

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

<http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v7i1.1805>

## **Diagnóstico para el diseño de una estación meteorológica en monitoreo de plantaciones de cacao**

### **Diagnosis for the design of a meteorological station in cocoa plantation monitoring**

Anthony Fabián Cevallos-Medina

[tonycev2897@gmail.com](mailto:tonycev2897@gmail.com)

Investigador Independiente, Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-9700-1979>

Juan Carlos Quinchuela-Paucar

[juan.quinchuela@esepoch.edu.ec](mailto:juan.quinchuela@esepoch.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-4469-3035>

Jorge Luis Paucar-Samaniego

[jlpaucar@esepoch.edu.ec](mailto:jlpaucar@esepoch.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-1704-8583>

Jhon Jairo Cevallos-Medina

[jhon.cevallosm@esepoch.edu.ec](mailto:jhon.cevallosm@esepoch.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo  
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-5791-3471>

Recibido: 02 de febrero 2022

Revisado: 20 de marzo 2022

Aprobado: 15 de mayo 2022

Publicado: 01 de junio 2022

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

## RESUMEN

La importancia de tener a la mano ciertos datos para poder manejarlos e interactuar con ellos puede llegar a ser crucial a la hora de tomar acciones. En el presente artículo tiene como objetivo general diseñar una estación meteorológica en monitoreo de plantaciones de cacao, de esta manera se podrá tener los datos en el tiempo real para poder generar una alarma temprana fitosanitaria del patógeno "monilla" presente en el cacao amazónico del sub trópico ecuatoriano. La integración de los protocolos de comunicación RS-232 y PHP son fundamentales para poder generar una correcta comunicación entre dispositivos y subida de la información. Todo esto con el fin generar una alerta temprana fitosanitaria sobre la presencia de la plaga "monilla" caracterizada por medio de variables climáticas (humedad, temperatura, precipitación) recolectadas por la estación meteorológica ubicada contigua a las parcelas de cacao.

**Descriptores:** Diseño; estación; meteorología; monitor; plaga. (Tesauro UNESCO).

## ABSTRACT

The importance of having certain data at hand in order to manage and interact with it can become crucial when taking actions. The general objective of this article is to design a meteorological station for monitoring cocoa plantations, in this way it will be possible to have the data in real time to be able to generate an early phytosanitary alarm of the "monilla" pathogen present in the Amazonian cocoa sub Ecuadorian tropics. The integration of the RS-232 and PHP communication protocols are essential to be able to generate correct communication between devices and upload information. All this in order to generate an early phytosanitary warning about the presence of the "monilla" pest characterized by means of climatic variables (humidity, temperature, precipitation) collected by the weather station located next to the cocoa plots.

**Descriptors:** Design; station; meteorology; display; plague. (UNESCO Thesaurus).

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhony Marcelo Orozco-Ramos

## INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta de reproducción preferentemente alógama, con número cromosómico  $2n = 20$  (Dantas y Guerra, 2010, p.94), de la familia Malvaceae, cultivada en las regiones tropicales del mundo y de cuyos frutos se obtienen almendras que son empleadas en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. En el año 2012, a nivel mundial se produjeron poco más de 5 000 000 de toneladas de granos secos, lo que representó un ingreso superior a los 4 000 millones de dólares.

La industrialización de los granos, y la producción de derivados del cacao, ha reportado históricamente dividendos por más de 73 000 millones de dólares (Ploetz, 2007, p.1634). En el neotrópico, la importancia y demanda de los granos de cacao, data de tiempos precolombinos. Aunque se ha documentado ampliamente que el cacao es originario de la Cuenca Amazónica y a partir de ahí se dispersó por Centro y Sudamérica, existen vestigios de su domesticación y uso con fines comestibles, hacia los años 1600 – 1200 a.C. por los Mokaya, pobladores asentados en el sitio conocido como Paso de Amada en Soconusco, Chiapas; México (Powis y Hurst, 2008, p.35) y los Olmecas de la región de San Lorenzo, Veracruz; México (Powis et al., 2011, p.8595).

A la llegada de los españoles a América, se documentó ampliamente el uso del cacao como moneda entre los nativos, mostrando la importancia social y económica que ostentaba este cultivo. Paralelo al empleo como moneda, los Aztecas, habitantes de la región central de lo que hoy es México, destinaban su consumo sólo a las clases sociales de mayor estatus y en eventos religiosos, pues era sinónimo de poder y de divinidad. A la fecha se sabe que el cacao se consumía como restaurador del estado de ánimo, como energético, como estimulante de la libido y de la digestión. Con fines medicinales o curativos se documentaron hasta 150 usos diferentes (Dilenger et al., 2000, p.2057), además de era empleado en eventos ceremoniales fúnebres de dignatarios (Ramírez et al., 2005, p.859).

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

El cacao, también llamado “Pepa de Oro” o “Alimento de los Dioses”, antiguamente en la zona de América Central se utilizaba como moneda para la comercialización por medio del trueque, donde los Mayas y los Aztecas lo cultivaban por su tan codiciado uso. En el transcurso de la historia, este fruto se lo preparaba como bebida y tenía el nombre de “xocoalt” y se asemeja a lo que ahora se lo conoce como el chocolate convencional.

El paso de los años ha hecho que el cacao se convierta en un producto con una alta demanda y altos estándares de calidad. Se sabe que la zona del mundo donde más producción de cacao existe es en África que abarca un 75% del total de las producciones, seguido de Asia con un 13% y en tercer lugar dejando a América tropical con un 12% de producción de cacao. Estas cifras están en constante variación, pero esta suele ser la tendencia (Álvarez et al., 2014, p. 389). Ecuador ocupa alrededor de un 5% de la parte correspondiente a América Tropical y con un porcentaje de exportaciones del 7% a nivel global (Loayza, 2018, p. 81).

Una de las principales razones del decaimiento de la producción del cacao en el Ecuador son los relacionados a las plagas o problemas fitosanitarios. Estas complicaciones tienen influencia con el poco control que se tiene sobre los cultivos y la fluctuante variación de las condiciones climáticas que se tiene en la región (Álvarez et al., 2014, p. 389). La plaga que ataca de manera más severa al cacao en esta región es la *Moniliophthora roreri* o también conocida como “monilla” que es causada por la presencia del hongo llamado *Moniliophthora pernisiosa* (Álvarez et al., 2014, p. 389).

La parte fundamental después de haber recolectado los datos es su envío, los sensores recolectan información la cual se almacena en la memoria interna del datalogger y se puede acceder a estos datos por medio de un cable de mantenimiento conectado al puerto de comunicación RS-232 con salida USB. Este se conecta al computador que tenga instalado el software AWS Client, este programa ayuda a visualizar las variables medidas en forma de tabla. Lo que se busca es tener esta misma visualización de datos

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

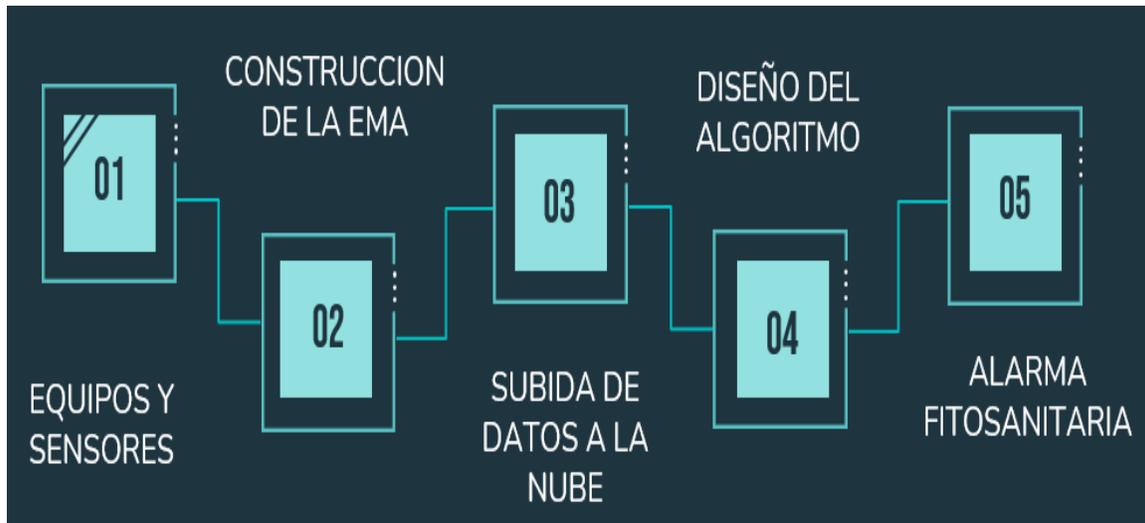
en tiempo real, pero de forma remota. De allí que el objetivo general fue diseñar una estación meteorológica en monitoreo de plantaciones de cacao.

## PRODUCTO TECNOLÓGICO

Una vez procesado la fase de investigación documental se procedió a la descripción de las metodologías, para los efectos de este artículo se procedió a la descripción breve del diagrama de bloques; al respecto, generar un diagrama de bloques del funcionamiento de la alarma fitosanitaria del patógeno “Monilla” proporciona una mayor comprensión haciendo énfasis en sus partes sobresalientes.

El diagrama de bloques general está dividido en 5 partes. Para partir se debe seleccionar los equipos y sensores que se van a usar, posteriormente se debe definir cómo se va a construir la EMA, la subida de datos a la nube es el siguiente paso donde se integra los protocolos de comunicación, el diseño del algoritmo es parte fundamental ya que se trabaja con la información que se encuentra ya en la nube alojada en la base de datos. La parte final es la elaboración de la alarma fitosanitaria como llegara a sus destinatarios basados en las variables críticas recolectadas por la EMA y serán enviados por medio de un correo electrónico. La figura 1 muestra el dicho diagrama. Partiendo de este diagrama de bloques general se lo ha dividido en dos, un diagrama del *hardware* y otro diagrama donde se detalle el *software*.

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhony Marcelo Orozco-Ramos



**Figura 1.** Diagrama de bloques general.

## Procedimiento

Para alcanzar el objetivo general del estudio que es, diseñar una estación meteorológica en monitoreo de plantaciones de cacao, de esta manera se podrá tener los datos en el tiempo real para poder generar una alarma temprana fitosanitaria del patógeno “monilla” presente en el cacao amazónico del sub trópico ecuatoriano; para tal fin a seguir una serie de fases dentro del cual estuvo el protocolo de comunicación, la subida de datos a la nube, la construcción de la base de datos, la visualización de datos, desarrollo del algoritmo y finalmente el diseño de la alarma fitosanitaria de la monilla en el cacao amazónico.

### A. Protocolo de comunicación

La comunicación que se tiene entre el datalogger, los sensores y las bases de datos usa dos tipos de protocolos que son: el PHP y el serial (RS-232). El protocolo PHP es el que se encarga de realizar el reconocimiento y el envío de datos. Un bloque de programación es el encargado de realizar la conexión de la Raspberry con el datalogger. En primera

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

instancia se realiza la importación de cinco librerías las cuales son import serial. Librería encargada de activar el puerto serie “pyserial”, import time. Librería encargada de agregar un tiempo sleep en los bloques de programación, import threading. Librería encargada de los hilos de programación, import json. Librería encargada de formato de reconocimiento JSON (JavaScript Object Notation) y import requests. Librería encargada de activar los métodos HTTP que son: put, get, post, patch, delete. El siguiente paso son las declaraciones de las clases con las que se desarrollará la programación, son las class SerialPortManager y las class DataManager.

## **B. Subida de datos a la nube**

Los datos una vez que se obtuvieron por cada uno de los sensores y almacenados en la memoria interna del datalogger, se los procede a realizar el envío en primera instancia por medio de la comunicación RS-232 a la Raspberry, esta recibe la cadena de datos enviado y por medio de programación en Python y el uso de las librerías de comunicación se realiza un código en el cual se acople la información recibida del datalogger a un lenguaje que pueda entender la base de datos, en este caso será el código abierto PHP. El uso del código PHP ayuda a que se pueda almacenar de forma correcta en la base de datos, como se habló anteriormente es crucial transformar la cadena de valores enviada por el datalogger a formato de texto JSON, este es reconocido sin ninguna dificultad y almacenado por cualquier espacio en la nube.

## **C. Base de datos**

El acceso a la base de datos que se está utilizando para las configuraciones y pruebas, se lo realiza por medio de un usuario y una contraseña que nos asegura que los datos subidos tendrán confidencialidad. Al momento de acceder a este espacio en la nube del sitio web “000WebHost” se debe configurar el tipo de almacenamiento que se debe tener, las contraseñas y los correos en donde se enviará la información. En este espacio es,

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

también, donde se carga la programación de envío y recepción de datos por parte de la Raspberry, por este motivo es importante que se tenga un acceso constante al internet para evitar pérdidas de datos. Después de analizar en Garzón & Rincón (2017, pp. 18-20) se define a los sistemas de adquisición de datos, como los encargados de recibir la información analógica (señal eléctrica) que se obtuvo de los sensores o transductores y después convertirlos en datos digitales (bits) a través de un conversor analógico-digital (ADC). Por su parte, el sensor es aquel elemento que tiene la función principal ya que tiene el contacto con la variable física a medir para después poder convertirlo en una variable eléctrica (Garzón & Rincón (2017, pp. 18-20).

#### **D. Visualización de datos**

Acceder a los datos de manera remota es una parte fundamental del trabajo de titulación que se está realizando, por ello se realiza una interfaz por medio de HTML. La ventaja que se tiene con HTML es poder acoplar los datos almacenados en la nube de una manera fácil y rápida ya que estos están regidos por el código PHP que es compatible para el desarrollo web. La distribución de los datos se lo realiza por medio de llamadas directas desde el HTML a la base de datos, para ello se ha buscado una manera de seleccionar los datos que sean de interés. Por esta razón, el usuario puede seleccionar un rango de días para solicitar la información.

Después de haber definido el rango de días por medio de programación el HTML, ingresa a la base de datos y selecciona la fecha del primer dato hasta la fecha del siguiente dato que ha sido ingresado por el usuario, pasando toda esta información a una tabla de visualización en la página web creada. En la figura 2 se muestra la interfaz 1, donde se ingresa el rango de fechas a consultar para extraer la información de la base de datos.

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhony Marcelo Orozco-Ramos



The image shows a web interface for the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). At the top is the school's logo, which is circular with a red border and contains a central emblem with a mountain, a sun, and two figures. Below the logo, the text reads "ESPOCH" and "Escuela Superior Politécnica de Chimborazo". Underneath that, it says "Fundada en 1972" and "Riobamba - Ecuador". The main part of the interface is a form with the following elements:

- A green heading: "Ingrese la fecha a ser consultada"
- A green label: "Ingrese la fecha inferior:"
- A text input field containing "dd/mm/aaaa" and a calendar icon.
- A green label: "Ingrese la fecha superior:"
- A text input field containing "dd/mm/aaaa" and a calendar icon.
- A button labeled "Enviar".

**Figura 2.** Interfaz 1. Ingreso para seleccionar los días de consulta.

Una vez que el usuario tenga toda la información que se ha solicitado y tendrá una opción de descargar estos datos y poder manejarlos a voluntad, de esta forma se puede tener un respaldo de la información que se ha solicitado y no de toda la información almacenada en la base de datos.

Después de ingresar los datos se procede a realizar cálculos con los mismos mediante configuraciones en el software MAWS Lizard. Los valores máximos, mínimos y promedios son calculados de las variables que lo necesitan.

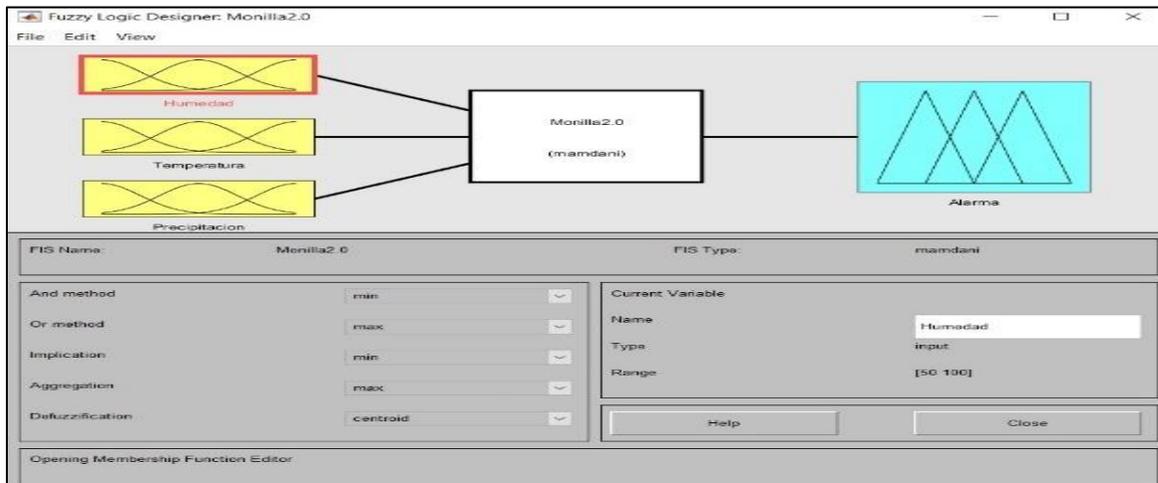
Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

## **E. Desarrollo del algoritmo**

La lógica difusa brinda diferentes parámetros de ingreso por medio de variables lingüísticas y funciones de membresía que definen reglas para obtener una salida que oscila de 0 a 1 indicando el nivel de respuesta en base a las entradas. Al no necesitar datos históricos y tener definido la caracterización de la plaga se opta por implementar con lógica difusa este algoritmo. La elaboración del algoritmo se lo realiza en dos instancias, que son la definición de parámetros en el software MATLAB y la transcripción del algoritmo a Python.

Definir los parámetros que ingresan a las entradas del algoritmo en base a las características climatológicas que tenga el hábitat de crecimiento de la plaga, se lo hace por medio de la herramienta en MATLAB, Fuzzy Logic ToolBox. Los rangos que trabaja cada una de las funciones se define ingresando tres entradas (“Temperatura”, “Humedad” y “Precipitación”) y una salida (“Alarma”). Las funciones de membresía necesitan ser ingresadas con un tipo de función que describe los valores de las variables lingüísticas que en este caso serán de forma trapezoidal (trapmf), como se detalla en la figura 3. Cada una de ellas manejándose en un rango en base a los datos recolectados sobre la caracterización de la plaga.

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos



**Figura 3.** Algoritmo implementado mediante FuzzyLogic.

La parametrización de las entradas que se realiza de forma gráfica en MATLAB arroja un archivo “. fis” que no es reconocible en lenguaje Python. Por lo tanto, se pasa los parámetros del algoritmo definidos a lenguaje Python. La transcripción de valores desde MATLAB a Python se usó la herramienta “Colab” de Google. Como fase inicial se procede a instalar la librería “scikit-fuzzy” que sirve para poder realizar lógica difusa en Python. Después, se importan las librerías con las que se van a trabajar de manera normal. La primera sección de la programación consiste en la definición de los dominios que trabajan cada una de las variables de entrada y la única variable de salida. Se clasifica como antecedente (entradas) y consecuente (salida). La ubicación de parámetros se realiza ingresando las etiquetas en donde se desarrolla cada una de las funciones de membresía en base al dominio declarado. La temperatura, la humedad, la precipitación (entradas) y la alarma (salida) tienen sus variables lingüísticas en las que se desarrollan sus parámetros.

La presencia y el crecimiento de la plaga están determinados por diversos factores de estos se centró en los factores climatológicos. Esta información se la obtuvo mediante

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

los sensores que están integrados a la estación meteorológica, es aquí que la información es tratada, almacenada y enviada hacia la base de datos de donde se extrajo los elementos climatológicos que constituyen la presencia y el crecimiento de la plaga para poder realizar un algoritmo que ayudó a determinar las características propicias para la plaga se desarrolle. Cuando la información ya se encuentra almacenada en la base de datos se extrae las variables de temperatura, humedad relativa y precipitación. Este conjunto de variables se lo ingresó en el algoritmo seleccionado, mismo que tiene cuatro entradas y una salida que según su incremento determinó si la aparición de la “monilla” es desfavorable, relativamente desfavorable, favorable y muy favorable.

De todos los factores críticos que determinan la aparición de la “monilla” en las mazorcas de cacao se determinó una tabla única donde se integran todos los valores dando como resultado los rangos de funcionamiento del algoritmo. La tabla I muestra los rangos de crecimiento de la plaga según las variables climatológicas extraídas por la EMA. El diseño del algoritmo tuvo dos etapas que fueron la definición de los parámetros en el software MATLAB y la transcripción del código a lenguaje Python. El algoritmo ya funcional se lo ingresó a un bloque de programación, donde, con las credenciales de acceso a la base de datos del proyecto PATFA, se solicita las variables críticas que definen el desarrollo de la “monilla” para integrarlo al bloque de programación. Aquí es donde, en base los parámetros definidos, el algoritmo envía rangos de respuesta de 0 a 1 los mismos que se detallan en la Tabla I.

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhony Marcelo Orozco-Ramos

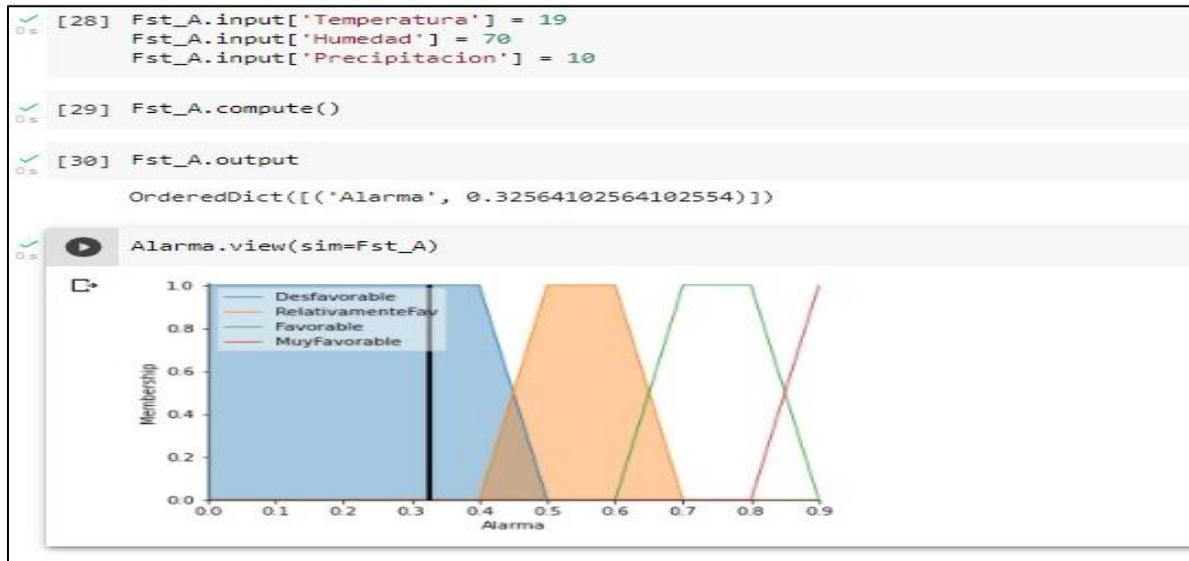
**Tabla I.**

Rangos de la alarma fitosanitaria en base al algoritmo desarrollado.

Índice de presencia de la “monilla”	Rangos Alarma Fitosanitaria
Desfavorable	Menor a 0.4
Relativamente Favorable	0.4 a 0.6
Favorable	0.6 a 0.8
Muy favorable	Mayor a 0.8

El mail fue enviado con la respuesta del algoritmo ingresando como entradas los datos recolectados de un día. En este es donde se indica el índice de presencia de la plaga para que a los destinatarios del mensaje (productores, entidades reguladoras) tomen acciones pertinentes al caso si es que lo necesita y de esta manera evitar la propagación de la plaga. En la figura 4 se muestra un ejemplo del funcionamiento del algoritmo fitosanitario.

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhony Marcelo Orozco-Ramos



**Figura 4.** Ejemplo ingresado al algoritmo basado en lógica difusa.

#### **F. Alarma fitosanitaria de la monilla en el cacao amazónico**

La caracterización de la plaga *Moniliophthora roreri* o “monilla” se realizó en base a fotografías multiespectrales, análisis de cacaos enfermos y toma de referencias espaciales por medio de drones que se realizaron por medio del PATFA. Se tenía acceso a la información porque se realizaron prácticas pre-profesionales en este sitio. También, se realizó trabajo de campo en los aspectos anteriormente mencionados donde se obtuvo información en sus primeras etapas para poder especificar las condiciones ideales donde se desarrolla la plaga.

Al ser este un proceso que conlleva un largo tiempo en interpretar los resultados, se vio prudente combinar con investigaciones previas tomando referencia en artículos científicos y papers publicados sobre el tema. La composición de los datos de campo recolectados y el análisis de las referencias bibliográficas sobre la “monilla” se determinó los factores que influyen de manera fundamental en la incidencia de la plaga, siendo la

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

temperatura ambiental, humedad relativa y la precipitación (lluvia). La temperatura ambiental y la humedad relativa se la hizo referencia en basa Ramírez et al. (2013, pp. 1-3). Esta referencia bibliográfica ayudó a obtener los rangos de presencia de la plaga.

La visualización de todo este conjunto de información se lo hace de tal manera que una persona sin conocimientos avanzados en el tema pueda entenderla y posteriormente usarla de manera favorable.

El bloque de programación encargado de realizar el envío automático del mail está desarrollado en protocolo PHP. Se define las credenciales de entrada a la base de datos y se verifica su conexión donde se envía un mensaje si la conexión fue exitosa o fallida como en los anteriores casos. Las cuentas electrónicas a las que se enviará el correo de la alarma temprana fitosanitaria se extraen de la base de datos (“usuarios”). Se extrae los valores recolectados a lo largo del día, separando únicamente las variables de interés (humedad, temperatura y precipitación). Estos valores se ingresan al algoritmo para que arroje un resultado del desarrollo de la plaga en función a los datos recolectados por la EMA. El mensaje contiene el grado de incidencia que tendría la plaga con los datos diarios recolectados. Dicha información va direccionada a usuarios seleccionados que pueden ser: los productores o dueños de las parcelas de cacao, personal especializado del INIAP o miembros del PATFA.

Esta información se la envía para que se tome acciones para contrarrestar la presencia de la plaga, estos usuarios tomaran las diferentes operaciones pertinentes como pueden ser: fumigaciones, horas preventivas, extracción de frutos enfermos, entre otras.

## **CONCLUSIÓN**

Se determinó los rangos en los que prolifera la plaga *Moniliophthora roreri* en función del trabajo de campo que se realizó en conjunto con la información recopilada de fuentes bibliográficas, donde se concluye que los rangos climatológicos más propicios para que el patógeno se desarrolle son de una temperatura de 22 °C a 26 °C, la humedad superior

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

al 85% y la precipitación con niveles superiores a los 17mm por día, como se detalla en la Tabla IV, siendo esta última la variable más determinante para la presencia de la “monilla”.

Se estableció el diseño más propicio para la estación meteorológica donde se integró todos los elementos que la constituyen, como es la recolección de la información por parte del datalogger, su comunicación con la nube realizada por medio de la Raspberry Pi 4 y el sistema de alimentación eléctrica encargada de la batería en conjunto con el regulador de voltaje. Buscando las seguridades de todos los elementos del caso, se integró un gabinete metálico para los elementos más sensibles y para las conexiones de los cables de los sensores se los enterró con manguera de apantallamiento para evitar pérdidas de datos.

Con los datos obtenidos de la caracterización de la plaga, se determinó el algoritmo siguiendo los lineamientos de la lógica difusa, en donde, se determinó los parámetros de incidencia y sus niveles de favorabilidad de cada variable crítica. Se ingresó a las entradas del algoritmo los valores recolectados por la estación meteorológica de los rangos de temperatura, humedad y precipitación para emitir un correo diario y que este envíe el valor de la salida que determina el rango de favorabilidad de crecimiento de la “monilla”.

## **FINANCIAMIENTO**

No monetario.

## **AGRADECIMIENTO**

Se reconoce y agradece de manera especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, al Grupo de investigación PATFA adjunto a la misma entidad y al Instituto nacional de investigaciones agropecuarias INIAP.

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

## REFERENCIAS CONSULTADAS

- Correa-Álvarez, J., Castro-Martínez; S. y Coy, J. (2014) Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia. [Status of cocoa moniliasis caused by *Moniliophthora roreri* in Colombia]. Colombia. *Revista Acta Agrom.* 63(4), pp. 388-399.
- Dantas L, Guerra M. Chromatin differentiation between *Theobroma cacao* L. and *T. grandiflorum* Schum. *Genet Mol Biol.* 2010; 33: 94-98. <https://n9.cl/ochy2>.
- Dillinger T, Barriga P, Escárcega S, Jiménez M, Lowe D, Grivetti L. Food of the Gods: Cure for humanity? A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. *J Nutr.* 2000; 130: 2057S-2072S. <https://n9.cl/pdamvk>.
- Garzón, B.; & Rincón, M. Diseño e implementación de un prototipo de estación meteorológica para la medición de variables ambientales. [Rincón, M. Design and implementation of a meteorological station prototype for the measurement of environmental variables]. Tesis de grado. Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Facultad De Ingeniería. (Bogotá-Colombia). 2017. pp. 8-22.
- Loayza-Ramos, E. (2018) Análisis de la cadena productiva del cacao ecuatoriano para el diseño de una política pública que fomente la productividad y la eficiencia de la producción cacaotera período 2007-2016. [Analysis of the Ecuadorian cocoa production chain for the design of a public policy that promotes the productivity and efficiency of cocoa production for the period 2007-2016 ]. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Facultad De Economía. Quito-Ecuador. p. 81. <https://n9.cl/3s2s4>
- Ploetz R. Cacao diseases: important threats to chocolate production worldwide. *Phytopathology.* 2007; 97: 1634-1639. Mexican. <https://n9.cl/e6x2n>.
- Powis T, Hurst W, Rodríguez M, Ortiz P, Blake M, Cheetham D, et al. The origins of cacao use in Mesoamerica. *Mexicon.* 2008; 30: 35-38. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2016/3/art-10/>.
- Powis T, Cyphers A, Gaikwad N, Grivetti L, Cheong K. Cacao use and the San Lorenzo Olmec. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2011; 108: 8595-8600. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1100620108>.

Carlos Efraín Granizo-Vera; Eduardo Francisco García-Cabezas; Carlos José Santillán-Mariño;  
Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

Ramírez- Rojas, S., Varela-Loza, V., Bartolo-Reyes, J., Soria-Ruiz, J., Quijano-Carranza, J., Rocha-Rodríguez. (2013). Fundamentos teóricos del sistema de alerta fitosanitaria del estado de Morelos. Siafemor. [Theoretical foundations of the phytosanitary alert system of the state of Morelos]. (México) 78, pp. 1-12. <https://n9.cl/uxpp1>.

Ramiro E, Franch A, Castellote C, Andres-Lacueva C. Effect of *Theobroma cacao* flavonoids on immune activation of a lymphoid cell line. Br J Nutr. 2005; 93: 859-866. <https://n9.cl/w4e5j>.

©2022 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).