

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

*por* Alex Manolo Aristega Garaicoa

---

**Fecha de entrega:** 12-ago-2019 10:34a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1159614813

**Nombre del archivo:** extracto\_2019810195351.docx (1.65M)

**Total de palabras:** 5814

**Total de caracteres:** 31757

## **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 <sup>15</sup> el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología “INAMHI”, que 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 <sup>6</sup> el Instituto Nacional 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 una tecnología 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 mejoramiento 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.

## 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 <sup>1</sup> “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 <sup>2</sup> la información 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 las siguientes conclusiones: la utilización de código abierto dejó la posibilidad para mejorar <sup>2</sup> el software y aprovechar la compatibilidad con nuevos sensores. También, se pudo constatar que el porcentaje de error <sup>2</sup> entre la estación implementada y la comercial tuvo un promedio de 3% exceptuando la velocidad del viento, debido a que las estaciones se encontraban en diferente altura lo que provocó túneles de viento que alteró los valores en la estación meteorológica implementada.

El trabajo realizado por Novoa Casanova & Guillén Arauz (2018), tiene mucha relación con la propuesta actual, de tal modo que <sup>10</sup> 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 (2018), de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, en su tesis: <sup>1</sup> "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.

En el presente proyecto de tesis se realiza la implementación de una estación meteorológica conformada por un Arduino Yun, que se ocupará de obtener las variables climatológicas a través de sus entradas analógicas, digitales y de comunicación I2C, recibiendo los variados valores 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 generados se actualizan en tiempo real 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. Para verificar la conversión se utilizó un simulador llamado ModbusSlave, y también se instaló un SCADA denominado SCADALaquis, mostrando de forma gráfica los datos obtenidos por la estación, permitiendo así consultas de datos históricos.

Como conclusión se tiene: la implementación de la estación meteorológica toma <sup>1</sup> muestras de temperatura, presión, radiación, dirección del viento y humedad; dando como resultado una <sup>1</sup> lectura de datos válida para poder realizar predicciones y en base a ellas tomar las mejores decisiones. Con el propósito de tomar datos más precisos, se ha establecido un intervalo de tiempo muy pequeño, puesto <sup>1</sup> que pueden ocurrir cambios climáticos drásticos en periodos de tiempo muy cortos. Además, se destaca <sup>1</sup> el protocolo MQTT ya que tiene la calidad de transmitir datos exactos en tiempo real y de forma segura; es de alta adaptación y <sup>1</sup> 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 <sup>21</sup> realizar el diseño de la base de datos, y como establecer la comunicación con la estación.

Otro estudio titulado <sup>3</sup> “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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 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 <sup>4</sup> “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, <sup>28</sup> 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 <sup>20</sup> 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)

<sup>5</sup> 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 <sup>19</sup> 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).

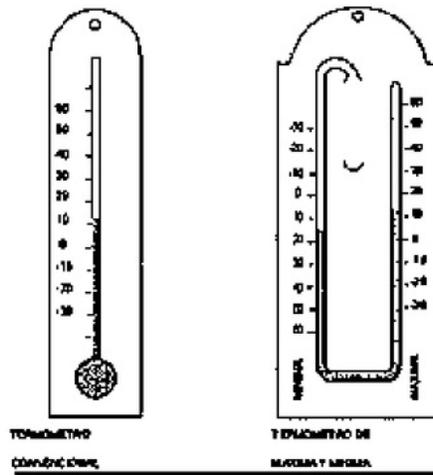


Figura 1. Termómetro

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:** <sup>6</sup> 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: (Bartolofer, 2010)

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



Figura 6. Higrómetro

Fuente: (Bartolofer, 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 <sup>18</sup> 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

### 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 <sup>27</sup> 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**

### **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**

## **SITIO WEB QUE PERMITA EL ALMACENAMIENTO Y VISUALIZACIÓN DE VARIABLES METEOROLÓGICAS UTILIZANDO LENGUAJE DE PROGRAMACION PYTHON Y BASE DE DATOS SQL SERVER PARA UNA MEJOR TOMA DE DECISIONES EN EL CULTIVO DE BANANO**

### **Fundamentación teórica**

**13** **Python:** es un lenguaje de programación orientado a objetos es moderno utilizando 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 <sup>17</sup> **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.

## 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 <sup>12</sup> 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 y desarrollo de un sistema web que permita realizar un análisis a los datos meteorológicos el cual ayude en la toma de decisiones para mejorar la zona de cultivo de banano”.

En la actualidad la tecnología ha evolucionado a pasos agigantados, Las empresas pequeñas como grandes utiliza y se está 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 el cual al obtener datos precisos en tiempo real que proporciona las estaciones meteorológicas se podrá ahorra dinero en la parte de riesgo al indicarle cuando es conveniente humedecer el cultivo y cuando no, también Ahorra dinero en fertilizante el cual le ayuda a saber el momento adecuado de fertilizar. Todas estas ventajas ya mencionadas le permiten a la persona encargada a llegar a una toma de decisiones sobre el cultivo de banano para el crecimiento de la empresa.

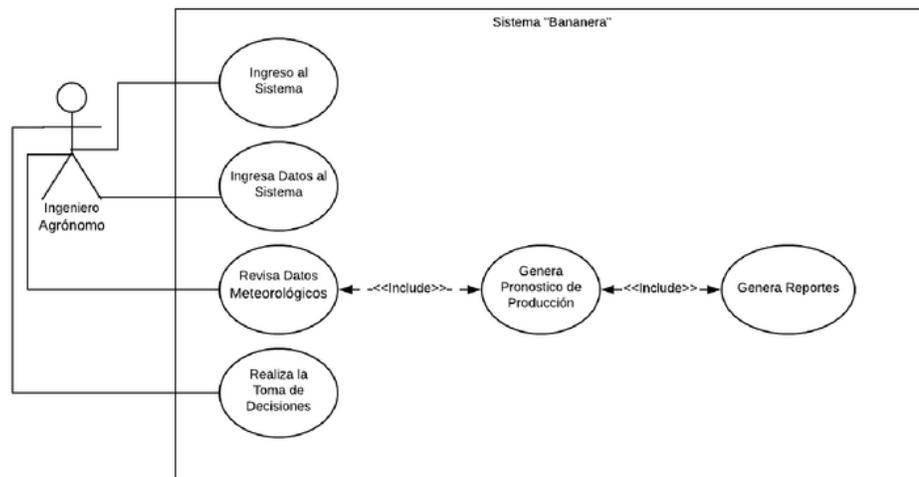


Figura 14. Diagrama caso de uso

Fuente: Elaboración del autor

Los principales beneficios que ofrece el sistema son los siguientes:

- Elabora técnicas de riego 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 riego 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 <sup>9</sup> 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 <sup>26</sup> 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 amigables 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

En esta sección se mostrará el funcionamiento de cada módulo que contiene el sistema con sus diferentes funcionalidades.

**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:

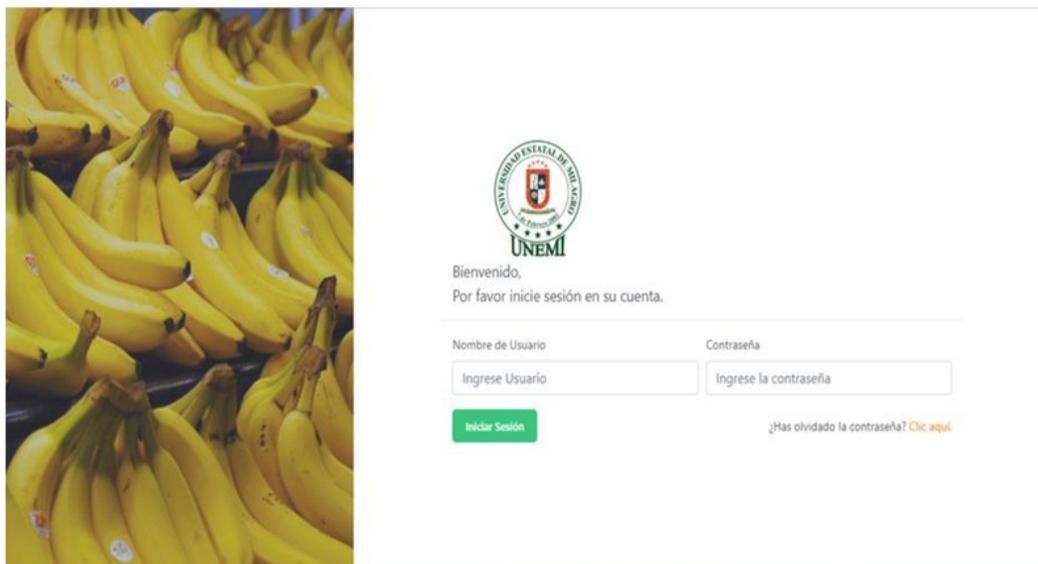


Figura 15. Pantalla de acceso (Login)

Fuente: Elaboración del autor

En este mantenimiento tiene la responsabilidad de la seguridad del sistema, permite el ingreso a persona indicada la que posee <sup>16</sup> un nombre de Usuario y una contraseña. Cabe resaltar que si el

usuario se olvidó su contraseña el sistema posee con la herramienta de recuperación mediante el correo electrónico de dicho usuario.

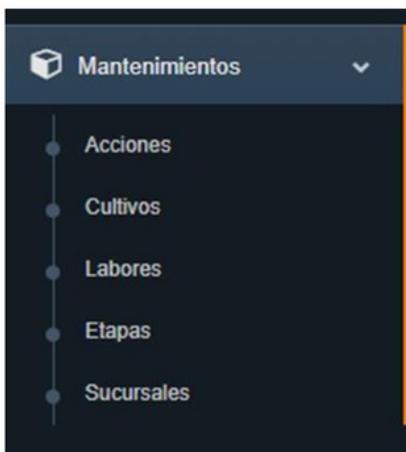


Figura 16. Menú de los mantenimientos

Fuente: Elaboración del autor

El sistema tendrá cinco mantenimientos como se muestra en la figura 16; a continuación, se puntualizará el funcionamiento de cada mantenimiento.

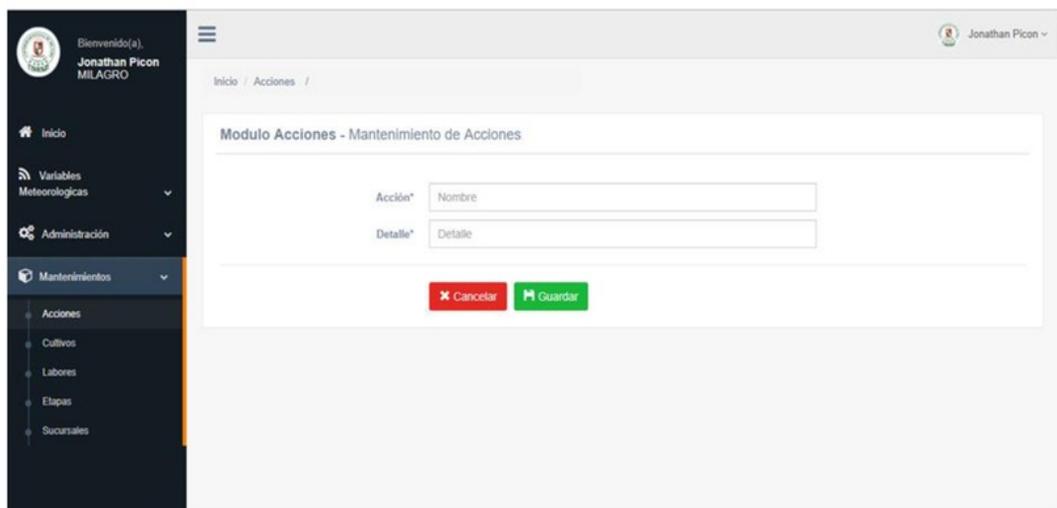


Figura 17. Mantenimiento de acciones

Fuente: Elaboración del autor

En el módulo de acciones, se registrarán las acciones que realizará la bananera el cual esos datos nos servirán para tener mejor control en el cultivo del banano, este proceso se lo debe realizar cada vez que sea necesario en el momento de una nueva acción.

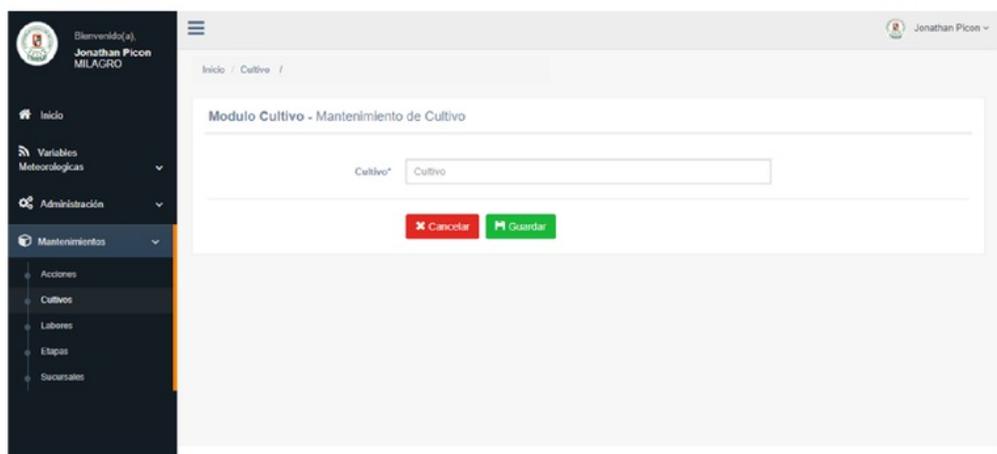


Figura 18. Mantenimiento de cultivos

Fuente: Elaboración del autor

En el módulo de Cultivo se registra la fruta el cual se examinará su crecimiento, en este caso sería solo el banano, pero el sistema puede registrar más frutas y realizar su respectiva predicción mediante los datos meteorológicos en el cultivo.

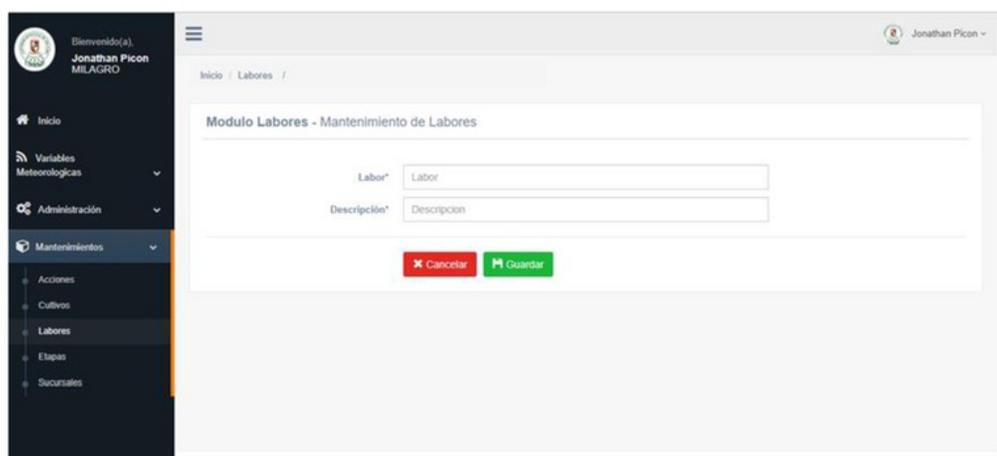


Figura 19. Mantenimiento de labores

Fuente: Elaboración del autor

En el módulo de Labores se ingresará la labor que se debe realizar en el tiempo adecuado para el crecimiento y cuidado del banano, Este mantenimiento es de gran importancia porque nos permitirá realizar los reportes para las ayudas de toma de decisiones.

## 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 F Costos del personal

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

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 6 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 F 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 F 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 F Total inversión

Gastos	Total
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 años se muestran a continuación:

Tabla F Flujo de caja

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<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 F 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

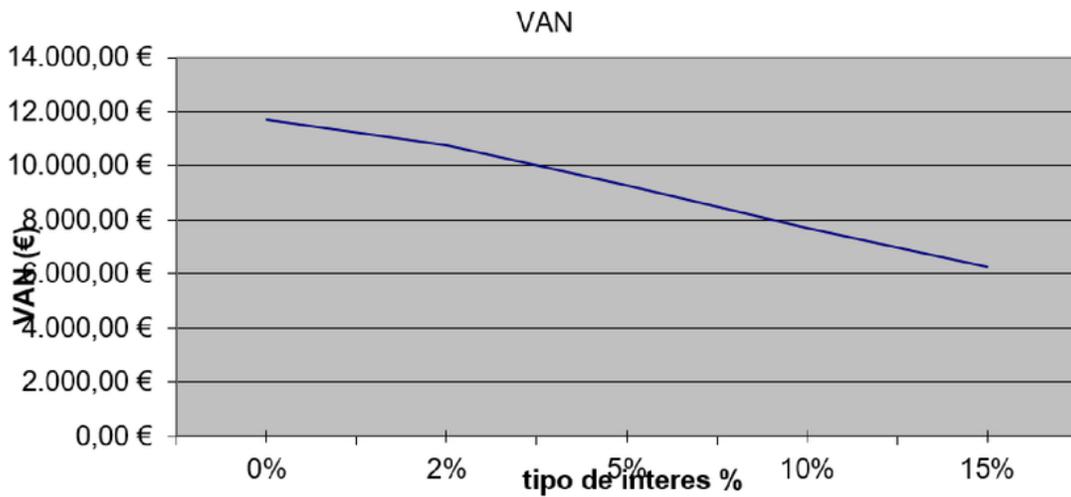


Figura F. Gráfico VAN

8

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla F 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.

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

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[dspace.ups.edu.ec](https://dspace.ups.edu.ec)

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador

Trabajo del estudiante

1%

3

[dspace.udla.edu.ec](https://dspace.udla.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

4

[ribuni.uni.edu.ni](https://ribuni.uni.edu.ni)

Fuente de Internet

<1%

5

Submitted to Universidad de Antioquía

Trabajo del estudiante

<1%

6

Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS

Trabajo del estudiante

<1%

7

[www.redturs.org](http://www.redturs.org)

Fuente de Internet

<1%

8

Submitted to Universidad Catolica del Norte

Trabajo del estudiante

<1%

9	<a href="http://www.red.es">www.red.es</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="http://tdx.cat">tdx.cat</a> Fuente de Internet	<1%
11	<a href="http://www.icas.net">www.icas.net</a> Fuente de Internet	<1%
12	<a href="http://www.hess-cr.com">www.hess-cr.com</a> Fuente de Internet	<1%
13	<a href="http://windowsxp.datafull.com">windowsxp.datafull.com</a> Fuente de Internet	<1%
14	<a href="http://tesis.uson.mx">tesis.uson.mx</a> Fuente de Internet	<1%
15	<a href="http://img.static.reliefweb.int">img.static.reliefweb.int</a> Fuente de Internet	<1%
16	<a href="http://www.ssibrasil.com">www.ssibrasil.com</a> Fuente de Internet	<1%
17	<a href="http://www.ilog.es">www.ilog.es</a> Fuente de Internet	<1%
18	<a href="http://www.academia.edu">www.academia.edu</a> Fuente de Internet	<1%
19	<a href="http://www.esepa.org">www.esepa.org</a> Fuente de Internet	<1%
20	<a href="http://www.historia-actual.com">www.historia-actual.com</a> Fuente de Internet	<1%

---

21	<a href="http://www.cs.buap.mx">www.cs.buap.mx</a> Fuente de Internet	<1%
22	<a href="http://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
23	<a href="http://www.ucab.edu.ve">www.ucab.edu.ve</a> Fuente de Internet	<1%
24	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
25	<a href="http://repositorio.uesiglo21.edu.ar">repositorio.uesiglo21.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1%
26	<a href="http://desarrolloandroidcsharp.blogspot.com">desarrolloandroidcsharp.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1%
27	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1%
28	<a href="http://www.diariodetenerife.info">www.diariodetenerife.info</a> Fuente de Internet	<1%
29	Silvia Marzal Romeu. "Concepción e integración de arquitecturas y protocolos de comunicación dentro de sistemas de supervisión y control de microrredes inteligentes", Universitat Politecnica de Valencia, 2019 Publicación	<1%
30	<a href="http://tesisenxarxa.net">tesisenxarxa.net</a> Fuente de Internet	<1%

---

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado