

CIENCIAMATRIA

Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología

Año VIII. Vol. VIII. Nro 2. Edición Especial 2. 2022

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM). Santa Ana de Coro. Venezuela

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

[DOI 10.35381/cm.v8i2.736](https://doi.org/10.35381/cm.v8i2.736)

Alarma fitosanitaria basada en algoritmo lógica Fuzzy para prevenir la monilla en cultivos de cacao

Phytosanitary alarm based on Fuzzy logic algorithm to prevent monilla in cocoa crops

Carlos Efraín Granizo-Vera

carlos.gv1997@gmail.com

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO, Riobamba,
Chimborazo
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-1337-3864>

Eduardo Francisco García-Cabezas

egarcia@esepoch.edu.ec

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO, Riobamba,
Chimborazo
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-3547-472X>

Carlos José Santillán-Mariño

carlos.santillan@esepoch.edu.ec

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO, Riobamba,
Chimborazo
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-7167-7452>

Jhonny Marcelo Orozco-Ramos

jhonny.orozco@esepoch.edu.ec

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Grupo de Investigación AUTOPRO, Riobamba,
Chimborazo
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-2353-1600>

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

El objetivo de la investigación es diseñar una alarma fitosanitaria basada en algoritmo lógica Fuzzy para prevenir la monilla en cultivos de cacao. La seguridad de los equipos prevalece ante cualquier situación y se optó por cambiar la ubicación de EMA al INIAP, que es aliado estratégico del PATFA. Las condiciones climáticas de la región amazónica del Ecuador (Coca), hace que las plantaciones presenten varios tipos de enfermedades y plagas, donde sobresalen: “escoba de bruja” *Moniliophthora perniciosa*, “mazorca negra” *Phytophthora palmivora* y, el caso de estudio, la “monilla” *Moniliophthora roreri*. Se analizó muestras enfermas y sanas de un mismo árbol tomadas aleatoriamente caracterizando la enfermedad y mediante análisis de las condiciones ideales de presencia y crecimiento de la plaga. Se concluye que los resultados proporcionaron datos fiables para elaborar la alarma fitosanitaria por medio del algoritmo, que debe implementarse para evitar la presencia de plagas en plantaciones de cacao.

Descriptores: Algoritmo; prevención; plaga; planta; clima. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The objective of the research is to design a phytosanitary alarm based on Fuzzy logic algorithm to prevent monilla in cocoa crops. The safety of the teams prevails in any situation and it was decided to change the location of EMA to INIAP, which is a strategic ally of PATFA. The climatic conditions of the Amazonian region of Ecuador (Coca), make the plantations present several types of diseases and pests, where the following stand out: "witch's broom" *Moniliophthora perniciosa*, "black cob" *Phytophthora palmivora* and, in the case study, the “monilla” *Moniliophthora roreri*. Sick and healthy samples of the same tree taken randomly were analyzed, characterizing the disease and by analyzing the ideal conditions for the presence and growth of the pest. It is concluded that the results provided reliable data to elaborate the phytosanitary alarm through the algorithm, which must be implemented to avoid the presence of pests in cocoa plantations.

Descriptors: Algorithm; prevention; plague; plant; climate. (UNESCO Thesaurus).

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

INTRODUCCIÓN

El cacao o también llamado “Pepa de Oro” o “Alimento de los Dioses”, antiguamente en la zona de América Central se utilizaba, también, como moneda para la comercialización por medio del trueque, donde los Mayas lo cultivaban al igual que los Aztecas. 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. Uno de los viajes que realizó Colón a América Central tuvo como resultado la llegada del cacao al viejo continente, pero quien realmente popularizó el cacao en esta parte del mundo fue Hernán Cortés en los años de 1500. Desde este suceso se empezó a realizar recetas a base del cacao y este fue el punto de partida para que el cacao se conociera en todo el mundo. (León et al., 2016, p. 7)

El paso de los años ha hecho que el cacao se convierta en un producto con una alta demanda y altos estándares de calidad alrededor del mundo. Se sabe que la zona del mundo donde más producción de cacao es 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 (Correa 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 (Correa 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 perniciosa* (Correa et al., 2014, p. 389) lo que puede llevar a pérdidas de

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

cada mazorca de cacao desde un 5% hasta una pérdida total del fruto. Por lo cual, genera impactos en la economía del país puesto que la exportación del mismo es la tercera más importante en el país.

La meteorología es una ciencia que facilita pronósticos y avisos acerca del tiempo, por esta razón, permite a investigadores el análisis de diferentes fenómenos que puedan o no suceder en un ambiente específico en escenarios futuros. La región amazónica del Ecuador, específicamente en la localidad del Coca-Loreto, posee características meteorológicas trópico-húmedas por la presencia de los vientos alisos provenientes de zonas profundas de la Amazonía. Sin embargo, esta tipología no se mantiene de manera constante en la zona teniendo variaciones en diferentes características como la velocidad del viento, radiación solar, precipitación, entre otras.

Las plagas en los cultivos agrícolas pueden llegar a presentar una gran amenaza en la producción y generar grandes pérdidas a los agricultores. La prevención de estas diversas plagas se la realiza de manera empírica o por experiencia del agricultor lo que genera que no se controle de una manera correcta. Una estación meteorológica es la encargada de realizar mediciones con el afán de generar registros de variables climáticas a través de diferentes tipos de instrumentos de medida de dicha información. Dichos artefactos de medición no tienen un sistema de transmisión de los datos obtenidos que hace obligatorio que la recolección de dicha información sea realizada por un ser humano y, dependiendo del grado de precisión, se podrá analizar la efectividad de la información obtenida. (Campetella et al, 2011: p. 10)

Una de las mayores ventajas de la implementación de una estación meteorológica es su obtención de parámetros necesarios para determinar y caracterizar el ambiente y hábitat de la plaga. La “monilla” puede llegar a afectar alrededor desde el 10% hasta una pérdida total de cada cacao contaminado como se analizó en Caicedo et al. (2014, pp. 99-101).

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

El beneficio que representa instalar una estación meteorológica y su adquisición de datos de una manera remota, es realizar tareas de manera automática y controlar dispositivos conectados que, para el caso planteado, son los sensores. Esto en conjunto con una adquisición favorable y envió de datos a la nube por medio de un protocolo de comunicación Wireless, busca desarrollar un sistema de adquisición de datos que pueda ser visualizado desde cualquier punto con acceso a internet. (Solano, 2021, pp. 5-7).

En base a lo analizado en Ramírez et al. (2013, pp. 1-3) el conjunto de esta información recolectada del cultivo se pretende usarla para realizar estimaciones estadísticas en conjunto con la información obtenida sobre la enfermedad, puntualmente hablando de la “monilla” (*moniliophthora roreri*). Se pretende diseñar un sistema de alarma fitosanitarias para que los agricultores y productores puedan tomar una acción de control y prevención de la enfermedad antes de que se produzca y de esta manera se puede tener producto de calidad.

El sistema de adquisición de datos pretende proporcionar información al usuario sobre su sembrío agrícola independientemente del tipo que sea. El caso de análisis de este trabajo es las plantaciones de cacao. Las variables que se adquiere por medio de los sensores ayudarán a obtener información de las parcelas y de esta manera tomar acciones para prevenir enfermedades relacionadas, como pueden ser la falta de humedad en el suelo o la radiación solar excesiva, estos se los podría evitar con una acción del productor agrícola. (Ramírez et al., 2013, pp. 1-3).

Los medios inalámbricos transportan señales electromagnéticas que representan a los datos que se envían de dos elementos, el emisor y el receptor pasando por un canal no tangible. Actualmente, las comunicaciones inalámbricas han contribuido al desarrollo de la sociedad por la razón de que permiten la transmisión en tiempo real de información entre varios puntos conectados a través de internet. En razón de los aspectos antes descritos se presenta esta investigación que está dirigida a diseñar una alarma

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

fitosanitaria basada en algoritmo lógica Fuzzy para prevenir la monilla en cultivos de cacao; la cual avisara a los involucrados en el proceso de cultivo del cacao por medio de un correo electrónico.

Enfermedades del cacao

Las enfermedades o plagas que se presentan en el cacao suelen ser en su mayoría por su clima de desarrollo, este al ser húmedo genera diversas plagas que afectan directamente a su desarrollo y al fruto final. El cacao, al ser un producto tan apetecido por su aroma y sabor, se ve afectado drásticamente por estas plagas, de escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y monilla (*Moniliophthora roreri*).

El artículo se centrará principalmente en una de estas plagas anteriormente mencionadas, como es la “monilla”. Esta plaga afecta directamente al fruto de la mazorca, una vez que se genera puede darse una pérdida desde el 10% hasta el 100% de pérdida de cada mazorca contagiada. Esto genera que los estudios cada vez aumenten y haya base en su control y eliminación de dicha plaga por medio de prácticas artesanales o fungicidas.

Escoba de bruja

Esta enfermedad conocida como “escoba de bruja” es producida por un hongo (*Crinipellis perniciosa* Stahel). Su aparición fue a finales del siglo XIX y desde entonces, esta enfermedad afecta directamente a diversas partes de la plantación como lo son la corteza del árbol y el fruto mismo y provoca su reducción a su rendimiento y productibilidad desde un 50% hasta un 90% como se detalla en Hernández (2016, pp. 1-4).

De acuerdo con Hernández (2016, pp. 1-4), el hongo causante de la “escoba de bruja” afecta a diversas partes de la plantación del cacao y es por esta razón. Al momento de

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

la detección de la enfermedad en las hojas o tallos donde ataca, comienzan a secarse y a caer estas zonas afectadas en cuestión. A su vez, esta comienza a marchitarse y al cabo de varios días esta planta muere, y es en este momento donde se produce una disminución hasta en un 90% de toda la producción y, por consiguiente, genera grandes pérdidas económicas.

Mazorca negra

Otra de las enfermedades que afecta de gran carácter la producción de cacao es la “mazorca negra”. Esta enfermedad es muy agresiva por su amplia gama de tipos y existencia de variaciones de la misma. Esta plaga tiene un nivel patológico bastante contagioso y una de sus soluciones es la caracterización y aislamiento de los frutos que estén contagiados. Estos cacaos llegan a tomar un color oscuro, de ahí viene su nombre. Esta plaga afecta directamente a la corteza del fruto y de una manera menor a su interior. Esto hace que esta plaga sea acometedora si no la se la trata con cautela, tomado de Cedeño et al. (2020, pp.1-4)

Alarmas fitosanitarias

La presencia de las plagas en los cultivos es un inconveniente que aqueja a los productores, puesto que genera grandes pérdidas de producto lo que desemboca en un problema a nivel económico. Las alarmas fitosanitarias se crearon para avisar de alguna forma a los productores o entidades reguladoras de la presencia de los agentes patógenos en los frutos y de esta manera evitar la propagación de la plaga hacia otras regiones.

Como se detalla en Cevallos (2018: pp. 4-12) existen entidades que regulan el comercio, producción y medidas de control de los productos de origen vegetal para que se ajusten al comercio ya sea interno o internacional de los productos. El énfasis que se ha puesto

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

en este aspecto es de controlar la existencia de plagas que puedan aquejar los cultivos en diferentes zonas donde llegue el producto lo que desembocaría en mutaciones que podrían ser más nocivas.

Sistema de procesamiento de datos

Los sistemas de procesamiento de datos son los encargados de tomar uno o variados datos digitales en sus entradas para someterlos a un determinado proceso aritmético para, posteriormente, visualizarlos o para que sean almacenados en una memoria digital, tomado de Garzón & Rincón (2017: pp. 20-22).

Fuzzy logic

La lógica difusa es una técnica de control y que se usa para poder generar estándares de respuesta por medio de variables lingüísticas. Según Montalvo et al (2020: pp. 18-34) el uso de la lógica difusa ayuda a definir un control inteligente a partir de axiomas matemáticos que definen el rango de fluctuación que tendrá la respuesta, definiendo rangos de representación.

PRODUCTO TECNOLÓGICO

Una vez procesado la fase de investigación documental se analizaron muestras enfermas y sanas de un mismo árbol tomadas aleatoriamente caracterizando la enfermedad y mediante análisis de las condiciones ideales de presencia y crecimiento de la plaga. Se implementó una estación meteorológica con una serie de sensores que obtendrán información de datos climáticos acerca de los cultivos, sobresaliendo: la humedad, temperatura, dirección del viento, precipitación y radiación solar. El diseño de la alarma fitosanitaria basada en algoritmo lógica Fuzzy para prevenir la monilla en cultivos de cacao deben ubicarse de manera segura para resguardar su integridad y alargar su vida

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

útil. Por esta razón, se ha seleccionado materiales y elementos de la mejor calidad. A continuación, se describe el procedimiento para la elaboración alarma fitosanitaria basada en algoritmo lógica Fuzzy.

Procedimiento

Diseño de la alarma temprana fitosanitaria

Para el diseño de alarma fitosanitaria basada en algoritmo lógica Fuzzy para prevenir la monilla en cultivos de cacao se tomaron en cuenta varios factores que influyen al momento de la presencia de la plaga en las plantaciones de cacao se y se lo aplicó al algoritmo. Este algoritmo envía cuatro respuestas de los rangos de presencia de la "monilla". El envío del *mail* se realiza por medio de un bloque de programación donde se obtiene como entrada los cuatro factores críticos que actúan sobre el crecimiento de la plaga que son la temperatura, humedad y cantidad de lluvia.

Al unificar estos valores con la tabla 1 se obtiene la nueva tabla 16-3 y se determina la afectación que podría tener las parcelas de cacao en base a la recolección de datos por medio de la estación meteorológica y la aplicación del algoritmo.

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

Tabla 1.

Favorabilidad del crecimiento de la plaga en base a las variables climatológicas.

Favorabilidad de crecimiento	Temperatura	Humedad relativa	Precipitación
Muy Favorable	22-26 °C	85%	Por encima de 17 mm
Favorable	18-22 °C o 26-30 °C	80%	13-16 mm
Relativamente Favorable	18-30 °C	70%-80%	8-12 mm
Desfavorable	Por debajo de los 18 °C o por encima de los 30 °C	Por debajo 70%	Por debajo de 7 mm

Fuente: INIAP.

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 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

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

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.

Diseño del algoritmo que determinó el crecimiento de la plaga

La presencia y el crecimiento de la plaga están determinados por diversos factores, se centró en los factores climatológicos. Esta información se la obtuvo mediante 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, dirección del viento 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; en ella se muestra los rangos de crecimiento de la plaga según las variables climatológicas extraídas por la EMA.

El diseño del algoritmo tuvo dos etapas, 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

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

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 2.

Tabla 2.

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

Fuente: INIAP.

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 el Anexo E se muestra un ejemplo de llegada de la alarma fitosanitaria a un correo.

CONCLUSIONES

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

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

el patógeno se desarrolle son de una temperatura de 22 °C a 26 °C, la humedad superior al 85% y la precipitación con niveles superiores a los 17mm por día, siendo esta última la variable más determinante para la presencia de la “monilla”.

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”.

Para el envío de los datos recolectados por la EMA, se implementó una comunicación en dos instancias, la primera fue la comunicación serial RS-232 entre el *datalogger* y la Raspberry Pi 4, esta tarjeta de programación conectada a internet. La segunda instancia se la implementó con la tarjeta de desarrollo, donde se envió a la base de datos la información recolectada por medio de bloque de comunicación en lenguaje Python a través de internet para que sea almacenada y, posteriormente, pueda ser consultada en cualquier momento.

Se validó el sistema de alertas tempranas fitosanitarias implementado evaluando los datos que se ingresaron a las entradas del algoritmo alojado en la Raspberry Pi 4. También, se analizó la respuesta de la favorabilidad enviada por medio del *mail*. Los mismos que se ingresó al algoritmo implementado se los ingreso al Fuzzy Logic ToolBox de MATLAB que contiene los mismos parámetros del algoritmo, de esta manera se pudo comparar si la respuesta enviada es la misma.

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

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTO

Al grupo de investigación PATFA que tiene por máxima autoridad el Ing. Paúl Paguay, han sabido proporcionarnos todo su apoyo y recursos para el desarrollo del trabajo de titulación. Al INIAP quienes, por medio del Ing. Jimmy Pico, han podido brindarnos cabida en sus instalaciones para poder implementar los equipos que forman parte de este trabajo.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial al Ing. Jorge Luis Paucar por ser más que un profesor, un amigo, quien nos ha guiado dándonos pautas para el desarrollo del proyecto y ser parte indispensable en nuestra formación profesional.

REFERENCIAS CONSULTADAS

Cedeño, Á.; et al. (2020) Caracterización de *Phytophthora* spp. y aplicación de rizobacterias con potencial en biocontrol de la enfermedad de la mazorca negra en *Theobroma cacao* variedad CCN-51 [Characterization of *Phytophthora* spp. and application of rhizobacteria with potential in biocontrol of black pod disease in *Theobroma cacao* variety CCN-51]. *Revista Scientia Agropecuaria* 11(24), pp. 1-4. Venezuela. <https://n9.cl/kw3nh>.

Cevallos, M. (2018) Uso de bacterias del género *Bacillus* spp. en el control de la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao. [Use of bacteria of the genus *Bacillus* spp. in the control of moniliasis (*Moniliophthora roreri*) in cocoa crops]. Tesis de grado. UNIDAD Académica De Ciencias Agropecuarias, Machala-Ecuador. <https://acortar.link/difExX>

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]. *Revista Acta Agrom.* 63(4), pp. 388-3. Colombia.

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

Garzón, B.; & Rincón, M. (2017) 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. Colombia

Hernández-Villegas, J. (2016) Incidencia de la excona de bruja (*crinipellis perniciososa*) sobre el rendimiento de dos agroecosistemas de cacao con diferentes condiciones de manejo. [Incidence of witch excona (*crinipellis perniciososa*) on the yield of two cocoa agroecosystems with different management conditions]. *Revista Bioagro* vol.28 no.1 Barquisimeto. Venezuela. <https://n9.cl/t8svh>.

León- Villamar. F, Calderon-Salazar, J., Mayorga-Quintero, E. (2016) Estrategias para el cultivo, comercialización y exportación del cacao fino de aroma en Ecuador. [Strategies for the cultivation, marketing and export of fine aroma cocoa in Ecuador]. *Revista Ciencia Unemi*. 9(18), pp. 45-55. Ecuador. <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663825007.pdf>.

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>.

Montalvo, P., Barrera, H., Abril, J., Vega, V. y Montes de Oca, I. (2020) Algoritmo De Lógica Fuzzy Para Sistema De Seguimiento Solar. [Fuzzy Logic Algorithm for Solar Tracking System]. *Revista ORBIS. ESPECIAL INTERNACIONAL*. (año 16) 18-34. Ecuador. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7610224.pdf>

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. Sifamem. [Theoretical foundations of the phytosanitary alert system of the state of Morelos]. México. 78, pp. 1-12. <https://n9.cl/uxpp1>.

CIENCIAMATRIA

Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología

Año VIII. Vol. VIII. Nro 2. Edición Especial 2. 2022

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM). Santa Ana de Coro. Venezuela

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

Solano- Becerra, G. (2021) Diseño e implementación de una estación meteorológica con acceso a internet para lugares remotos. [Design and implementation of a weather station with internet access for remote locations]. Tesis de grado. Universidad De Ingeniería y Tecnología, Carrera De Ingeniería Electrónica, Lima, Perú. <https://n9.cl/b0ho0>.

©2022 por los autores. 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/>).