

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ**

**MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE COMPUTACIÓN**

**PLANIFICACIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**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 PARRAGA**

**TUTOR:**

**MTR. LUIS CEDEÑO VALAREZO**

**CALCETA, OCTUBRE 2021**

1. **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 INCAP (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, según Ponte et al. (2021)“estos avances han creado un nuevo concepto llamado agricultura inteligente” (p.5).

Como explica *Lagos Ortiz Katty*, (2020.) “el manejo de las tecnologías de la información juega un papel importante en cualquier ámbito, ya que permite obtener ventajas competitivas sobre la mayoría de las industrias. La agricultura desde siempre ha sido considerada una fuente inagotable de riqueza económica y alimenticia, por esta razón los cultivos necesitan de cuidados y controles que eviten el desarrollo y la infesta de plagas en ellos, ya que éstas pueden afectar a plantaciones enteras y ocasionar serias pérdidas de productos y cultivos” (p.11). Como se aprecia la tecnología es una de las mayores ventajas y facilidades que se puede aplicar en la agricultura para realizar un trabajo preciso y rápido en la detección de plagas.

Además, 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. No obstante, este proceso requiere tiempo y dinero para poder realizarse. Por ello, Garcia Nachtigall et al. (2017) indica que se debe “implementar nuevas técnicas que mejoren y agiliten este proceso es fundamental y de gran ayuda al sector agrícola” (p.6). Es importante reconocer que como señala *Avelino et al.* (2019.) “La roya del café está presente en casi todos los países productores de café; sólo Hawái y Australia presumiblemente están libres de la enfermedad y presenta un poder destructivo muy elevado”(p.3).

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”. Según Zúniga & Andrés (2019) “Una de las enfermedades con la que se enfrenta este cultivo es la roya, ocasionada primordialmente a las hojas de las plantas, desarrollándose cuando existe un adecuado ambiente de humedad y temperatura” (p.2).

Es interesante mencionar que la presencia de Roya en el Café robusta suele presenta una alta incidencia y se puede considerar a esta plaga como una de las más maliciosas en la agricultura de este tipo de plantaciones. Como indica *Cedicafe* (2022.) “el promedio Nacional de incidencia en marzo de 2022 fue de 13.14%. Esta incidencia es 1.47% más alta que la registrada en el mismo mes de 2021; 7.21% menor a la registrada en marzo 2019 (20.35%) y 1.61% más baja que la de febrero 2020 (14.75%). Con respecto al mes de febrero (13.12%) se tuvo un incremento de incidencia del 0.02%” (p.1).

Según Bustamante Ochoa & Garcia Peña (2021) “Los procesos de la inteligencia artificial que se han aplicado en diferentes ámbitos dentro del campo de la agricultura producen 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” (p.10). Como se aprecia es de alta importancia para los agricultores el desarrollo de herramientas que les permitan monitorear sus cultivos, ya que como señala Ospina (2018) “No hay un patrón que pueda indicarnos, años tras año, dónde o qué tanto impactará la roya. Por esta razón, los productores necesitan un sistema de alerta temprana, una forma de saber anticipadamente si la roya tiene posibilidades de aparecer, y, de esta manera, tomar medidas para combatirla”.

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.

Las aplicaciones móviles se diseñan con el fin de lograr una detección rápida y precisa de la Roya de Café Robusta y como aclara el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2019) la aplicación móvil “permitirá a los productores conocer los rangos de afectación en cafetal, principalmente de la roya, y con ese dato tomar una mejor decisión sobre el manejo que realizará para reducir los daños ocasionados y las pérdidas económicas”.

Si no se realiza una valoración anticipada de la detección de la plaga es probable que gran parte del cultivo se eche a perder. Mendoza & Casanoves (2020) Indica que “esta enfermedad es de principal importancia en el cultivo del café dado que puede provocar pérdidas de entre un 20 y un 80 % de la producción”(p.2). Para realizar estas valoraciones se debe considerar el desarrollo y uso de las aplicaciones móviles ya que como recalca Calvo-Valverde (2020) “en este sentido, una aplicación concreta de la tecnología en el campo agrícola es la llamada agromática, la cual según Granan se refiere a la aplicación de los principios y técnicas de la informática y la computación a las teorías y leyes del funcionamiento y manejo de los sistemas agropecuarios”(p.9).

Como menciona Román (2016) “esta herramienta es necesaria para que los productores de café puedan interactuar, colectar datos y recibir una respuesta inmediatamente, ya que el clima no respeta fronteras y tener datos de los países vecinos con respecto a una plaga beneficia a todos los países”. Sin embargo, para un correcto desarrollo de la aplicación móvil es necesario considerar algunas condiciones como las mencionadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2015) “clima local en las plantaciones, densidad y composición del sombrío, patrones de lluvia y rocío, y el papel de otros microorganismos como agentes de control biológico y otras funciones del microbioma” (p.14).

**1.3. OBJETIVOS**

**1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

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

**1.3.2. 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. MATERIALES Y MÉTODOS**

**2.1 TÉCNICA**

**2.1.1 LA ENTREVISTA**

Esta técnica va a permitir recopilar la información primordial mediante las historias de usuarios… Se utilizará esta técnica debido a que es una herramienta que permite la recolección de datos, permitiendo un acercamiento directo con la persona entrevistada (Troncoso Pantoja & Amaya Placencia, 2021).

**2.2 METODOLOGÍA**

**2.2.1 ANÁLISIS**

Se va a realizar el análisis de los modelos de inteligencia computacional propuestos, en las dos tesis anteriores “Modelo de inteligencia computacional para la determinación del grado de afectación de la roya en café robusta” y “Aplicación móvil de detección y clasificación de “la roya” en hojas de café robusta mediante aprendizaje automático”. Haciendo uso de la entrevista, se van a recolectar las historias de usuarios, las cuales permitirán conocer de manera simple y breve las características que los usuarios desean para la aplicación móvil.

**2.2.2 DISEÑO Y MODELADO**

En esta fase se va a desarrollar un informe ERS donde se detallen los requerimientos y funcionalidades de la aplicación a desarrollar, tomando como base las historias de usuarios. Además, realizar los diagramas UML, apoyándose de los requerimientos del sistema, y así como también el desarrollo de un prototipo que va a dar un indicio de la aplicación a desarrollar.

**2.2.3 DESARROLLO MÓVIL**

En esta fase se procura desarrollar la aplicación móvil, basándose en los requerimientos, los diagramas UML y el prototipo desarrollado en la fase de diseño. Validando cada una de las iteraciones con los usuarios y presentando avances en cada una de ellas. Para finalizar e integrar la aplicación de manera cliente – servidor.

**2.2.4 PRUEBAS Y ENTREGAS**

En la fase de pruebas se realizarán cada uno de los test, realizando pruebas unitarias de funcionamiento para detectar y corregir los errores, fallos o bugs que se encuentren en cada una de las pruebas, para finalizar con la aceptación por parte de los usuarios.

**2.3 TALENTO HUMANO**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Rol** | **Nombre** | **Función** | **Relación con respecto del trabajo de integración curricular** |
| Tutor | Ing. Luis Cedeño | Dirige y guía el desarrollo del proyecto | Directa |
| Autores del proyecto | Jefferson Cepeda  Jorge Murillo | Desarrollan el proyecto | Directa |
| Usuarios | Docentes de la Carrera de Agrícola | Supervisan y validan el desarrollo del proyecto | Indirecta |

**CAPÍTULO III. CRONOGRAMA DEL TRABAJO**

**Fecha de inicio del proyecto:** 18 de abril del 2022

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Objetivos específicos** | **Actividades** | **Semanas** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abril | | Mayo | | | | Junio | | | | | Julio | | | | Agosto | | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | |
| Analizar los modelos de inteligencia computacional que pueden ser aplicados para optimizar el proceso de la predicción de la roya en café robusta. | Definir un reléase plan | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Definir las historias de usuarios | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Analizar los modelos de inteligencia computacional propuestos en las tesis anteriores |  | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Recopilar información sobre el diseño del modelado de la aplicación móvil. | Elaborar ERS para su aprobación |  |  |  | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Realizar los diagramas UML |  |  |  |  | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Diseño de interfaces (prototipo) |  |  |  |  |  |  | x | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Desarrollar la aplicación móvil implementando modelos computacionales empleando la metodología ágil. | Desarrollar la aplicación móvil |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Integrar la aplicación de manera cliente – servidor |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Validar las iteraciones de desarrollo con los usuarios |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Evaluar el desempeño de la aplicación móvil desarrollada. | Realizar pruebas unitarias |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x |  |  |  |  |  |  |  |
| Detención y corrección de errores |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x | x |  |  |  |  |
| Pruebas de aceptación |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x |  |  |
|  | Entregar y aprobar el documento del trabajo de integración curricular |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | x | x |

**BIBLIOGRAFÍA**

1. *Avelino et al.* (s. f.). Recuperado 23 de mayo de 2022, de https://agritrop.cirad.fr/595182/1/Gu%C3%ADa%20vigilancia%20-%20VF.pdf
2. Bustamante Ochoa, M. J., & Garcia Peña, M. J. (2021). *«Implementación de Modelos Machine Learning aplicados al Estudio de Enfermedades del Theobroma cacao para huertas agroecológicas del Cantón la Maná, Provincia de Cotopaxi».* http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7289
3. Calvo-Valverde, L.-A. (2020). *Estrategia de prediccio´n en procesos biolo´gicos del campo agr´ıcola con datos limitados: Casos de aplicaci´on en caf´e y banano.* 140.
4. *Cedicafe*. (s. f.). Recuperado 23 de mayo de 2022, de https://www.anacafe.org/uploads/file/0ffb0d38c9a04a4d99eb7c03a4f2bb47/Boletin-Roya-Marzo-2022-Cedicafe.pdf
5. 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 automatico: http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1104
6. ESPAM MFL. (2020). *Coordinación General De Investigación*. Obtenido de http://www.espam.edu.ec/web/unidades/investigacion.aspx
7. Garcia Nachtigall, L., Matsumura Araujo, R., & Ribeiro Nachtigal, 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*, *5*.
8. INCAP, - ESPAM. (2021). *INIAP y ESPAM – MFL firman convenio de cooperación – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. https://www.iniap.gob.ec/iniap-y-espam-mfl-firman-convenio-de-cooperacion/
9. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2019). *IICA promueve el uso de aplicación móvil en beneficio de la caficultura nicaragüense*. IICA.INT. https://iica.int/es/prensa/noticias/iica-promueve-el-uso-de-aplicacion-movil-en-beneficio-de-la-caficultura
10. *Lagos Ortiz Katty*. (s. f.). Recuperado 23 de mayo de 2022, de https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/94672/1/TesisKattyLagosOrtiz.pdf
11. Mendoza, S. V., & Casanoves, F. (2020). *Mapeo de la incidencia de la roya del café basado en las condiciones climáticas: Efectos del cambio climático en la incidencia máxima de la roya del café en Centroamérica y República Dominicana*. 26.
12. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2015). *Manejo agroecológico de la roya del café*. 96.
13. Ospina, A. K. M. (2018, septiembre 20). Combatiendo La Roya Con Aplicaciones Para Móviles En Guatemala. *Perfect Daily Grind Español*. https://perfectdailygrind.com/es/2018/09/21/combatiendo-la-roya-con-aplicaciones-para-moviles-en-guatemala/
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
15. Ponte, D., Espinosa, A., González, S. G. de, & González, C. (2021). Estado actual del aprendizaje automatizado aplicado al internet de las cosas para automatizar procesos agrícolas. *Revista Plus Economía*, *9*(2), 4-11.
16. Posada, M. (2019). *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-café
17. 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.
18. Román, J. (2016). *Con 4 apps, los productores agrícolas podrán «defenderse» del cambio climático*. Ojo al Clima. https://ojoalclima.com/con-4-apps-los-productores-agricolas-podran-defenderse-del-cambio-climatico/
19. Troncoso Pantoja, C., & Amaya Placencia, A. (2021). *Entrevista: Guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud | Revista de la Facultad de Medicina*. https://revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/60235
20. Zúniga, V., & Andrés, C. (2019). *Impacto de la roya del café (Hemileia Vastatrix) en las exportaciones de café de El Salvador*. 27.