modo que es de vital importancia para el desarrollo de la misma; ya que proporciona los lineamientos necesarios a tomar en cuenta tanto tecnológicos como metodológicos, y presenta una solución factible al problema planteado.

Palaguachi Encalada de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, en su tesis: “Diseño, desarrollo e implementación de una estación meteorológica basada en una red jerárquica de sensores, software libre y sistemas embebidos para la empresa Elecaastro en la minicentral Gualaceo utilizando comunicación MQTT y MODBUS”, indica que ciertas empresas necesitan informes específicos sobre climatología, de esto nace la necesidad de crear sus propias

estaciones meteorológicas, para realizar de mejor manera sus respectivas tareas (Palaguachi Encalada, 2018).

En el presente proyecto de tesis se realiza la implementación de una estación meteorológica conformada por un Arduino Yun, el cual obtendrá los datos por medio de sus entradas analógicas, digitales y de comunicación I2C, recibiendo las variadas medidas de los sensores encargados de extraer los datos.

Los datos obtenidos de los sensores se almacenan en MySQL, por medio de un servidor Raspberry Pi, que utiliza un sistema operativo Raspbian, que se lo programa en Java aprovechando las librerías del MQTT que tal lenguaje contiene.

Los sensores se pueden comunicar con el servidor web mediante la base de datos, ya que esta se utiliza como unión entre ambos. El servidor web fue ejecutado a través de Apache Tomcat, que es empleado como un servidor proxy, permitiendo de esta manera ingresar a los recursos, enrutando todo el tráfico al servidor.

Los datos son generados de forma periódica, son mostrados a través de gráficas y tablas, y toda esta información se exhibe en una página web la cual se la llevó a cabo mediante el programa Web Ratio.

Por último, se instaló dentro del Raspbian la herramienta Node-Red, la cual se ocupa de convertir la comunicación MQTT a MODBUS. También se utilizó ModbusSlave, y un SCADA (SCADALaquis), mostrando de forma gráfica los datos obtenidos por la estación.

Como conclusión se tiene: la implementación de la estación meteorológica toma los valores de las variables meteorológicas poder realizar predicciones. Con el propósito de tomar



datos más precisos, se ha establecido un intervalo de tiempo muy pequeño. Se destaca el protocolo MQTT y es dirigido a redes de bajo ancho de banda.

El proyecto realizado por Palaguachi Encalada (2018), permite conocer las herramientas necesarias para desarrollar y diseñar una estación meteorológica; además, nos muestra el procedimiento a llevar a cabo para realizar el diseño de la base de datos, y como establecer la comunicación con la estación.

Otro estudio titulado “Diseño de un sistema automatizado de adquisición de datos meteorológicos de la estación meteorológica de la granja UDLA, ubicada en la población de Nono” de Arévalo García (2015) tiene como objetivo instalar una estación meteorológica para la utilización de la sociedad, y de esta manera dar conocimiento sobre las condiciones climáticas que se puedan presentar. Estos datos ofrecidos por la estación son de gran relevancia principalmente para el ámbito agrícola, ya que proporcionará el mejor estado del tiempo para tener un cultivo mas favorable.

La preparación de la estación meteorológica constó de tres etapas: en la primera parte se detallan las características de los sensores a usarse: en este caso de temperatura y humedad (SHT11), evaporímetro (255-100), precipitación (Young 52203), velocidad y dirección del viento (Young 05103). Luego, se realiza el diseño de la comunicación entre el microcontrolador (PIC 16F877A) y los sensores, ya que este necesita de esos datos para poder procesarlos; y finalmente, mediante Labview se efectúa el diseño entre el controlador y la computadora, de este modo se podrán visualizar los datos en modo de gráficos.

El trabajo postula las siguientes conclusiones: los sensores utilizados en tanto más precisos sean y muestren mejores propiedades, más elevado será su precio, pero proporcionará

mejores resultados. Por otro lado, las diferencias entre una estación meteorológica análoga y automática son muy notorias, ya que una estación automática no necesita de una persona para recopilar los datos; y también, no existe ningún problema con las circunstancias climáticas que se puedan presentar a la hora de tomar los datos.

A nivel internacional, en la Universidad Nacional de Ingeniería de la ciudad de Managua - Nicaragua, Obando Buitrago (2016) en su trabajo monográfico “Diseño de un prototipo de una estación agrometeorológica automática (EAA) con adquisición de imágenes satelitales, y publicación de datos en página web”, que surgió por la necesidad de suplantar los modelos tradicionales agrícolas existentes y aquellos conocimientos experimentales o empíricos donde se utilizan instrumentos manuales y que se han empleado durante muchos años, por una estación meteorológica donde se obtengan datos exactos que posibilite entender los daños climáticos, optimizando de esta forma la producción y así mismo la calidad de los cultivos.

Los resultados del proyecto verifican la estabilidad y la confiabilidad de las estaciones meteorológicas al momento de medir las diversas variables como: humedad, temperatura, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento. Del mismo modo, la implementación de la página web que cuenta con una interfaz gráfica adecuada y de fácil manejo para el usuario, ha permitido que la información se pueda observar por medio de histogramas y tablas, facilitando a que el usuario pueda observar la información de una manera más adecuada y precisa.

## 2.2 Marco teórico

### Meteorología

La meteorología es la ciencia que se ocupa del análisis de la atmósfera, de sus características, propiedades y de las manifestaciones que tienen lugar en la misma. Para poder estudiar la atmósfera se deben conocer una serie de magnitudes, también conocidas como variables meteorológicas (Rodríguez Jiménez, Capa, & Lozano, 2004)

Las variables meteorológicas son las siguientes:

- La temperatura
- La presión atmosférica
- El viento
- La radiación solar
- La humedad
- La precipitación

### Concepto de variables meteorológicas

**Temperatura:** la temperatura es considerada una de las variables climatológicas más relevantes en el análisis de los distintos campos de la ciencia; tiene una intervención significativa en la naturaleza, al afectar de manera directa al crecimiento y desarrollo de muchas especies tanto animal como vegetal. Refiriéndose al cultivo, la temperatura actúa en la extensión de los ciclos agrícolas, también determina la utilización eficaz del agua para el riego, para así explotar los insumos de manera efectiva (Silva, 2019).

**La presión atmosférica:** de acuerdo a las distintas densidades de aquellas masas de aire que pueden ser: de aire frío, de aire caliente, con mayor o menor humedad; la presión será alta o baja

sobre una atmósfera específica. Estas masas son producidas por las diferentes circunstancias de humedad, vientos o temperaturas (Meteorología y climatología agrícola, 2012).

**El viento:** el viento no es nada más que el aire en movimiento que se origina por las distintas variaciones de la presión. También es importante acotar que al viento se lo puede medir mediante su dirección y velocidad.

**La radiación solar:** la radiación solar es la circulación de energía que viene del sol de manera electromagnética.

**La humedad:** la humedad depende mucho de la temperatura, ya que es por medio de ella que se produce la evaporación; también tienen relación con otras variables meteorológicas como lo son las precipitaciones, el viento y la presión.

**La precipitación:** la precipitación no es nada más que la caída en forma líquida del agua sobre la tierra.

### **Instrumentos meteorológicos**

Las variables meteorológicas pueden ser captadas por medio de los sentidos que tenemos los seres humanos; pero también estos pueden ser captados por ciertos instrumentos, estos instrumentos nos muestran valores exactos de los parámetros recibidos. Y estos son:

**El termómetro:** este instrumento se lo usa naturalmente para medir la temperatura de la atmósfera durante el día. Ya que la temperatura cambia a lo largo del día es necesario tomar datos de las temperaturas máximas y mínimas, las cuales se presentan en grados Celsius (°C).

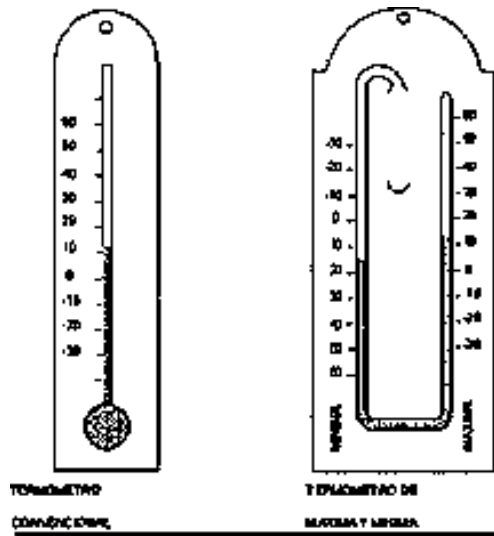


Figura 1. Termómetro

Fuente: (Bartolofier, 2010)

**El pluviómetro:** se encarga de cuantificar el volumen de agua que generan las precipitaciones.

El modo de realizar la medición es calculando la altura del recipiente en la que se acumuló el agua y grabar el valor.



Figura 2. Pluviómetro

Fuente: (Bartolofier, 2010)

**El anemómetro:** es un instrumento que permite obtener la velocidad del viento, está formada por un aparato ubicado en un eje que le facilita girar.



Figura 3. Anemómetro

Fuente: (Bartolofér, 2010)

**El barómetro:** se lo utiliza para determinar el peso del aire o también conocida como presión atmosférica. Este instrumento está conformado por un recipiente de cristal relleno de mercurio, en el cual hay un vidrio donde se están las medidas correspondientes.



Figura 4. Barómetro

Fuente: (Bartolofér, 2010)

**El piranómetro:** este instrumento se lo emplea para extraer la medida de la radiación solar incidente en un espacio específico.



Figura 5. Piranómetro

Fuente: (Bartolofér, 2010)

**El higrómetro:** con este instrumento se puede medir la humedad existente en el aire o el suelo.



Figura 6. Higrómetro

Fuente: (Bartolofér, 2010)

### **Estación Meteorológica**

Una estación meteorológica es una zona en el cual se ejecutan mediciones y análisis precisos de los diferentes parámetros meteorológicos utilizando los instrumentos adecuados para establecer la conducta atmosférica y pueden ser instaladas en cualquier lugar del mundo.

## **Tipos de Estaciones Meteorológica**

### **Estaciones Meteorológicas Domésticas**

Las estaciones Domesticas están diseñada solo para uso de casa y su función principal es informar sobre la temperatura, Humedad y presión atmosférica interior y exterior. Puede generar información adicional que son horas, fechas, salida del sol, entre otras.



Figura 7. Estación meteorológica doméstica

Fuente: (Soloaire Puro y Limpio, 2018)

### **Estaciones meteorológicas con conexión a PC**

Estas estaciones meteorológicas realizan el mismo proceso que las demás estaciones la diferencia es que tiene la capacidad de conectarse a un PC a través de memoria USB (Universal Serial Bus) y su función es de almacenar datos para luego cargarlo a un programa de Office Excel, Donde luego se pondrá visualizar de una manera más técnica los datos meteorológicos.





Figura 8. Estación meteorológica con conexión a PC

Fuente: (Gerardo, 2017)

### Estaciones meteorológicas Wifi

Estas estaciones meteorológicas se conectan mediante red Wireless Fidelity (Wifi) o por cable conectado a un modem que provee internet. Son capaces de transferir datos a internet y presentarlos a una página web.



Figura 9. Estación meteorológica Wifi

Fuente: (Gerardo, 2017)

### Características de Estaciones Meteorológica

- **Estación Climatológica Principal:** permiten realizar análisis y visualizar datos en tiempo real sobre cómo actúa la temperatura del aire, la humedad, viento entre otros fenómenos especiales.

- **Estación Climatológica Ordinaria:** permiten medir las precipitaciones y la temperatura en tiempo real siempre y cuando funciones de manera correcta todas las variables de psicrómetro.
- **Estación Agrometeorológica:** permiten realizar mediciones y análisis que puedan ayudar a la determinación de las relaciones entre el tiempo y el clima, es muy importante al momento de cultivos de planta.

## **Banano**

La banana también conocida como plátano o guineo, es un fruto que pertenece al grupo herbáceo de la familia Musaceae; es de origen asiático y perteneciente de las islas del Pacífico (Una mirada al banano transgénico desde la ecología política, 2012).

## **Características del banano en el Ecuador**

Según Aguilar Ramón (2015) las características más relevantes son:

### **En el clima:**

- El clima necesario para cultivar el banano debe estar entre 18,5°C y los 35,5°C; esto quiere decir que el ambiente favorable para realizar la producción de banano debe ser clima tropical húmedo.
- Por otro lado, las bajas temperaturas producen un retardo en el desarrollo del banano.
- Para una excelente producción y buen crecimiento las precipitaciones semanales deben ser 44 mm.

### **En el suelo:**

- Una de las capas del subsuelo, específicamente la freática, debe ubicarse a menos de 2 metros de hondura, precisamente para evitar el ahogamiento de las raíces.

- El Ph debe encontrarse entre 6,5 al 7,5; es importante mantener este intervalo ya que el exceso del mismo podría causar enfermedades en la planta.
- Otras características del suelo es ser húmedo, profundo, y principalmente fértil.

### **Tipos de banano**

**Banana Rose:** este tipo de banano se diferencia de los demás por su color de la cáscara, ya que está toma un color rojizo cuando ha madurado.



Figura 10. Banano Rose

Fuente: (Aguilar Ramón, 2015)

**Guineo Orito:** este banano tiene la peculiar y conocida característica de tener dimensiones muy pequeñas.



Figura 11. Guineo Orito

Fuente: (Aguilar Ramón, 2015)

**Banano Cavendish:** este es el banano que mayor exportación tiene, llega a medir 20 centímetros y su tiempo de desarrollo o maduración es de 5 a 10 días.



Figura 12. Banano Cavendish

Fuente: (Aguilar Ramón, 2015)

**Banano de seda:** este banano se diferencia de los demás por su aroma y dulzor, y además de ser de piel brillante también es consistente, resistente a los golpes o estropeos y tiende a tener una maduración uniforme (Saltos Guale, 2016).



Figura 13. Banano de seda

Fuente: Elaboración del autor

### 2.3 Marco legal

Es importante hablar sobre las leyes que rigen el uso de los programas de computadoras; además, es necesario conocer algunos conceptos básicos sobre los tipos de programas de ordenadores y las licencias.

**Free software:** acepta imitar, alterar y expender copias del programa; también, entre los derechos que nos permite realizar este tipo de programas free software es: analizar y cambiar el programa según las necesidades del usuario y hacerse de dinero por las reproducciones de las copias del mismo (Posligua, 2001).

**Software de dominio público:** este no está respaldado bajo derechos de autor; por ende, se puede modificar y distribuir. Es importante mencionar que la alteración del mismo se lo puede poner bajo derecho de autor (Posligua, 2001).

**Software propietario:** este tipo de software no permite ser usado, ni modificado y mucho menos expendido, salvo el caso se confiera un permiso (Posligua, 2001).

Debido a las restricciones que se presentan en el software de dominio público y software propietario, se ha considerado la utilización de free software ya que este ofrece ciertas características las cuales serán de beneficio para el usuario.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

#### PROPUESTA 1

##### 3.1 Almacenamiento y visualización de variables meteorológicas a través de thingspeak

###### Fundamentación teórica

Thingspeak es un servicio en la nube en el cual se recopila información de “Internet de las cosas” (IoT); además, permite visualizar de manera gráfica los datos obtenidos y analizarlos. Cabe mencionar que las representaciones esquemáticas de los datos son publicadas en tiempo real y almacenados en una base de datos que la plataforma proporciona. Cuenta con la integración de la herramienta Matlab, con la cual se puede efectuar el análisis y el respectivo procesamiento de los datos en línea.

Las características más importantes de Thingspeak son:

- Fácil configuración de los dispositivos para realizar una correcta transferencia de datos a Thingspeak, utilizando los correspondientes protocolos que se usan en la Internet de las cosas.
- Todos los datos obtenidos de los actuadores y sensores se observan en la plataforma en tiempo real.
- A través de la herramienta Matlab se puede manipular los datos para un mejor análisis y presentación.
- La ejecución de los datos y su análisis se la puede realizar en un tiempo determinado o en algún evento programado.

- Manera sencilla de tener sus datos a toda hora, sin tener que desarrollar sus propios sitios web y sin configurar ningún servidor.

### **Análisis técnico**

- **Integración:** los dispositivos que se pueden incorporar son muy diversos, tanto de hardware y software como: Arduino, Raspberry Pi, Electronic Imp. La plataforma posibilita tener una integración con las redes sociales, también se la puede usar por medio de apps; como, por ejemplo: ThingTweet.
- **Ámbito:** la herramienta está diseñada fundamentalmente al mundo de la internet de las cosas IoT.
- **Hardware y software:** tiene limitación de ciertos hardware, y además existe escasa documentación.
- **Precio:** una cuenta organizacional estándar tiene el valor de \$650,00 al año.

## PROPUESTA 2

### 3.2 Almacenamiento y visualización de variables meteorológicas con influxdb

#### Fundamentación teórica

InfluxDB es una herramienta en la nube la cual proporciona un servidor de base de datos “time series”. Este instrumento tecnológico resulta perfecto para trabajar con datos que es necesario mostrarlos en tablas.

- Las características más importantes según el sitio web oficial Influxdata (2019) son:
- Muestra información específica acerca de métricas y eventos unificados.
- Es muy importante en el ámbito de los negocios, utilizando datos no aprovechados para servirse de nuevas oportunidades.
- Permite inspeccionar la infraestructura y las aplicaciones.
- Facilita el análisis de las tecnologías de internet de las cosas.

#### Análisis técnico

**Integración:** Este dispositivo se lo puede usar en conjunto con herramientas como: Grafana, Telegraf y Raspberry Pi.

**Ámbito:** está enfocado para registrar datos provenientes de sensores, ya que estos varían en el tiempo, y guardar este tipo de información es una de las características principales de influxDB. También, está proyectado para el internet de las cosas (IoT).

**Hardware y software:** debido a que es una herramienta en la nube se la puede usar en cualquier sistema operativo o plataforma.

**Precio:** existen planes desde \$249,00 a \$1,499,00 al mes para InfluxDB Cloud.



## PROPUESTA 3

### **3.3 Sitio web que permita el almacenamiento y visualización de variables meteorológicas utilizando lenguaje de programación python y base de datos sql server para una mejor toma de decisiones en el cultivo de banano**

#### **Fundamentación teórica**

**Python:** es un lenguaje de programación orientado a objetos es moderno utilizado por empresas de alto y bajo nivel y es de código abierto. Al momento de programar este lenguaje tiene la ventaja de separar el programa en modulo en lo cual facilita al programador tener organizado su código. Cabe mencionar que este lenguaje además de ser orientado a objetos también permite programar en varios estilos como lo es la programación estructura, funcional y orientada a aspectos, es decir es un lenguaje multiparadigma.

Las características más importantes de Python son:

- Lenguaje de alto nivel y orientado a objetos
- Es muy Legible. El código en Python es elegante y muy fácil la sintaxis a comparación con otros lenguajes de programación.
- Entorno interactivo facilita la realización de pruebas.
- Ayuda a detectar errores y corregirlos.

**Sql Server:** al momento de hablar de datos meteorológicos nos referimos de grandes cantidades de registros que se debe almacenar cada hora en una base de datos para luego analizarlos y tener una clara predicción de cuál es el momento indicado para el cultivo de banano. Lo cual la base de Sql Server es robusta y potente al momento de recibir bastantes datos; esta es la indicada en

guardar esos datos para luego transformarlo a información en lo cual ayudaría en la toma de decisiones.

### **Análisis técnico**

**Integración:** los dispositivos que se pueden incorporar en un futuro son muy diversos como: Arduino, Raspberry Pi.

**Ámbito:** está enfocado para registrar datos y mostrarlos mediante una página web; Además, está orientada a Business Intelligence para mejorar la toma de decisiones, utilizando los datos meteorológicos.

**Hardware y software:** el intérprete de Python contiene versiones para cualquier tipo de plataforma.

**Precio:** una de la ventaja competitiva de este lenguaje es la gratuidad que conserva, puede ser descargado el intérprete en su página web oficial. De la misma manera, la edición Developer y Express de Sql Server es gratuita.

### 3.4 Deliberación y elección de la solución

Tabla 1 Criterios de evaluación a tomar en cuenta para la elección de la solución

Criterios de evaluación
A. Integración
B. Ámbito
C. Hardware y Software
D. Precio

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de los criterios propuestos se muestra a continuación:

Tabla 2 Características de las propuestas por criterios

Criterio	Alternativas		
	Thingspeak	InfluxDB	Sistema web
<b>Integración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino</li> <li>• Raspberry Pi</li> <li>• Electronic Imp</li> <li>• Redes sociales</li> <li>• App ThingTweet</li> </ul>	Grafana Raspberry Pi Telegraf	ninguno
<b>Ámbito</b>	Internet of Things	Internet of Things	Business Intelligence
<b>Hardware y software</b>	Hardware limitado Multiplataforma	multiplataforma	multiplataforma
<b>Precio</b>	\$249,00 anual	\$2,988,00 anual	Gratis

Fuente: Elaboración propia

La evaluación final se ha realizado de acuerdo a lo más conveniente para la propuesta, para lo cual tendremos:

Tabla 3 evaluación final de las posibles soluciones

Criterio	Alternativas		
	Thingspeak	InfluxDB	Sistema web
Integración	3	3	1
Ámbito	2	2	3
Hardware y Software	1	3	3
Precio	1	1	3

**Nivel de aceptabilidad**                      1: Malo                      2: Regular                      3: Bueno

Fuente: Elaboración propia

**Propuesta de solución con Thingspeak:** se puede integrar con muchos dispositivos para la extracción de datos, por la misma razón se enfoca en el internet de las cosas; pero tiene limitaciones en hardware y por consiguiente se tiene que pagar cierta cantidad de dinero por su utilización.

**Propuesta de solución con InfluxDB:** se puede integrar con muchos dispositivos para la extracción de datos, también se enfoca en el internet de las cosas; no cuenta con limitaciones en hardware, pero se tiene que pagar cierta cantidad de dinero por su utilización.

**Propuesta de solución sistema web:** la integración con otros dispositivos es limitada, pero se implementará business intelligence para la toma de decisiones; y el uso de las herramientas informáticas serán de software libre.

### Elección de la solución

Se considera la propuesta “sitio web que permita el almacenamiento y visualización de variables meteorológicas utilizando lenguaje de programación python y base de datos Sql Server para una

mejor toma de decisiones en el cultivo de banano” debido a que obtuvo el mejor puntaje mediante el sistema de evaluación utilizado.

La solución propuesta es factible debido a que utilizará una base de datos multidimensional para realizar los análisis correspondientes para la toma de decisiones, además la utilización de software libre como Python y ediciones gratuitas de Sql Server es de gran ventaja en comparación de las demás propuestas.

## CAPÍTULO 4

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

#### Título y descripción de la propuesta tecnológica

“Diseño de un sistema web que permita realizar un análisis a los datos meteorológicos el cual ayude en la toma de decisiones para mejorar la producción y calidad en el cultivo de banano”.

En la actualidad la tecnología ha evolucionado a pasos agigantados, y las empresas pequeñas como también las grandes utilizan esto a su favor; además, se están adaptando a los nuevos procesos tecnológicos que dan soluciones de maneras efectivas y rápidas.

El sistema web está diseñado para un tipo de usuario en este caso sería un ingeniero agrónomo o una persona encargada del cultivo con conocimientos informáticos básicos; el cual al obtener los datos y realizar el respectivo análisis podrá ahorrar dinero efectuando las actividades o labores correspondientes de acuerdo a las medidas meteorológicas que son proporcionadas por el sistema también. Todas estas ventajas ya mencionadas le permiten a la persona encargada llegar a una toma de decisiones sobre el cultivo de banano para el crecimiento de la empresa.

Los principales beneficios que ofrece el sistema son los siguientes:

- Elabora técnicas de riesgo para un período biológico completo bajo diferentes escenarios que pueden presentar los datos meteorológicos, tales como la temperatura, la disponibilidad de agua, la precipitación entre otros factores que pueda afectan en el cultivo de banano.
- Consulta de bases de datos de datos meteorológicos en tiempo real e históricas.
- Pronostica el riesgo con alto nivel de precisión.

- Más cosecha de cultivo anual.
- Ahorro de tiempo para la obtención de reportes.
- Menor tiempo de respuesta al momento de realizar consultas sobre datos meteorológicos.

Para la realización de nuestra propuesta tecnológica, se desarrollarán los siguientes métodos que pertenecen a la fase de desarrollo de software:

**A nivel de Usuario:** el usuario tendrá que autenticarse con su respectivo nombre de usuario y contraseña para poder tener acceso al sistema propuesto.

**A nivel de programación:** para desarrollar el sistema web se utilizará el lenguaje de programación Python, el entorno de trabajo integrado llamado Pycharm y Django que es un Framework poderoso hoy en día, ya que nos permite reducir el tiempo de desarrollo de software, utilizando la metodología Patrón de diseño MTV (Modelo - Vista - Template).

- **Modelo:** se encarga de manejar toda la información de la base de datos.
- **Vista:** tiene como objetivo principal determinar qué datos serán visualizados.
- **Template:** es un HTML cargado por la vista para ser visualizado por el navegador.

En la parte de diseño del software que se va a utilizar las siguientes herramientas:

- HTML5
- BOOTSTRAP
- JQUERY
- CCS3
- JAVASCRIPT
- Entre otras herramientas y librerías que se visualizará en códigos.

A usar estas herramientas ayuda a tener un software muchos más amigable y de fácil uso para el usuario.

**A nivel de Almacenamiento:** se utilizará un gestor de base de datos llamado Sql Server.

### Desarrollo en detalle de la propuesta tecnológica

A continuación, se presenta el diagrama de caso de uso del sistema:

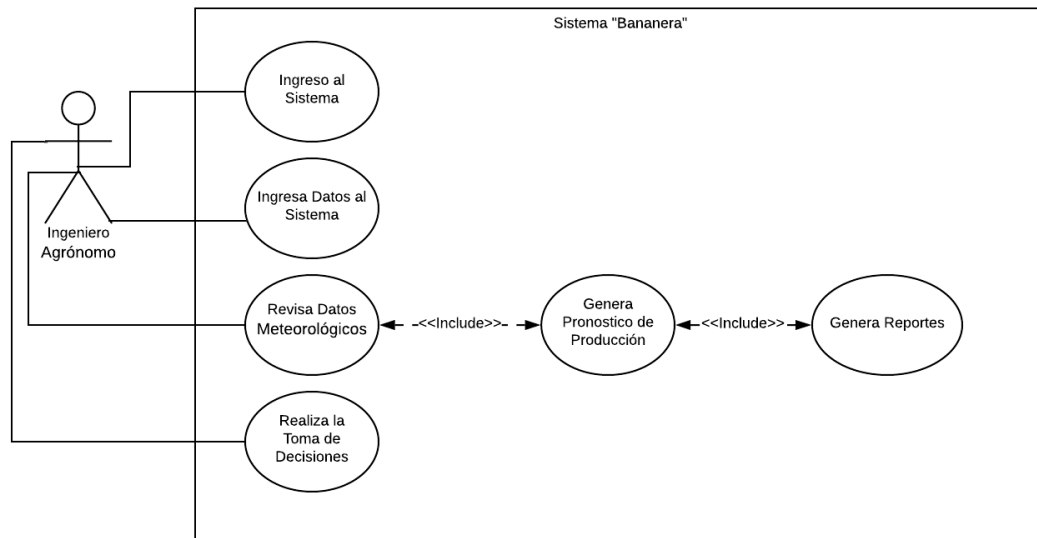


Figura 14. Diagrama caso de uso

Fuente: Elaboración del autor

Teniendo en cuenta el análisis anterior, y los requerimientos del sistema, se realizó el diagrama de base de datos, el cual es el siguiente:



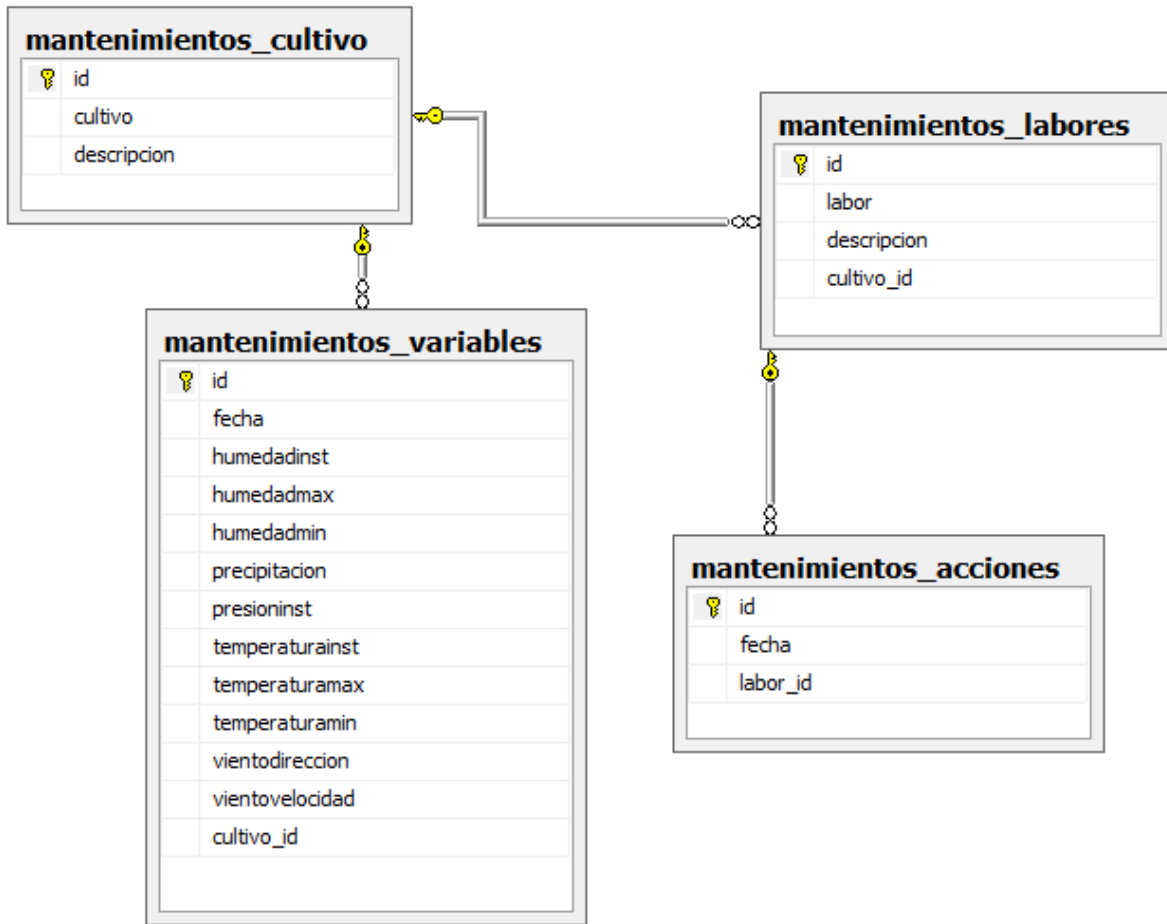


Figura 15. Diagrama de base de datos

Fuente: Elaboración del autor

El sistema cuenta con una base de datos multidimensional, debido a que el software web está orientado a la toma de decisiones, y una manera sencilla de generar reportes es usando un almacén de datos denominado datamart.

Para esto se ha utilizado la plataforma SQL Server Business Intelligence Development Studio, en la cual se han usado las plantillas de Proyecto de Integration Services y Proyecto de Analysis Services.

**Proyecto de Integration Services:** se desarrollaron los paquetes los cuales sirven para migrar los datos de la base de datos transaccional a la base de datos multidimensional, este proceso es conocido como ETL.

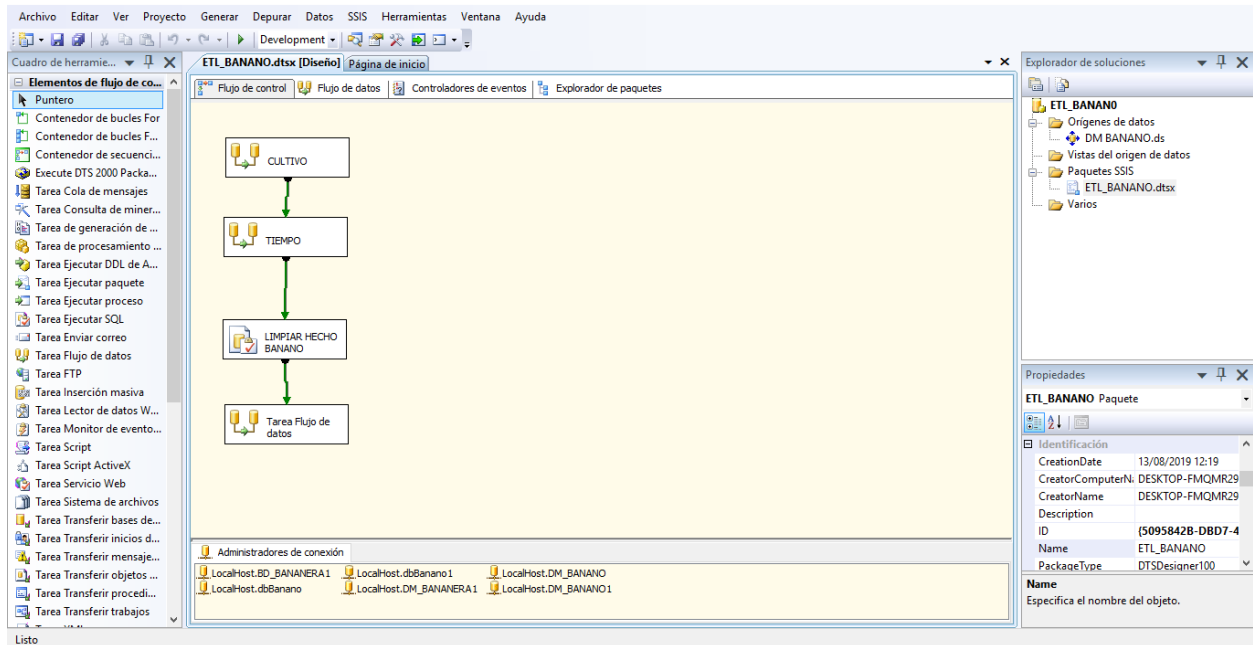


Figura 16. Integration Services

Fuente: Elaboración del autor

**Proyecto de Analysis Services:** se desarrolló el datamart, también conocido como cubo de información, del cual obtendremos la información mostrada en los reportes.

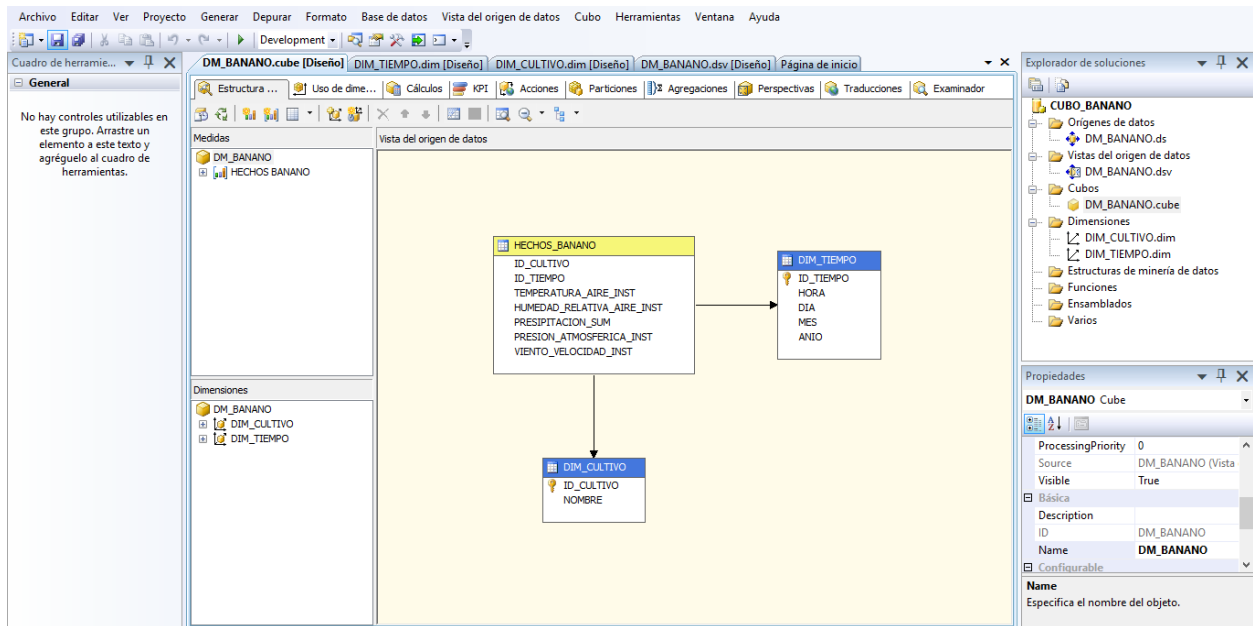


Figura 17. Analysis Services

Fuente: Elaboración del autor

**Descripción de la Propuesta:** el sistema se desarrolló con la finalidad de poder mejorar los procesos de cultivo de banano que actualmente se realizan en las bananeras. En este apartado se representará en detalle la propuesta, la cual permitirá especificar lo que se realizará en cada una de las pantallas.

A continuación, explicamos los mantenimientos que ofrece el sistema a desarrollar:

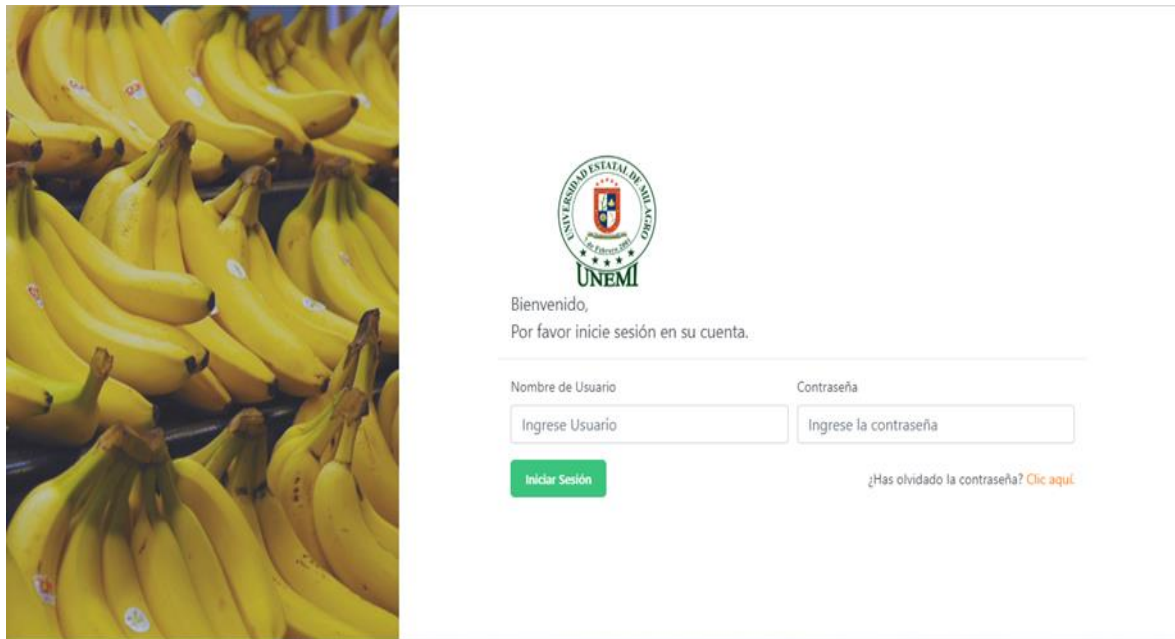


Figura 18. Pantalla de acceso (Login)

Fuente: Elaboración del autor

En este mantenimiento tiene la responsabilidad de la seguridad del sistema, permite el ingreso a la persona indicada la cual posee un nombre de usuario y una contraseña. Cabe resaltar que si el usuario se olvidó su contraseña el sistema posee la opción de recuperación mediante el correo electrónico de dicho usuario.

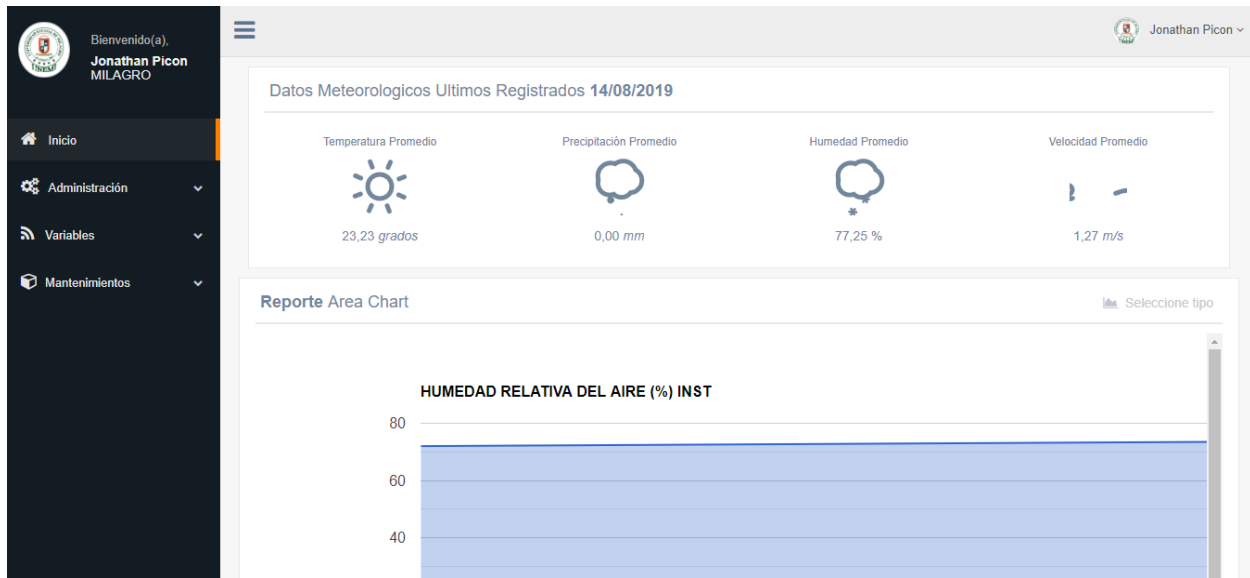


Figura 19. Pantalla de inicio

Fuente: Elaboración del autor

La pantalla de inicio está conformada, en primer lugar, por las métricas promedio de las principales variables meteorológicas las cuales son: temperatura, precipitación, humedad y velocidad del viento del día en cuestión.

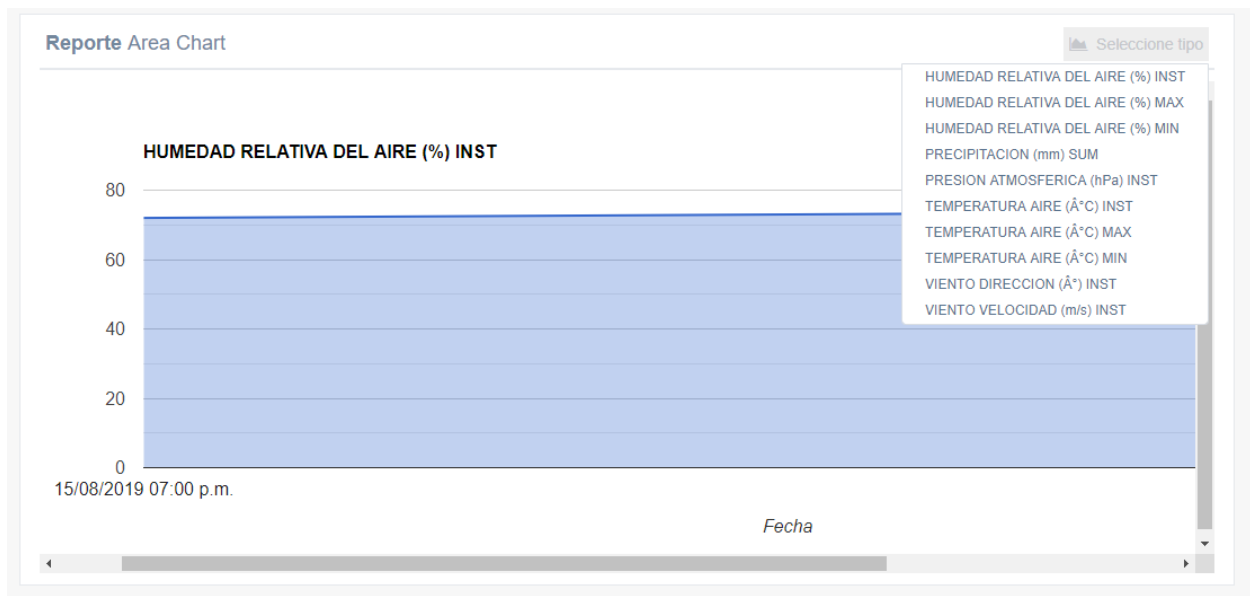


Figura 20. Sección reporte diario

Fuente: Elaboración del autor

En esta sección se muestran los datos individualmente de manera gráfica; para ello tenemos un combo donde se elige la variable a observar. También, se mostrará los valores de las variables en una tabla, como se muestra a continuación:

Mostrar  registros

CSV PDF EXCEL

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) INST	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MAX	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MIN	PRECIPITACION (mm) SUM	PRESION ATMOSFERICA (hPa) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) MAX	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN
15/08/2019 07:00 p.m.	72	74	72	0	1010.4	24.5	24.5	24
15/08/2019 08:00 p.m.	74	74	72	0	1011.1	24	24.5	24

Mostrando registros del 1 al 2 de un total de 2 registros

Anterior 1 Siguiente

Figura 21. Sección datos diarios

Fuente: Elaboración del autor

El menú cuenta con cuatro pestañas las cuales se muestran a continuación:

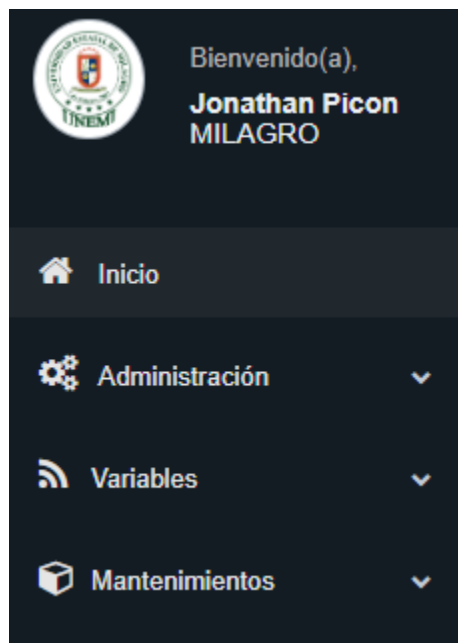


Figura 22. Menú

Fuente: Elaboración del autor

**Inicio:** como ya se ha mostrado, esta pantalla es la página principal del programa y muestra datos promedios diariamente.

**Administración:** esta pestaña contiene tres categorías:

- 1. Empleados:** para registrar a los trabajadores de la hacienda o bananera.

Buscar por nombre, apellido, usuario o modulo Buscar

[Registro nuevo](#)

**REGISTROS DE EMPLEADOS - Listado de Empleados**

Mostrar  registros CSV PDF EXCEL

Foto	Nombres	Estación	Incorporación	Sucursal	Ultimo ingreso	Estado	Nivel	Acción
	Jonathan Picon	190.15.128.130	13/08/2019 10:50 a.m.	MILAGRO	16/08/2019 a las 11:51 a.m.	ACTIVO	SUPER USUARIO	

Mostrando registros del 1 al 1 de un total de 1 registros Anterior 1 Siguiente

Figura 23. Sección empleados

Fuente: Elaboración del autor

- 2. Auditoría:** registra las acciones que se realizaron en el sistema.

Inicio / Auditoría /

14/08/2019 Desde

15/08/2019 Hasta

Buscar por nombre, apellido, usuario o modulo Buscar

[Eliminados](#) [Editados](#) [Agregados](#) [Desactivado](#)

**ACTIVIDAD DE USUARIOS - Listado de actividades de usuarios**

Mostrar  registros CSV PDF EXCEL

Fecha	Hora	Modulo	Registro	Username	Staff	SuperAdmin	Acción	Detalle
14/08/2019	22:29	Acciones	2019-08-14	admin	SI	SI	Agregado	
14/08/2019	22:29	Acciones	2019-08-14	admin	SI	SI	Agregado	

Mostrando registros del 1 al 2 de un total de 2 registros Anterior 1 Siguiente

Figura 24. Sección auditoría

Fuente: Elaboración del autor

**3. Sucursales:** registra la localidad donde se encuentra la empresa.

Inicio / Sucursal /

**Modulo Sucursal - Listado de Sucursales**

Buscar:  Mostrar 10 registros CSV PDF EXCEL Registro nuevo

Codigo	Nombre	Direccion	Responsable	Ciudad	Provincia	Accion
001	BANANERA ESTERO VERDE	Av. Mariscal Sucre	JONATHAN PION	MILAGRO	Guayas	

Mostrando registros del 1 al 1 de un total de 1 registros Anterior 1 Siguiente

Figura 25. Sección sucursales

Fuente: Elaboración del autor

**Variables:** se muestran los datos en una tabla, tanto de las variables como de sus promedios diarios, también se muestra el reporte general en formato Excel.

**1. Listar variables:** en esta sección o módulo se pueden agregar los datos meteorológicos y observarlos.

Inicio / Variables Meteorologicas /

dd/mm/aaaa Desde  
dd/mm/aaaa Hasta  
Buscar

**Reporte Area Chart** Seleccione tipo

**Variables Meteorologicas - Listado de Variables**

CARGAR EXCEL Mostrar 10 registros CSV PDF EXCEL

FECHA HORA (GMT-5)	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) INST	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MAX	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%) MIN	PRECIPITACION (mm) SUM	PRESION ATMOSFERICA (hPa) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) INST	TEMPERATURA AIRE (°C) MAX	TEMPERATURA AIRE (°C) MIN
15/08/2019 08:00 p.m.	74	74	72	0	1011.1	24	24.5	24
15/08/2019 07:00 p.m.	72	74	72	0	1010.4	24.5	24.5	24

Figura 26. Sección listar variables

Fuente: Elaboración del autor



2. **Listar informes:** en este módulo se observan los promedios diarios de las variables meteorológicas.

Inicio / Variables Meteorológicas /

dd/mm/aaaa Desde

dd/mm/aaaa Hasta

Buscar

**Variables Meteorológicas - Recomendaciones por fecha**

Buscar:  Mostrar 10 registros CSV PDF EXCEL

Fecha	Temperatura Promedio	Precipitación Promedio	Velocidad Promedio	Humedad Promedio
12/08/2019	22,81	0,00	1,45	76,58
12/08/2019	22,81	0,00	1,45	76,58
13/08/2019	23,06	0,00	1,92	79,17
14/08/2019	23,23	0,00	1,27	77,25

Mostrando registros del 1 al 4 de un total de 4 registros

Anterior 1 Siguiente

Figura 27. Sección listar informes

Fuente: Elaboración del autor

3. **Reportes:** se descargan el archivo en Excel, el cual contiene los datos mostrados en tablas dinámicas, para un mejor manejo de los datos.

**Mantenimientos:** Se muestran las pantallas donde se podrá guardar información relevante.

**1. Acciones:** Se registran las labores realizadas diariamente.

Inicio / Acciones /

**Modulo Acciones - Listado de Acciones**

Buscar:  Mostrar 10 registros CSV PDF EXCEL Registro nuevo






















Labor	Fecha	Acción
Aplicación de fertilizantes	13 de Agosto de 2019	  
Enfundar	13 de Agosto de 2019	  
Proteger	13 de Agosto de 2019	  
Selectar colín	13 de Agosto de 2019	  
Rozar	13 de Agosto de 2019	  
Enfundar	14 de Agosto de 2019	  
Rozar	14 de Agosto de 2019	  

Figura 28. Mantenimiento acciones


Fuente: Elaboración del autor

**2. Cultivos:** se registran los cultivos, en este caso el banano.

Inicio / Cultivo /

**Modulo Cultivo - Listado de Cultivo**

Buscar:  Mostrar 10 registros CSV PDF EXCEL Registro nuevo

Cultivo	Descripción	Acción
GUINEO	Es un fruto comestible	  

Mostrando registros del 1 al 1 de un total de 1 registros Anterior 1 Siguiente

Figura 29. Mantenimiento cultivos

Fuente: Elaboración del autor

### 3. Labores: se registran las labores que se realizan en el cultivo.

Cultivo	Labor	Descripción	Acción
GUINEO	Aplicación de fertilizantes	Aplicar los respectivos fertilizantes para el cuidado del banano	
GUINEO	Apuntalar	Necesario en las plantas con racimos para evitar su caída	
GUINEO	Deflorar	Quitar residuos de flores del racimo	
GUINEO	Desapanar	Retirar los residuos de zapán	
GUINEO	Deshojar	Eliminación sanitaria de hojas	
GUINEO	Drenajes	Realizar zanjas para drenar el agua	
GUINEO	Enfundar	Cubrir el racimo con una funda para su cuidado	
GUINEO	Proteger	Utilización de una esponja especial entre las manos del racimo	
GUINEO	Rozar	Eliminación del monte en el campo	
GUINEO	Selectar colín	Seleccionar el colín para la producción	

Codigo	Labor	Descripcion	Acción
--------	-------	-------------	--------

Figura 30. Mantenimiento labores

Fuente: Elaboración del autor

El proyecto está orientado a la presentación de informes o reportes de las medidas de las variables meteorológicas, para que el ingeniero agrónomo o encargado de la plantación pueda interpretar estos datos y proceder a tomar la mejor decisión al momento de realizar las labores correspondientes. De esta manera optimizará la calidad del cultivo y por ende aumentará su producción.

Los reportes mencionados se presentarán en formato Excel, mediante tablas dinámicas las cuales podrán ser manipuladas de acuerdo a el análisis que el ingeniero o encargado ya nombrado requiera. Las siguientes imágenes muestran los reportes obtenidos:

## Reporte de temperatura

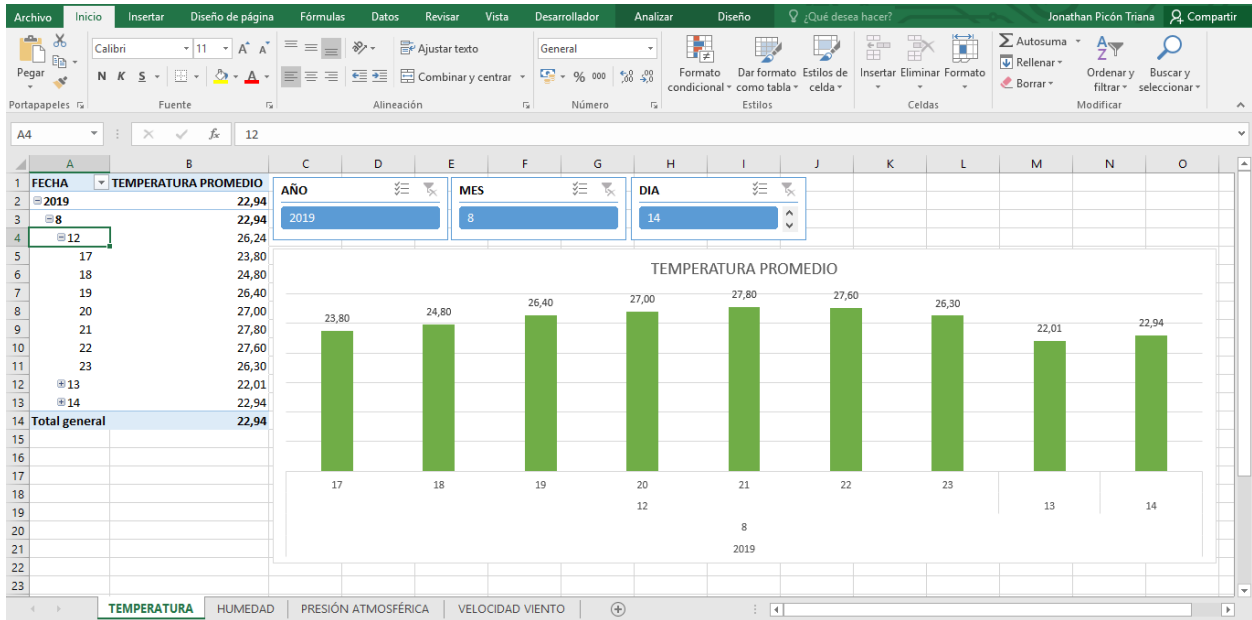


Figura 31. Reporte temperatura

Fuente: Elaboración del autor

## Reporte humedad

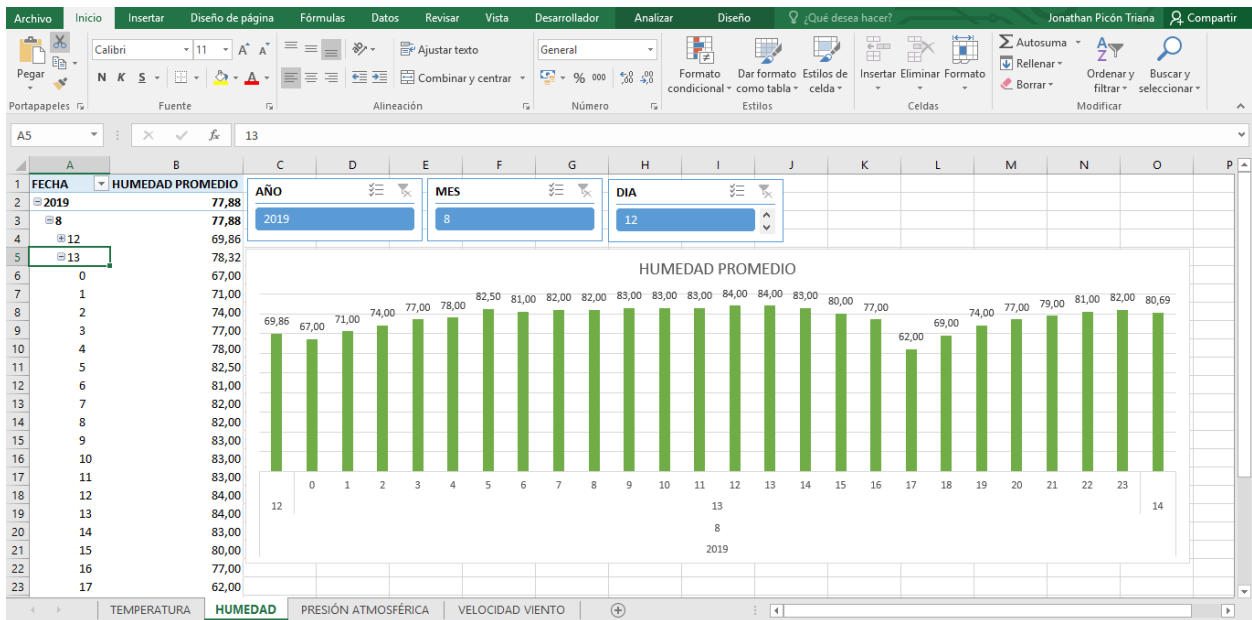


Figura 32. Reporte humedad

Fuente: Elaboración del autor

## Reporte presión atmosférica

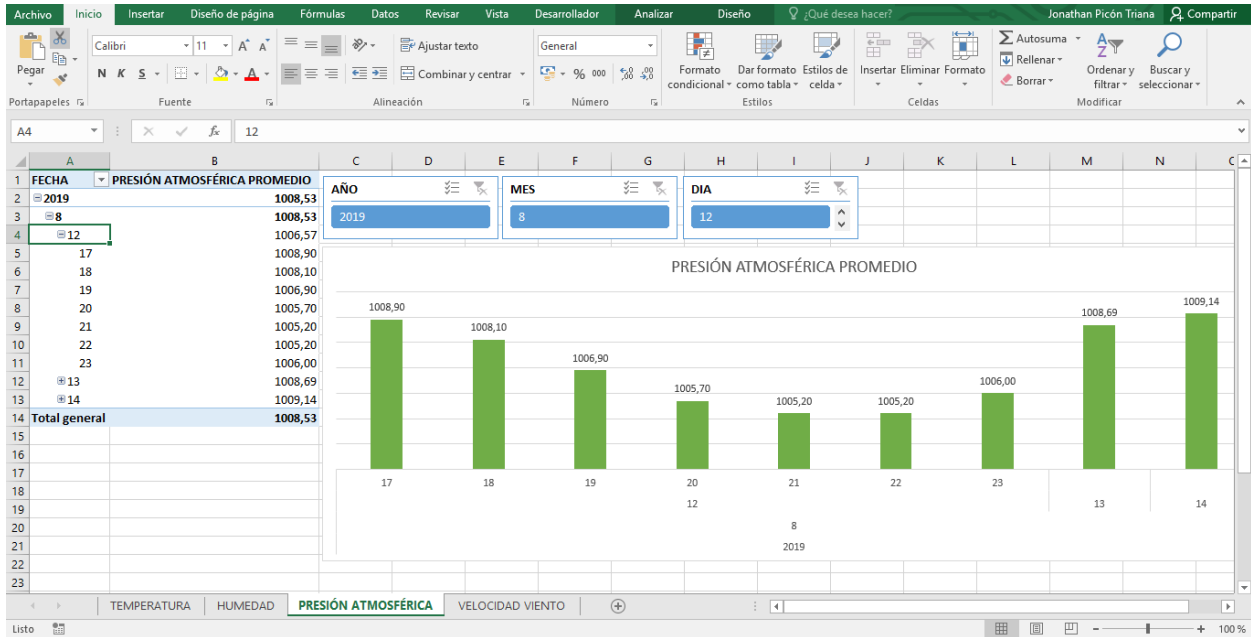


Figura 33. Reporte presión atmosférica

Fuente: Elaboración del autor

## Reporte velocidad viento

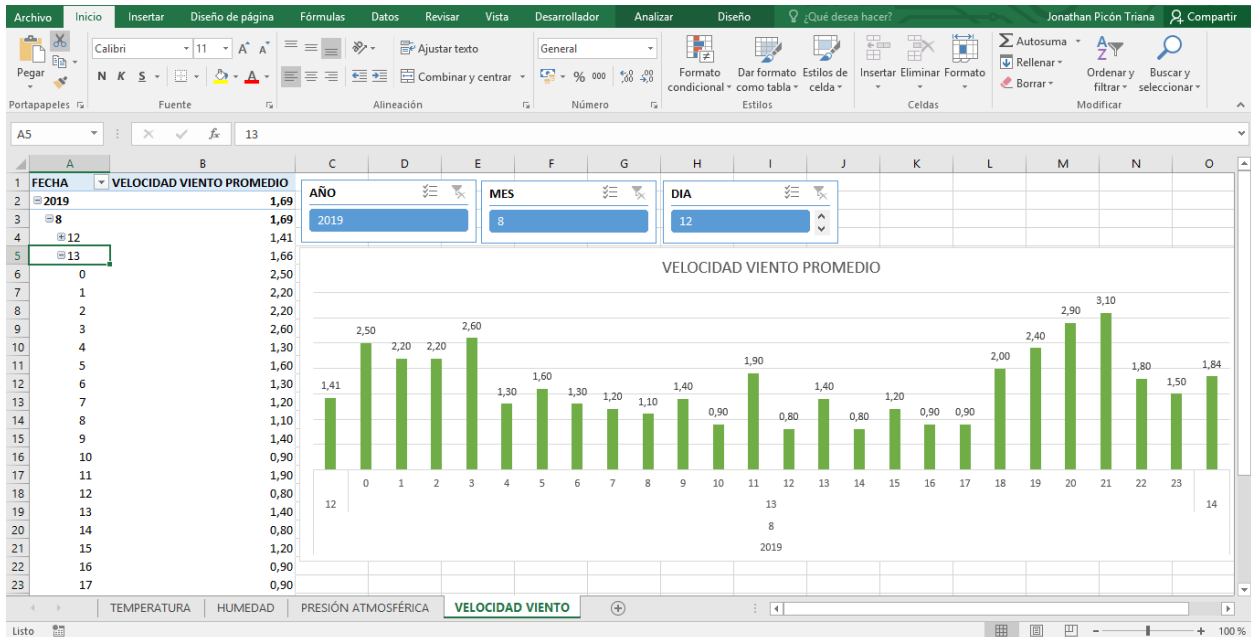


Figura 34. Reporte velocidad viento

Fuente: Elaboración del autor

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Para el desarrollo de la propuesta tecnológica se necesitará dos ingenieros en sistemas computacionales especializados en desarrollo de software, además de conocimientos en documentación para el desarrollo del mismo. En la siguiente tabla se muestra los costos de cada personal a trabajar en el proyecto:

Tabla 4 Costos del personal

<b>Cargo</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Salario Mensual</b>	<b>Total</b>
Ingeniero en sistemas computacionales 1	5 meses	394	\$1.970,00
Ingeniero en sistemas computacionales 2	5 meses	394	\$1.970,00
<b>Total mano de obra</b>			<b>\$3.940,00</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el monto total invertido en la mano de obra es de \$3.940,00 por un tiempo de trabajo de 5 meses que es la duración de la elaboración del sistema propuesto.

Por otro lado, es importante analizar el costo de la materia prima a utilizar para el desarrollo del software, la cual se la describe a continuación:

Tabla 5 Costos de los equipos y servicios

<b>Equipos y servicios</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor total</b>
Laptop	2	\$489,49	\$978,98
Dominio	1	\$25,00 anual	\$25,00 anual
Hosting	1	\$80,00 anual	\$80,00 anual
<b>Total de materia prima</b>			<b>\$1.083,00</b>

Fuente: Elaboración propia

El costo del dominio y el hosting son anualmente, por ende, se deberá realizar una inversión cada año de \$105,00 muy aparte de la inversión inicial.

También se tienen otros gastos como los administrativos, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 6 Costos de materiales de oficina

<b>Gastos administrativos</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Valor mensual</b>	<b>Valor total</b>
Material y suministros de oficina	5 meses	\$20,00	\$100,00
<b>Total gastos administrativos</b>			<b>\$100,00</b>

Fuente: Elaboración propia

El total de la inversión se detalla en la posterior tabla:

Tabla 7 Total inversión

<b>Gastos</b>	<b>Total</b>
Mano de obra	\$3.940,00
Materia prima	\$1.083,00
Gastos administrativos	\$100,00
<b>Total inversión</b>	<b>\$5,123,00</b>

Fuente: Elaboración propia

Los flujos de caja durante 5 meses se muestran a continuación:

Tabla 8 Flujo de caja

	<b>Mes 1</b>	<b>Mes 2</b>	<b>Mes 3</b>	<b>Mes 4</b>	<b>Mes 5</b>
<b>INGRESOS</b>					
<b>Producción</b>	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 6.000,00	\$ 7.500,00	\$ 7.500,00
<b>Total Ingresos</b>	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00	\$ 6.000,00	\$ 7.500,00	\$ 7.500,00
<b>EGRESOS</b>					
<b>Equipos</b>	\$ 250,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 100,00	\$ 40,00
<b>Mano de obra</b>	\$ 3.940,00	\$ 3.940,00	\$ 3.940,00	\$ 3.940,00	\$ 3.940,00
<b>Total egresos</b>	\$ 4.190,00	\$ 3.990,00	\$ 3.990,00	\$ 4.040,00	\$ 3.980,00
<b>Total</b>	\$ 3.810,00	\$ 4.010,00	\$ 2.010,00	\$ 3.460,00	\$ 3.520,00

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que la inversión total es de \$5.123,00 se procederá a calcular el VAN y el

TIR para medir la rentabilidad del proyecto:



Tabla 9 Cálculo del VAN y TIR

<b>VAN</b>	\$11.687,00	\$10.745,33	\$9.300,70	\$7.713,70	\$6.272,12
<b>TIR</b>	62,74%	62,74%	62,74%	62,74%	62,74%
<b>Resultado VAN</b>	Rentable	Rentable	Rentable	Rentable	Rentable

Fuente: Elaboración propia

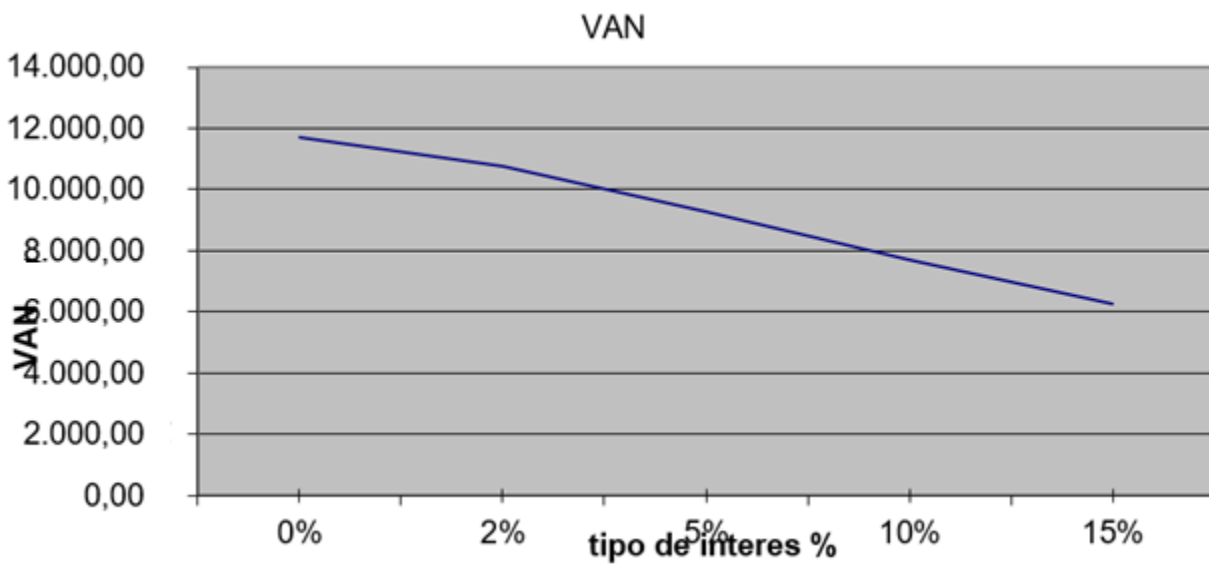


Figura 35. Gráfico VAN

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 9 se puede observar que el VAN es rentable siendo la TIR 62,74%; además se puede observar que el valor actual neto es mayor que cero lo cual argumenta lo anteriormente dicho.

## CONCLUSIONES

La utilización de la tecnología es de gran importancia hoy en día, ya que ayuda a mejorar y optimizar los procesos; y de esta manera obtener más ingresos utilizando menos recursos. En el ámbito bananero la tecnología no es muy utilizada, debido al poco conocimiento sobre sistemas de información orientados al cultivo y las ventajas que estas proporcionan.

El sistema establecido registra las variables meteorológicas más relevantes en la toma de decisiones para realizar una buena práctica en el cultivo de banano. Estos datos son mostrados a través de gráficas dinámicas para su debida interpretación de acuerdo a las labores que se realizan.

El sistema se desarrollará en el lenguaje de programación Python en conjunto con Sql server, debido al análisis ya previsto en el capítulo IV, teniendo en cuenta los requerimientos que el sistema debe presentar y realizar.

## **RECOMENDACIONES**

Implementación de una estación meteorológica en la hacienda bananera en la cual se utilizará el sistema, para una mejor lectura de datos en el área específica.

## ANEXOS

### Diagrama de actividades

	0	□	/	Nombre de la tarea	Duración	Inicio	Finalizar	Predecesoras
1				<b>ANÁLISIS</b>	25d			
2				Análisis del problema	5d	06/05/19	10/05/19	
3				Definición de los requerimientos	10d	13/05/19	24/05/19	2
4				Recolección de información	10d	27/05/19	07/06/19	3
5				<b>DISEÑO</b>	20d			
6				Análisis de requisitos	5d	10/06/19	14/06/19	4
7				Diseño del diagrama de clases	5d	17/06/19	21/06/19	6
8				Diseño físico de la base de datos	5d	24/06/19	28/06/19	7
9				Revisión de los diseños	2d	01/07/19	02/07/19	8
10				Incorporar mejoras en los diseños	3d	03/07/19	05/07/19	9
11				<b>DESARROLLO</b>	45d			
12				Elaboración de la base de datos	7d	08/07/19	16/07/19	10
13				Revisión de los diseños de los módulos	3d	17/07/19	19/07/19	12
14				Codificación	30d	22/07/19	30/08/19	13
15				Pruebas de programación	5d	02/09/19	06/09/19	14
16				<b>PRUEBAS UNITARIAS Y DE INTEGRACIÓN</b>	17d			
17				Revisar el código modular	3d	09/09/19	11/09/19	15
18				Probar módulos y sus componentes	5d	12/09/19	18/09/19	17
19				Detectar fallos	2d	12/09/19	13/09/19	18CC
20				Corregir fallos	2d	12/09/19	13/09/19	19CC
21				Volver a probar el código modificado	5d	19/09/19	25/09/19	18
22				<b>DESPLIEGUE</b>	16d			
23				Definir estrategia de despliegue	3d	26/09/19	30/09/19	21
24				desarrollar la metodología de despliegue	5d	01/10/19	07/10/19	23
25				Acciones de formación de usuarios	5d	08/10/19	14/10/19	24
26				desplegar el software	3d	08/10/19	10/10/19	24
27								

Figura 36. Diagrama de actividades

Fuente: Elaboración propia

# Diagrama de Gantt

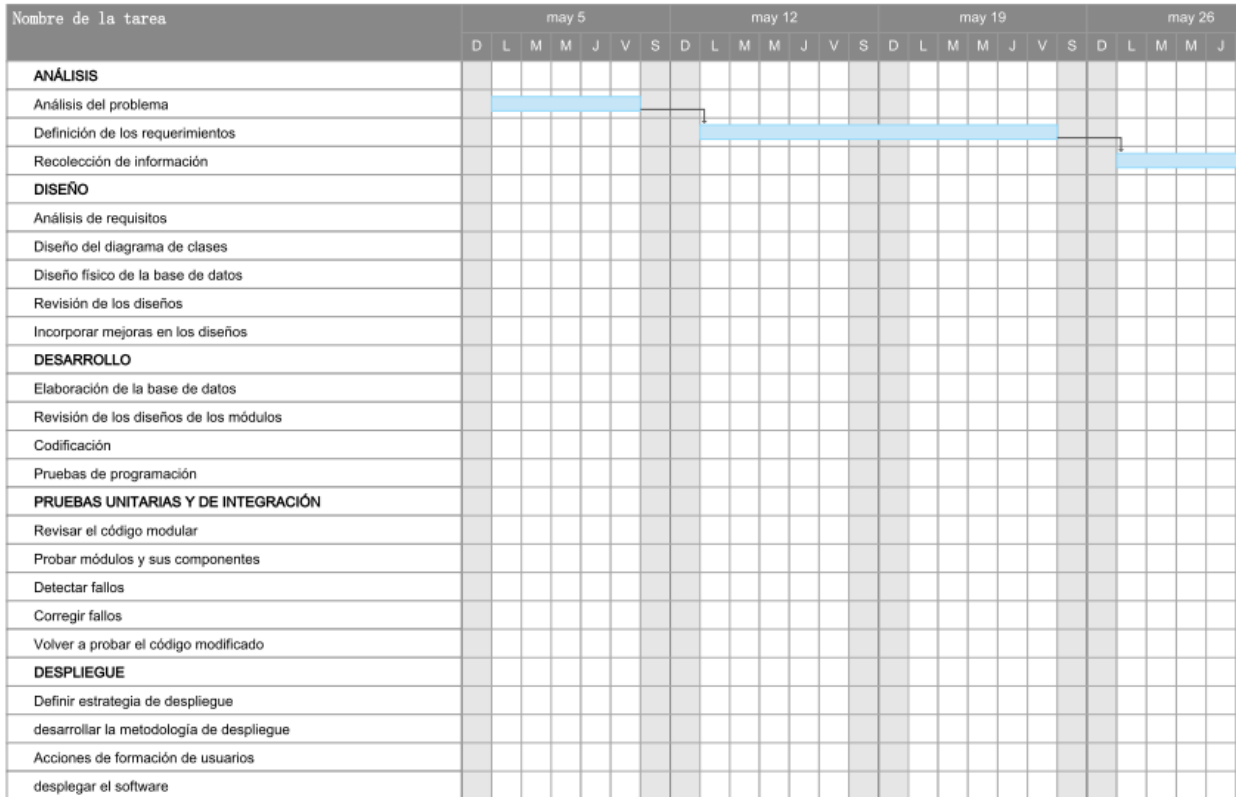


Figura 37. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

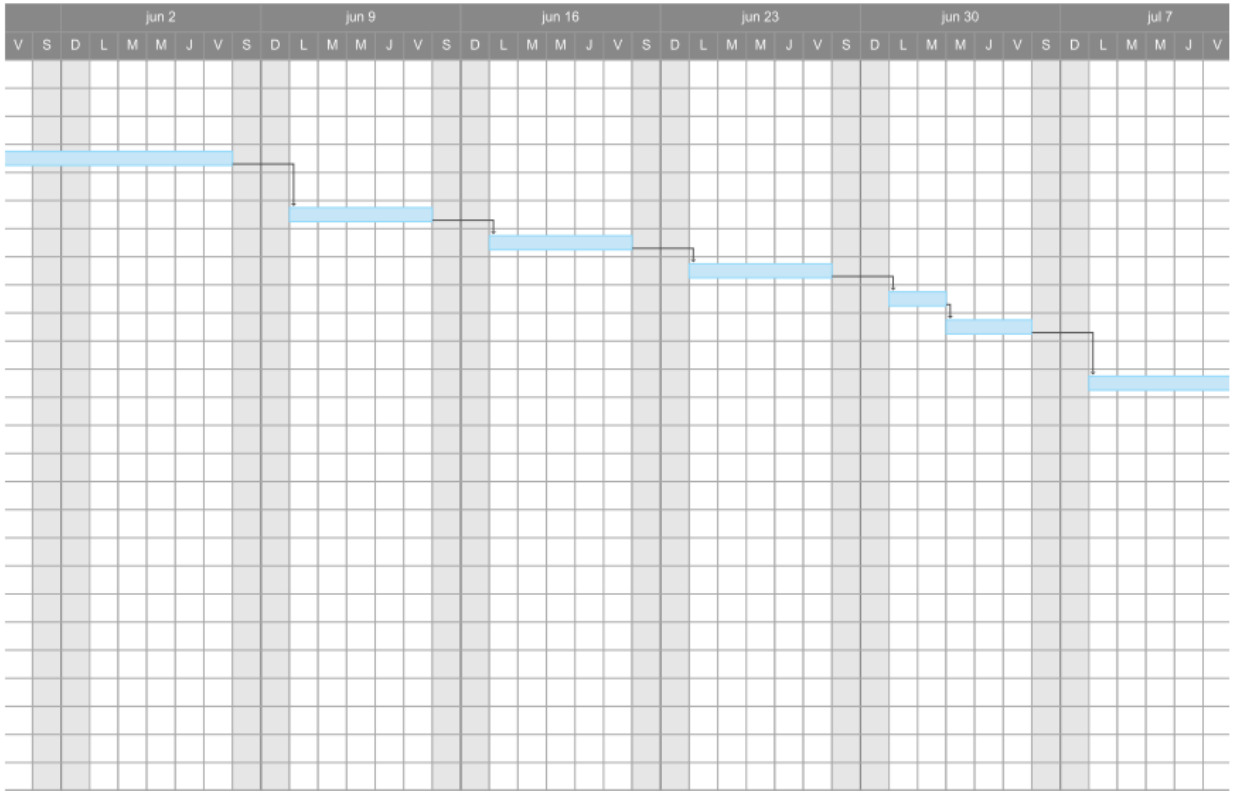


Figura 38. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

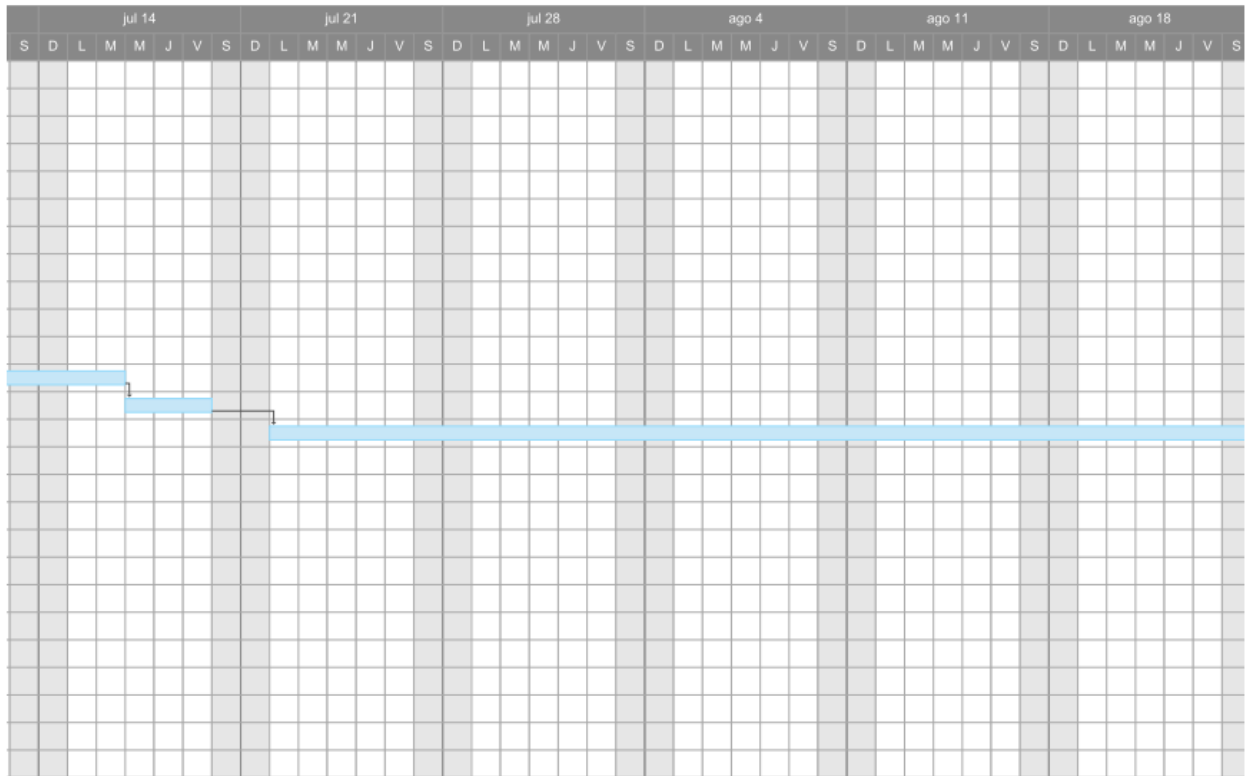


Figura 39. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

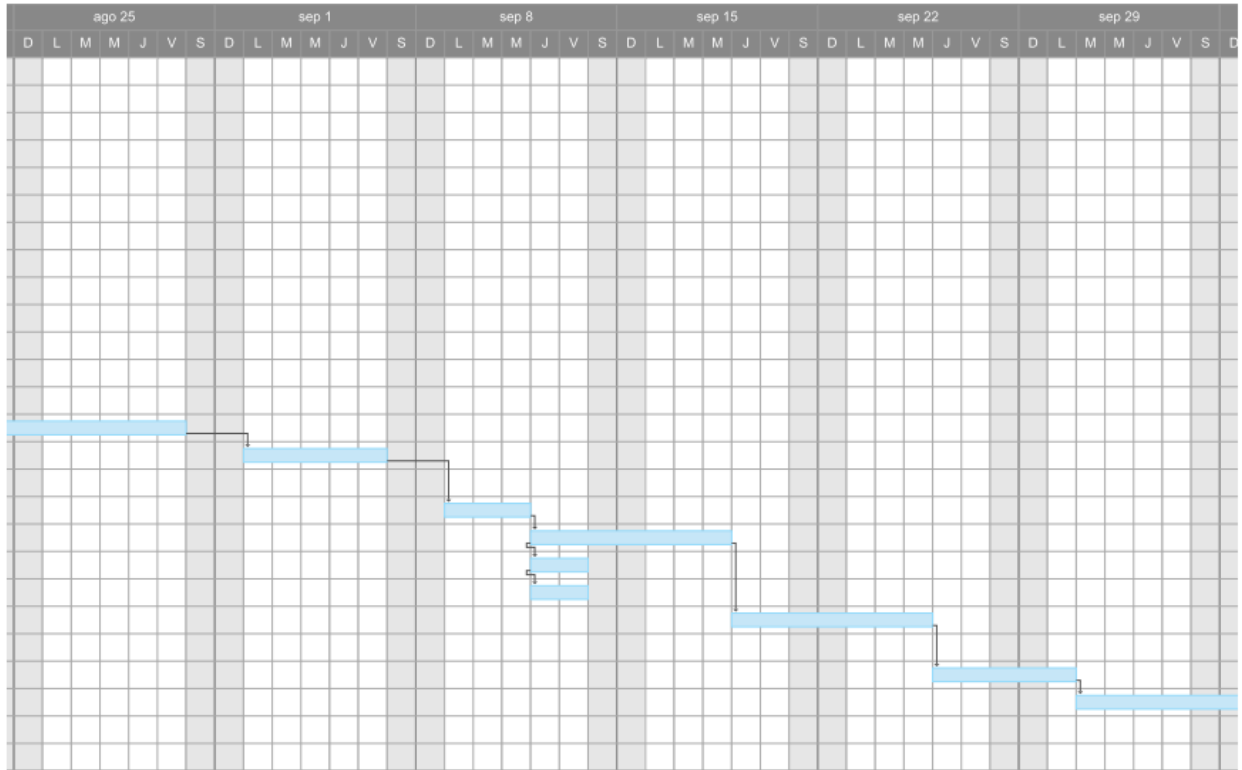


Figura 40. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia



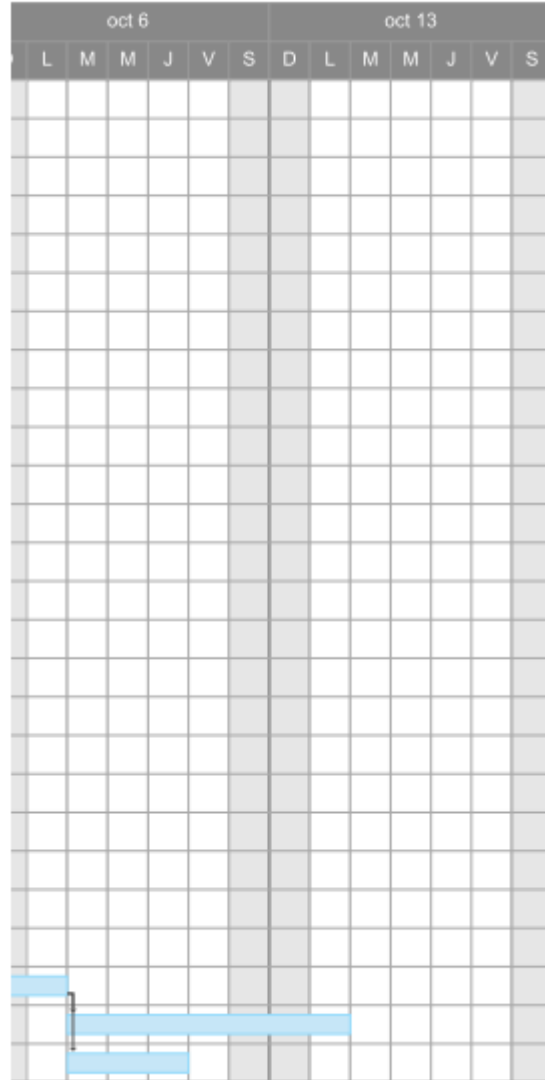


Figura 41. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Ramón, R. R. (2015). La producción y exportación del banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el periodo 2008-2013. Guayaquil.
- Arévalo García, R. X. (2015). Diseño de un sistema automatizado de adquisición de datos meteorológicos de la estación meteorológica de la granja UDLA, ubicada en la población de Nono. Quito.
- Bartolofer. (21 de 09 de 2010). Recuperado el 15 de 07 de 2019, de <https://bartolofer.wordpress.com/2010/09/21/instrumentos-en-estaciones-meteorologicas/>
- Basualdo, A. B. (2015). Manual de buenas prácticas para la generación, el almacenamiento y la difusión de informática climática en instituciones y organismos del MERCOSUR. San José, Costa Rica: Imprenta IICA.
- economía, R. (16 de 10 de 2015). En Ecuador "es fundamental la creación de un sistema de monitoreo agroclimático". El telégrafo.
- Influxdata. (2019). Recuperado el 17 de 07 de 2019, de <https://www.influxdata.com/>
- Meteorología y climatología agrícola. (2012). Nuevo Chimbote, Perú. Obtenido de [http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/meteorologa\\_y\\_climatologa\\_agricola.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzoz/meteorologa_y_climatologa_agricola.pdf)
- Novoa Casanova, G. A., & Guillén Arauz, B. F. (2018). Desarrollo de una estación agrometeorológica automática remota para el levantamiento de información climática en la cuenca del río Pisque. Quito.
- Obando Buitrago, M. A. (2016). Diseño de un prototipo de una estación agrometeorológica automática (EAA) con adquisición de imágenes satelitales, y publicación de datos en página web. Managua.
- Palaguachi Encalada, S. I. (2018). Diseño, desarrollo e implementación de una estación meteorológica basada en una red jerárquica de sensores, software libre y sistemas

embebidos para la empresa Elecaustro en la minicentral Gualaceo utilizando comunicación MQTT y MODBUS. Cuenca.

Pérez, A., Milla, M., & Mesa, M. (27 de 2006). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura. Cultivos tropicales [en línea].

Pinto Mena, M. B. (17 de 2 de 2012). Aplicaciones agrometeorológicas para el desarrollo agrícola del Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador: Dirección de gestión meteorológica subproceso estudios e investigaciones meteorológicas.

Posligua, M. A. (2001). Propiedad Intelectual y Empresa Industria de Software en el Ecuador. Quito. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2643/1/T0136-MDE-Posligua-Propiedad%20intelectual.pdf>

Rodríguez Jiménez, R. M., Capa, Á. B., & Lozano, A. P. (2004). Meteorología y climatología. (F. E. Tecnología, Ed.) España.

Saltos Guale, A. (17 de 03 de 2016). Banano de seda. El Universo. Recuperado el 23 de 07 de 2019, de <https://www.eluniverso.com/opinion/2016/03/17/nota/5469240/banano-seda>

Silva, M. (2019). Evaluación geoestadística y krigeado de la temperatura del aire en los llanos venezolanos. Revista de climatología, 19, 41-49. Obtenido de <http://www.climatol.eu/reclim/reclim19d.pdf>

Una mirada al banano transgénico desde la ecología política. (2012). Quito, Ecuador. Recuperado el 16 de 07 de 2019, de <http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/banano%20GM.pdf>