

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**



**CARRERA DE COMPUTACIÓN**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**MECANISMO: SISTEMATIZACIÓN DE EXPERIENCIAS PRÁCTICAS DE INVESTIGACIÓN Y/O INTERVENCIÓN**

**TEMA:**

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL**

**AUTORES:**

**JEFFERSON ERICK CEPEDA GALARZA**

**JORGE ANTONIO MURILLO PÁRRAGA**

**TUTOR:**

**MTR. LUIS CRISTOBAL CEDEÑO VALAREZO**

**CALCETA, NOVIEMBRE DE 2022**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Jefferson Erick Cepeda Galarza, con cédula de ciudadanía 1207311851 y Jorge Antonio Murillo Párraga, con cédula de ciudadanía 1314062785, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**JEFFERSON ERICK CEPEDA JORGE ANTONIO MURILLO**

**GALARZA PÁRRAGA**

**CC: 1207311851 CC: 1314062785**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Jefferson Erick Cepeda Galarza, con cédula de ciudadanía 1207311851 y Jorge Antonio Murillo Párraga, con cédula de ciudadanía 1314062785, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**JEFFERSON ERICK CEPEDA JORGE ANTONIO MURILLO**

**GALARZA PÁRRAGA**

**CC: 1207311851 CC: 1314062785**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Luis Cristóbal Cedeño Valarezo**,** certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL**, que ha sido desarrollado por Jefferson Erick Cepeda Galarza y Jorge Antonio Murillo Párraga, previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencias de la Computación, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADOde la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López**.**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**MTR. LUIS CRISTOBAL CEDEÑO VALAREZO**

**CC: 1306246651**

**TUTOR**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **APLICACIÓN MÓVIL PARA LA PREDICCIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA CON INTEGRACIÓN DE MODELOS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL**, que ha sido desarrollado por Jefferson Erick Cepeda Galarza y Jorge Antonio Murillo Párraga, previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencias de la Computación, de acuerdo al REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADOde la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **DANIEL AGUSTIN MERA MARTINEZ**  **CC: 1301932156** |  |
|  | **PRESIDENTE DEL TRIBUNAL** |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **FERNANDO RODRIGO MOREIRA MOREIRA**  **CC: 1311726689** |  | **RICARDO ANTONIO VELEZ VALAREZO**  **CC: 1306391614** |
| **MIEMBRO DEL TRIBUNAL** |  | **MIEMBRO DEL TRIBUNAL** |

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A nuestro tutor por todo el apoyo, seguimiento y dedicación que nos ha dado durante todo este proceso de realización de tesis,

A los profesores que con su ayuda, guía y orientación permitieron que logremos cada uno de nuestros objetivos propuestos, y

A los compañeros y amigos que han brindado su apoyo en este largo proceso.

**LOS AUTORES**

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí́ y convertirme en lo que soy.

A mis hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

**JEFFERSON ERICK CEPEDA GALARZA**

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quien con su Bendición hace posible que pueda lograr cada una de mis metas propuesta.

A mis padres, en especial a mi madre que siempre ha estado ahí hasta el los peores momentos, brindándome todo su apoyo y cariño.

A mis hermanos que con su guía e inspiración son parte primordial de mi vida.

A las demás personas que de alguna forma han sido también un pilar fundamental de mi proceso académico.

**JORGE ANTONIO MURILLO PÁRRAGA**

CONTENIDO GENERAL

[DECLARACIÓN DE AUTORÍA ii](#_Toc105612431)

[AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN iii](#_Toc105612432)

[CERTIFICACIÓN DEL TUTOR iv](#_Toc105612433)

[APROBACIÓN DEL TRIBUNAL v](#_Toc105612434)

[AGRADECIMIENTO vi](#_Toc105612435)

[DEDICATORIA vii](#_Toc105612436)

[DEDICATORIA viii](#_Toc105612437)

[CONTENIDO GENERAL ix](#_Toc105612438)

[RESUMEN x](#_Toc105612439)

[PALABRAS CLAVE x](#_Toc105612440)

[ABSTRACT xi](#_Toc105612441)

[KEYWORDS xi](#_Toc105612442)

[CAPÍTULO I. ANTECEDENTES 1](#_Toc105612443)

[1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN 1](#_Toc105612444)

[1.2. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN 3](#_Toc105612445)

[1.3. OBJETIVOS 5](#_Toc105612446)

[1.3.1. OBJETIVO GENERAL 5](#_Toc105612447)

[1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5](#_Toc105612448)

[CAPÍTULO II. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INTERVENCIÓN 6](#_Toc105612449)

[2.1. PLANIFICACIÓN 6](#_Toc105612450)

[Historias de usuario 6](#_Toc105612451)

[Análisis de los modelos de inteligencia computacional que pueden ser aplicados para optimizar el proceso de la predicción de la roya en café robusta. 6](#_Toc105612452)

[2.2. DISEÑO 7](#_Toc105612453)

[Recopilación de información sobre el diseño del modelado de la aplicación móvil. 7](#_Toc105612454)

[CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA 8](#_Toc105612455)

[3.1. Analizar de los modelos de inteligencia computacional que pueden ser aplicados para optimizar el proceso de la predicción de la roya en café robusta. 8](#_Toc105612456)

[CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 9](#_Toc105612457)

[BIBLIOGRAFÍA 10](#_Toc105612458)

[ANEXOS 13](#_Toc105612459)

RESUMEN

El propósito de este trabajo de titulación consistió en implementar una aplicación móvil con integración de modelos de inteligencia computacional para la predicción de la roya en café robusta. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó la metodología XP, iniciando con una revisión de los modelos a implementar en el desarrollo, luego se realizó un diseño que se adaptara a los requerimientos solicitados por el cliente y para continuar con el desarrollo de cada uno de los módulos, para finalizar con el proceso se efectuó un testeo de todas las funcionalidades de la aplicación. Con mayor énfasis, se analizó el procedimiento de detección de la roya con resultados que arrojaron un 85% de casos identificados, siendo el grado de afectación NIVEL 5 con el 43% la mayor presencia entre todos los casos infectados.

PALABRAS CLAVE

Predicción de roya, inteligencia computacional, café robusta.

ABSTRACT

The purpose of this degree work was to implement a mobile application with the integration of computational intelligence models for the prediction of rust in robusta coffee. For the development of the application, the XP methodology was used, starting with a review of the models to be implemented in the development, then a design was made that was adapted to the requirements requested by the client and to continue with the development of each one of them. the modules, to finish the process, a test of all the functionalities of the application was carried out. With greater emphasis, the rust detection procedure was analyzed with results that showed 85% of identified cases, being the degree of affectation LEVEL 5 with 43% the highest presence among all infected cases.

KEYWORDS

Rust prediction, computational intelligence, robusta coffee.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN

La ESPAM MFL es una institución la cual aporta a través de sus proyectos de investigación al desarrollo tecnológico de la comunidad. Como menciona Cusme y Loor (2019) la planificación estratégica de la ESPAM MFL 2017-2021 plantea en el subsistema de investigación como objetivo estratégico “fortalecer el sistema de gestión de la investigación para que se contribuya al desarrollo de la zona 4 y el país”, y como objetivo específico establece “ejecutar investigaciones que contribuyan al desarrollo de la zona 4 y del país”.

Gracias a las gestiones realizadas por parte de los directivos universitarios se ha logrado mejorar el ambiente académico a través de propuestas que buscan engrandecer y fortalecer la investigación. Como señala INIAP (2021) “el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, firmaron un convenio de cooperación técnica con el fin de realizar actividades conjuntas de investigación científica, desarrollo y transferencia de tecnología”.

Al ser Manabí una provincia con gran desarrollo agropecuario, la ESPAM se ha preocupado porque sus estudiantes de las diversas áreas tanto de agricultura como de tecnología se preocupen por realizar un aporte tecnológico para el desarrollo de estas producciones. Existen además otras instituciones las cuales también han tomado la iniciativa de aportar a través de las grandes tecnologías al desarrollo agropecuario de las tierras manabitas. Como se puede apreciar la Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico (EAFIT) también participa en investigaciones similares por lo que recalcan que “la investigación aplicada al desarrollo rural, que apuesta por la transformación del agro, resaltan los investigadores del proyecto, es un antecedente de avances científicos que involucran disciplinas como la biología, la agronomía y la ingeniería, líneas investigativas que serán exploradas” Posada (2019).

La Coordinación General de investigación, se encuentra realizando trabajos para el aporte de la universidad a la ciencia, contando con diversos grupos de investigación, como Sistemas Computacionales (SISCOM), con una visión que manifiesta un enfoque en investigación y desarrollo relacionados a sistemas y tecnologías computacionales que ayuden al progreso agro-productivo a nivel local o nacional ESPAM MFL (2020).

1. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Los grandes avances en la tecnología y el creciente aporte del aprendizaje automático han permitido la aplicación de la inteligencia artificial en un sinnúmero de áreas del conocimiento, produciendo una automatización de procesos que por lo general se hacen de manera manual. En la agricultura se han generado y mejorado técnicas mediante la automatización, “estos avances han creado un nuevo concepto llamado agricultura inteligente” (Ponte, Espinosa, Gibeaux, & González, 2021).

La agricultura inteligente demanda de esfuerzos que se enfoquen en estudiar y desarrollar técnicas que mejoren, incrementen y potencien la producción, y contrarresten padecimientos en los cultivos (Maldonado, Ochoa, & Cerna, 2021).

Para la detección de enfermedades en los cultivos se suelen utilizar técnicas tradicionales, como llevar muestras a un laboratorio con el objetivo de analizarlas y determinar las enfermedades que estén afectando al cultivo (Nachtigall, Araujo, R, & Nachtigall, 2017). No obstante, este proceso requiere tiempo y dinero para poder realizarse. Por ello, implementar nuevas técnicas que mejoren y agiliten este proceso es fundamental y de gran ayuda al sector agrícola (Pardo & Saavedra, 2020, Roldán, Roshan, & Sánchez, 2019).

Según Quijije (2021) “Ecuador posee una gran capacidad como productor de café, convirtiéndose en uno de los pocos países en el mundo que exporta todos los tipos de café: arábigo lavado, arábigo natural y robusto”. Una de las enfermedades con la que se enfrenta este cultivo es la roya, ocasionada por el hongo Hemileia vastatrix afectando primordialmente a las hojas de las plantas, desarrollándose cuando existe un adecuado ambiente de humedad y temperatura (Valladares, 2019). “Una vez que infecta las hojas de café, la roya provoca su caída, disminuyendo el rendimiento alrededor de 35%” (Talhinhas et al. 2017).

Las enfermedades ocasionadas bacterias y hongos, generan grandes pérdidas en producciones agrícolas, ya sea al momento que se realiza la producción, la cosecha o la post cosecha (Quintero, Ríos, Quintana, & León, 2018; Gómez, y otros, 2018). La roya es considerada como la enfermedad más importante y que más daños causa a plantaciones de café a mundialmente (Julca et al. 2019). Está presente en casi todas las áreas productoras de café, y es de suma importancia tomar acciones oportunas que permitan su rápida detección (Avelino et al. 2019).

En la actualidad se puede evidenciar un fuerte incremento en la automatización en las labores del campo logrado por una evolución en tecnología y a la modernización que la tecnología ofrece (Tovar, Solórzano, Badillo, & Rodríguez, 2019). La tecnología mediante los procesos de la inteligencia artificial que se han aplicado en diferentes ámbitos dentro del campo de la agricultura produce éxitos en diversos aspectos, en lo que se detectan un sinnúmero de enfermedades de las plantas en el sector agrícola, para lograr cumplir con los objetivos se requieren métodos rápidos, precisos y al alcance de todos los agricultores (Bustamante & García, 2021).

La temprana detección de enfermedades aplicando técnicas y procedimientos de inteligencia artificial, está siendo un avance muy importante de la tecnología enfocado al ámbito de la agricultura, mediante el aprendizaje automático y algoritmos de optimización se han logrado grandes avances para mejorar el rendimiento de los cultivos alrededor del mundo (Lara, Velandia, & Rocha, 2021; Fermín, Juárez, Pérez, & León, 2018). “Redes neuronales, lógica difusa, algoritmos genéticos, y bioinformática, se han encargado en los últimos tiempos de proporcionar soluciones a los problemas en sistemas agrícolas complejos de manera eficaz” (Pascual, Ramírez, & Ortiz, 2016).

En base a lo antes mencionado, los autores plantean el desarrollo de una “aplicación móvil para la predicción de la roya en café robusta con integración de modelos de inteligencia computacional”. Los modelos que se integrarán a la aplicación han sido desarrollados mediante otros trabajos de titulación, uno basado en procesamiento de imágenes y otro en análisis de características fenotípicas, cabe señalar que tanto el proyecto que se plantea como los dos antes mencionados aportan al proyecto institucional “Caracterización de la roya en cultivos de café robusta mediante técnicas avanzadas de inteligencia computacional” del grupo de investigación SISCOM.

1. OBJETIVOS
2. OBJETIVO GENERAL

Implementar una aplicación móvil con integración de modelos de inteligencia computacional para la predicción de la roya en café robusta.

1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

* Analizar los modelos de inteligencia computacional que pueden ser aplicados para optimizar el proceso de la predicción de la roya en café robusta.
* Recopilar información sobre el diseño del modelado de la aplicación móvil.
* Desarrollar la aplicación móvil implementando modelos computacionales empleando la metodología ágil.
* Evaluar el desempeño de la aplicación móvil desarrollada.

CAPÍTULO II. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INTERVENCIÓN

El presente trabajo de integración curricular se desarrolló mediante la aplicación de la metodología XP (Programación Extrema) la cual se basa en valores, principios y prácticas, con el objetivo de permitir que los equipos pequeños y medianos creen software de alta calidad y se adapten a los requisitos cambiantes y en evolución. Las fases de esta metodología son: planificación, diseño, codificación y pruebas (Beck, 2005).

1. PLANIFICACIÓN

## Historias de usuario

Para la toma de las historias de usuarios necesarias para el modelado de la aplicación móvil se realizó una entrevista al director del proyecto “CARACTERIZACIÓN DE LA ROYA EN CULTIVO DE CAFÉ ROBUSTA MEDIANTE TÉCNICAS AVANZADAS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL” obteniendo información valiosa que permitió determinar de manera informal las funcionalidades principales del sistema móvil.

**Release plan**

Después de tener ya definidas las historias de usuario es necesario crear un Release plan, donde se indiquen las fechas en las que se publicarán estas versiones. En Release plan es una planificación donde los desarrolladores y clientes establecen los tiempos de implementación, la prioridad con la que serán implementadas. Para el desarrollo de las historias de usuario debe estar claro cuatro factores, los objetivos a cumplir, el tiempo de tarda en desarrollarse, la presentación de cada versión del programa y evaluar la calidad del trabajo realizado.

Análisis de los modelos de inteligencia computacional que pueden ser aplicados para optimizar el proceso de la predicción de la roya en café robusta.

Además, se logró definir el reléase plan con el cual se procede al momento del desarrollo de la aplicación. Las historias de usuarios fueron de gran importancia como base para elaborar la Especificación de Requerimientos de Software (ERS), utilizando el estándar de la Carrera de Computación.

Para el análisis se procedió a utilizar los modelos propuestos en las tesis: “APLICACIÓN MÓVIL DE DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA ROYA EN HOJAS DE CAFÉ ROBUSTA MEDIANTE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO” enfocado al procesamiento de imágenes mediante la aplicación de Convolutional Neural Network (CNN) y “MODELO DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE AFECTACIÓN DE LA ROYA EN CAFÉ ROBUSTA” correspondiente al otro modelo utilizando características fenotípicas aplicando Support Vector Machines (SVN).

**Ers**

1. DISEÑO

Recopilación de información sobre el diseño del modelado de la aplicación móvil.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

1. Analizar de los modelos de inteligencia computacional que pueden ser aplicados para optimizar el proceso de la predicción de la roya en café robusta.

Al realizar la visita al director del proyecto “CARACTERIZACIÓN DE LA ROYA EN CULTIVO DE CAFÉ ROBUSTA MEDIANTE TÉCNICAS AVANZADAS DE INTELIGENCIA COMPUTACIONAL” se realizó una toma de historias de usuario (Anexo 1), con ello se logró tener el conocimiento de las funcionalidades a desarrollar en la aplicación móvil. Estas historias de usuarios fueron la base para el desarrollo del ERS (Anexo 2) realizado utilizando el formato institucional de la Carrera de Computación. Para desarrollar la aplicación móvil aplicando la metodología XP fue necesario utilizar cada una de las fases para cumplir con cada objetivo propuesto, por lo tanto, se definió un reléase plan (Anexo 3) que se utilizó en la fase de desarrollo.



**Fuente.** (Andrade, 2021)

Aquí la parte de los modelos…

En la tabla 1.0

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

Avelino, J., Treminio, E., Casanoves, F., Vilvhez, S., Cárdenas, J., & Lizardo, C. (Septiembre de 2019). *Guía para la vigilancia de la roya del café (Hemileia vastatrix).* Obtenido de https://agritrop.cirad.fr/595182/1/Gu%C3%ADa%20vigilancia%20-%20VF.pdf

Beck, K. (2005). Extreme Programming Explained (Segunda ed.). Estados Unidos: Addison-Wesley.

Bustamante, M., & García, M. (2021). IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS MACHINE LEARNING APLICADOS AL ESTUDIO DE ENFERMEDADES DEL Theobroma cacao PARA HUERTAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI. *Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, La Maná, Ecuador.

Cusme, K., & Loor, A. (2019). Recuperado el 2021, de Aplicación móvil de detección y clasificación de "La Roya" en las hojas de café robusta mediante aprendizaje automático: http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1104

ESPAM MFL. (2020). *COORDINACIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN*. Obtenido de http://www.espam.edu.ec/web/unidades/investigacion.aspx

Fermín, T., Juárez, E., Pérez, M., & León, T. (2018). Dron pest detector in corn crops. *Revista de Ingeniería Tecnológica, 2*(6), 8-13.

Gómez, I., Pérez, E., Escamilla, E., Martínez, M., Carrión, G., & Hernández, T. (2018). Selección in vitro de micoparásitos con potencial de control biológico sobre roya del café (Hemileia vastatrix). *Revista mexicana de fitopatología, 36*(1), 172-183.

Julca, A., Borjas, R., Alvarado, L., Julca, N., Castro, V., & Bello, S. (2019). Relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (Hemileia vastatrix) en San RAmón, Chanchamayo, Perú. *Revista Ciencia e Investigación, 4*(4), 2-7.

Lara, D., Velandia, J., & Rocha, C. (2021). Interpretability in the Field of Plant Disease Detection: A Review. *Revista Facultad de Ingeniería, 30*(58).

Maldonado, V., Ochoa, Y., & Cerna, E. (2021). ADAPTACIÓN DE UNA TÉCNICA ESPECTROFOTOMÉTRICA PARA LA DETECCIÓN DE RESIDUOS DE PLAGUICIDAS EN MUESTRAS DE SUELO Y AGUA. *Interciencia, 46*(4), 156-161.

Nachtigall, S., Araujo, R, & Nachtigall, G. (2017). Use of Images of Leaves and Fruits of Apple Trees for Automatic Identification of Symptoms of Diseases and Nutritional Disorders. *International Journal of Monitoring and Surveillance Technologies Research (IJMSTR), 5*(2), 1-14.

Pardo, J., & Saavedra, D. (2020). *Aplicación de las técnicas de aprendizaje automático para la detección temprana de antracnosis en hojas de guanábana.* Recuperado el 25 de 10 de 2021, de https://repositorio.uniandes.edu.co/flexpaper/handle/1992/51486/23088.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=1

Pascual, I., Ramírez, J., & Ortiz, A. (2016). Métodos de inteligencia artificial para la predicción del rendimiento y calidad de gramíneas. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 17*(12), 1-9.

Ponte, D., Espinosa, A., Gibeaux, S., & González, C. (febrero de 2021). Estado actual del aprendizaje automatizado aplicado al internet de las cosas para automatizar procesos agrícolas. *Plus Economía, 9*(2), 4-11.

Posada, M. (08 de Julio de 2019). *EAFIT*. Obtenido de Eafitenses aprovechan la inteligencia artificial para diagnosticar la roya del cafeto: https://www.eafit.edu.co/noticias/agenciadenoticias/2019/eafitenses-aprovechan-inteligencia-artificial-para-diagnosticar-roya-cafe

Quijije, J. (2021). Evaluación agronómica de 7 genotipos de café arábiga (Coffea arabica). *TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO.* UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, Jipijapa, EC.

Quintero, L., Ríos, L., Quintana, D., & León, B. (2018). Sistema Experto para el diagnóstico presuntivo de enfermedades fúngicas en los cultivos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 13*(1), 61-75.

Roldán, B., Roshan, R., & Sánchez, E. (2019). Detección de enfermedades en el sector agrícola utilizando Inteligencia Artificial. *Research in Computing Science, 148*(7), 419-427.

Talhinhas, P., Batista, D., Diniz, I., Vieira, A. S., Loureiro, A., Tavares, S., . . . Do Céu, M. (2017). The coffee leaf rust pathogenHemileia vastatrix: one and a halfcenturies around the tropics. *MOLECULAR PLANT PATHOLOGY, 18*(8), 1039-1051.

Tovar, J., Solórzano, J., Badillo, A., & Rodríguez, G. (2019). Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. *Lámpsakos*(22), 86-105.

Valladares, C. (2019). Impacto de la roya del café (Hemileia vastatrix) en las exportaciones de café de El Salvador. *Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios.* Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, HON.

ANEXOS