



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS  
COMPUTACIONALES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE  
VECTORES DE SOPORTE<sub>(SVM)</sub> DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA  
LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE  
DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL  
CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales.

**AUTORES:**

Coppiano Marín Alex David

Herrera Vargas Christopher José

**TUTOR:**

Ing. MSc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez

**LA MANÁ-ECUADOR  
MARZO-2022**

## DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Nosotros Herrera Vargas Christopher José y Coppiano Marín Alex David, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE(SVM) DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI, siendo el Ing. MSc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Herrera Vargas Christopher José  
C.I: 1207726967



Coppiano Marín Alex David  
C.I: 0604063099

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de tutor del trabajo de Investigación sobre el título:

"DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE(SVM) DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI", de Herrera Vargas Cristopher José y Coppiano Marín Alex David de la carrera Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 13 de febrero del 2022



Firmado electrónicamente por:

**EDEL ANGEL  
RODRGUEZ  
SANCHEZ**

ING. M. Sc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez

**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, del presente trabajo investigativo, de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto, el o los postulantes: **HERRERA VARGAS CRISTOPHER JOSÉ** y **COPPIANO MARÍN ALEX DAVID** con el título de Proyecto de Investigación “**DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE(SVM) DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

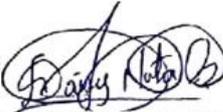
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 25 de marzo del 2022

Para constancia firman:

  
Ing. MSc. Rodolfo Jarro Quintero  
CI: 172523456-9  
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

  
Ing. MSc. Johnny Xavier Bajaña Zajia  
CI: 11204211-5  
LECTOR 2 (MIEMBRO)

  
Ing. MSc. Daisy Judith Nata Castro  
CI: 120512408-2  
LECTOR 3 (SECRETARIA)

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecimiento a Dios, en especial a mi familia Coppiano Marín, quienes son fundamentales en mi vida. A mi ser querido; mi mama Oppis Marín. por su esfuerzo realizado en mi formación académica, a mis hermanos María Coppiano y Daniel Marín por su apoyo incondicional en todo momento en este proceso académico, y por todos ellos; ¡Gracias!*

**Coppiano D.**

*Gracias a Dios por protegerme estar conmigo en cada paso que doy, por haber puesto en mi camino personas que son incondicionales en mi diario vivir. A mis padres José Herrera y Mirella Vargas; por su apoyo incondicional en mi formación académica, a mi hermana Lesly Herrera; muchas gracias por haberme apoyado en todo momento y a mi tía Dexy Vargas por a ver estado pendiente en cada paso que doy.  
¡Gracias!*

**Herrera C.**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por ser la guía en mis pasos, a mi mama Oppis Marín por su sacrificio y esmero convirtiéndose en el pilar fundamental en mi formación académica, a mis hermanos María Coppiano y Daniel Marín por confianza, A mi hijo Cristopher Coppiano por su cariño y amor; convirtiéndose así uno de mis motivos para culminar mi meta.*

*¡Este proyecto es por ustedes!*

***Coppiano D.***

*El proyecto de investigación dedico a las personas importantes en mi vida que son mis padres José Herrera y Mirella Vargas que siempre estuvieron en el proceso académico y dotándome de motivación necesaria para lograr la meta, a mi hermana Lesly Herrera gracias por el apoyo en todo momento, a mi tía Dexy Vargas por estar en todo momento en mi proceso académico, A la Universidad Técnica de Cotopaxi donde forje el camino hacer profesional en conjunto con los docentes de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, por guiarnos hacia una educación de calidad y excelencia.*

***Herrera C.***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA CIYA

**TÍTULO:** “DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE(SVM) DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI.”

**Autores:**

Coppiano Marín Alex David

Herrera Vargas Cristopher José

### RESUMEN

En la actualidad, la inteligencia artificial aplicada en el campo agrícola sigue una tendencia de gran éxito en varias áreas dentro de la agricultura por precisión lo cual incluyen como la detección de enfermedades de las plantas y predicción de siembras, para lograr estos objetivos se debe contar con datos e información de alta precisión y se requiere métodos eficaces para una evaluación de los estados de suelo. Existe elementos que se deben tener en cuenta, como las variables ambientales, elementos del suelo y PH; convirtiéndose así de gran importancia que existe grandes cantidades de cultivos para como son los frutos y vegetales, lo cual pueden reproducirse con mayor intensidad en base a la descripción y características del suelo para esa siembra. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo realizar predicciones de siembra de cultivos en fincas agroecológicas mediante técnicas machine learning de aprendizaje supervisado y modelos de inteligencia artificial como las máquinas de vectores de soporte (*SVM*), lo que permitirá mediante una API procesar el ingreso de datos ambientales para predecir si el suelo donde se va realizar la siembra es el indicado para un determinado cultivo mediante una aplicación web que contiene modelos de inteligencia artificial de tipo SVM. Gracias al desarrollo de esta aplicación web se contribuye con tecnología al agricultor para que ejecute de manera correcta la siembra de su producción que requiera a futuro.

**Palabras claves:** Machine Learning, Modelos, API, Cultivos, Variables Ambientales.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

**TITLE:** “DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE(SVM) DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI.”

**Authors:**

Coppiano Marín Alex David

Herrera Vargas Cristopher José

### ABSTRACT

At present, artificial intelligence applied in the agricultural field follows a very successful trend in several areas within precision agriculture, including the detection of plant diseases and the prediction of plantations, to achieve these goals high-precision data and information and effective methods for an assessment of soil states are required. There are elements that must be taken into account, such as environmental variables, soil elements and PH; thus, becoming of great importance since there are large quantities of crops such as fruits and vegetables, which can reproduce with greater intensity depending on the description and characteristics of the soil for that planting. The present research project aims to make predictions of crop planting on agroecological farms using supervised learning machine learning techniques and artificial intelligence models such as vector support machines (SVM), which will allow through an API to process the entry of environmental data to predict if the soil where the planting will take place is suitable for a certain crop through a web application which contains SVM models. Thanks to the development of this web application, technology is provided to the farmer to correctly execute the planting of his production that he requires in the future

**Keywords:** Machine Learning, Models, API, Crops, Environmental variables

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE(SVM) DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI.”** presentado por: **Coppiano Marín Alex David y Herrera Vargas Cristopher José**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, abril del 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
WENDY ELIZABETH  
NUÑEZ MOREIRA

**Mg. Wendy Nuñez Moreira**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0925025041**



## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUDITORIA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS .....	5
6.1. Objetivo general .....	5
6.2. Objetivos específicos .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	7
8.1. Antecedentes de la investigación.....	7
8.2. La Agricultura .....	8
8.3. Huertas Agroecológicas .....	8
8.4. Agricultura 4.0.....	9
8.5. Aplicación de agricultura tecnológica 4.0.....	9

8.5.1.	Aplicaciones tecnologías orientadas en el sector agrícola.....	10
8.5.2.	Importancia sobre la aplicación de tecnologías en el sector agrícola.....	10
8.5.3.	Implementación de la agricultura de precisión 4.0.....	10
8.6.	Monitoreo de variables ambientales .....	11
8.7.	Inteligencia Artificial .....	12
8.8.	Modelos De Machine Learning .....	12
8.8.1.	Técnicas de Machine Learning .....	12
8.8.2.	Algoritmos Machine Learning .....	13
8.9.	Modelos predictivos aplicados en el sector agrícola .....	13
8.10.	Modelo de máquina de vectores de soporte SVM.....	14
8.11.	Probabilidades en las SVMs .....	15
8.11.1.	Reconocimiento de patrones en modelos de vectores de soporte .....	15
8.11.2.	Arquitectura de modelo basado en máquinas de vectores de soporte SVM....	16
8.12.	Tipos De Aprendizaje En Inteligencia Artificial.....	16
8.12.1.	Aprendizaje supervisado .....	16
8.12.2.	Aprendizaje no supervisado .....	17
8.12.3.	Aprendizaje Por Refuerzo.....	17
9.	HERRAMIENTAS DE DESARROLLO .....	18
9.1.	Jupyter Notebook.....	18
9.2.	Google Colab.....	18
9.3.	Python .....	18
9.4.	Scikit-Learn .....	19
9.5.	Tensorflow.....	19
9.6.	Streamlit .....	20
9.6.1.	Características de Streamlit.....	20
9.7.	Servicios en nube .....	21
9.7.1.	Tipo de infraestructura en la nube .....	21

9.7.2.	Tipos de servicio en nube .....	22
9.8.	Proveedor de servicios cloud.....	22
9.8.1.	Google Cloud .....	22
9.8.2.	Amazon Web Services.....	23
9.8.3.	Digital Ocean .....	24
10.	HIPÓTESIS.....	24
11.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24
11.1.	Métodos De Investigación .....	24
11.1.1.	Método Documental .....	24
11.1.2.	Método analítico sintético.....	25
11.1.3.	Método deductivo.....	25
11.2.	Tipos de Investigación.....	25
11.2.1.	Investigación Bibliográfica.....	25
11.2.2.	Investigación de Campo.....	26
11.2.3.	Investigación Aplicada .....	26
11.3.	Técnica de Investigación .....	26
11.3.1.	Entrevista .....	26
11.3.2.	Encuesta.....	27
11.3.3.	Observación .....	27
11.4.	Población y muestra .....	27
11.4.1.	Población.....	27
11.4.2.	Muestra .....	27
11.4.3.	Distribución de la muestra .....	28
12.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	29
12.1.	Resultados de la entrevista Aplicada.....	29
12.2.	Resultados de la encuesta Aplicada.....	30
13.	DISEÑO DE LA PROPUESTA TÉCNICA.....	32

13.1.	Selección de datos .....	32
13.2.	Predicción .....	33
13.3.	Preprocesado de datos ambientales .....	34
13.4.	Modelos de inteligencia artificial SVM.....	34
13.5.	Dataset .....	35
13.6.	Carga del Dataset.....	36
13.7.	Número de elementos de variables independientes ambientales .....	37
13.8.	Ajuste del modelo SVM para clasificación .....	38
13.9.	Entrenamiento de la máquina de soporte vectorial SVM .....	39
13.10.	Distribución de la precipitación .....	40
13.11.	Evaluación de modelos entrenados basados en máquina de soporte vectorial	41
13.12.	Gráficos de resultados en base a los modelos predictivos de variables ambientales.....	41
13.13.	API de carga para el modelo SVM de inteligencia artificial .....	44
13.14.	Carga del modelo.....	44
13.15.	Definición de interfaz para Streamlit.....	45
13.16.	Acción de predicción para la recomendación de cultivos.....	46
13.17.	Flujo de despliegue.....	47
13.18.	Ambiente de despliegue de modelo SVM en servicio cloud .....	47
13.19.	Configuración SaaS en Google Cloud Platform .....	48
13.20.	Máquina virtual CentOS para el despliegue de API Streamlit.....	48
13.21.	Servicio web mediante la carga de ruta física.....	50
13.22.	Aplicativo web para la predicción de siembre de cultivos en producción .....	50
14.	IMPACTO DEL PROYECTO.....	51
15.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	52
16.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
16.1.	Conclusiones .....	53

16.2.	Recomendaciones.....	54
17.	BIBLIOGRAFÍA.....	55
18.	ANEXOS .....	57
19.	CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	87

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios Directos .....	4
<b>Tabla 2:</b> Beneficiarios Indirectos .....	4
<b>Tabla 3:</b> Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados .....	6
<b>Tabla 4:</b> Población .....	27
<b>Tabla 5:</b> Segmentación .....	29
<b>Tabla 6:</b> Personas que intervienen en el proceso investigativo .....	29
<b>Tabla 7:</b> Resultados de encuesta aplicada .....	30
<b>Tabla 8:</b> Variables de datos ambientales .....	33
<b>Tabla 9:</b> Parámetros de datos para el modelo de aprendizaje supervisado .....	35
<b>Tabla 10:</b> Variables independientes .....	36
<b>Tabla 11:</b> Variables independientes de datos y características .....	38
<b>Tabla 12:</b> Métrica de datos Nitrógeno .....	42
<b>Tabla 13:</b> Métrica de datos Potasio .....	42
<b>Tabla 14:</b> Métrica de datos Fosforo .....	43
<b>Tabla 15:</b> Métrica de datos Temperatura .....	43
<b>Tabla 16:</b> Métrica de datos Humedad .....	43
<b>Tabla 17:</b> Métrica de datos de pH alcalino del suelo .....	43
<b>Tabla 18:</b> Métrica de datos Lluvia .....	44
<b>Tabla 19:</b> Presupuesto del proyecto de investigación .....	52
<b>Tabla 20:</b> tabulación de la pregunta 1 .....	64
<b>Tabla 21:</b> tabulación de la pregunta 2 .....	64
<b>Tabla 22:</b> tabulación de pregunta 3 .....	65
<b>Tabla 23:</b> tabulación de la pregunta 4 .....	66
<b>Tabla 24:</b> tabulación de datos de la pregunta 5 .....	67

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Ciclo de la Agricultura 4.0 .....	9
<b>Gráfico 2:</b> Agricultura de precisión .....	11
<b>Gráfico 3:</b> Dispositivos para el monitoreo de variables ambientales .....	12
<b>Gráfico 4:</b> Técnicas de inteligencia artificial Machine Learning .....	13
<b>Gráfico 5:</b> Modelos de máquinas de Vectores SVM .....	15
<b>Gráfico 6:</b> Vector Probabilidades en las SVMs.....	15
<b>Gráfico 7:</b> Arquitectura Matemática en máquinas de vectores de soporte SVM .....	16
<b>Gráfico 8:</b> Arquitectura de entrenamiento del aprendizaje supervisado .....	17
<b>Gráfico 9:</b> Agrupamiento de datos en Aprendizaje no supervisado .....	17
<b>Gráfico 10:</b> Arquitectura de aprendizaje por refuerzo .....	18
<b>Gráfico 11:</b> Biblioteca y estructura en nube de comunicación.....	19
<b>Gráfico 12:</b> Arquitectura de comunicación del Framework TensorFlow .....	20
<b>Gráfico 13:</b> Comunicación REST del Framework Streamlit y cliente .....	20
<b>Gráfico 14:</b> Servicio en nube Google Cloud .....	21
<b>Gráfico 15:</b> Arquitectura de la nube AWS .....	23
<b>Gráfico 16:</b> Balanceador de carga de servidor a cliente.....	24
<b>Gráfico 17:</b> Declaración en lectura del documento en formato Excel .....	36
<b>Gráfico 18:</b> Carga de datos provenientes del DataSet .....	37
<b>Gráfico 19:</b> Variables ambientales mediante descripción de elementos.....	37
<b>Gráfico 20:</b> Obtencion de etiquetas de variables ambientales.....	38
<b>Gráfico 21:</b> Separación de daros y prueba .....	38
<b>Gráfico 22:</b> Ciclos de entrenamiento .....	40
<b>Gráfico 23:</b> Carga de modelo vectorial para la distribución de precipitación.....	40
<b>Gráfico 24:</b> Grafico evaluativo de precipitación .....	41
<b>Gráfico 25:</b> Promedio de datos en base a los test de entrenamiento de los modelos IA 41	
<b>Gráfico 26:</b> Evaluacion de la entrada de dato Nitrógeno .....	42
<b>Gráfico 27:</b> Evaluacion de la entrada de dato Potasio .....	42
<b>Gráfico 28:</b> Evaluacion de la entrada de dato Fosforo.....	42
<b>Gráfico 29:</b> Evaluacion de la entrada de dato Temperatura .....	43
<b>Gráfico 30:</b> Evaluacion de la entrada de dato Humedad.....	43
<b>Gráfico 31:</b> Evaluacion de la entrada de dato pH alcalino de suelo .....	43
<b>Gráfico 32:</b> Evaluacion de la entrada de dato Lluvia.....	44
<b>Gráfico 33:</b> Codificacion de MODEL_PAHT.....	44

<b>Gráfico 34:</b> Codificación de carga del modelo .....	45
<b>Gráfico 35:</b> Template del lado del cliente mediante Streamlit en el ingreso de variables .....	45
<b>Gráfico 36:</b> Predicción en la recomendación del cultivo del lado del cliente .....	46
<b>Gráfico 37:</b> Consola de Google Cloud.....	48
<b>Gráfico 38:</b> Configuración de maquina en Google Cloud .....	49
<b>Gráfico 39:</b> Resultado del aplicativo web .....	51
<b>Gráfico 40:</b> tabulación de la pregunta 1 .....	64
<b>Gráfico 41:</b> tabulación de pregunta 2.....	65
<b>Gráfico 42:</b> tabulación de la pregunta 3 .....	66
<b>Gráfico 43:</b> tabulación de pregunta 4.....	66
<b>Gráfico 44:</b> tabulación de pregunta 5.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Variable Ambiental.....	11
<b>Figura 2:</b> Técnicas de machine learning .....	12
<b>Figura 3:</b> Modelo de máquina de vectores de soporte SVM.....	14
<b>Figura 4:</b> Selección de datos para entrenamiento .....	32
<b>Figura 5:</b> Selección de datos ambientales .....	33
<b>Figura 6:</b> Preprocesado de datos ambientales .....	34
<b>Figura 7:</b> Preprocesado de datos ambientales .....	34
<b>Figura 8:</b> Modelos de inteligencia artificial SVM.....	35
<b>Figura 9:</b> Conjunto de información en base a la recolección de datos del DataSet .....	35
<b>Figura 10:</b> Entrenamiento de la máquina de soporte vectorial SVM .....	39
<b>Figura 11:</b> Predicción para la recomendación de cultivos .....	46
<b>Figura 12:</b> Flujo de despliegue técnico .....	47
<b>Figura 13:</b> Flujo de ambiente de despliegue en Google Cloud .....	48
<b>Figura 14:</b> Servicio web mediante la carga de ruta física .....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Curriculum vitae Docente tutor Ing. MSc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez ..	57
<b>Anexo 2:</b> Curriculum vitae autor Coppiano Marín Alex David.....	59
<b>Anexo 3:</b> Curriculum vitae autor Herrera Vargas Cristopher José .....	61
<b>Anexo 4:</b> Formato de la encuesta realizada a las asociaciones y fincas agroecológicas del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi.....	63
<b>Anexo 5:</b> Resultado de la encuesta mediante la tabulación de datos .....	64
<b>Anexo 6:</b> Formato de la entrevista aplicada a los representantes de asociaciones de fincas agroecológicas .....	68
<b>Anexo 7:</b> Entrevista a Leonardo Gabriel Ramos Jiménez representante de la finca ADELITA.....	69
<b>Anexo 8:</b> Encuesta realizada a dueños de las fincas agrícolas del cantón La Maná .....	70
<b>Anexo 9:</b> Visita de terrenos donde se aplicó el desarrollo de la investigación.....	71
<b>Anexo 10:</b> Recolección de datos para el proceso de predicción artificial de los suelos.	71
<b>Anexo 11:</b> Base de datos.....	72
<b>Anexo 12:</b> Preparación del entorno de codificación Júpiter Netbook .....	72
<b>Anexo 13:</b> Importación de librerías en el entorno de trabajo.....	73
<b>Anexo 14:</b> Lectura y precarga de los datos recolectados de los suelos de las fincas agroecológicas .....	73
<b>Anexo 15:</b> Distribución en la toma de datos ambientales.....	74
<b>Anexo 16:</b> Obtencion de variables independientes para la ejecución de la predicción ..	74
<b>Anexo 17:</b> Entrenamiento de variables dependientes.....	75
<b>Anexo 18:</b> Ajuste de los modelos de inteligencia artificial SVM para la carga de la aplicación.....	75
<b>Anexo 19:</b> Obtener promedio de datos del modelo previamente entrenado para la ejecución de la predicción .....	76
<b>Anexo 20:</b> Configuración de entorno en consola mediante mini anaconda .....	76
<b>Anexo 21:</b> Instalación de los complementos .....	77
<b>Anexo 22:</b> Ejecución del entorno ApiCrop de anaconda.....	77
<b>Anexo 23:</b> Ejecución de aplicativo web basado en modelos predictivos del suelo para cultivos .....	78
<b>Anexo 24:</b> Certificado de implementación del proyecto de investigación .....	79
<b>Anexo 25:</b> Manual de usuario del aplicativo web .....	80

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### Título del Proyecto:

“Desarrollo De Aplicativo Web Basado En Maquinas De Vectores De Soporte (*Svm*) De Aprendizaje Supervisado Para La Predicción En La Recomendación De Cultivos Mediante Datos Ambientales Para Fincas Agroecológicas Del Cantón La Maná, Provincia Del Cotopaxi.”

<b>Fecha de inicio:</b>	Octubre 2021
<b>Fecha de finalización:</b>	Marzo 2022
<b>Lugar de ejecución:</b>	Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi
<b>Unidad académica que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
<b>Carrera que auspicia:</b>	Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales
<b>Proyecto de investigación vinculado:</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

### Equipo de trabajo:

**Estudiante:** Coppiano Marín Alex David  
**Correo:** alex.coppiano3099@utc.edu.ec  
**Teléfono:** 097 974 2932  
**Estudiante:** Herrera Vargas Christopher José  
**Correo:** christopher.herrera6967@utc.edu.ec  
**Teléfono:** 099 872 0978  
**Tutor:** MSc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez  
**Correo:** edel.rodriguez@utc.edu.ec  
**Teléfono:** 098 993 0089

**Área de conocimiento:** Desarrollo de Software

**Línea de Investigación:** Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs).

**Sub líneas de investigación de la carrera:** Inteligencia artificial e inteligencia de negocios.

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

El presente trabajo de investigación se refiere al desarrollo de una aplicación web basada en máquinas de vectores de soporte en el aprendizaje supervisado mediante inteligencia artificial, lo cual tiene como tarea dar soporte en la generación de predicciones para la recomendación de cultivos en las fincas agroecológicas dependiendo de las características tanto del suelo y del ambiente.

Mediante el sistema de predicción las personas podrán tener en cuenta la recomendación de cultivos por la cual sus terrenos están aptos para realizar la siembra de un fruto o granos secos dentro de zona, teniendo como beneficiarios a los agricultores dueños de fincas agroecológicas y profesionales agrícolas del cantón la Maná. Para el desarrollo de la aplicación web se debe considerar parámetros como: la generación de modelos de inteligencia artificial basados en SVM, entrenamiento de los modelos y en enlazarlos a producción, generación de API para que la aplicación web sea consumida por clientes finales. Como resultado obtendremos un aplicativo en producción alojado en servidor remoto lo cual permitirá predecir la recomendación de cultivos mediante datos ambientales como tecnología de innovación en la agricultura de precisión.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La agricultura 4.0 en los países latinoamericanos especialmente en el territorio ecuatoriano ha ganado mucha importancia, sus producciones son en base a determinada plantación agrícola, lo que genera el incremento de ganancias tanto en consumidores locales como extranjeros, permitiendo así la aplicación de la tecnología para obtener los mejores resultados en el campo agrario.

Los avances tecnológicos orientados a la agricultura de precisión o agricultura inteligente implican la instalación de conjuntos técnicos para así manejar la variabilidad espacial y temporal a sociedad con todos los aspectos de la producción agrícola, con el propósito de mejorar la respuesta de los cultivos y la calidad ambiental en las parcelas de las fincas agroecológicas.

El beneficio de la aplicación de los procesos de agricultura inteligente permitirá que se gestione las parcelas agrícolas sobre la base de la observación, la medida y la actuación; empleando así herramientas tecnológicas apoyadas en inteligencia artificial en base a máquinas de vectores de soporte de predicción para incrementar la rentabilidad de los cultivos, su calidad, cantidad y rendimiento.

Por lo tanto, el estudio realizado por los investigadores es asistir al agricultor a que visualice la recomendación de un tipo de cultivo apto en sus parcelas agroecológicas dependiendo en base a una característica del suelo y condición ambiental mediante una herramienta que permita el ingreso de datos, para así obtener una respuesta de predicción al momento de realizar un cultivo en determinada zona del cantón la Maná, Provincia de Cotopaxi.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El presente proyecto beneficiara a los pequeños y medianos agricultores de la zona del cantón la Maná, mediante la implementación de soluciones de inteligencia artificial para la predicción en sembríos de cultivos.

**Tabla 1:** Beneficiarios Directos

<b>Beneficiario</b>	<b>Beneficiario Directos</b>	<b>Total</b>
<b>Asociación de productores Agrícolas “ASOPROCAMAN”</b>	36	
<b>Asociación de productores Agrícolas “CALOPE”</b>	28	
<b>Asociación de desarrollo comunitario “FE Y ESPERANZA”</b>	38	
<b>Fincas independientes</b>	15	117

**Fuente:** MAGAP-LA MANÁ

**Realizado por:** Los investigadores

**Tabla 2:** Beneficiarios Indirectos

<b>Beneficiario</b>	<b>Beneficiarios Indirectos</b>		<b>Total</b>
<b>Agricultores de asociaciones y fincas independientes.</b>	Hombres 65	Mujeres 52	117

**Fuente:** MAGAP-LA MANÁ

**Realizado por:** Los investigadores

#### 5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El perfeccionamiento tecnológico en base a la inteligencia artificial aplicada en la agricultura de precisión nos ofrece en la actualidad capacidades de manera automatizada, lo que permitirán establecer tareas autónomas diseñadas para ello, como la implementación de placas de sensores ambientales, drones de captura de terreno y software que permiten realizar predicciones en base a una entrada de datos o clasificación de imágenes, como objetivo es mejorar la toma de decisiones de manera correcta en el rendimiento de los cultivos.

Es preciso indicar que el problema incide en la poca aplicación de la tecnología 4.0 en la agricultura local, más que todo en la implementación de soluciones para los pequeños y medianos agricultores de la zona que se dedican a la siembra de cultivos en parcelas o fincas agroecológicas, estos no cuentan con el presupuesto requerido para la ejecución de sensores y software de predicción mediante la obtención de datos destinado para la agricultura de precisión.

En este sentido, mediante el proyecto de investigación se plantea desarrollar e implementar como solución de agricultura inteligente para las fincas agroecológicas del cantón la Maná; una aplicación web de inteligencia artificial basada en máquinas de vectores de soporte (SVM) de aprendizaje supervisado para la predicción en la recomendación de cultivos mediante datos ambientales, lo que permitirá en base a una entrada de datos requeridos predecir el cultivo adecuado y apto para su siembra en base a la característica de los suelos, lo que permitirá ayudar a la productividad del agricultor.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo general**

Desarrollar una aplicación web de aprendizaje supervisado para la predicción en la recomendación de cultivos mediante datos ambientales para fincas agroecológicas del Cantón la Maná.

### **6.2. Objetivos específicos**

- Consultar fuentes bibliográficas para la obtención de información sobre la agricultura de precisión y su aplicación.
- Generar modelos de inteligencia artificial en base a máquinas de vectores de soporte (*SVM*) para la predicción y recomendación de un tipo de cultivo en base a datos ambientales.
- Desarrollar una aplicación web que permita recomendar un determinado tipo de cultivo dependiendo de las características ambientales.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 3:** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
<b>Objetivo Especifico 1:</b> Consultar fuentes bibliográficas para la obtención de información sobre la agricultura de precisión y su aplicación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar fuentes y datos bibliográficos.</li> <li>• Artículos analizados en el proceso de investigación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión Bibliográfica de libros y artículos científicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco teórico del proyecto a investigar.</li> <li>• Fuentes bibliográficas.</li> </ul>
<b>Objetivo Especifico 2:</b> Generar modelos de inteligencia artificial en base máquinas de vectores de soporte ( <i>SVM</i> ) para la predicción y recomendación de un tipo de cultivo en base a datos ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar el proceso y funcionamiento del algoritmo en base máquinas de vectores de soporte.</li> <li>• Establecer las herramientas y lenguajes de programación para el algoritmo de predicción a implementar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener resultados de los algoritmos basados en máquinas de soporte aplicados a la recomendación de la siembra de un cultivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de la propuesta técnica de la investigación.</li> </ul>
<b>Objetivo Especifico 3:</b> Desarrollar una aplicación web que permita recomendar un determinado tipo de cultivo dependiendo de las características ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conexión de un modelo SVM mediante el marco de trabajo Flask de Python.</li> <li>• Comprobación del funcionamiento del algoritmo desplegado en Streamlit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de los modelos implementados en Google Cloud.</li> <li>• Consumo de una API en Streamlit para conexión remota del cliente final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación web para la recomendación un determinado tipo de cultivo dependiendo de las características del ambiente puesta en producción.</li> </ul>

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1. Antecedentes de la investigación**

Ibarra, I. (2012), propone como proyecto de investigación el diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos con sensores: 808h5v5, mcp9700a, watermark, mpx4115a, sq-110, comunicación mediante protocolo zigbee y mysql, para un cultivo de tomate en sutamarchán, Boyacá (Colombia). Mencionando que el sector agrícola colombiano tiene un estancamiento de producción de una forma tradicional implementada por los agricultores locales; esto se vio en la necesidad de desarrollar e implementar agricultura de precisión para adquirir determinada información sobre cultivos, integrando así tecnologías mediante sensores de comunicación y almacenamiento en nube.

(Hernández, Soto, & Caballero, 2009), implementan en su proceso investigativo el desarrollo de modelos de inteligencia artificial mediante simulación de cultivos, constituyendo así una herramienta fundamental que permitirá comprender problemas de capacidades productivas como aproximaciones de condiciones distintas climáticas, logrando así mediante la propuesta de investigación encontrar factores en decadencia de los cultivos sembrados en fincas ecológicas.

(Navarro, 2019), desarrolla su investigación basada en la modelación de cultivos mediante CropWat para cálculo de requerimientos de agua y cultivos, permitiendo así la implementación y combinación de recomendaciones de cultivos adaptadas a la siembra mediante el cambio climático, basándose en técnicas de predicción, modelación agronómica y conocimiento local mediante servicios agro-climáticos basados en inteligencia artificial.

(Praguer, 2019), su investigación aplicada se basa en la modelación de cultivos y ganado; lo que permite requerir información mediante modelos de regresión y máquinas de vectores de soporte en la comprensión de diferentes condiciones de adaptación tanto del sembrío del cultivo como la ubicación del ganado mediante los comportamientos en base a variables medio ambientales y pronósticos estacionales mediante lenguajes de inteligencia artificial como python y R.

(García, Zambrano, Alcívar, & Zambrano, 2020), mediante su proyecto de investigación proponen el desarrollo de la predicción del rendimiento de cultivos agrícolas usando aprendizaje automático mediante máquinas de vectores de soporte; permitiendo así usar

variables ambientales de las hectáreas previamente cosechadas mediante una arquitectura de red neuronal, el test aplicado de manera estadística de inteligencia artificial cuantificativa permitió diferenciar rendimientos de las hectáreas cosechadas en producción por toneladas donde existió una capacidad productiva del 96%.

## **8.2. La Agricultura**

La agricultura tiene una gran importancia en la economía de muchos países en desarrollo debido a su significativa contribución a la producción interna y el empleo, así como por su aporte a la seguridad alimentaria, esencial sobre todo para los países menos industrializados. Mujeres y hombres participan en forma diferente en las diversas actividades agrícolas, como la producción pecuaria o la de cultivos de exportación. Dado que las repercusiones de la liberalización del comercio en estos sectores no son iguales, sus efectos sobre mujeres y hombres también son diferentes; pudiendo ampliar o reducir las disparidades de género existentes. Por otra parte, dado que a menudo la formación y aptitudes de mujeres y hombres, así como sus ingresos son distintos, también difiere su capacidad de respuesta ante los cambios en las políticas. Así pues, la liberalización del comercio repercute en forma distinta en las mujeres y los hombres porque son diferentes las respectivas funciones de ambos en la agricultura y la posición que históricamente han tenido en relación al acceso y el manejo de los recursos productivos (Koehler, G., & Jorgensen, G, 2010)

## **8.3. Huertas Agroecológicas**

Las huertas agroecológicas son ambientes determinados como sistemas en base a reforestaciones por las personas en la producción de productos agrícolas (Conway, 1987). Estos ambientes se ubican cerca del lugar de residencia y se caracterizan por presentar gran variedad de plantas cultivadas, nativas y una alta proporción de especies exóticas, constituyendo ensamblajes botánicos poco comunes en un espacio reducido presentan ciclos más largos a un año y son ecológicamente más complejos que un monocultivo. Las huertas agroecológicas no cuentan con altos niveles químicos como abonos, pesticidas, implementados en los monocultivos, se conservan gracias al manejo que toman las asociaciones y aplican el conocimiento particular.

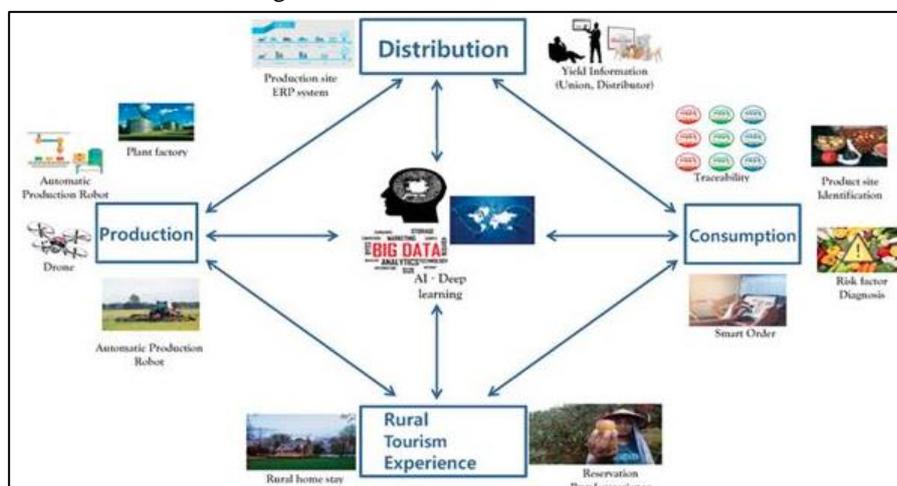
De este modo, las huertas han organizado un medio elemental para el sostén y prosperidad de los grupos rurales, teniendo en cuenta un texto social en el que la necesidad, debilidad y degradación ambiental se han convertido en situaciones comunes

en los países en vía de desarrollo. En este tipo de ecosistemas agrícolas, se utiliza frecuentemente el conocimiento tradicional para la obtención de productos a partir de las plantas, que benefician a las familias campesinas, (Biodiversity International, 2006).

#### 8.4. Agricultura 4.0

La Agricultura 4.0 está relacionada con la digitalización de todos los procesos relacionados a la cadena productiva, justamente para hacerla más eficiente. Pero no siempre se tiene la oportunidad de llevar un control minucioso de todo el proceso productivo. (Conacyt, 2015)

**Gráfico 1:** Ciclo de la Agricultura 4.0



**Fuente:** Orizont, la agricultura 4.0 y las nuevas demandas del sector (2019)

Entre otras incursiones tecnológicas en la agricultura podemos mencionar a la mecanización de los procesos, cuyo objetivo principal era disminuir el tiempo y costo con la producción de alimentos. El uso de máquinas agrícolas y tractores para la siembra y cosechas para trabajar en grandes extensiones de tierra, fueron una constante. Esto permitió una oferta de alimentos en los principales países productores y el incremento de la comercialización internacional de alimentos. Esta época la denominamos como la “era de la mecanización y automatización” (Conacyt, 2015).

#### 8.5. Aplicación de agricultura tecnológica 4.0

La aplicación de la tecnología como factor de producción, es gracias a los cambios realizados en aspectos tales como la naturaleza de los bienes producidos, los mercados y la competencia internacional. Todo esto es consecuencia del incremento de la tecnología en los bienes y servicios, derivado de aspectos fundamentales como el conocimiento científico, avances en diseño, inteligencia artificial, automatización, softwares y descubrimientos biológicos (Best, Vargas, & Inia, 2020).

### **8.5.1. Aplicaciones tecnologías orientadas en el sector agrícola**

Entre las principales áreas de aplicación de tecnologías para el cuidado de los cultivos, se encuentra: monitoreo, caracterización del suelo y agua, uso adecuado de los fertilizantes en la nutrición y la reducción del impacto ambiental (Cárdenas, 2008). En la actualidad existen diferentes tecnologías utilizadas para incrementar la eficiencia del uso de estos recursos durante la producción en los cultivos, principalmente para apoyar la toma de decisiones, como lo es la agricultura de precisión.

### **8.5.2. Importancia sobre la aplicación de tecnologías en el sector agrícola**

El ingreso de las tecnologías en el sector agrícola aún está en su etapa inicial. Sin embargo, la importancia de la aplicación en este sector radica principalmente en los diferentes ambientes en los que puede ser utilizada: el cultivo a cielo abierto y el cultivo protegido. Este último es el más explorado debido a que permite obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos en el producto en cualquier momento del año, a su vez alarga el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas más difíciles. Sin embargo, para obtener estas producciones se requiere de la experiencia del agricultor, la cual es preciosa y precisa. Lo anterior debido a que los invernaderos no ofrecen protección contra plagas de insectos y otros patógenos. Aun cuando es posible que se consigan cosechas exentas totalmente de pesticidas, debido al apoyo en el control biológico de los insectos y el control ambiental de las enfermedades, se requiere más que la experiencia para llegar a una verdadera cosecha libre de plagas, enfermedades y cualquier tipo de recurso que afecte el cultivo. (Jarvis, 1998).

Entonces, tanto la experiencia del agricultor como el uso de la tecnología pueden erradicar las afecciones en los cultivos del sector agrícola, por lo menos en el desarrollo de plagas y enfermedades. Dejando atrás el control por medio de recursos que hasta el momento causan pérdidas y daños a los recursos naturales (agua, suelo), así como en el fruto.

### **8.5.3. Implementación de la agricultura de precisión 4.0**

El énfasis en la implementación y el uso de información de tecnologías emergentes, para sintetizar y entregar herramientas de decisión, permiten mejorar la rentabilidad del agricultor. Estas actividades a menudo dependen de la interacción de distintos sistemas: sensores, tecnologías de la información y comunicación (TIC's), procesamiento de imágenes mediante inteligencia artificial, análisis y modelos matemáticos estadísticos e

ingeniería mecánica, entre otros mediante la adopción de cuatro etapas (Best, Vargas, & Inia, 2020).

**Gráfico 2:** Agricultura de precisión



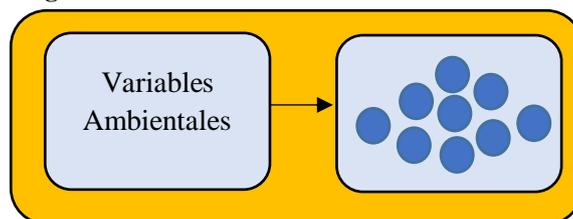
**Fuente:** ABC, datos y métricas que abonan la agricultura de precisión (2018)

### 8.6. Monitoreo de variables ambientales

Las herramientas de diagnóstico y monitoreo de variables ambientales permiten una gestión completa del campo, utilizando la tecnología GPS para mapear con precisión la variación del suelo a través del monitoreo de disponibilidad de agua, nutrientes del campo, detección de plagas o enfermedades. Ello se hace con la finalidad de mejorar el uso de los recursos disponibles, mediante aplicaciones de forma variable, según la necesidad de cada cuartel del predio. Esto se relaciona con la inserción y evaluación de sensores de monitoreo, ajustados a variabilidad espacial del terreno, para optimizar los procesos de producción faenas tecnológicas agrícolas.

Estas herramientas de gestión tienen real impacto cuando ya se han detectado las zonas de mayor y menor eficiencia dentro del cultivo, a través de las segmentaciones prediales. Los puntos de monitoreo determinado, según las zonas, se pueden georreferenciar con las herramientas que tengan incorporado GPS o al ir asociadas a equipos smartphone (Best, Vargas, & Inia, 2020).

**Figura 1:** Variable Ambiental



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 3:** Dispositivos para el monitoreo de variables ambientales

Fuente: UTE, dispositivos de monitoreo en variables ambientales (2017)

### 8.7. Inteligencia Artificial

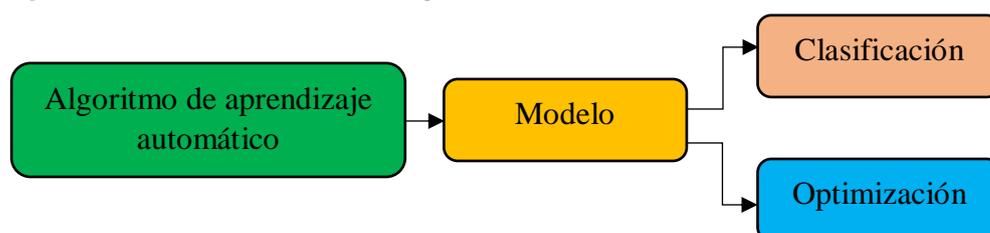
La inteligencia artificial es la ciencia de construir máquinas que piensen como humanos y actúen racionalmente. En informática, la máquina "inteligente" ideal es una persona flexible y racional que puede percibir el entorno circundante y actuar. Maximice sus posibilidades de éxito en determinadas metas o tareas smartphone (Best, Vargas, & Inia, 2020).

### 8.8. Modelos De Machine Learning

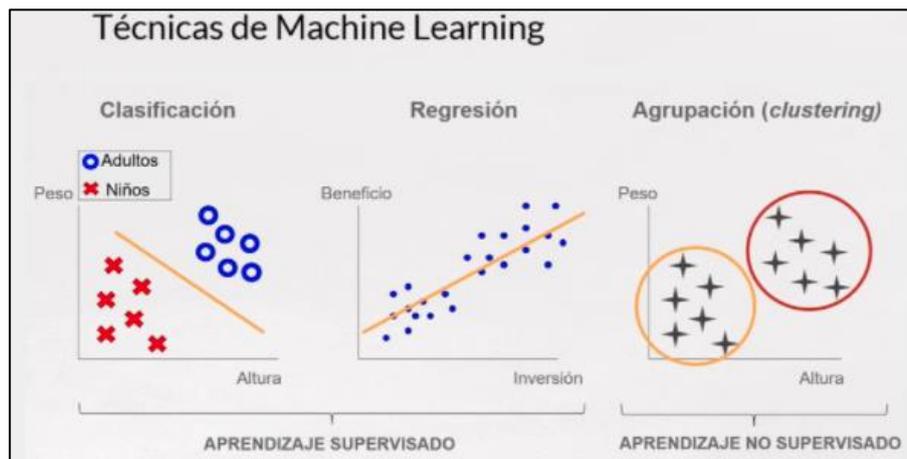
Los aprendizajes automáticos definen un conjunto de técnicas capaces de detectar patrones en los datos previamente entrenados. El aprendizaje automático o Machine Learning es un método científico que nos permite usar computadoras y otros dispositivos con poder de cómputo para permitirles a obtener resultados en la predicción datos por sí mismo. Estos patrones se pueden usar para predecir el comportamiento y tomar decisiones, (Ramiro, 2018).

#### 8.8.1. Técnicas de Machine Learning

Las técnicas de machine learning orientadas a la inteligencia artificial tanto como aprendizaje supervisado y no supervisado se representan en modelos de clasificación y modelos de regresión (Zambrano, 2019).

**Figura 2:** Técnicas de machine learning

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 4:** Técnicas de inteligencia artificial Machine Learning

Fuente: Hiberus, machine learning (2020)

Por lo tanto, la función de los modelos de inteligencia artificial intenta de manera automatizada predecir un valor de una variable denominada continua, esta se basa en entrenamientos mediante algoritmos de agrupación o clustering para que la información no detecte de manera instantánea a que categoría se referencie la etiqueta (Zambrano, 2019).

### 8.8.2. Algoritmos Machine Learning

En la actualidad existen varios algoritmos de machine learning, desde los más sencillos y básicos hasta los más complejos que se pueden destacar como:

- Regresión logística
- Árbol de decisión
- Random Forest
- Isolation Forest
- Máquinas de vectores de soporte
- Regresión lineal

### 8.9. Modelos predictivos aplicados en el sector agrícola

Herrero et, al, (2007), presenta un modelo robusto para la identificación no lineal de cultivos en un invernadero, usando algoritmos predictivos. En donde estos dependen directamente del clima que se presenta en las diferentes áreas geográficas. Así mismo propone un modelo de identificación robusta (RI), el cual es abordado por métodos estocásticos, en donde, aun cuando se tiene una incertidumbre alta, son los más adecuados para obtener un conjunto de posibles parámetros que resultan necesarios para el funcionamiento adecuado del modelo en general. Finalmente muestra las capacidades

de la metodología propuesta mediante el modelo RI, alimentando el modelo con datos reales obtenidos en un verano en zonas mediterráneas. El resultado que se destaca es la flexibilidad para las normas aplicadas, en relación a la temperatura interior y la humedad.

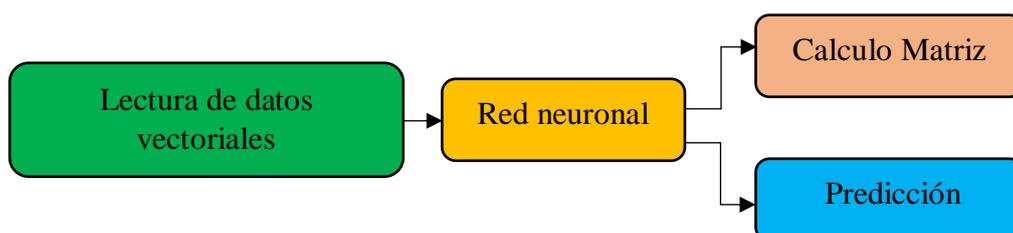
Ameur et.al, (2001), aborda el monitoreo de invernaderos desde la perspectiva del uso de microcontroladores con una herramienta de software, diseñada para gerenciar los datos recolectados. Esta investigación se destaca por su versatilidad y su portabilidad. Entre los parámetros utilizados, nuevamente encontramos, como base, aquellos relacionados con las condiciones climatológicas. La parte práctica se desarrolla en un invernadero, donde se tiene un cultivo de bananas y el objetivo principal de esta investigación es el desempeño del microcontrolador en este ambiente y como responde a las condiciones ambientales en las que se encuentra, además del análisis en base a la respuesta del modelo presentado.

Wang et. al., (2012), describe a los parámetros ambientales de los cultivos protegidos, como la clave para una mayor automatización y eficiencia de los mismos. Su principal aportación del diseño es tanto el hardware como el software de una WSN para resolver los problemas relacionados a las condiciones climatológicas de invernaderos, así como la gerencia de la seguridad de los datos, la energía de los nodos y el comportamiento del modelo para ser utilizado en otros entornos como la industria.

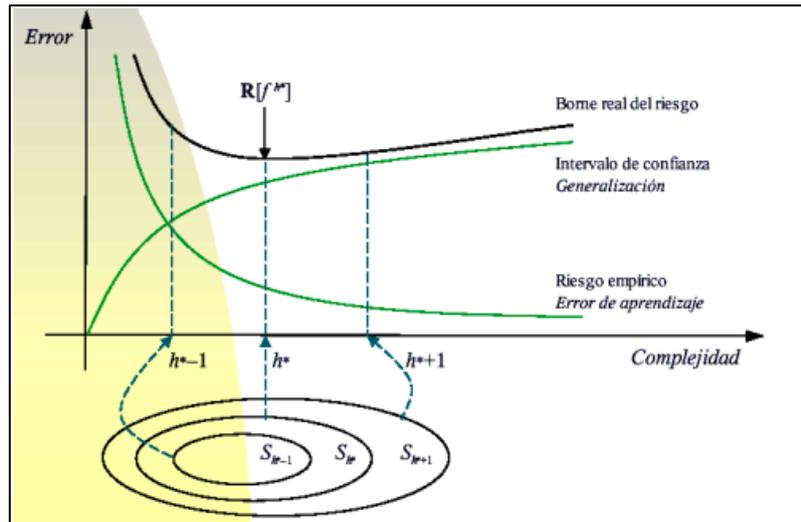
### 8.10. Modelo de máquina de vectores de soporte SVM

Las máquinas de soporte vectorial se basan en la aproximación del modelo de control guardan matrices con un numero de rasgos pequeños a diferencia de las estructuras convencionales como estadística o modelos predeterminados de una red neuronal. Los SVM o modelos de máquinas de soporte vectorial tienen como tarea aproximarse a realizar una función, donde se obtienen datos secuenciales como data almacenada (Cristianini & Shawe -Taylor, 2000).

**Figura 3:** Modelo de máquina de vectores de soporte SVM



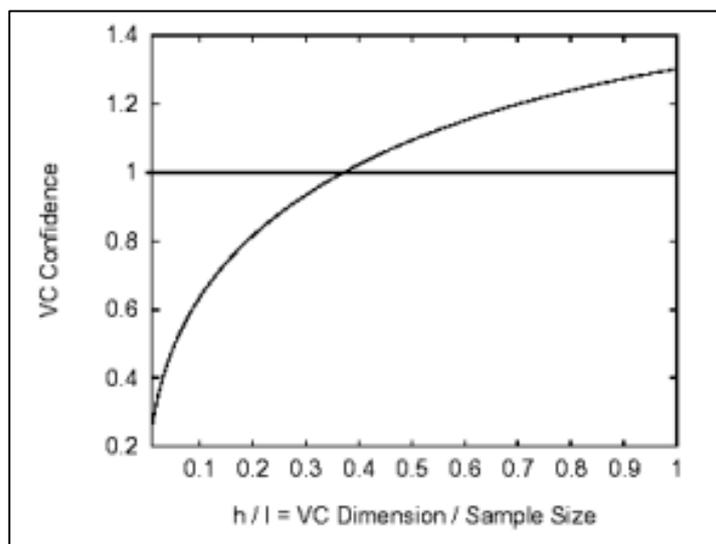
**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 5:** Modelos de máquinas de Vectores SVM

Fuente: Gorreta, máquina de soporte vectorial (2015)

### 8.11. Probabilidades en las SVMs

La máquina de vectores de soporte estandariza probabilidades en el sentido de aplicar estimaciones en las predicciones, esta se basa en distribuir condicionales como objeto a cuantificar a una asociada predicción. Por ello dentro de las máquinas de soporte vectoriales SVMs se han desarrollado diferentes aproximaciones en basa a data recolectada para su aplicación en la inteligencia artificial (Cristianini & Shawe -Taylor, 2000).

**Gráfico 6:** Vector Probabilidades en las SVMs

Fuente: Gorreta, máquina de soporte vectorial (2015)

#### 8.11.1. Reconocimiento de patrones en modelos de vectores de soporte

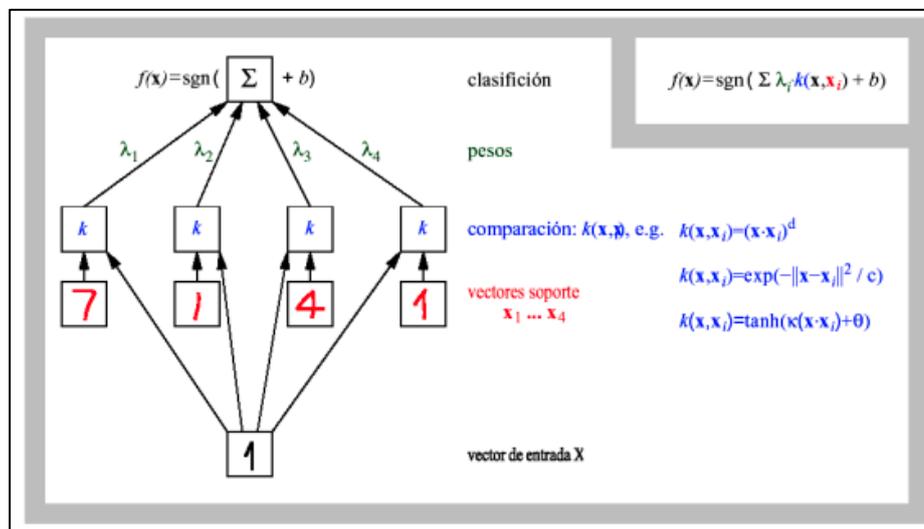
Las variables de reconocimiento aplicadas a los procesos de predicción en los modelos basados en máquinas de vectores de soporte SVMs, se representan como un valor finito

sobre una relación no definida que son conjuntos o elementos numéricos; y estos se define como una clasificación general o reconocimiento de patrones en un espacio de salida dentro de un sistema no ordenado (Osuna et al., 1997; Dumais et al., 1998).

### 8.11.2. Arquitectura de modelo basado en máquinas de vectores de soporte SVM

La arquitectura de la maquina vectorial consta con procesos capaz de optimizar respuestas mediante comparaciones estadísticas, estas reflejadas en determinadas mallas estadísticas lo cual automáticamente se considera como un proceso de selección a partir de un conjunto de entrenamiento para dar una respuesta a un problema planteado mediante los sistemas vectoriales (Cristianini & Shawe -Taylor, 2000).

**Gráfico 7:** Arquitectura Matemática en máquinas de vectores de soporte SVM

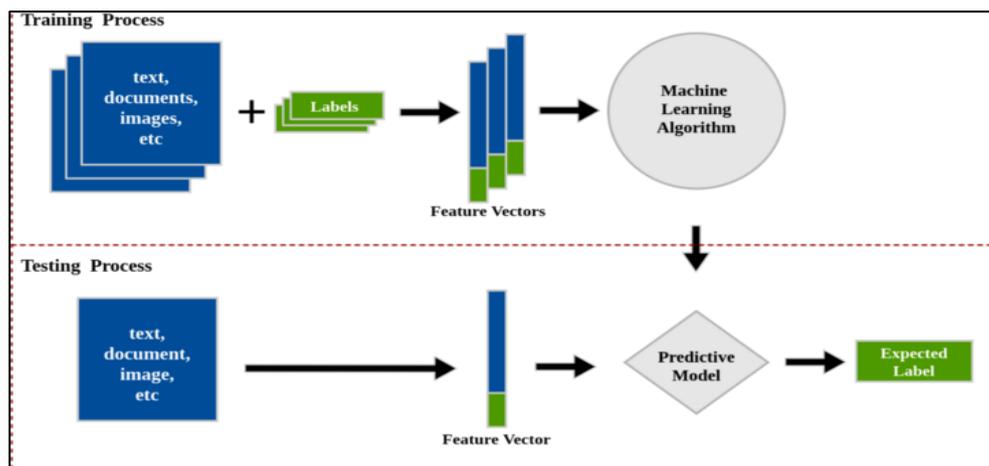


**Fuente:** Gorreta, máquina de soporte vectorial (2015)

## 8.12. Tipos De Aprendizaje En Inteligencia Artificial

### 8.12.1. Aprendizaje supervisado

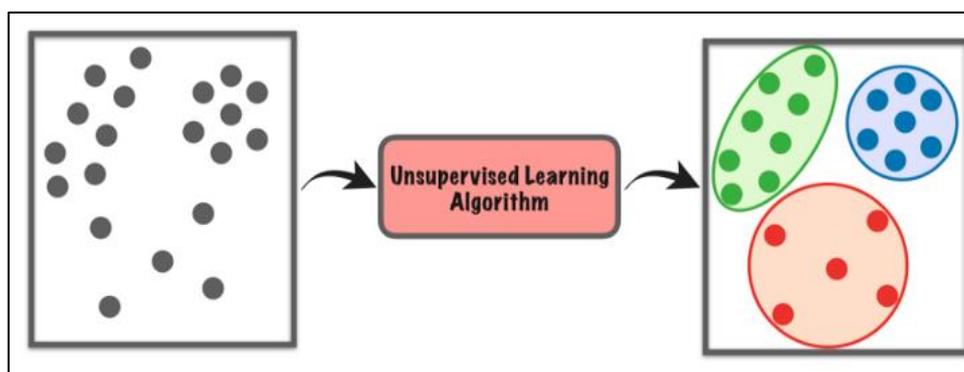
El aprendizaje supervisado se refiere a un conjunto de datos con nombre, incluidos los límites de entrada y salida, para preparar modelos, (Amara, Bouaziz, & Algergawy, 2017). Al preparar un modelo, la relación entre la preparación y la información de la prueba se mantiene en 80:20. El aprendizaje supervisado se cataloga en clasificación y regresión. El acuerdo es parte del método supervisado de tareas de aprendizaje donde la salida es un valor discreto. Este valor discreto puede ser un valor multiclase o paralelo. Aunque la recaída es un modelo de aprendizaje supervisado que produce un valor persistente, el objetivo de la recaída es anticipar un valor más cercano al valor de salida.

**Gráfico 8:** Arquitectura de entrenamiento del aprendizaje supervisado

Fuente: Calvo, aprendizaje supervisado (2018)

### 8.12.2. Aprendizaje no supervisado

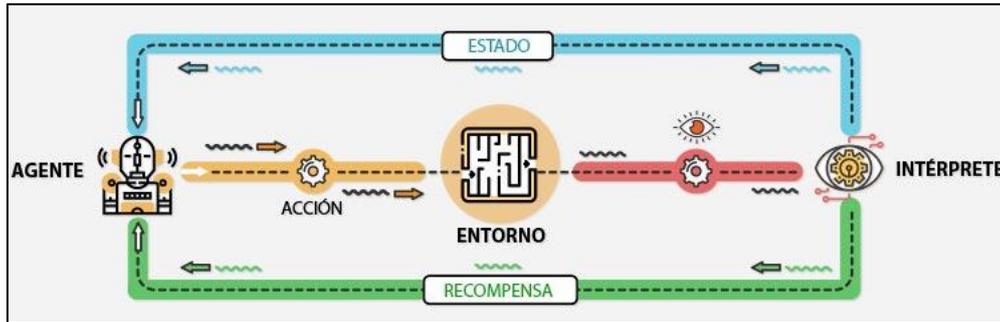
En el aprendizaje no supervisado, los objetivos no se dan a la pantalla para ser preparados, por lo que sólo hay límites de entrada y no se da ningún de salida al modelo. El agrupamiento y la asociación son dos tipos de aprendizaje no supervisado, (pothuganti, 2013). El agrupamiento se aplica a la información orquestada como reuniones hechas por diferentes ejemplos distinguidos por el modelo de la máquina. Mientras que un método basado en el estándar para ordenar las relaciones entre los límites de una vasta colección informativa, se denomina Asociación.

**Gráfico 9:** Agrupamiento de datos en Aprendizaje no supervisado

Fuente: Calvo, aprendizaje supervisado (2018)

### 8.12.3. Aprendizaje Por Refuerzo

La ejecución del modelo sigue mejorando con las críticas para aprender ejemplos y conductas. Cada vez que la información se encuentra y se añade a la información que se está preparando. Así, cuanto más se aprende, mejor se prepara y posteriormente se experimenta, (Narendrakumar, 2018). Los algoritmos para el aprendizaje por refuerzo son Temporal Difference, QLearning y Deep Adversarial Networks.

**Gráfico 10:** Arquitectura de aprendizaje por refuerzo

Fuente: IIC, aprendizaje profundo por refuerzo (2019)

## 9. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

### 9.1. Jupyter Notebook

Es un entorno de desarrollo interactivo fundado en web para cuadernos de código y datos de Jupyter. JupyterLab es muy flexible, configura y organiza la interfaz de usuario para admitir varios flujos de trabajo en ciencia de datos, informática científica y aprendizaje automático. JupyterLab es extensible y modular, escribe complementos para agregar nuevos componentes e integrarse con los componentes existentes, (Project Jupyter, 2020).

### 9.2. Google Colab

Google Colaboratory, más conocido como "Google Colab" o simplemente "Colab", es un proyecto de investigación para la creación de prototipos de modelos de aprendizaje automático en potentes opciones de hardware como GPU y TPU. Proporciona un entorno sin servidor para el desarrollo interactivo. Google Colab es de uso gratuito como otros productos de G Suite, (Bisong, 2019).

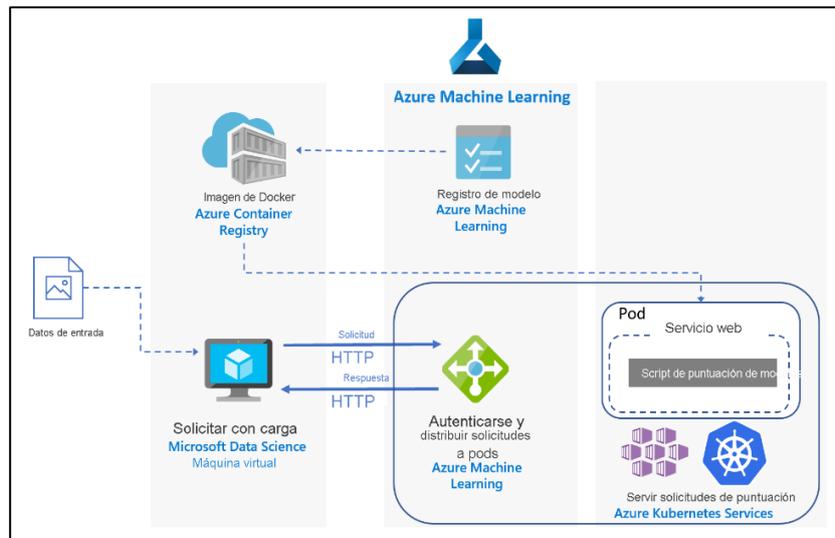
### 9.3. Python

Python es un lenguaje de programación de propósito general de alto nivel, portátil y de código abierto. Cuenta con un intérprete que proporciona un entorno interactivo, un sistema de tipo dinámico y una gestión automática de la memoria. Al estar orientado a objetos, su uso está muy extendido y ofrece una amplia y completa biblioteca para aplicaciones del mundo real (Nagar, 2018). Python 2 y Python 3 son dos versiones de intérpretes de Python que se utilizan actualmente. Python ha ganado popularidad entre los científicos de datos debido a la disponibilidad de bibliotecas fáciles de usar y a la facilidad para trabajar con una variedad de formatos de archivo tanto en local como en remoto.

#### 9.4. Scikit-Learn

Es una biblioteca de inteligencia artificial basada en el lenguaje de programación python y apoyado con los frameworks de tensorflow y keras, lo cual hace que esta librería cumpla funciones en la elaboración de algoritmos de regresión lineal y análisis de grupos lo cual están los vectores de máquina de soporte mediante aprendizaje automático (Project Scikit, 2020).

**Gráfico 11:** Biblioteca y estructura en nube de comunicación

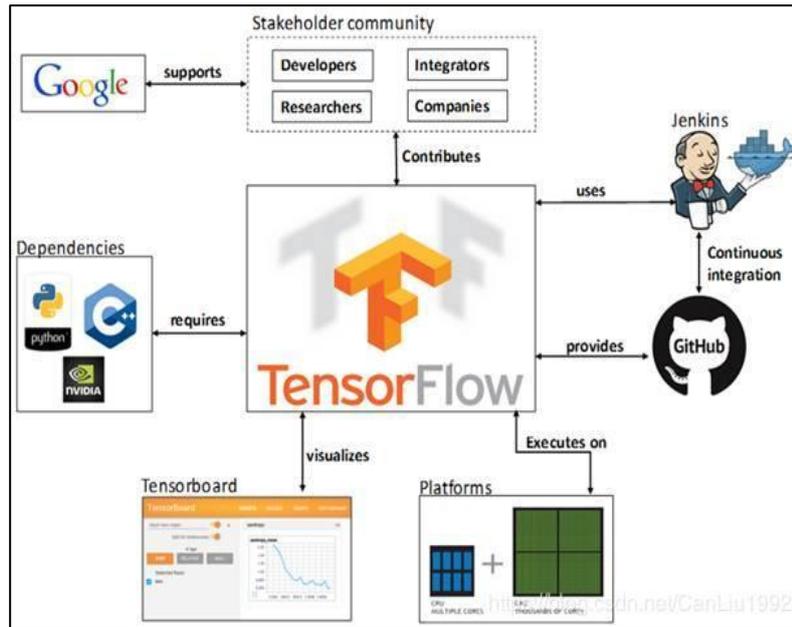


**Fuente:** Courmapeu, arquitectura Scikit-Learn (2017)

#### 9.5. Tensorflow

Es una biblioteca de cálculo numérico especializada en el aprendizaje profundo. Tiene un ambiente completo y elástico de herramientas, bibliotecas y recursos comunitarios que accede a los desarrolladores promover el aprendizaje automático innovador y permite a los investigadores compilar y efectuar fácilmente aplicaciones basadas en IA. (TensorFlow, 2020).

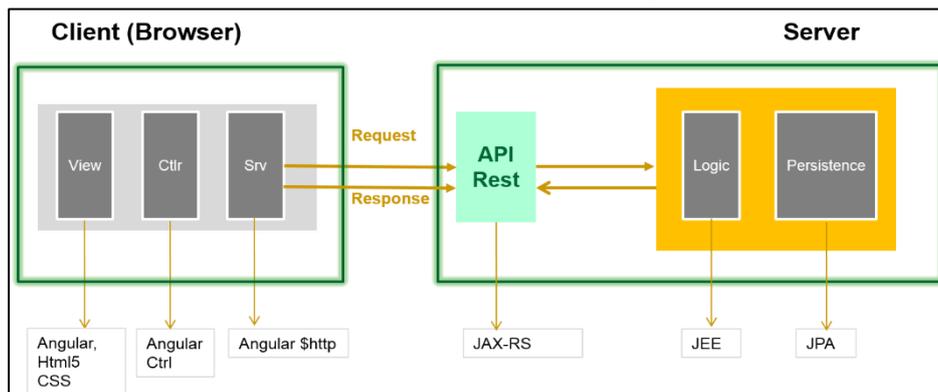
Con la tecnología TensorFlow, los desarrolladores, investigadores y diversas comunidades corporativas utilizan ML para resolver problemas prácticos complejos.

**Gráfico 12:** Arquitectura de comunicación del Framework TensorFlow

Fuente: Tensorflow, arquitectura y dependencias (2018)

## 9.6. Streamlit

Streamlit es un marco de trabajo de código abierto que permite crear aplicaciones de datos basados en modelos de inteligencia artificial, lo cual tiene múltiples componentes a la hora de implementar modelos de regresión mediante una API con compatibilidad en python (Streamlit Project, 2020).

**Gráfico 13:** Comunicación REST del Framework Streamlit y cliente

Fuente: Streamlit, comunicación de API REST (2020)

### 9.6.1. Características de Streamlit

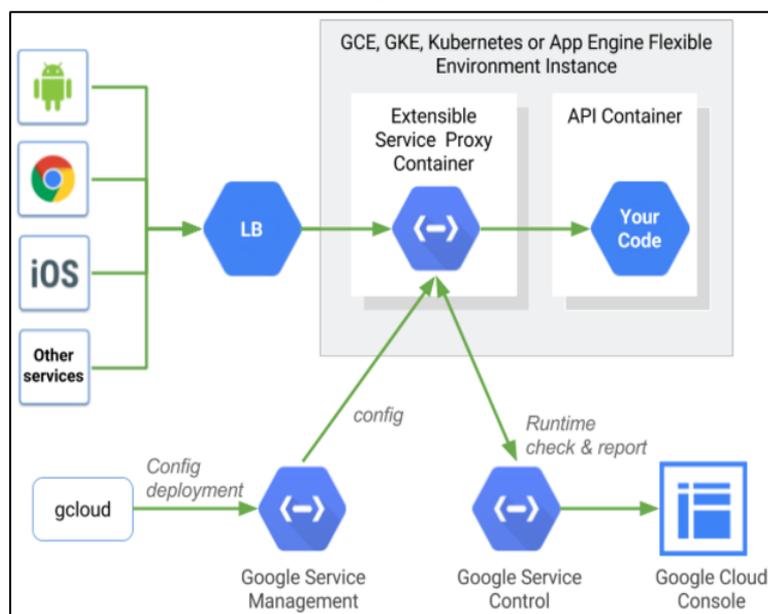
- Actualizaciones constantes dirigidas al momento de la implementación de modelos basados en inteligencia artificial.
- Compatibilidad con Python.
- Desarrollo Front-End con múltiples componentes para la comunicación de objetos en fácil integración con APIs.

- Script de código libre.

## 9.7. Servicios en nube

Los servicios en la nube son servicios que se utilizan a través de Internet. Es decir, no están físicamente instalados en tu ordenador. Se trata de un nuevo paradigma que surgió con el advenimiento de la World Wide Web. Antes de que apareciera la nube, todos los programas informáticos se instalaban en el ordenador. Los servicios en la nube son programas que se alojan en un servidor accesibles desde cualquier dispositivo conectado a Internet. Las ventajas de este tipo de servicios son evidentes, su uso no está restringido a un solo equipo informático y la seguridad, capacidad de almacenamiento y recursos de la nube son mayores que los de un ordenador. (Marques, 2019).

**Gráfico 14:** Servicio en nube Google Cloud



Fuente: Google, arquitectura cloud (2020)

### 9.7.1. Tipo de infraestructura en la nube

- **IaaS:** La infraestructura como servicio abarca el hardware virtualizado, permitiendo el espacio en los servidores virtuales, redes y almacenamiento. Estos recursos se acceden mediante los proveedores de servicios cloud, donde el usuario podrá construir su propia infraestructura.
- **PaaS:** La plataforma como servicio proporciona al usuario un entorno en nube lo cual permitirá crear aplicaciones y acceder a sus módulos a través de la red. Estos servicios consisten en entornos de sencilla manipulación y también secciones para

usuarios avanzados; obteniendo soporte técnico y la gestión correcta de la base de datos.

- **SaaS:** Software como servicio permitirá acceder a las aplicaciones alojadas en la nube mediante redes de donde se pueda acceder mediante cualquier dispositivo. Las posibilidades que las empresas implementan este tipo de servicios son infinitas teniendo una amplitud de abarque mediante la gestión de aplicaciones, como ventas, finanzas, planificación y comunicaciones.

### 9.7.2. Tipos de servicio en nube

- **Nube privada:** Las nubes privadas se encuentran dentro de las instancias de los sistemas operativos lo cual esta no ofrece el servicio a terceros. Lo cual la nube privada es una plataforma que obtiene solo el hardware, es decir máquinas, almacenamiento y arquitecturas de redes (IaaS).
- **Nube híbrida:** Combina las aplicaciones locales con los servicios en la nube de manera pública. Lo cual la aplicación privada se beneficia de los servicios de cloud computing y de la infraestructura de mantención de los controles principales.
- **Nube combinada:** Es la combinación de las privadas con las públicas, permitiendo ser administrados por diferentes proveedores, lo cual esta integración permite a los usuarios cambiar de servicios proporcionados por las públicas de una manera fácil.

## 9.8. Proveedor de servicios cloud

### 9.8.1. Google Cloud

Google Cloud consiste en un conjunto de recursos físicos, como computadoras y unidades de disco duro, y recursos virtuales, como máquinas virtuales (VM), que se encuentran en los centros de datos de Google en todo el mundo. (Google, 2018)

#### 9.8.1.1. Características de la nube de Google Cloud

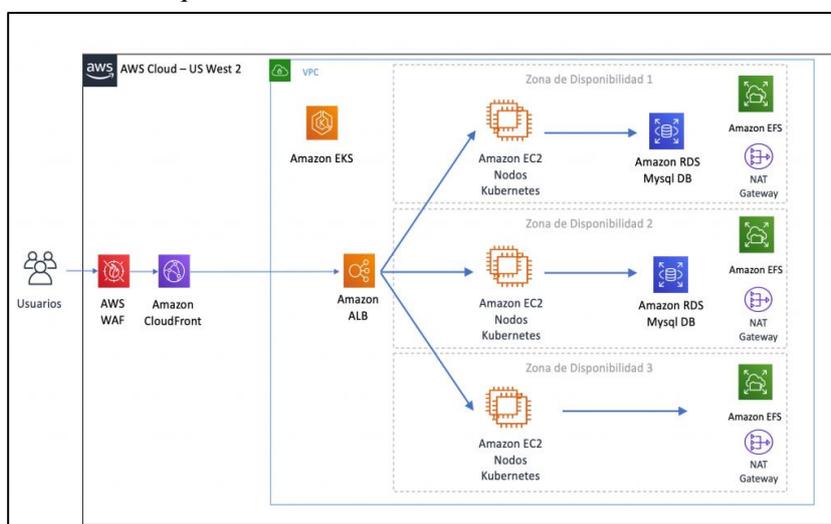
- Una instancia de máquina virtual temporal de Compute Engine.
- 100 GB de almacenamiento en disco persistente.
- SDK de Cloud preinstalado y otras herramientas.
- Compatibilidad con lenguajes como Java, Go, Python, Node.js, PHP, Ruby y .NET.
- Autorización integrada para acceder a proyectos y recursos de Cloud Console.

- Prueba gratuita por 90 días para el despliegue de proyectos.

### 9.8.2. Amazon Web Services

Amazon Web Services, también conocida como AWS, es un conjunto de herramientas y servicios de cloud computing de Amazon. Este servicio se lanzó oficialmente en 2006 y para junio de 2007 AWS ya contaba con una base de usuarios de aproximadamente 180 mil personas. Entre las empresas que la utilizan se encuentran algunas como Reddit, Foursquare, Pinterest, Netflix, la NASA o la CIA, y algunas españolas como Mapfre, el FC Barcelona o Interflora. Esto se debe principalmente a la madurez del servicio frente a otros similares y las posibilidades que ofrece el amplio abanico de herramientas disponibles. (Albornoz, 2019)

**Gráfico 15:** Arquitectura de la nube AWS



Fuente: Amazon, arquitectura AWS en nube

#### 9.8.2.1. Características de Amazon Web Services

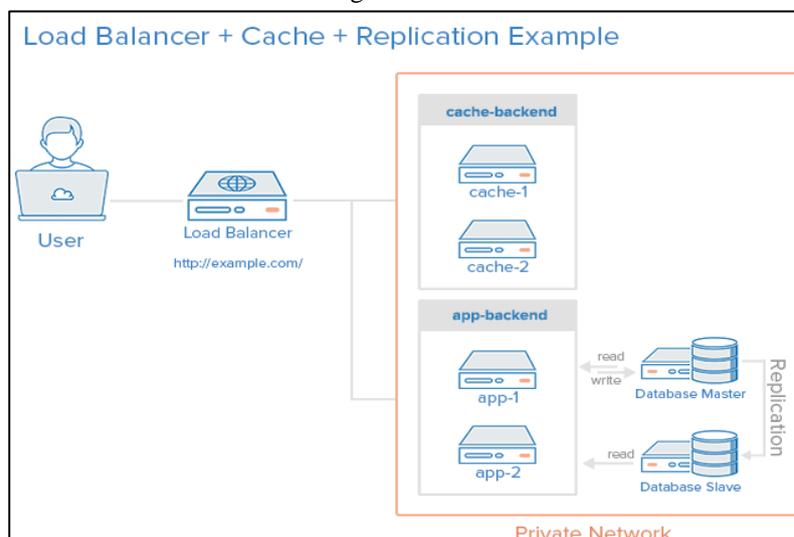
- **Cloud computing:** todo lo necesario para la creación de instancias y el mantenimiento o el escalado de las mismas. Amazon EC2 es el rey indiscutible dentro de los servicios de computación en la nube de Amazon.
- **Bases de datos:** distintos tipos de bases de datos pueden permanecer en la nube mediante el servicio Amazon RDS, que incluye distintos tipos a elegir como MySQL, PostgreSQL, Oracle, SQL Server y Amazon Aurora, o Amazon DynamoDB para NoSQL.
- **Creación de redes virtuales:** permite la creación de redes privadas virtuales a través de la nube, gracias principalmente al servicio Amazon VPC.

- **Prueba gratuita:** Se podrá tener en producción una aplicación alojada completamente gratis por 1 año.

### 9.8.3. Digital Ocean

Digital Ocean es un startup proveedora de servicios de infraestructura de cloud computing que ofrece una plataforma enfocada en desarrolladores de software. Fue fundada en 2011 por Ben Uretsky, Moisey Uretsky, Mitch Wainer, Jeff Carr y Alec Hartman. La sede de la empresa está actualmente en Nueva York. Digital Ocean es muy popular entre los desarrolladores de código abierto y compite principalmente con los servicios de Amazon Web Services (AWS) y Google Compute Engine (TIVIT, 2020).

**Gráfico 16:** Balanceador de carga de servidor a cliente



Fuente: Ocean Digital, balanceador de carga de servidor (2021)

## 10. HIPÓTESIS

Las aplicaciones desarrolladas mediante inteligencia artificial como parte del desarrollo agrícola, dará soporte en la toma de decisiones, mejorará los procesos en base a la predicción inteligente, permitiendo así la siembra de cultivos de las fincas agroecológicas del cantón La Maná.

## 11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 11.1. Métodos De Investigación

#### 11.1.1. Método Documental

Esta metodología permitió en el proceso de la investigación obtener la recolección de información mediante revisión bibliográfica, artículos, revistas y sitios webs y sobre el tema "Desarrollo de aplicativo web basado en máquinas de vectores de soporte (*svm*) de

aprendizaje supervisado para la predicción en la recomendación de cultivos mediante datos ambientales para fincas agroecológicas del cantón la maná, provincia del Cotopaxi", el uso de este método documental permitirá la fundamentación científica-técnica y definición de herramientas a utilizar en el desarrollo de la aplicación web, permitiendo el análisis y presentación de los datos documentados de manera ordenada cumpliendo los objetivos del proyecto.

### **11.1.2. Método analítico sintético**

El presente método permitirá a los investigadores llegar a la veracidad de los hechos, comenzando por la descomposición de partes y elementos para observar los orígenes de la investigación, su naturaleza y efectos del problema, como los modelos basados en máquinas de vectores de soporte, predicción de siembra de cultivos mediante inteligencia artificial en el uso de herramientas de software. El estudio de los temas aplicados a la agricultura 4.0 o agricultura inteligente permitirá obtener un amplio conocimiento para la realización y aplicación de una síntesis concisa que ayude en el desarrollo del proyecto investigativo.

### **11.1.3. Método deductivo**

Este método investigativo permite especificar dentro del desarrollo de la propuesta los atributos sobre el tema "Desarrollo de aplicativo web basado en máquinas de vectores de soporte (*svm*) de aprendizaje supervisado para la predicción en la recomendación de cultivos mediante datos ambientales para fincas agroecológicas del cantón la maná, provincia del Cotopaxi", lo que permite partir desde el problema del proyecto de investigación, permitiendo la extracción de las conclusiones y recomendaciones, admitiendo así los resultados de la entrevista de manera lógica y válida, haciendo uso de información relevante y útil para el desarrollo del proyecto.

## **11.2. Tipos de Investigación**

### **11.2.1. Investigación Bibliográfica**

Es de importancia tener en claro las bases teóricas por los autores de la investigación en referencia al desarrollo del tema, lo que permitirá la recolección de dichos atributos sobre el tema "Desarrollo de aplicativo web basado en máquinas de vectores de soporte (*svm*) de aprendizaje supervisado para la predicción en la recomendación de cultivos mediante datos ambientales para fincas agroecológicas del cantón la maná, provincia del Cotopaxi", esta investigación es respaldada en base a las citas bibliográficas de revistas,

artículos científicos y páginas web, lo que permitirá establecer la fundamentación del caso de estudio a desarrollar.

### **11.2.2. Investigación de Campo**

La investigación de campo es orientada a la recolección de información de varias fuentes principales de manera específica, está enfocada a comprender, en observar e interactuar con las personas del entorno. Mediante el desarrollo la propuesta de investigación se pudo obtener los datos ambientales que inciden en la siembra de cultivos en la zona de La Maná, variables ambientales para los datasets y ejecución del entrenamiento de predicción con la tasación técnica del ingeniero agrónomo Eduardo Velastegui. El desarrollo de esta investigación permitirá conocer y obtener datos reales mediante la entrevista y la observación.

### **11.2.3. Investigación Aplicada**

El desarrollo de la propuesta género altos conocimientos sobre el tema "Desarrollo de aplicativo web basado en máquinas de vectores de soporte (*svm*) de aprendizaje supervisado para la predicción en la recomendación de cultivos mediante datos ambientales para fincas agroecológicas del cantón la maná, provincia del Cotopaxi", mediante especificaciones técnicas de herramientas como entornos de desarrollo de inteligencia artificial en la nube, Frameworks, API , servicios en nube y lenguajes del lado del servidor a usar en la predicción, da como resultado el desarrollo de modelos de máquinas de vectores de soporte para la aplicación web de recomendación y predicción de la siembra de cultivos en las fincas agroecológicas de la zona del Cantón La Maná.

## **11.3. Técnica de Investigación**

### **11.3.1. Entrevista**

Mediante esta técnica se recopila la información a través de un cuestionario previamente elaborado por el equipo de investigación para plantear en la conversación al entrevistado y conocer su valoración en base a la asistencia hacia el agricultor a que visualice la recomendación de un tipo de cultivo apto en sus parcelas agroecológicas dependiendo en base a una característica del suelo y condición ambiental. La entrevista permitió conocer la opinión profesional del Ing. Carlos Velastegui, técnico Especialista de la asociación ASOPROCAMAN, para recopilar la información necesaria sobre la recomendación de los cultivos, con el fin de obtener conocimientos dentro del estudio investigativo.

### 11.3.2. Encuesta

En la aplicación de esta técnica se puede obtener la respectiva información de varias personas, mediante un listado de preguntas escritas, comúnmente se lo conoce como cuestionario que se entregan al encuestado y debe de responderlo de manera precisa. Mediante esta técnica se recopilará la información de los agricultores de la zona de La Maná sobre la influencia de la tecnología y la agricultura inteligente. La técnica que se empleo es el desarrollo de un cuestionario estructurado que permite realizar una redacción de preguntas de forma coherente, organizada y estructurada con el fin de obtener toda la información necesaria para el desarrollo de la propuesta investigativa.

### 11.3.3. Observación

Mediante la técnica de observación permite realizar el levantamiento de datos e información en base a la recomendación en la siembra de cultivos mediante técnicas de predicción de inteligencia artificial, se tomó como referencia a 8 fincas agroecológicas diversas del Cantón La Maná mediante muestreo debido a sus ubicaciones y a la cantidad de muestras que se van a aplicar.

## 11.4. Población y muestra

### 11.4.1. Población

Esta investigación se desarrolló en base a cálculos de la muestra a la población de propietarios de fincas agroecológicas y asociaciones. Para el análisis de los requerimientos del software se consideró principalmente la información y las necesidades de su implementación en el campo agrícola.

**Tabla 4:** Población

Indicador	Población
Asociación ASOPROCAMAN.	36
Asociación CALOPE.	28
Asociación FE Y ESPERANZA.	38
Fincas Agroecológicas Independientes.	15
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 11.4.2. Muestra

Para la definición del tamaño de la muestra aplicamos al muestreo aleatorio que reside en dividir la población en estratos, es necesario e indispensable hacer la aplicación en el tratado de la información y el uso de la siguiente fórmula para la obtención resultados.

### Cálculo de la muestra de una segmentación basada en los propietarios de fincas agroecológicas del Cantón la Maná; Formula (1) Muestra

$$n = \frac{N}{(E)^2 (N-1) + 1} \quad (1)$$

#### Datos

**n** = Tamaño de la muestra =?

**N** = Población a investigarse = 117

**E** = Índice de error máximo admisible = 0,05

#### Desarrollo

$$n = \frac{117}{(0,05)^2 (117-1) + 1} \quad (2)$$

$$n = \frac{117}{(0,0025) (116) + 1} \quad (3)$$

$$n = \frac{117}{1.29} \quad (4)$$

$$n = 90 \quad (5)$$

Una vez aplicado los respectivos cálculos, se obtendrá una muestra de 90 personas del cantón La Maná donde se aplicará la investigación con una población de 117 tomadas al azar entre propietarios de las fincas agroecológicas y trabajadores en general.

#### 11.4.3. Distribución de la muestra

Se aplicará la siguiente fórmula de proporcionalidad permitiendo conocer de manera detallada cada uno de los estratos de la clasificación o grupos donde se aplicará el proceso investigativo.

#### Formula N° 2. Índice de proporcionalidad de una segmentación de ciudadanos dueños de fincas agroecológicas del Cantón La Maná.

$$f = \frac{n}{N} \quad f = \frac{90}{117} \quad f = 0,769230769$$

**Tabla 5:** Segmentación

<b>SEGMENTACION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>CANTIDAD</b>
Asociaciones Agrícolas del Cantón La Maná.	102	0,7692	80
Dueños independientes de fincas agroecológicas del Cantón La Mana.	15	0,7692	10
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>0,7692</b>	<b>90</b>

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

## 12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

**Tabla 6:** Personas que intervienen en el proceso investigativo

<b>Agente</b>	<b>Funciones</b>	<b>Técnicas, espacios y distribución</b>	<b>Población</b>	<b>Muestra</b>
Tutor	Guía	Técnica experimental	1	1
Estudiantes	Investigadores	Ejecutores del proyecto	2	2
Ingeniero Agrónomo	Agricultura Técnica	Entrevista	1	1
Segmentación de Asociaciones y dueños de finca agroecológicas	Suministra información	Encuesta	117	90

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 12.1. Resultados de la entrevista Aplicada

Mediante la entrevista realizada se obtuvo los siguientes datos:

La entrevista se realizó al Ing. Carlos Velastegui, especialista en agricultura quien brindó la información fundamental para el desarrollo de la propuesta del proyecto de investigación con el título “DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE<sub>(SVM)</sub> DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI”.

Esta entrevista permitió establecer previamente las preguntas para conocer sobre la importancia de la aplicación de la inteligencia artificial en la agricultura.

## 12.2. Resultados de la encuesta Aplicada

El proceso de la tabulación de la encuesta está dirigida a las asociaciones y dueños de fincas agroecológicas del cantón la Mana, Provincia De Cotopaxi.

**Tabla 7:** Resultados de encuesta aplicada

Pregunta	Resultado	Análisis	Interpretación
1.- ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial al área agrícola como asistencia tecnológica?	Si 60 % No 40%	60% de los encuestados manifiesta que, si es necesario aplicar inteligencia artificial, el 40% piensa que no es importante la aplicación de inteligencia artificial en el sector agrícola.	Del 100% de la población encuestada el 60% menciona que si es necesario aplicar inteligencia artificial en el área agrícola como soporte tecnológico; mientras que el 40% manifiesta que no es necesario aplicar inteligencia artificial en el sector agrícola y que prefieren el método tradicional antiguo (Empírico). Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población está de acuerdo que se implemente soluciones basadas tecnológicas de inteligencia artificial en el área agrícola como asistente tecnológico, lo que determina la importancia de su aplicación en la actualidad.
2.- ¿Ha escuchado sobre las aplicaciones web orientadas a la agricultura?	Si 20% No 80%	El 20% tiene previo conocimiento sobre las aplicaciones web orientadas al sector agrícola como soporte tecnológico caso contrario el 80% desconoce de dicha tecnología.	Del 100% de la población encuestada el 20% menciona que conoce sobre las aplicaciones de inteligencia artificial orientadas para el sector agrícola; mientras que el 80% manifiesta que desconoce sobre la aplicación de tecnologías web orientadas al sector agrícola. Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población desconoce sobre la

			tecnología web orientada a la inteligencia artificial y su aplicación en el sector agrícola.
3.- ¿Cuál ha sido su experiencia con las herramientas actuales como soporte tecnológico?	Buena 70 % Regular 20 % Mala 10%	El 70% tiene una experiencia buena dentro del uso de tecnología, el 20 es de uso regular y el 10% representa la mala experiencia con la tecnología.	Del 100% de la población encuestada el 70% menciona que su experiencia con las herramientas tecnológicas de la actualidad es buena; el 20% manifiesta que su experiencia con el uso de las herramientas tecnológicas fue regular con poco uso frecuente; mientras el 10% manifiesta que su experiencia fue mala. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un avance importante en el sector social sobre el uso de las herramientas tecnológicas.
4.- ¿Conoce usted sobre servicios en la web que predican valores de suelos para realizar recomendaciones para siembras de frutos?	Si 20% No 80%	El 20% manifiesta que conoce sobre los servicios en la nube orientados a la predicción de siembras agrícolas, mientras el 80% desconoce de su totalidad.	Del 100% de la población encuestada el 20% menciona que conoce sobre las aplicaciones web de inteligencia artificial orientadas para el sector agrícola; mientras que el 80% manifiesta que desconoce sobre la aplicación de tecnologías web orientadas al sector agrícola. Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población desconoce sobre la tecnología web orientada a la inteligencia artificial y su aplicación en el sector agrícola.
5.- ¿Considera usted la implementación de una aplicación web con inteligencia artificial para la predicción en	Si 76 % No 24 %	El 76% de la población está de acuerdo que se implemente soluciones informáticas que	Del 100% de la población encuestada el 76% menciona que considera la implementación de una aplicación web con inteligencia artificial para

terrenos agroecológicos en la siembra de cultivos?		den soporte al sector agrícola, mientras el 24% de los encuestados no están de acuerdo que se implemente tecnología como soporte en los terrenos agroecológico para la siembra de cultivos.	la predicción en terrenos agroecológicos en la siembra de cultivos; mientras el 24% manifiesta que no está de acuerdo con la implementación de una aplicación web con inteligencia artificial para la predicción en terrenos agroecológicos en la siembra de cultivos. Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población está de acuerdo con la implementación de una aplicación web mediante inteligencia artificial que permite la predicción de los datos del suelo para aplicar la siembra de un determinado cultivo.
--	--	---	---

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2022)

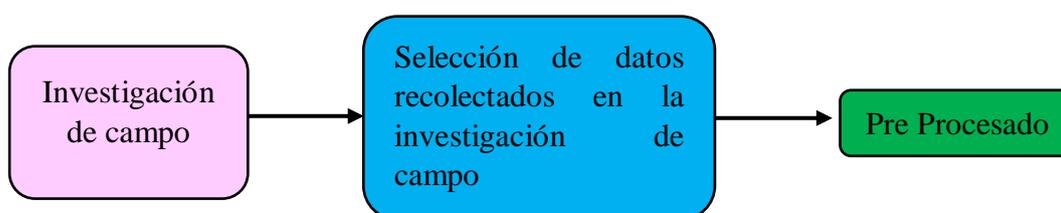
La tabulación de los datos tanto del análisis y discusión de los resultados se encuentran en el anexo 5.

### 13. DISEÑO DE LA PROPUESTA TÉCNICA

#### 13.1. Selección de datos

Dentro del proceso de la selección de datos cuyo objetivo es construir modelos de inteligencia artificial de tipo maquina en vectores de soporte, permitirán asociarse en base al estado del suelo para así realizar la predicción en la recomendación de cultivo del suelo de una finca agroecológica.

**Figura 4:** Selección de datos para entrenamiento



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

Para la creación de conjunto de información se utilizaron datos de diversas fuentes de información, lo cual contiene datos acerca de productos sembrados y cosechados

permitiendo así la realización de los experimentos computacionales procediendo en la selección los cuales figuran variables ambientales como: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Temperatura, Humedad, Ph y lluvia.

Dentro de la selección de datos se considera que factores genéticos por la cual afectan a una producción mediante los cambios climáticos, estas variables genéticas son afectadas por la temperatura y la precipitación, mismas variables que se consideran en el proceso investigativo mediante la obtención de datos analizadas como variables independientes. Las variables dependientes harán referencia en el uso para la predicción del cultivo para su siembra.

**Tabla 8:** Variables de datos ambientales

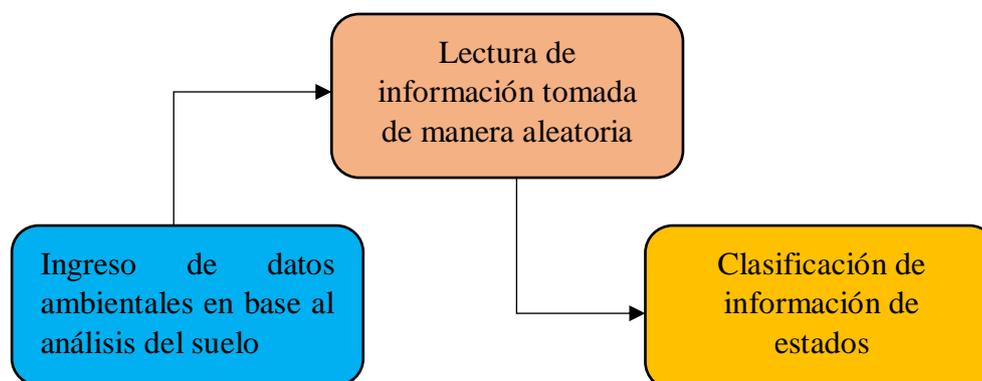
Variables	Tipo de datos	Descripción
Nitrógeno	Químico	Gas inerte de tipo químico.
Fosforo	Químico	Mineral de una célula.
Potasio	Químico	Mineral electrolito.
Temperatura	Continuo	Temperatura en °c.
Humedad	Continuo	Temperatura en °c.
pH	Metal	Alcalino o acidez.
Lluvia	Continuo	Temperatura en °c.

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.2. Predicción

Clasificada la información que pertenece a la fase de la selección de datos ambientales, se procede a implementar los estados de input o entradas de datos que se desconocen para el proceso de predicción artificial, por lo cual la preparación de este algoritmo es previamente entrenada en base al flujo de una máquina de soporte vectorial.

**Figura 5:** Selección de datos ambientales



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.3. Preprocesado de datos ambientales

Los datos obtenidos en la predicción de información como variables de temperatura, lluvia, fosforo, potasio se complementaron a medida del uso que tuviera más peso que el resto, por lo tanto, se aplicó un proceso de estandarización que consiste en pre procesar la información mediante la distribución normal estándar en el uso de la Ecuacion.

$$xstd = (x - \mu) / \sigma \quad (1)$$

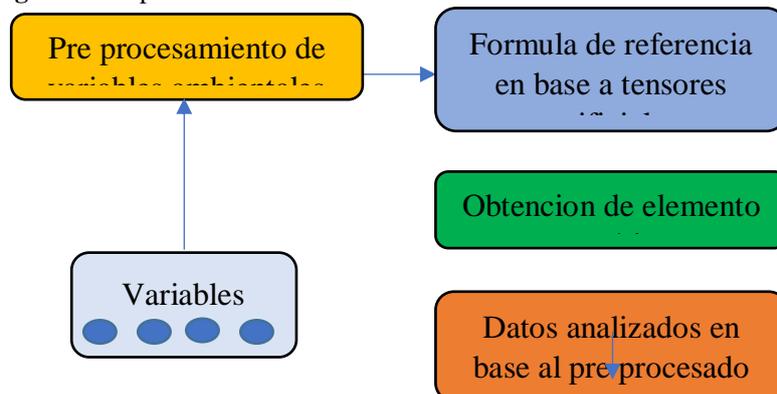
Donde XSTD hace referencia a los tensores dimensionados, y X es el tensor a estandarizar, por lo tanto, la medida de la dimensión hace referencia a la desviación estándar, contextualizando la variable ambiental representando un elemento numérico mediante un conjunto de datos.

**Figura 6:** Preprocesado de datos ambientales



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

**Figura 7:** Preprocesado de datos ambientales



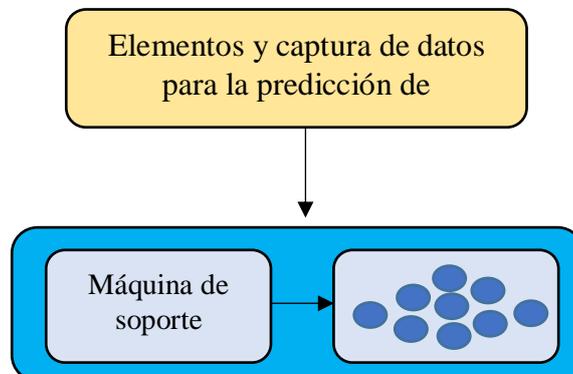
**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.4. Modelos de inteligencia artificial SVM

Para la aplicación de la predicción de la información en base a las variables ambientales como datos preprocesados, se aplicó métodos de entrenamiento basados en máquinas de soporte vectorial SVM, siendo un método robusto para la captura de información y evaluación de parámetros de datos. Para que este modelo se configure en el procesamiento evaluativo en base a la lectura de parámetros es importante aplicar el

método Grid Search, siendo así que esta arquitectura neuronal debe ser diseñada y evaluada individualmente por los lotes definidos en base al pre procesado de la información a visualizar.

**Figura 8:** Modelos de inteligencia artificial SVM



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

**Tabla 9:** Parámetros de datos para el modelo de aprendizaje supervisado

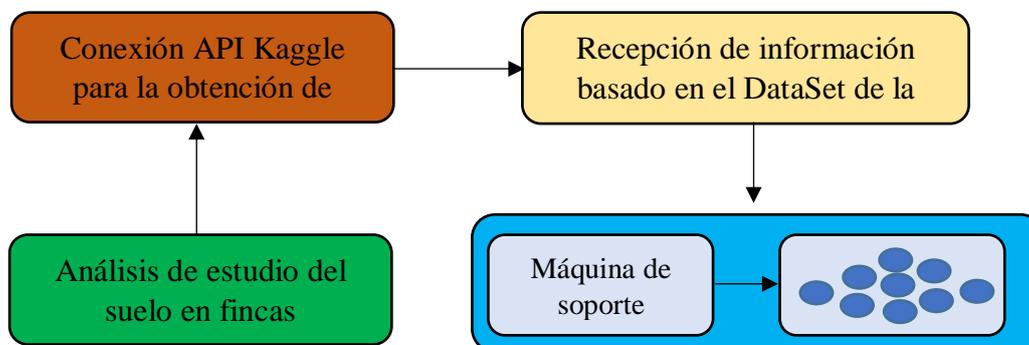
Modelo	Parámetros	Valores
Random Forest	Estimador	Activo e inactivo
SVM	Kernel	RBF LINEAR
DNN	Épocas	100,299,500

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.5. Dataset

Para la obtención de la data set, anteriormente generamos el modelo de maquina basado en soporte vectorial SVM para que en base a ese conjunto de información la maquina entrenada realice la predicción de un tipo de cultivo dependiendo de la información del suelo y de sus variables ambientales, por lo tanto, este conjunto de datos serán tomados mediante la conexión de una API en kaggle, lo cual maneja la siguiente distribución de información.

**Figura 9:** Conjunto de información en base a la recolección de datos del DataSet



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

Una vez establecida la arquitectura del DataSet, se procede a realizar una limpieza de datos y definir el tipo de variables independientes en base a la lectura de parámetros mediante la aplicación del método Grid Search

**Tabla 10:** Variables independientes

Variables independientes	Parámetros
Random Forest	Estimador
SVM	Kernel
DNN	Épocas

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.6. Carga del Dataset

Las técnicas de procesamiento de información mediante la carga de los Datasets permitirán optimizar los datos dentro de un contexto, lo cual se necesita como resultado la carga de información procesada de manera eficiente para la ejecución del entorno de entrenamiento permitiendo así la lectura de datos de un archivo csv.

**Gráfico 17:** Declaración en lectura del documento en formato Excel

```
In [4]: df= pd.read_csv("/content/Crop_recommendation.csv")
df.head()
```

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

Declarado la lectura del documento de formato tipo csv, podremos visualizar en el entorno de programación los datos representados en variables ambientales lo cual consisten en elementos como la temperatura, humedad, pH del suelo y suelo. En las filas existen elementos químicos como:

- **N:** Variable que se representa como nitrógeno.
- **P:** Variable que se representa como potasio.
- **K:** Variable de tipo fosforo.

Dando como resultado en la visualización de la carga del Dataset representado en etiqueta el label de arroz, siendo así que estos valores son aproximados para la predicción del estudio del suelo y cultivo.

**Gráfico 18:** Carga de datos provenientes del DataSet

Out[4]:	N	P	K	temperature	humidity	ph	rainfall	label
0	90	42	43	20.879744	82.002744	6.502985	202.935536	rice
1	85	58	41	21.770462	80.319644	7.038096	226.655537	rice
2	60	55	44	23.004459	82.320763	7.840207	263.964248	rice
3	74	35	40	26.491096	80.158363	6.980401	242.864034	rice
4	78	42	42	20.130175	81.604873	7.628473	262.717340	rice

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 13.7. Número de elementos de variables independientes ambientales

Realizado la carga del Dataset para la evaluación de datos se procede a encontrar el número de elementos y medias al azar de las variables independientes de manera estadística general para que en el entrenamiento de la red neuronal de tipo máquina de vector de soporte proceda a medir los datos del modelo a la hora de predecir un resultado en base al valor como dato de entrada, estructurando así un algoritmo con un determinado conjunto de datos descritos por elementos como el porcentaje de nitrógeno mediante la entrada de datos, el tipo de temperatura ingresado y el grado de humedad en base al estudio del suelo.

**Gráfico 19:** Variables ambientales mediante descripción de elementos

In [5]:	df.describe()					
Out[5]:	N	P	K	temperature	humidity	
count	2200.000000	2200.000000	2200.000000	2200.000000	2200.000000	2200.00
mean	50.551818	53.362727	48.149091	25.616244	71.481779	6.46
std	36.917334	32.985883	50.647931	5.063749	22.263812	0.77
min	0.000000	5.000000	5.000000	8.825675	14.258040	3.50
25%	21.000000	28.000000	20.000000	22.769375	60.261953	5.97
50%	37.000000	51.000000	32.000000	25.598693	80.473146	6.42
75%	84.250000	68.000000	49.000000	28.561654	89.948771	6.92
max	140.000000	145.000000	205.000000	43.675493	99.981876	9.93

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

Procedemos a dividir entre variables independientes los datos y todas las características de los datos ambientales representado en un valor y guardado como valor de X en tensorflow, suprimiendo así el label del tipo de cultivo en base al estudio del suelo.

**Gráfico 20:** Obtencion de etiquetas de variables ambientales

```
In [6]: # Obtenemos variables independientes
X = df.drop(["label"],axis = 1)
X.head()

Out[6]:
```

	N	P	K	temperature	humidity	ph	rainfall
0	90	42	43	20.879744	82.002744	6.502985	202.935536
1	85	58	41	21.770462	80.319644	7.038096	226.655537
2	60	55	44	23.004459	82.320763	7.840207	263.964248
3	74	35	40	26.491096	80.158363	6.980401	242.864034
4	78	42	42	20.130175	81.604873	7.628473	262.717340

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

Tomada las variables independientes basadas en características ambientales en el análisis y características del suelo, estos componentes de datos se tomarán de manera aleatoria mediante una entrada de información numérica, para así obtener de manera predictiva mediante el pre procesamiento de datos un resultado empleando anteriormente mediante la lectura de parámetros mediante la aplicación del método Grid Search.

**Tabla 11:** Variables independientes de datos y características

Dato de Entrada	Predicción	Tipo de dato
0	Predicción cultivo en café	Tipo objeto
4	Predicción cultivo en café	Tipo objeto
2195	Predicción cultivo en arroz	Tipo objeto
2196	Predicción cultivo en arroz	Tipo objeto
2197	Predicción cultivo en arroz	Tipo objeto
2198	Predicción cultivo en arroz	Tipo objeto

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.8. Ajuste del modelo SVM para clasificación

Mediante el pre procesamiento de datos un resultado procedemos a dividir entre los datos de entrenamiento y datos de prueba, siendo que las variables dependientes e independientes usan alrededor del 80% de los datos en el ajuste del modelo basado en máquina de soporte vectorial para el entrenamiento

**Gráfico 21:** Separación de daros y prueba

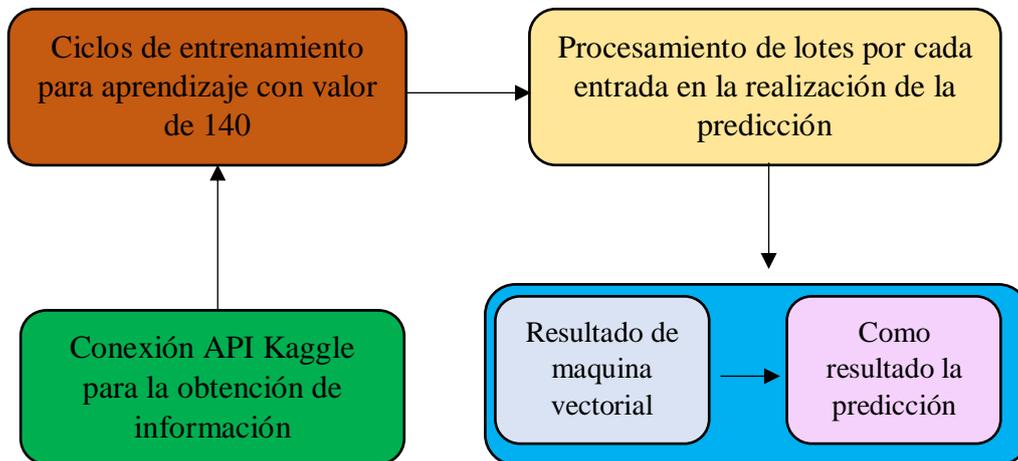
```
In [9]: # Separamos datos para ajuste y prueba
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, Y, train_size=0.8, test_size=0.2, random_state=100)
```

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 13.9. Entrenamiento de la máquina de soporte vectorial SVM

El proceso del entrenamiento vectorial en base a inteligencia artificial consiste en tomar los datos ajustados del modelo SVM en una arquitectura base completamente definan siendo que esta tiene que ser procesada mediante la lectura de datos en la entrada input para su predicción, estos se agruparan y codificaran hasta dividirse en lotes y retorne la lectura de los parámetros transformados en datos. Para el entrenamiento de la máquina vectorial se debe tener en cuenta que estos lotes serán conectados mediante la API Kaggle y datos de manera manual, en este caso el uso de un medidor de pH para el suelo, el dispositivo nos permitirá obtener datos para que estos pasen hacer recopilados, segmentados y procesados mediante el modelo de inteligencia artificial.

**Figura 10:** Entrenamiento de la máquina de soporte vectorial SVM



Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

Este proceso de entrenamiento toma los ajustes de la máquina de soporte vectorial siendo que sus ciclos de proceso de aprendizaje supervisado realicen la tarea de ejecutar la tarea de entrenamiento contemplando así la realización de 140 ciclos al modelo de máquina para que esta se entrene y puede relacionar los datos de predicción en base a la información del suelo.

**Gráfico 22:** Ciclos de entrenamiento

```

Epoch 1/20
31/31 [=====] - 986s 32s/step - loss: 0.1495 - accuracy: 0.9335 - val_loss: 1.4844e-04 - val_accuracy: 0.9951
Epoch 2/20
31/31 [=====] - 280s 9s/step - loss: 0.0036 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 5.5818e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 3/20
31/31 [=====] - 275s 9s/step - loss: 0.0038 - accuracy: 0.9992 - val_loss: 1.5118e-05 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 4/20
31/31 [=====] - 274s 9s/step - loss: 0.0028 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 3.5693e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 5/20
31/31 [=====] - 275s 9s/step - loss: 0.0018 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 2.6911e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 6/20
31/31 [=====] - 277s 9s/step - loss: 0.0023 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 2.6604e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 7/20
31/31 [=====] - 278s 9s/step - loss: 0.0029 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 2.1974e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 8/20
31/31 [=====] - 277s 9s/step - loss: 0.0013 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 8.1208e-07 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 9/20
31/31 [=====] - 277s 9s/step - loss: 0.0021 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 1.7723e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 10/20
31/31 [=====] - 276s 9s/step - loss: 0.0017 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 1.3569e-06 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 11/20
31/31 [=====] - 277s 9s/step - loss: 0.0011 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 6.4807e-07 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 12/20
31/31 [=====] - 276s 9s/step - loss: 7.6488e-04 - accuracy: 1.0000 - val_loss: 9.2888e-07 - val_accuracy: 1.0000
Epoch 13/20

```

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 13.10. Distribución de la precipitación

La distribución de la precipitación vectorial permite evaluar los modelos de inteligencia artificial ya entrenados en base a los datos de predicción a realizar, siendo que la información aplico una escala variable a 45 con un total de 83274 registros tomando información aleatoria para así validar su rendimiento a nivel de precipitación mediante la correlación existente entre diferentes variables de ingreso para la predicción. La distribución de precipitación se marcará por los lotes ya entrenados con sus variables previamente definidas.

**Gráfico 23:** Carga de modelo vectorial para la distribución de precipitación

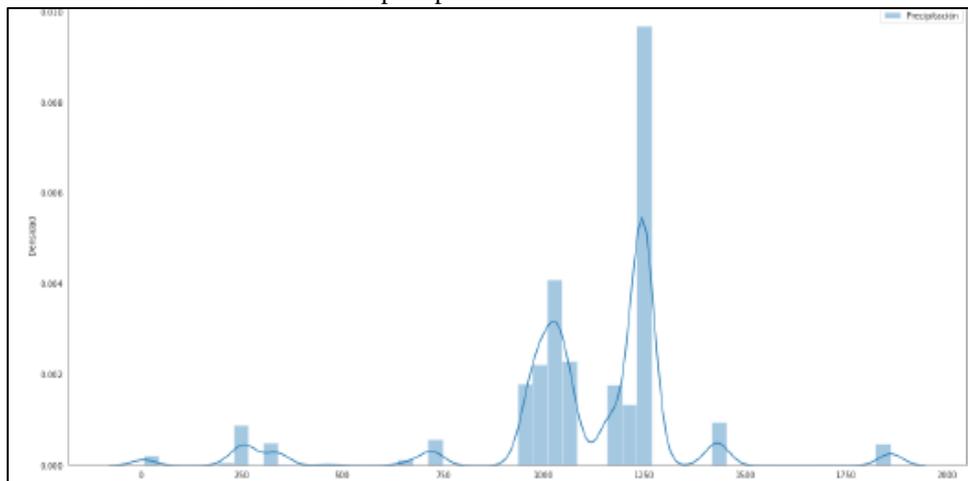
```

In [ ]: # Cargamos el modelo
        pkl_filename = "pickle_model.pkl"
        with open(pkl_filename, 'rb') as file:
            model = pickle.load(file)

```

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

Para la obtención de la precipitación se aplica la carga de modelo en base a la información procesa y entrenada, teniendo en cuenta que en el resultado grafico tiene una correlación baja en base las variables ambientales procesadas de tipo independiente, a excepción de las variables dependientes que tienen un nivel de escala de 93% por ciento. Debido a la cantidad de información ingresada, la correlación de predicción se dispersó en grandes fragmentos de datos que se encuentran en una escala variable de 920 y 1250 por debajo del rango normal de la distribución uniforme del modelo de inteligencia artificial.

**Gráfico 24:** Grafico evaluativo de precipitación

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 13.11. Evaluación de modelos entrenados basados en máquina de soporte vectorial

Dentro de la evaluación y optimización en los modelos de inteligencia artificial, la técnica de evaluación de datos entrenados basados en máquinas de soporte vectorial se basa en maximizar la obtención de un determinado porcentaje de efectividad mediante grafos estadísticos verificando así la tasa de error del modelo ya entrenado para así denominarse como tasa de perdida.

**Gráfico 25:** Promedio de datos en base a los test de entrenamiento de los modelos IA

```
[14]: # Encontramos el accuracy promedio usando datos de test
score = model.score(X_test, y_test)
print(score)

0.9931818181818182
```

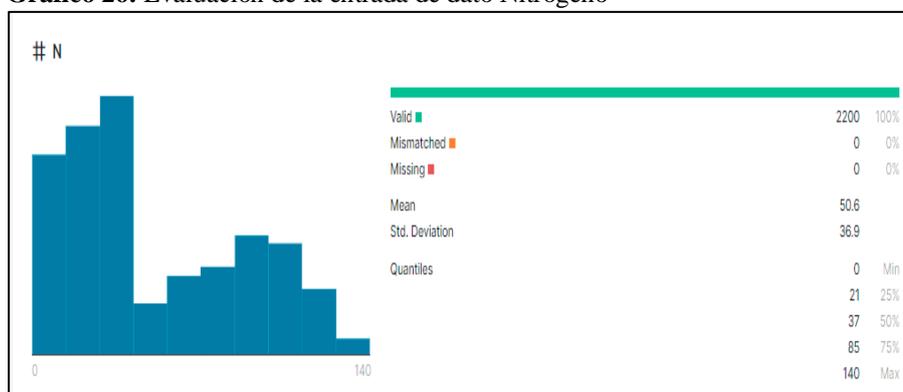
Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 13.12. Gráficos de resultados en base a los modelos predictivos de variables ambientales

En los procedimientos de optimización algorítmica basada en modelos de inteligencia artificial de tipo soporte vectorial, es necesario que esta función evalué los modelos que van hacer implementados en base a datos de variables ambientales para así obtener una predicción mediante el estudio del suelo a realizar en una determinada siembra de cultivo. En este caso los modelos de inteligencia artificial orientados al aprendizaje supervisado se observa gráficos estadísticos de tipo barra mediante la identificación de colores asociada al resultado de las evaluaciones de sus variables ambientales, estos conjuntos de datos evaluados confirman la validación de los datos y su tendencia al

momento de realizar la predicción en un entorno de ejecución, en este caso se ejecutará en una aplicación web.

**Gráfico 26:** Evaluación de la entrada de dato Nitrógeno



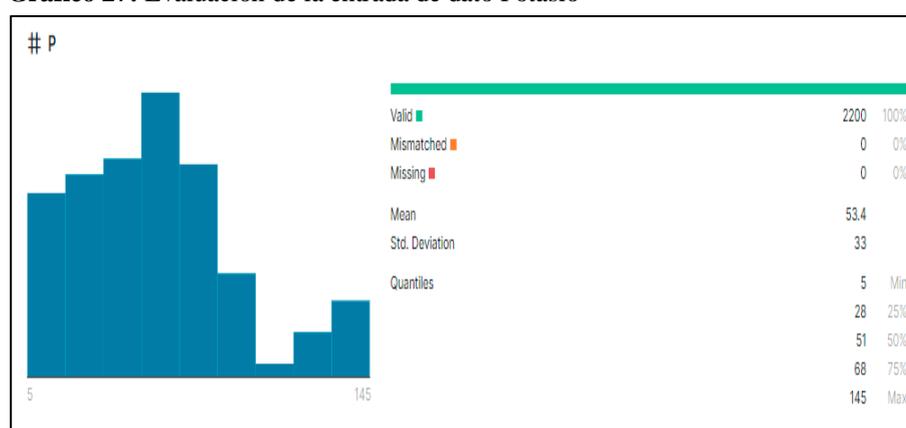
Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Tabla 12:** Métrica de datos Nitrógeno

Validados	No coidente	Perdida	Media	Dispersión	Cuantificado
100%	0	0	50.6	36.9	0

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 27:** Evaluación de la entrada de dato Potasio



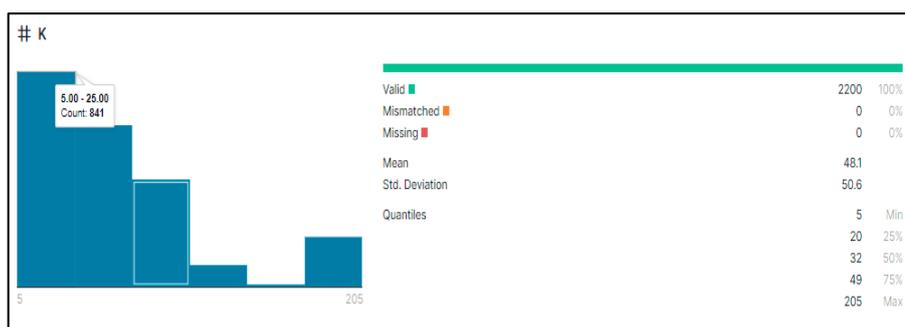
Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Tabla 13:** Métrica de datos Potasio

Validados	No coidente	Perdida	Media	Dispersión	Cuantificado
100%	0	0	53.4	33	5

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 28:** Evaluación de la entrada de dato Fosforo



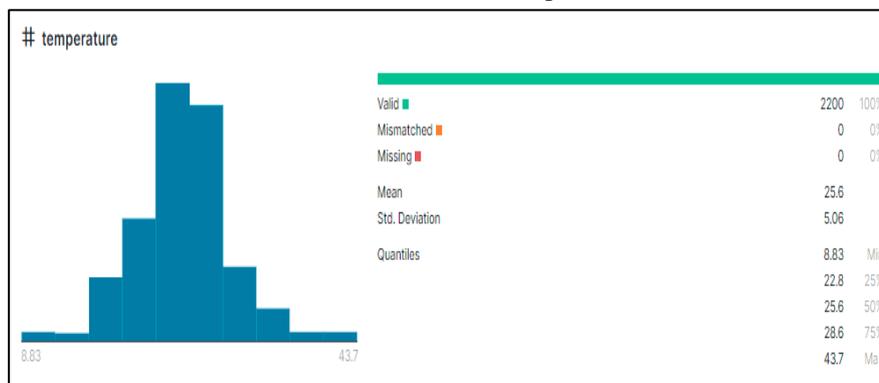
Elaborado por: Los investigadores

**Tabla 14:** Métrica de datos Fosforo

Validados	No coidente	Perdida	Media	Dispersión	Cuantificado
100%	0	0	48.1	50.6	5

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 29:** Evaluación de la entrada de dato Temperatura



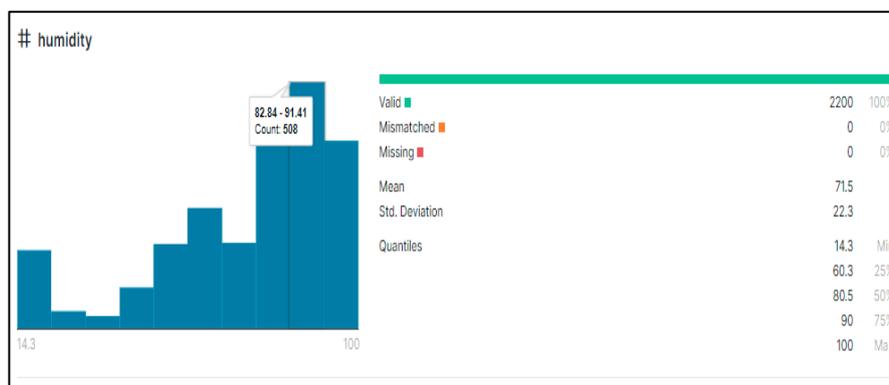
Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Tabla 15:** Métrica de datos Temperatura

Validados	No coidente	Perdida	Media	Dispersión	Cuantificado
100%	0	0	25.6	5.06	8.83

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 30:** Evaluación de la entrada de dato Humedad



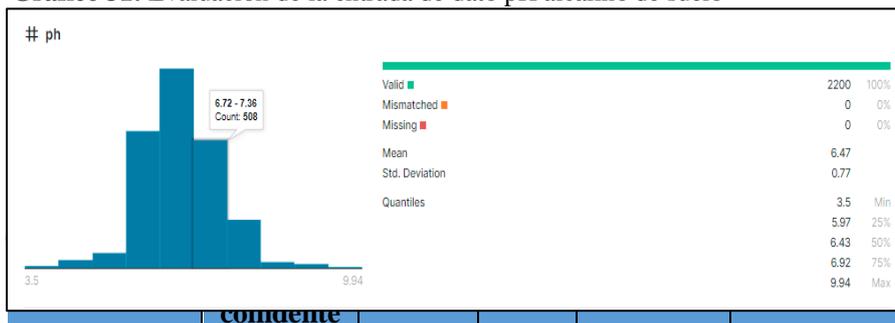
Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Tabla 16:** Métrica de datos Humedad

Validados	No coidente	Perdida	Media	Dispersión	Cuantificado
100%	0	0	71.15	22.3	14.3

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

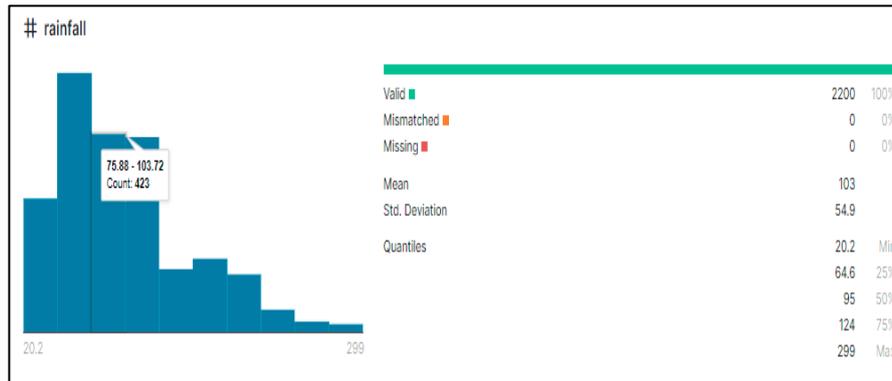
**Gráfico 31:** Evaluación de la entrada de dato pH alcalino de suelo



100%	0	6.47	0.77	0.77	3.5
------	---	------	------	------	-----

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 32:** Evaluación de la entrada de dato Lluvia



Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

**Tabla 18:** Métrica de datos Lluvia

Validados	No coidente	Perdida	Media	Dispersión	Cuantificado
100%	0	0	103	54.9	20.2

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 13.13. API de carga para el modelo SVM de inteligencia artificial

Una vez entrenado el modelo de inteligencia artificial con los datos estadísticos empaquetados que lleva como nombre de la ruta “models/pickle\_model.pkl” obtenido mediante los ciclos de entrenamiento, se procede a la carga del API desarrollada en el lenguaje de programación Python siendo este el modelo pre entrenado mediante la variable MODEL\_PAHT.

**Gráfico 33:** Codificación de MODEL\_PAHT

```
# Path del modelo preentrenado
MODEL_PATH = 'models/pickle_model.pkl'

# Se recibe la imagen y el modelo, devuelve la predicción
def model_prediction(x_in, model):

    x = np.asarray(x_in).reshape(1,-1)
    preds=model.predict(x)

    return preds
```

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 13.14. Carga del modelo

La arquitectura del API que vamos a implementar está formada por nuestro modelo ya empaquetado y entrenado, lo cual una función denominada model = pickle.load (file), permitiendo así la carga de información almacenada en el modelo artificial basándonos

en la transferencia de un conjunto de entrada lo cual el sistema ejecuta la predicción al momento que el cliente realice la petición, es decir el tipo de cultivo.

**Gráfico 34:** Codificación de carga del modelo

```
# Se carga el modelo
if model=='':
    with open(MODEL_PATH, 'rb') as file:
        model = pickle.load(file)
```

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.15. Definición de interfaz para Streamlit

Una vez codificada la carga del modelo empaquetado mediante `pickle.load (file)` se procede a definir el Template basado en HTML del lado del cliente para que permita el ingreso de valores mediante un input, donde el usuario procede a ingresar las variables ambientales al aplicativo como datos de entrada de las variables:

- Nitrógeno
- Fosforo
- Potasio
- Temperatura
- Humedad
- Ph
- Lluvia

**Gráfico 35:** Template del lado del cliente mediante Streamlit en el ingreso de variables

```
# Título
html_temp = """
<h1 style="color:#181082;text-align:center;">SISTEMA</h1>
</div>
"""
st.markdown(html_temp,unsafe_allow_html=True)

# Lectura de datos

#Datos = st.text_input("Ingrese los valores : N P K Temp Hum pH Lluvia:")
N = st.text_input("Nitrógeno:")
P = st.text_input("Fósforo:")
K = st.text_input("Potasio:")
Temp = st.text_input("Temperatura:")
Hum = st.text_input("Humedad:")
pH = st.text_input("pH:")
rain = st.text_input("Lluvia:")
```

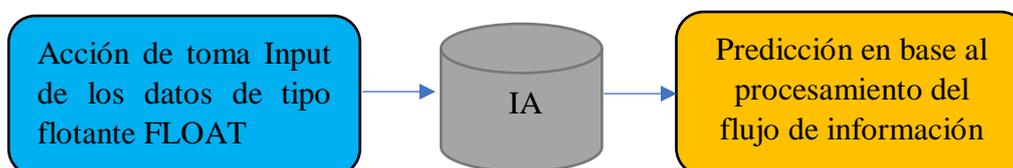
**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.16. Acción de predicción para la recomendación de cultivos

Una vez implementados los inputs de entrada de información en base a los datos ambientales ingresados por el cliente, este procede a realizar una acción mediante el botón de predicción en el análisis del suelo, permitiendo así el procesamiento del flujo de información de los modelos de máquina de soporte vectorial.

Cada vez que el usuario ejecute la acción, el aplicativo ejecuta la fase de toma de los datos convirtiéndolos en tipo flotante FLOAT, validando así tanto la información que se encuentra en el modelo como los inputs al momento de ingresar el tipo de dato que son netamente numéricos que son guardados en una lista y estos son pasados al proceso de predicción.

**Figura 11:** Predicción para la recomendación de cultivos



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

**Gráfico 36:** Predicción en la recomendación del cultivo del lado del cliente

```

# El botón predicción se usa para iniciar el procesamiento
if st.button("Predicción :"):
    #x_in = list(np.float_((Datos.title().split('\t'))))
    x_in = [np.float_(N.title()),
            np.float_(P.title()),
            np.float_(K.title()),
            np.float_(Temp.title()),
            np.float_(Hum.title()),
            np.float_(pH.title()),
            np.float_(rain.title())]
    predictS = model_prediction(x_in, model)
    st.success('EL CULTIVO RECOMENDADO ES: {}'.format(predictS[0]).upper())

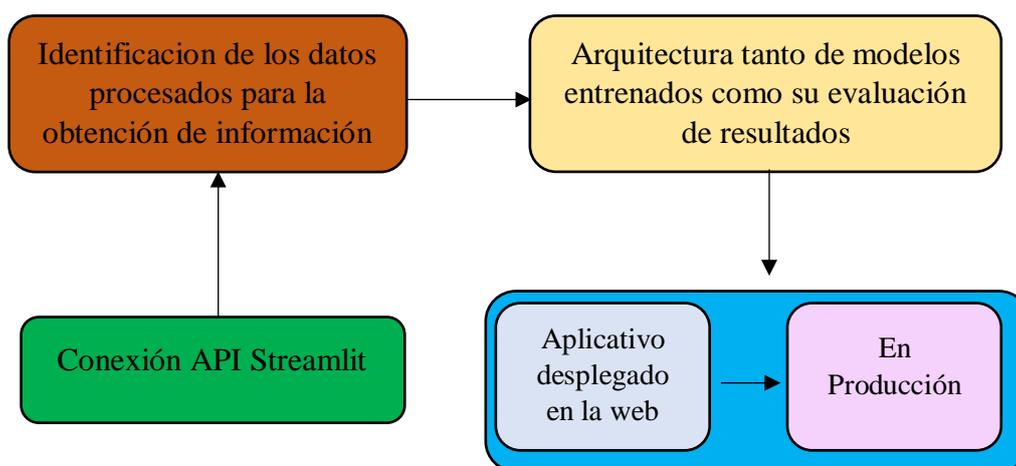
if __name__ == '__main__':
    main()
  
```

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.17. Flujo de despliegue

Una vez realizado tanto el proceso de modelamiento de la inteligencia artificial basada en máquina de vectores de soporte como el desarrollo del aplicativo web que ejecutara las predicciones para las siembras de cultivos, se procede que el despliegue del flujo del modelo sea de uso compartido en tiempo real, por lo tanto, el modelo de inteligencia artificial se debe trasladar a un ambiente de despliegue en la nube mediante servicios web.

**Figura 12:** Flujo de despliegue técnico



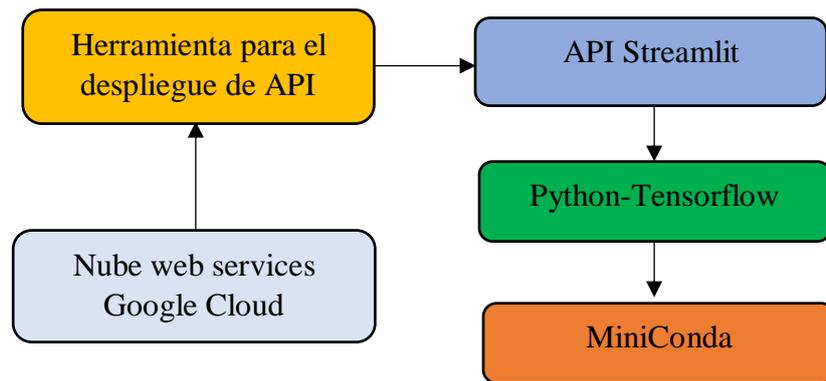
**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

El modelo para la realización de la predicción en base a los estudios realizados del suelo colectara los datos entrenados y procesados, en este caso la información alojada en los Datasets; lo que se aplicaría un modelamiento que permita establecer mediante una máquina de soporte vectorial artificial de aprendizaje supervisado la ejecución del modelo desarrollado; para que este sea puesto en modo de producción siendo el complemento del aplicativo web alojado en servicios de tipo SaaS.

### 13.18. Ambiente de despliegue de modelo SVM en servicio cloud

Establecido el modelo mediante el flujo del despliegue técnico, se procede que el modelo de inteligencia artificial SVM sea alojado en un servicio web, en este caso se trata de la ejecución de las predicciones de siembra de cultivos en base a datos ambientales lo que serán implementados y puestos en producción mediante los servicios de la consola de Google Cloud.

**Figura 13:** Flujo de ambiente de despliegue en Google Cloud

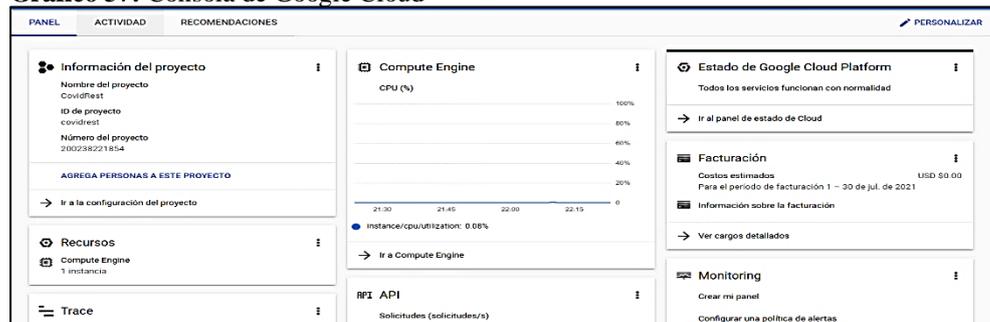


Para el correcto funcionamiento del sistema operativo y despliegue de los modelos de inteligencia artificial debemos instalar una serie de herramientas; lo cual el modelo basado en máquina de vectores de soporte fue desarrollado en Python utilizando la API de Streamlit. Para implementar el web services aplicamos el uso de una máquina virtual haciendo uso de una API REST para la obtención de datos llamada Kaggle, que nos permitirá ejecutar nuestros modelos mediante rutas en un ambiente aislado.

### 13.19. Configuración SaaS en Google Cloud Platform

Establecido el proceso de ambiente para el despliegue de los modelos de predicción, procederemos a configurar una máquina virtual dentro de los servicios de Google Cloud Platform, lo cual se prepara los entornos del sistema operativo y su configuración básica para que este se represente como compute Engine.

**Gráfico 37:** Consola de Google Cloud



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.20. Máquina virtual CentOS para el despliegue de API Streamlit

Configurado el ambiente se procede a crear un proyecto dentro de la consola de Google Cloud, para que la máquina se encuentre de forma operativa, lo cual se debe de tener en cuenta que las instancias creadas dentro de un servicio SaaS contienen varias opciones de configuración en base a las necesidades del rendimiento en nube lo cual son las siguientes:

- **Sistema Operativo:** Para el despliegue y almacenamiento de los modelos se optó por la máquina VM de CentOS 8, lo que nos permite dentro del proyecto de investigación obtener respuestas de los servicios de inteligencia artificial de manera más eficiente mediante la compactibilidad de Streamlit.
- **Núcleos de CPU:** Para la instancia VM de CentOS 8 se optó por aplicar la configuración n1-estándar-8, lo que se traduce al uso de 8 núcleos y 16 GB de memoria RAM.
- **Capacidad de Almacenamiento:** La capacidad dentro de una VM es de 32 GB, para la aplicación de nuestra máquina se aplicó un almacenamiento de 25 GB, lo que nos permitirá instalar de manera correcta los complementos para el almacenamiento de los modelos de inteligencia artificial para la ejecución de la predicción de los datos ambientales.
- **Excepciones de Firewall:** Para la protección de puertos se estableció una configuración de una IP predetermina en la instancia VM donde se aloja los modelos artificiales SVM, teniendo en cuenta que la IP es de tipo estática en la máquina de ejecución asociada con el puerto 8000, el servidor utiliza su rendimiento en base a las solicitudes entrantes; siempre y cuando estas sean aceptadas en los paquetes de datos en el acceso al servidor.

**Gráfico 38:** Configuración de máquina en Google Cloud

Etiquetas (Opcional)

+ Agregar etiqueta

Región <sup>?</sup> La región es permanente: us-west4 (Las Vegas)

Zona <sup>?</sup> La zona es permanente: us-west4-b

Configuración de la máquina

Familia de máquinas: **Uso general** Memoria optimizada

Tiempo de máquinas para cargas de trabajo comunes, optimizados en función del costo y la flexibilidad

Series: E2

Selección de la plataforma de CPU según la disponibilidad

Tipo de máquina: e2-standard-4 (4 CPU virtuales, 16 GB de memoria)

	vCPU	Memoria	GPU
	4	16 GB	-

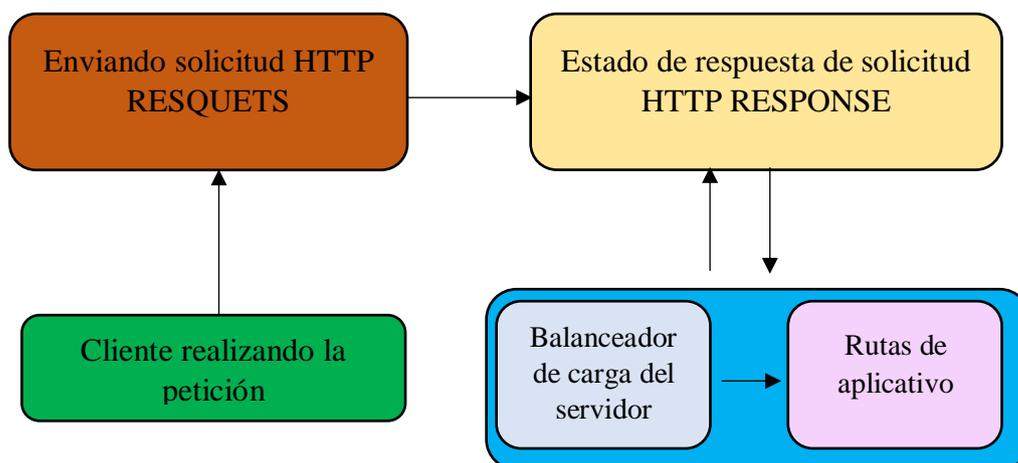
Plataforma de CPU y GPU

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

### 13.21. Servicio web mediante la carga de ruta física

Para la disponibilización del servicio web se implementan los scripts de la ruta en el archivo pickle.load (file), el proceso que ejecuta es al activar la ruta del puerto físico en la aplicación conectándose al balanceador de la carga del modelo que almacena el paquete de la inteligencia artificial SVM. Comunicándose entre rutas donde se encuentra el archivo que nos devuelve el modelo cargado en base al retorno de objeto mediante la variable pickle.load que se va a comunicar con el aplicativo cliente para poder cargar el modelo de inteligencia artificial utilizando treads de comunicación. Ese modelo será tomado desde la configuración de miniconda de una máquina local mediante el enlazase del SDK de Google Consola, posteriormente se aplica el despliegue de esa ruta del servicio web del modelo de inteligencia artificial.

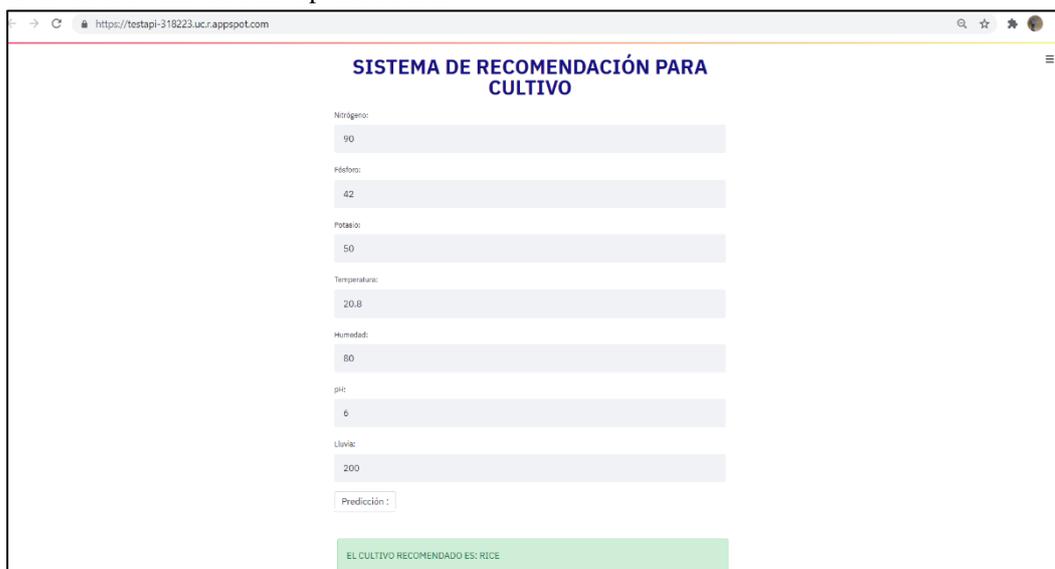
**Figura 14:** Servicio web mediante la carga de ruta física



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

### 13.22. Aplicativo web para la predicción de siembre de cultivos en producción

Establecidos los procesos de comunicación entre los servicios SaaS de Google y la carga de ruta física en base a los modelos almacenados en el sistema operativo CentOS como servidor, obtenemos como resultado una interfaz HTML basada en Streamlit que interactúe con el cliente y la configuración del web services para enviar la entrada de datos en base al requerimiento del estudio del suelo donde se realizara el cultivo y así obtener como resultado la predicción en el tipo de cultivo a sembrar en una huerta agroecológica complementando con modelos de inteligencia artificial alojados en un servicio SaaS.

**Gráfico 39:** Resultado del aplicativo web

**Fuente:** Realizado por los investigadores (2021)

#### 14. IMPACTO DEL PROYECTO

El proyecto de investigación como desarrollo tecnológico es de gran impacto a nivel agrícola mediante el uso de la inteligencia artificial basada en los modelos de máquina de soporte vectorial genera gran importancia a través del uso de un aplicativo web para la predicción en la recomendación de un tipo de cultivo dependiendo de la información del suelo y sus variables ambientales, esta aplicación como solución brindará soporte a propietarios, asociaciones de fincas agroecologías que desean predecir mediante el ingreso de datos el tipo de cultivo a sembrar siendo así un proyecto de código libre.

## 15. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 19: Presupuesto del proyecto de investigación

<b>RECURSOS</b>			
<b>Gastos Directos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Aparato Tecnológico</b>			
Laptop	1	580,00	580,00
Internet	6 meses	25,00	150,00
Pendrive	1	10,00	5,00
<b>Sub- total</b>			<b>735</b>
<b>Servicios del software</b>			
Google Cloud	3 meses	730,00	730,00
Streamlit		00,00	00,00
Google Colab		00,00	00,00
Scikit-Learn		00,00	00,00
<b>Subtotal</b>			<b>2190.00</b>
<b>Gastos Indirectos</b>			
Transporte	15 días	2	20,00
Alimentación	15 días	2	20,00
<b>Subtotal</b>			<b>40,00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>2965.00</b>

Fuente: Realizado por los investigadores (2021)

## 16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 16.1. Conclusiones

- La investigación bibliográfica permitió en el proyecto de investigación aplicar antecedentes tecnológicos, los cual se recabo información sobre la agricultura de precisión y su importancia en la actualidad mediante el desarrollo de inteligencia artificial como agricultura inteligente implementadas en el aplicativo web.
- Los modelos de inteligencia artificial desarrollados y generados en las máquinas de vectores de soporte (SVM) permitieron obtener resultados de alta precisión en base a las variables ambientales independientes como nitrógeno, fosforo, pH y lluvia en la aplicación de mapeo, para la obtención de información en la entrada y salida de datos del algoritmo entrenado.
- Mediante la generación de los algoritmos en máquinas de vectores de soporte implementados en la aplicación web, se logró obtener la evaluación y resultado en base a las respuestas de predicción de siembra en los cultivos mediante la entrada de datos representadas en variables independientes ambientales, lo que se obtuvo resultados de manera óptima y precisa.

## 16.2. Recomendaciones

- En los procesos investigativos agrícolas es de gran importancia identificar aspectos tecnológicos en la aplicación de la agricultura de precisión en base a los enfoques agronómicos, medioambientales o la reducción del compacto vinculado a la actividad agrícola en el ajuste de las practicas del cultivo, lo que permitirá en el desarrollo de software aplicado a los sistemas inteligentes obtener mejores resultados en base a técnicas de inteligencia artificial.
- Se debe tener en cuenta que los algoritmos en base al resultado de predicciones aplicados a variables ambientales permitirán obtener niveles más precisos al realizar una predicción de un resultado con mayores posibilidades en base a la gestión de datos representados en datasets con grandes volúmenes de información como parte del proceso del desarrollo de software e inteligencia artificial.
- Para la aplicación de proyectos de sistemas inteligentes e inteligencia artificial aplicados al campo agronómico en base a predicciones, se recomienda emplear un entrenamiento de manera adecuada y precisa mediante la carga de datos bajo el aprendizaje supervisado

## 17. BIBLIOGRAFÍA

- Conacyt. (2015). Agricultura 4.0. 21-09-2021, de Conacyt Sitio web: [https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u294/Agricultura4.0.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u294/Agricultura4.0.pdf)
- Best,S., Vargas,P., & Inia, Q.. (2020). Aplicación de agricultura tecnológica 4.0. 21-09-2021, de INIA Sitio web: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/4011/NR42318.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Koehler,G., & Jorgensen, G.. (2010). La Agricultura. 21-09-2021, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/a0493s/a0493s02.htm>
- Rich, E., Knight, K., Calero, P., G, A., & Bodega, F. (1994). *Inteligencia Artificial*. McGraw-Hill.
- Ramiro, A. (18 de Nooviembre de 2018). *Introduccion al Machine Learning*. Obtenido deResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/338518560\\_INTRODUCCION\\_AL\\_MACHINE\\_LEARNING](https://www.researchgate.net/publication/338518560_INTRODUCCION_AL_MACHINE_LEARNING)
- Amara, J., Bouaziz, B., & Algergawy, A. (2017). A deep learning-based approach for banana leaf diseases classification. *in Proceedings of the Datenbanksystemefür Business, Technologie und Web (BTW '17) Workshopband*.
- pothuganti, K. (2013). An Efficient Architecture for Lifting Based 3D-Discrete Wavelet Transform. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2278-018.
- Narendrakumar, A. (2018). Feature Extraction Methods for Time Series Functions using Machine Learning. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 8661-8665.
- Conway, G. (1987). The properties of agroecosystems: Agric. Syst. 24.
- Jarvis W.R., 1998, Managing diseases in greenhouse crops. The American Phytopathological Society. 291 pp.
- Herrero J.M., Blasco X., Martinez M., Ramors C., Sanchis J., 2007, Robustb identification of non-linear greenhouse model using evolutionary algorithms. *Control Engineering Practice*.16: 515-530 p.

- Ameer S., Laghrouche M., y Adane A., 2001, Monitoring a greenhouse using a microcontroller-based meteorological data acquisition System. Renewable Energy. Tizi Ouzou, Algeria. 24:19-30.
- He Young., Zhang Yun., G. Pereira A., Gomez H. A., y Wang Jun., 2012, Nondestructive determination of tomato fruit quality characteristics using Vis/NIR spectroscopy Technique. International Journal of Information Technology. Vol 11, No 11.97 108 p.
- Project Jupyter. (18 de 2020). JupyterLab. Obtenido de Jupyter.org website: <https://jupyter.org/?fbclid=IwAR02isRZKgEII75U1eBOyqxScox1qjuY8d0HiTJIVKmMHji24fh7TnJdhQ>
- Bisong, E. (2019). Building Machine Learning and Deep Learning Models on Google Cloud Platform. Apress, Berkeley, CA, 95-64.
- Nagar, S. (2018). Python. Springer, Cham.
- scikit-learn. (2016). scikit-learn. 22-09-2021, de scikit-learn Sitio web: <https://scikit-learn.org/stable/>
- TensorFlow. (Noviembre de 18 de 2020). TensorFlow. Obtenido de <https://www.tensorflow.org/?hl=es->
- Google. (2018). Google Cloud. 02-05-2021, de Google Sitio web: <https://cloud.google.com/docs/overview?hl=es>
- Albornoz, A. (2019). Amazon Web Services. 02-05-2021, de tic.Portal Sitio web: <https://www.ticportal.es/temas/cloud-computing/amazon-web-services>
- TIVIT. (2020). Que es Digital Ocean. 22-09-2021, de TIVIT LATAM Sitio web: <https://latam.tivit.com/blog/que-es-digital-ocean-serie-de-proveedores-de-cloud>
- Zambrano, R. (2020). Modelos de Machine Learning. 22-09-2021, de OpenWebinars Sitio web: <https://openwebinars.net/blog/modelos-de-machine-learning/>
- Cristianini & Shawe -Taylor. (2001). Support Vector Machine Classification and Validation of Cancer Tissue Sample. 22-09-2021, de ResearchGate Sitio web: [https://www.researchgate.net/publication/2356696\\_Support\\_Vector\\_Machine\\_Classification\\_and\\_Validation\\_of\\_Cancer\\_Tissue\\_Samples\\_Using\\_Microarray\\_Expression\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/2356696_Support_Vector_Machine_Classification_and_Validation_of_Cancer_Tissue_Samples_Using_Microarray_Expression_Data)

## 18. ANEXOS

**Anexo 1:** Curriculum vitae Docente tutor Ing. MSc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez

### CURRICULUM VITAE

#### INFORMACIÓN PERSONAL

**Apellidos:** Rodríguez Sánchez  
**Nombres:** Edel Ángel  
**Estado civil:** Casado  
**Cedula de ciudadanía:** 1757228311  
**Fecha de nacimiento:** 11 de julio de 1980  
**Números telefónicos:** 0989930089  
**Dirección Domiciliaria:** La Maná  
**E-mail:** edel.rodriguez@utc.edu.ec



#### ESTUDIOS REALIZADOS

**Nivel Primario:** Agustín Rodríguez González  
**Nivel Secundario:** Rigoberto Corcho López  
**Nivel Superior:** Universidad de Granma  
**Nivel Superior:** Universidad de Ciencias Informáticas.

#### TÍTULOS

- Ingeniero en Informática.
- Master en Inteligencia Artificial e Ingeniería de Software

#### IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés Nivel B1

#### EXPERIENCIA LABORAL

INSTITUCIÓN	CARGO	PERIODO
Delegación Provincial del CITMA	Técnico de Sistemas Informáticos	1989 - 1999
Universidad de Granma	Técnico B de apoyo a la Docencia	1999 – 2004
Universidad de Granma	Profesor Instructor	2009 – 2012
Universidad de Granma	Jefe de departamento	2012 – 2013
Universidad de Granma	Profesor asistente	2013 – 2015
UTC – Extensión La Maná	Docente	2015 – 2020

**Anexo 2:** Curriculum vitae autor Coppiano Marín Alex David**CURRICULUM VITAE****INFORMACIÓN****PERSONAL****Nombres y Apellidos:** Alex David Coppiano Marín.**Cédula de Identidad:** 060406309-9**Lugar y fecha de nacimiento:** Chimborazo– Riobamba 17/03/1990**Estado Civil:** Soltero**Tipo de Sangre:** O+**Domicilio:** Valencia, Av. 13 de Diciembre y Gral. Enriquez**Teléfonos:** 0979742932**Correo electrónico:** crishmeit@hotmail.com**ESTUDIOS REALIZADOS****Primer Nivel:**

- Escuela José María Román Riobamba

**Segundo Nivel:**

- Colegio Nacional Cumbayá- Quito

**Tercer Nivel:**

- Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

**TÍTULOS**

- Bachiller en Informática de Febrero del 2012
- Suficiencia en Ingles (Nivel B1)

**IDIOMAS**

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés Nivel B1

## **CURSOS DE CAPACITACIÓN**

IV Congreso Internacional De Investigación Científica - UTC La Maná

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Maná 08 hasta el 10 de mayo del 2019

Tiempo: 40 horas.

Capacitación Académica de Ingeniería en Sistema de Información 2020 – UTC La Maná Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Maná 03 hasta el 07 de agosto del 2020

Tiempo: 40 horas.

V Congreso Internacional De Investigación Científica - UTC La Maná

Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Lugar y fecha: La Maná 02 hasta el 04 de diciembre del 2020

Tiempo: 40 horas.

## **REFERENCIAS PERSONALES**

ING. ALONSO JOSELITO VILLACRES      TLF: 0995202660

ING. IVAN UMAGINGA TRAVÉS      TLF: 0962964405

**Anexo 3:** Curriculum vitae autor Herrera Vargas Cristopher José**CURRICULUM VITAE****INFORMACIÓN PERSONAL****Nombres y Apellidos:** Cristopher José Herrera Vargas**Cédula de Identidad:** 120772696-7**Lugar y fecha de nacimiento:** Los Ríos –valencia 30/10/1998**Estado Civil:** Soltero**Tipo de Sangre:** B+**Domicilio:** Valencia Lot. Luis Felipe Díaz**Teléfonos:** 0998720978**Correo electrónico:** cristopherjoseherrera@hotmail.com**ESTUDIOS REALIZADOS****Primer Nivel:**

- Escuela Gregorio Valencia

**Segundo Nivel:**

- Colegio Ercilia de Martínez

**Tercer Nivel:**

- Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

**TÍTULOS**

- Bachiller en Mecánica Automotriz marzo del 2015
- Suficiencia en Ingles (Nivel B1)

**IDIOMAS**

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés Nivel B1

**CURSOS DE CAPACITACIÓN**

- IV Congreso Internacional De Investigación Científica - UTC La Maná  
**Dictado:** Universidad Técnica de Cotopaxi



**Anexo 4:** Formato de la encuesta realizada a las asociaciones y fincas agroecológicas del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**EXTENSIÓN - LA MANÁ**

**ENCUESTA DIRIGIDA A ASOCIACIONES Y FINCAS AGROECOLÓGICAS**  
**DEL CANTÓN LA MANA**

**Instrucciones:**

En los siguientes enunciados responda según su criterio y marque con una (X).

**1.- ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial al área agrícola como asistencia tecnológica?**

Sí

No

**2.- ¿Ha escuchado sobre las aplicaciones web orientadas a la agricultura?**

Sí

No

**3.- ¿Cuál ha sido su experiencia con las herramientas actuales como soporte tecnológico?**

Buena

Regular

Mala

**4.- ¿Conoce usted sobre servicios en la web que predicen valores de suelos para realizar recomendaciones para siembras de frutos?**

Sí

No

**5.- ¿Considera usted la implementación de una aplicación web con inteligencia artificial para la predicción en terrenos agroecológicos en la siembra de cultivos?**

Sí

No

**Anexo 5:** Resultado de la encuesta mediante la tabulación de datos

### TABULACIÓN DE ENCUESTAS

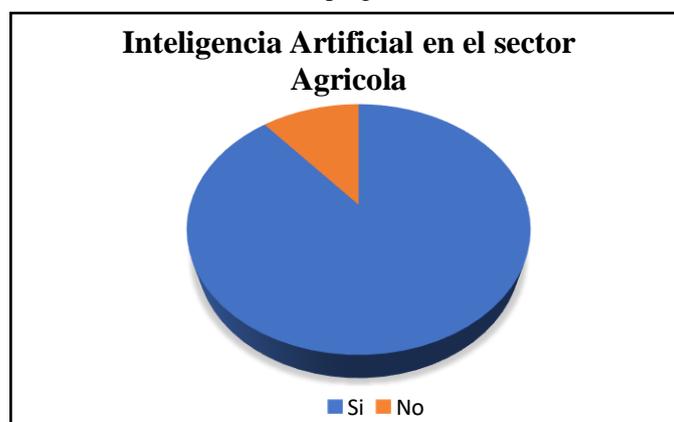
#### 1. ¿Es necesario aplicar inteligencia artificial al área agrícola como asistencia tecnológica?

**Tabla 20:** tabulación de la pregunta 1

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	80	60%
No	10	40%
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

Fuente: Realizado por los investigadores (2022)

**Gráfico 40:** tabulación de la pregunta 1



Fuente: Realizado por los investigadores (2022)

**Análisis e interpretación:** Del 100% de la población encuestada el 60% menciona que si es necesario aplicar inteligencia artificial en el área agrícola como soporte tecnológico; mientras que el 40% manifiesta que no es necesario aplicar inteligencia artificial en el sector agrícola y que prefieren el método tradicional antiguo (Empírico). Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población está de acuerdo que se implemente soluciones basadas tecnológicas de inteligencia artificial en el área agrícola como asistente tecnológico, lo que determina la importancia de su aplicación en la actualidad.

#### 2. ¿Ha escuchado sobre las aplicaciones web orientadas a la agricultura?

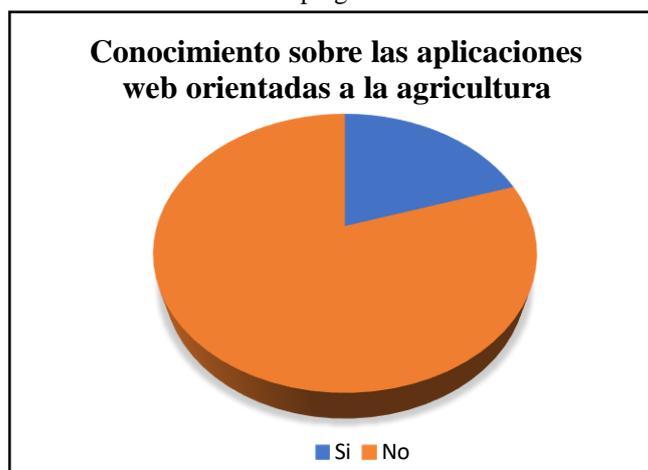
**Tabla 21:** tabulación de la pregunta 2

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	15	20%
No	75	80%
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

Fuente: Realizado

por los investigadores (2022)

**Gráfico 41:** tabulación de pregunta 2



Fuente: Realizado por los investigadores (2022)

**Análisis e interpretación:** Del 100% de la población encuestada el 20% menciona que conoce sobre las aplicaciones de inteligencia artificial orientadas para el sector agrícola; mientras que el 80% manifiesta que desconoce sobre la aplicación de tecnologías web orientadas al sector agrícola. Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población desconoce sobre la tecnología web orientada a la inteligencia artificial y su aplicación en el sector agrícola.

### 3. ¿Cuál ha sido su experiencia con las herramientas actuales como soporte tecnológico?

**Tabla 22:** tabulación de pregunta 3

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Buena	35	70%
Regular	25	20%
Mala	30	10%
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>100%</b>

Fuente: Realizado por los investigadores (2022)

**Gráfico 42:** tabulación de la pregunta 3

**Análisis e interpretación:** Del 100% de la población encuestada el 70% menciona que su experiencia con las herramientas tecnológicas de la actualidad es buena; el 20% manifiesta que su experiencia con el uso de las herramientas tecnológicas fue regular con poco uso frecuente; mientras el 10% manifiesta que su experiencia fue mala. Tras conocer los resultados esto refleja que existe un avance importante en el sector social sobre el uso de las herramientas tecnológicas.

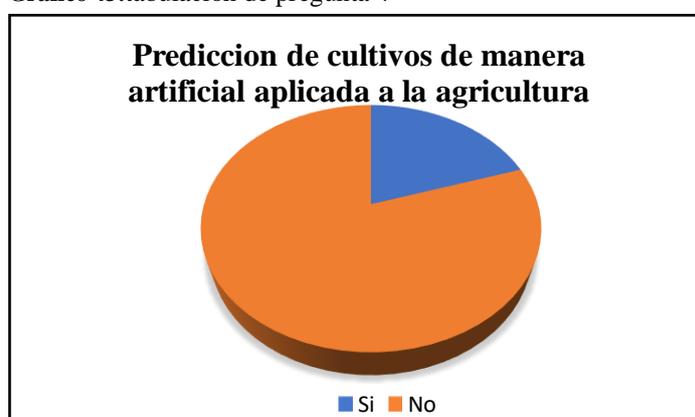
#### 4. ¿Conoce usted sobre servicios en la web que predicen valores de suelos para realizar recomendaciones para siembras de frutos?

**Tabla 23:** tabulación de la pregunta 4

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	15	20%
No	75	80%
<b>TOTAL</b>	90	100%

Fuente: Realizado

por los investigadores (2022)

**Gráfico 43:** tabulación de pregunta 4

Fuente: Realizado por los investigadores (2022)

**Análisis e interpretación:** Del 100% de la población encuestada el 20% menciona que conoce sobre las aplicaciones web de inteligencia artificial orientadas para el sector agrícola; mientras que el 80% manifiesta que desconoce sobre la aplicación de tecnologías web orientadas al sector agrícola. Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población desconoce sobre la tecnología web orientada a la inteligencia artificial y su aplicación en el sector agrícola.

**5. ¿Considera usted la implementación de una aplicación web con inteligencia artificial para la predicción en terrenos agroecológicos en la siembra de cultivos?**

**Tabla 24:** tabulación de datos de la pregunta 5

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	65	76%
No	25	24%
<b>TOTAL</b>	90	100%

**Fuente:** Realizado

por los investigadores (2022)

**Gráfico 44:** tabulación de pregunta 5



**Fuente:** Realizado por los investigadores (2022)

**Análisis e interpretación:** Del 100% de la población encuestada el 76% menciona que considera la implementación de una aplicación web con inteligencia artificial para la predicción en terrenos agroecológicos en la siembra de cultivos; mientras el 24% manifiesta que no está de acuerdo con la implementación de una aplicación web con inteligencia artificial para la predicción en terrenos agroecológicos en la siembra de cultivos. Tras conocer los resultados esto refleja que la mayoría de la población está de acuerdo con la implementación de una aplicación web mediante inteligencia artificial que permite la predicción de los datos del suelo para aplicar la siembra de un determinado cultivo.

**Anexo 6:** Formato de la entrevista aplicada a los representantes de asociaciones de fincas agroecológicas



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### EXTENSIÓN - LA MANÁ

**Entrevistadores:** Alex David Coppiano Marín y Cristopher José Herrera Vargas

**Entrevistados:** Representantes de las fincas agroecológicas del cantón La Maná

**Lugar:** La Maná

- 1.- ¿Desde su perspectiva, como influye la tecnología en el sector agrícola?
  
- 2.- ¿Es importante la aplicación de inteligencia artificial como asistente tecnológico?
  
- 3.- ¿En la actualidad es necesario realizar predicciones mediante datos del suelo para la siembra de cultivos?
  
- 4.- ¿Se debe tener en cuenta la evolución tecnológica en el sector agrícola?
  
- 5.- ¿Las aplicaciones web basadas en predicciones en cultivos serán de gran importancia a futuro?

**Anexo 7:** Entrevista a Leonardo Gabriel Ramos Jiménez representante de la finca ADELITA



**Descripción:** Entrevista aplicada al Sr. Leonardo Gabriel Ramos Jiménez, lo cual se abordó temas de relevancia en base al proceso investigativo en las fincas agroecológicas para la aplicación de asistencia tecnológica en base al desarrollo de software.

**Anexo 8:** Encuesta realizada a dueños de las fincas agrícolas del cantón La Maná



**Anexo 9:** Visita de terrenos donde se aplicó el desarrollo de la investigación

**Descripción:** Se realizó la visita en las fincas agroecológicas para analizar la situación del suelo y poder así determinar información que se procesará en los modelos de inteligencia artificial.

**Anexo 10:** Recolección de datos para el proceso de predicción artificial de los suelos

**Descripción:** Mediante el dispositivo de medición de variables ambientales del suelo, se recolecta información de alta relevancia para que esta sea analizada y procesada para su aplicación y empaquetamiento de los modelos de inteligencia artificial que serán implementados en el aplicativo web.

### Anexo 11: Base de datos

N	P	K	C	temperature	humidity	ph	rainfall	label
90	42	43		2.087.974.371	8.200.274.423	6.502.985.292.000.000	2.029.355.362	arroz
85	58	41		2.177.046.169	8.031.964.408	7.038.096.361	2.266.555.374	arroz
60	55	44		2.300.445.915	823.207.629	7.840.207.144	2.639.642.476	arroz
74	35	40		2.649.109.635	8.015.836.264	6.980.400.905	2.428.640.342	arroz
78	42	42		2.013.017.482	8.160.487.287	7.628.472.891	2.627.173.405	arroz
69	37	42		2.305.804.872	8.337.011.772	7.073.453.503	2.510.549.998	arroz
69	55	38		2.270.883.798	8.263.941.394	570.080.568	2.713.248.604	arroz
94	53	40		2.027.774.362	8.289.408.619	5.718.627.177.999.990	2.419.741.949	arroz
89	54	38		2.451.588.066	8.353.521.629.999.990	6.685.346.424	2.304.462.359	arroz
68	58	38		2.322.397.386	8.303.322.691	6.336.253.525	2.212.091.958	arroz
91	53	40		2.652.723.513	8.141.753.846	5.386.167.788	2.646.148.697	arroz
90	46	42		2.397.898.217	8.145.061.596	750.283.396	2.500.832.336	arroz
78	58	44		2.680.079.604	8.088.684.822	5.108.681.786	2.844.364.567	arroz
93	56	36		2.401.497.622	8.205.687.182	698.435.366	1.852.773.389	arroz
94	50	37		2.566.585.205	8.066.385.045	694.801.983	2.095.869.708	arroz
60	48	39		2.428.209.415	8.030.025.587	70.422.990.689.999.990	2.310.863.347	arroz
85	38	41		2.158.711.777	827.883.708	62.490.506.560.000.000	27.665.524.589.999.990	arroz
91	35	39		2.379.391.957	8.041.817.957	6.970.859.754	2.062.611.855	arroz
77	38	36		218.652.524	801.923.008	5.953.933.276	22.455.501.690.000.000	arroz
88	35	40		2.357.943.626	8.358.760.316	585.393.208	2.912.986.618.000.000	arroz
89	45	36		2.132.504.158	8.047.476.396	6.442.475.375	1.854.974.732	arroz
76	40	43		2.515.745.531	8.311.713.476	5.070.175.667	2.313.843.163	arroz

**Descripción:** Base de datos estructurada dimensional para el preprocesamiento de datos para hacer entrenados en el entorno de programación de Jupyter Netbook.

### Anexo 12: Preparación del entorno de codificación Jupyter Netbook

```

!pip install scikit-learn==0.24

Collecting scikit-learn==0.24
  Downloading scikit_learn-0.24.0-cp37-cp37m-manylinux2010_x86_64.whl (22.3 MB)
    ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 22.3 MB 1.5 MB/s
Requirement already satisfied: scipy>=0.19.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from scikit-learn==0.24) (1.4.1)
Requirement already satisfied: numpy>=1.13.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from scikit-learn==0.24) (1.19.5)
Requirement already satisfied: threadpoolctl>=2.0.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from scikit-learn==0.24) (3.0.0)
Requirement already satisfied: joblib>=0.11 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from scikit-learn==0.24) (1.1.0)
Installing collected packages: scikit-learn
  Attempting uninstall: scikit-learn
    Found existing installation: scikit-learn 1.0.1
    Uninstalling scikit-learn-1.0.1:
      Successfully uninstalled scikit-learn-1.0.1
  Successfully installed scikit-learn-0.24.0
  
```

**Descripción:** Entorno de ejecución que corresponde a la IDE en nube Jupyter Notebook lo cual permitirá establecer toda la codificación para generar los modelos de inteligencia artificial SVM.

### Anexo 13: Importación de librerías en el entorno de trabajo

```

✓ [2] import numpy as np
      from sklearn import svm
      import pandas as pd
      import pickle
      from sklearn.model_selection import train_test_split
      import sklearn
      sklearn.__version__
      '0.24.1'

      '0.24.1'

```

**Descripción:** Importación de las librerías dentro del entorno de trabajo para la codificación y generación de modelos de inteligencia artificial.

**Anexo 14:** Lectura y precarga de los datos recolectados de los suelos de las fincas agroecológicas

```

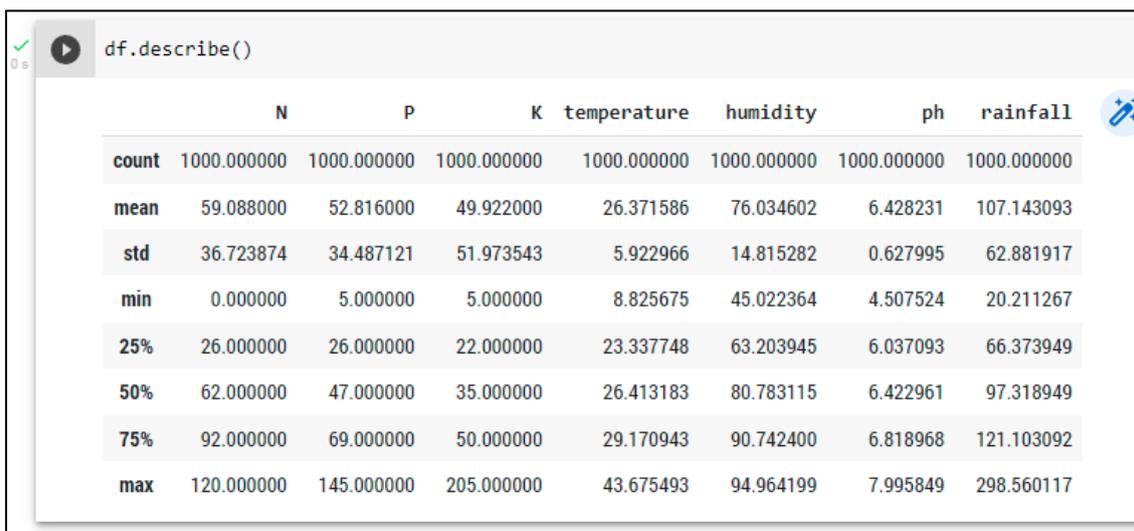
✓ [2] df= pd.read_csv("/content/Crop_recommendation.csv")
      df.head()

```

	N	P	K	temperature	humidity	ph	rainfall	label
0	90	42	43	20.879744	82.002744	6.502985	202.935536	arroz
1	85	58	41	21.770462	80.319644	7.038096	226.655537	arroz
2	60	55	44	23.004459	82.320763	7.840207	263.964248	arroz
3	74	35	40	26.491096	80.158363	6.980401	242.864034	arroz
4	78	42	42	20.130175	81.604873	7.628473	262.717340	arroz

**Descripción:** La precarga de datos permitirá obtener la información almacenada en base a la recolección de datos con el dispositivo medidor de suelos que se implementó en la visita técnica de los suelos agrícolas, permitiéndonos que esta información se segmente mediante variables ambientales.

### Anexo 15: Distribución en la toma de datos ambientales

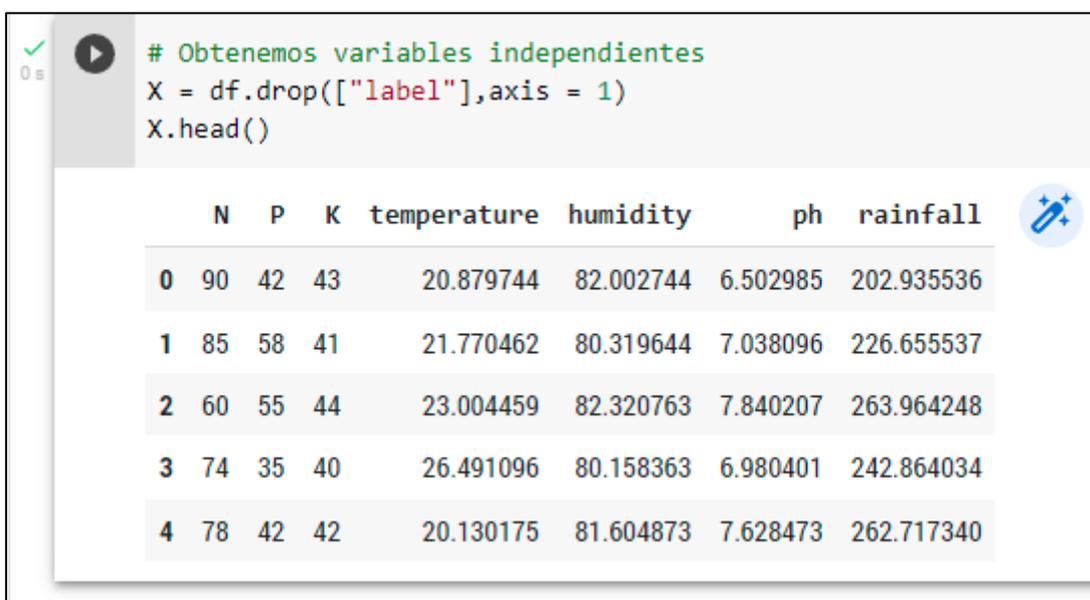


```
df.describe()
```

	N	P	K	temperature	humidity	ph	rainfall
count	1000.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000	1000.000000
mean	59.088000	52.816000	49.922000	26.371586	76.034602	6.428231	107.143093
std	36.723874	34.487121	51.973543	5.922966	14.815282	0.627995	62.881917
min	0.000000	5.000000	5.000000	8.825675	45.022364	4.507524	20.211267
25%	26.000000	26.000000	22.000000	23.337748	63.203945	6.037093	66.373949
50%	62.000000	47.000000	35.000000	26.413183	80.783115	6.422961	97.318949
75%	92.000000	69.000000	50.000000	29.170943	90.742400	6.818968	121.103092
max	120.000000	145.000000	205.000000	43.675493	94.964199	7.995849	298.560117

**Descripción:** Una vez aplicada la precarga de datos que permitirá obtener la información almacenada en base a la recolección de datos con el dispositivo medidor de suelos que se implementó en la visita técnica de los suelos agrícolas, declarando `df.describe()` se genera la segmentación de información tanto de variables ambientales como estados independientes de predicciones.

### Anexo 16: Obtencion de variables independientes para la ejecución de la predicción



```
# Obtenemos variables independientes
X = df.drop(["label"],axis = 1)
X.head()
```

	N	P	K	temperature	humidity	ph	rainfall
0	90	42	43	20.879744	82.002744	6.502985	202.935536
1	85	58	41	21.770462	80.319644	7.038096	226.655537
2	60	55	44	23.004459	82.320763	7.840207	263.964248
3	74	35	40	26.491096	80.158363	6.980401	242.864034
4	78	42	42	20.130175	81.604873	7.628473	262.717340

**Descripción:** Se establece el uso de las variables independientes haciendo una distribución correcta y solo obtener la información base a procesar para la ejecución de la predicción mediante los modelos de inteligencia artificial.

### Anexo 17: Entrenamiento de variables dependientes

```

✓ 0s # Obtenemos variable dependiente
Y = df.pop('label')
Y
0      arroz
1      arroz
2      arroz
3      arroz
4      arroz
...
995  Café Nacional
996  Café Nacional
997  Café Nacional
998  Café Nacional
999  Café Nacional
Name: label, Length: 1000, dtype: object

```

**Descripción:** Tomada las variables independientes basadas en características ambientales en el análisis y características del suelo, estos componentes de datos se tomarán de manera aleatoria mediante una entrada de información numérica mediante un tipo de dato y un resultado en base a una predicción.

### Anexo 18: Ajuste de los modelos de inteligencia artificial SVM para la carga de la aplicación

```

AJUSTE DE MODELO SVM VECTORIAL

✓ 0s [9] # Creamos el modelo SVM para clasificacion con kernel lineal/rbf y entrenamos el modelo
      model = svm.SVC(kernel='linear', C=100).fit(X_train, y_train)

✓ 0s [10] # Grabamos el modelo en el directorio
       pkl_filename = "pickle_modelo.pkl"
       with open(pkl_filename, 'wb') as file:
           pickle.dump(model, file)

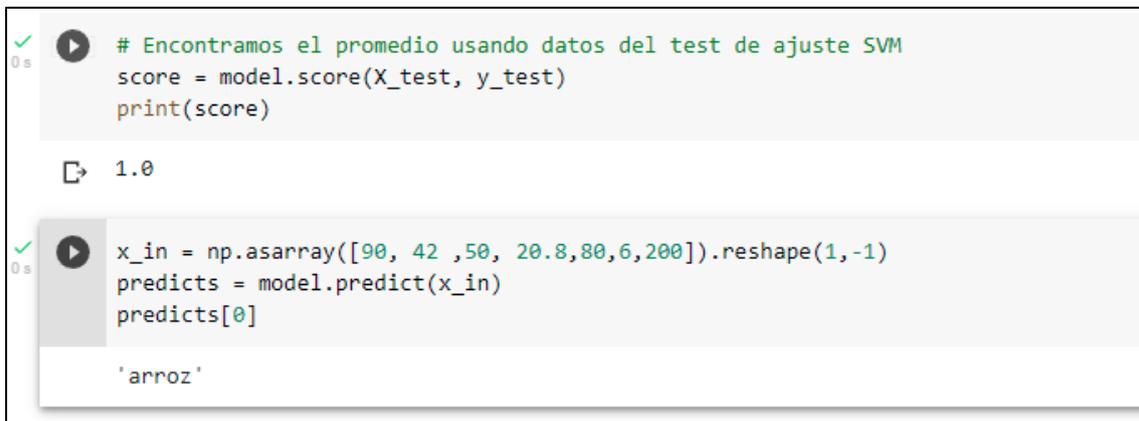
✓ 0s [11] # Cargamos el modelo
       pkl_filename = "pickle_modelo.pkl"
       with open(pkl_filename, 'rb') as file:
           model = pickle.load(file)

```

**Descripción:** El proceso del entrenamiento vectorial en base a inteligencia artificial consiste en tomar los datos ajustados del modelo SVM en una arquitectura base completamente definan siendo que esta tiene que ser procesada mediante la lectura de

datos, de manera siguiente se aplica tanto la creación del modelo mediante componentes clasificadores, grabación del directorio y carga de la inteligencia artificial SVM.

**Anexo 19:** Obtener promedio de datos del modelo previamente entrenado para la ejecución de la predicción



```

# Encontramos el promedio usando datos del test de ajuste SVM
score = model.score(X_test, y_test)
print(score)

1.0

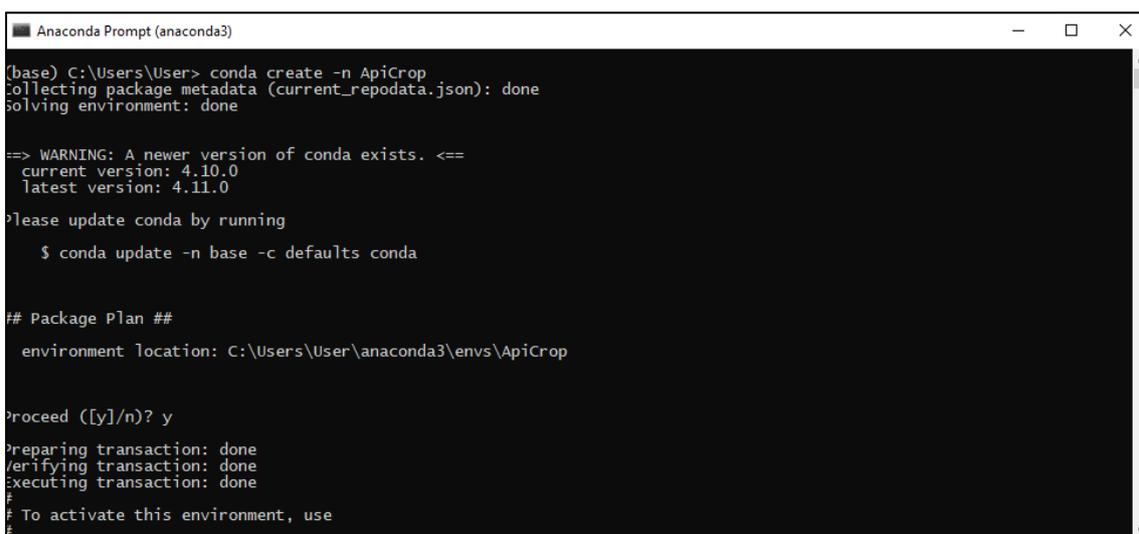
x_in = np.asarray([90, 42, 50, 20.8, 80, 6, 200]).reshape(1, -1)
predicts = model.predict(x_in)
predicts[0]

'arroz'

```

**Descripción:** Una vez realizado tanto el proceso de modelamiento de la inteligencia artificial basada en máquina de vectores de soporte como el desarrollo del aplicativo web que ejecutara las predicciones para las siembras de cultivos en base a la búsqueda del promedio de valores usando los datos ya empaquetados en el modelo de inteligencia artificial para la predicción de los valores.

**Anexo 20:** Configuración de entorno en consola mediante mini anaconda



```

Anaconda Prompt (anaconda3)
(base) C:\Users\User> conda create -n ApiCrop
Collecting package metadata (current_repodata.json): done
Solving environment: done

==> WARNING: A newer version of conda exists. <==
  current version: 4.10.0
  latest version: 4.11.0

Please update conda by running

  $ conda update -n base -c defaults conda

## Package Plan ##
  environment location: C:\Users\User\anaconda3\envs\ApiCrop

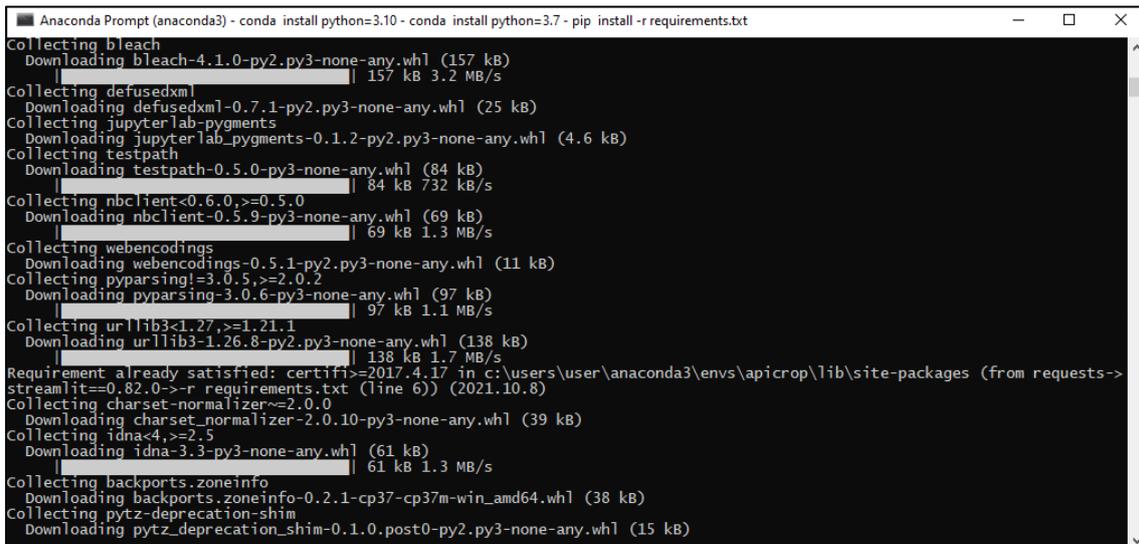
Proceed ([y]/n)? y
Preparing transaction: done
Verifying transaction: done
Executing transaction: done

# To activate this environment, use
#

```

**Descripción:** Configuración del entorno de mini anaconda lo que permitirá cargar mediante servidor todos los archivos necesarios para la ejecución y despliegue del aplicativo web.

## Anexo 21: Instalación de los complementos



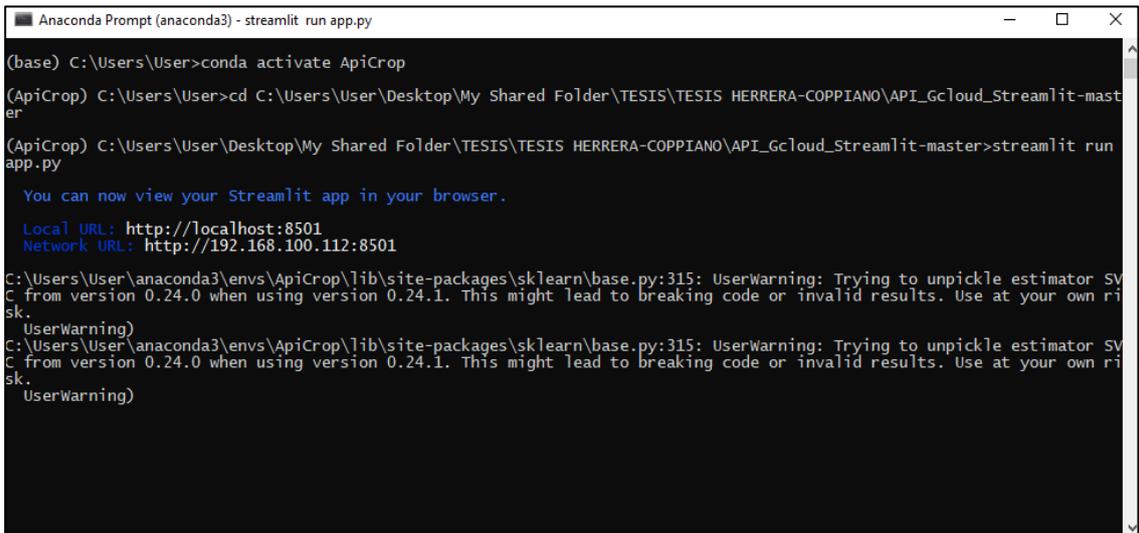
```

Anaconda Prompt (anaconda3) - conda install python=3.10 - conda install python=3.7 - pip install -r requirements.txt
Collecting bleach
  Downloading bleach-4.1.0-py2.py3-none-any.whl (157 kB)
    | 157 kB 3.2 MB/s
Collecting defusedxml
  Downloading defusedxml-0.7.1-py2.py3-none-any.whl (25 kB)
Collecting jupyterlab-pygments
  Downloading jupyterlab_pygments-0.1.2-py2.py3-none-any.whl (4.6 kB)
Collecting testpath
  Downloading testpath-0.5.0-py3-none-any.whl (84 kB)
    | 84 kB 732 kB/s
Collecting nbclient<0.6.0,>=0.5.0
  Downloading nbclient-0.5.9-py3-none-any.whl (69 kB)
    | 69 kB 1.3 MB/s
Collecting webencodings
  Downloading webencodings-0.5.1-py2.py3-none-any.whl (11 kB)
Collecting pyparsing!=3.0.5,>=2.0.2
  Downloading pyparsing-3.0.6-py3-none-any.whl (97 kB)
    | 97 kB 1.1 MB/s
Collecting urllib3<1.27,>=1.21.1
  Downloading urllib3-1.26.8-py2.py3-none-any.whl (138 kB)
    | 138 kB 1.7 MB/s
Requirement already satisfied: certifi>=2017.4.17 in c:\users\user\anaconda3\envs\apicrop\lib\site-packages (from requests->
streamlit==0.82.0->-r requirements.txt (line 6)) (2021.10.8)
Collecting charset-normalizer<=2.0.0
  Downloading charset_normalizer-2.0.10-py3-none-any.whl (39 kB)
Collecting idna<4,>=2.5
  Downloading idna-3.3-py3-none-any.whl (61 kB)
    | 61 kB 1.3 MB/s
Collecting backports.zoneinfo
  Downloading backports.zoneinfo-0.2.1-cp37m-win_amd64.whl (38 kB)
Collecting pytz-deprecation-shim
  Downloading pytz_deprecation_shim-0.1.0.post0-py2.py3-none-any.whl (15 kB)

```

**Descripción:** La instalación de los componentes permiten que el aplicativo web se configure de manera automática, tanto la API Kraggle y Streamli, permitiendo así que el proyecto sea puesto en modo producción en base a la configuración ya establecida.

## Anexo 22: Ejecución del entorno ApiCrop de anaconda



```

Anaconda Prompt (anaconda3) - streamlit run app.py
(base) C:\Users\User>conda activate ApiCrop
(ApiCrop) C:\Users\User>cd C:\Users\User\Desktop\My Shared Folder\TESIS\TESIS HERRERA-COPPIANO\API_Gcloud_Streamlit-master
(ApiCrop) C:\Users\User\Desktop\My Shared Folder\TESIS\TESIS HERRERA-COPPIANO\API_Gcloud_Streamlit-master>streamlit run
app.py

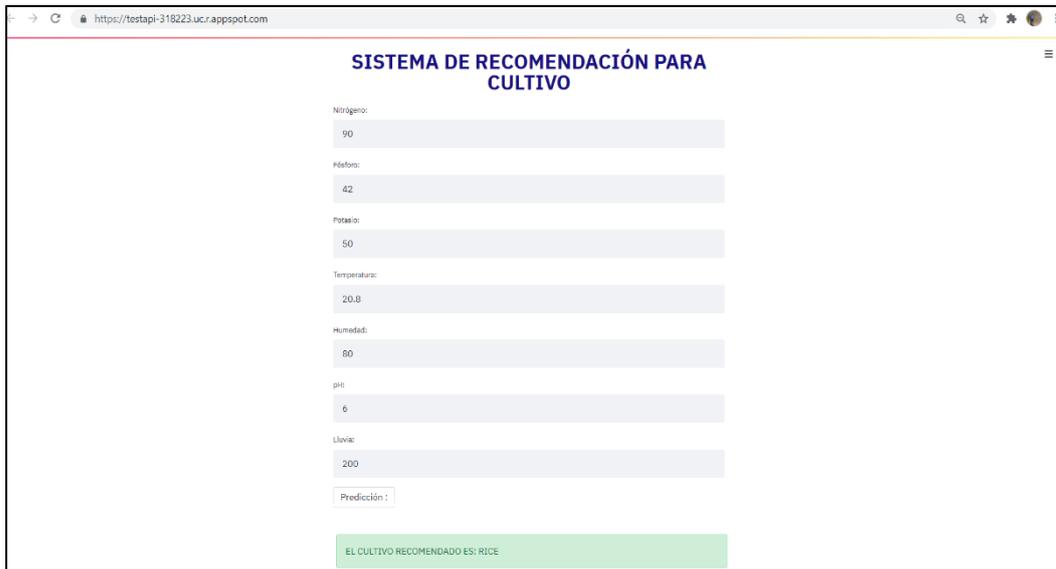
You can now view your Streamlit app in your browser.
Local URL: http://localhost:8501
Network URL: http://192.168.100.112:8501

C:\Users\User\anaconda3\envs\ApiCrop\lib\site-packages\sklearn\base.py:315: UserWarning: Trying to unpickle estimator SV
C from version 0.24.0 when using version 0.24.1. This might lead to breaking code or invalid results. Use at your own ri
sk.
  UserWarning)
C:\Users\User\anaconda3\envs\ApiCrop\lib\site-packages\sklearn\base.py:315: UserWarning: Trying to unpickle estimator SV
C from version 0.24.0 when using version 0.24.1. This might lead to breaking code or invalid results. Use at your own ri
sk.
  UserWarning)

```

**Descripción:** Ejecución del entorno de mini anaconda para que el aplicativo web se ejecute de manera correcta mediante la comunicación de la API y el servidor tanto de manera local como remota.

### Anexo 23: Ejecución de aplicativo web basado en modelos predictivos del suelo para cultivos



The screenshot displays a web application interface for crop recommendation. The title is "SISTEMA DE RECOMENDACIÓN PARA CULTIVO". The interface includes several input fields with their respective values: Nitrogeno (90), Fósforo (42), Potasio (50), Temperatura (20.8), Humedad (80), pH (6), and Lluvia (200). Below these fields is a "Predicción:" label. At the bottom, a green bar displays the recommendation: "EL CULTIVO RECOMENDADO ES: RICE".

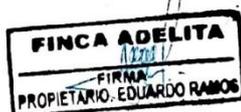
**Descripción:** Establecido el modelo mediante el flujo del despliegue técnico, se procede que el modelo de inteligencia artificial SVM sea alojado en un servicio web, en este caso se trata de la ejecución de las predicciones de siembra de cultivos en base a datos ambientales, obtenemos como resultado una interfaz HTML basada en Streamlit que interactúe con el cliente y la configuración del web services para enviar la entrada de datos en base al requerimiento del estudio del suelo donde se realizara el cultivo y así obtener como resultado la predicción en el tipo de cultivo a sembrar.

**Anexo 24:** Certificado de implementación del proyecto de investigación**FINCA AGROECOLOGICA****ADELITA**

Valencia, 25 de enero del 2022

Quien suscribe Sr. **LEONARDO GABRIEL RAMOS JIMÉNEZ** con C.I, 120549490-7 luego de revisar los archivos que se encuentran en nuestra oficina, Certifico que los estudiantes **ALEX DAVID COPPIANO MARÍN** con C.I, 060406309-9 y **CRISTOPHER JOSE HERRERA VARGAS** con C.I, 1207726967 estudiantes de la carrera de Ingeniería y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi-Extensión La Maná, se encuentran desarrollando e implementando el proyecto con el tema “**DESARROLLO DE APLICATIVO WEB BASADO EN MAQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE (SVM) DE APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA LA PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI**”.

Atentamente,

**Leonardo Gabriel Ramos Jiménez****C.I, 120547470-7****PROPIETARIO**

**Anexo 25:** Manual de usuario del aplicativo web



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS  
INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**MANUAL DE USUARIO PARA EL USO DE LA APLICACIÓN WEB DE  
PREDICCIÓN EN LA RECOMENDACIÓN DE CULTIVOS MEDIANTE  
DATOS AMBIENTALES PARA FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL  
CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DEL COTOPAXI.**

Versión 1.0

**AUTORES:**

Coppiano Marín Alex David

Herrera Vargas Christopher José

**TUTOR:**

Ing. MSc. Edel Ángel Rodríguez Sánchez

**LA MANÁ – ECUADOR**

**MARZO 2022**

## MANUAL DE USUARIO

### Objetivo

Otorgar el soporte necesario a los usuarios del aplicativo, teniendo el control de sus funcionalidades para la generación de información.

### Requerimientos del sistema

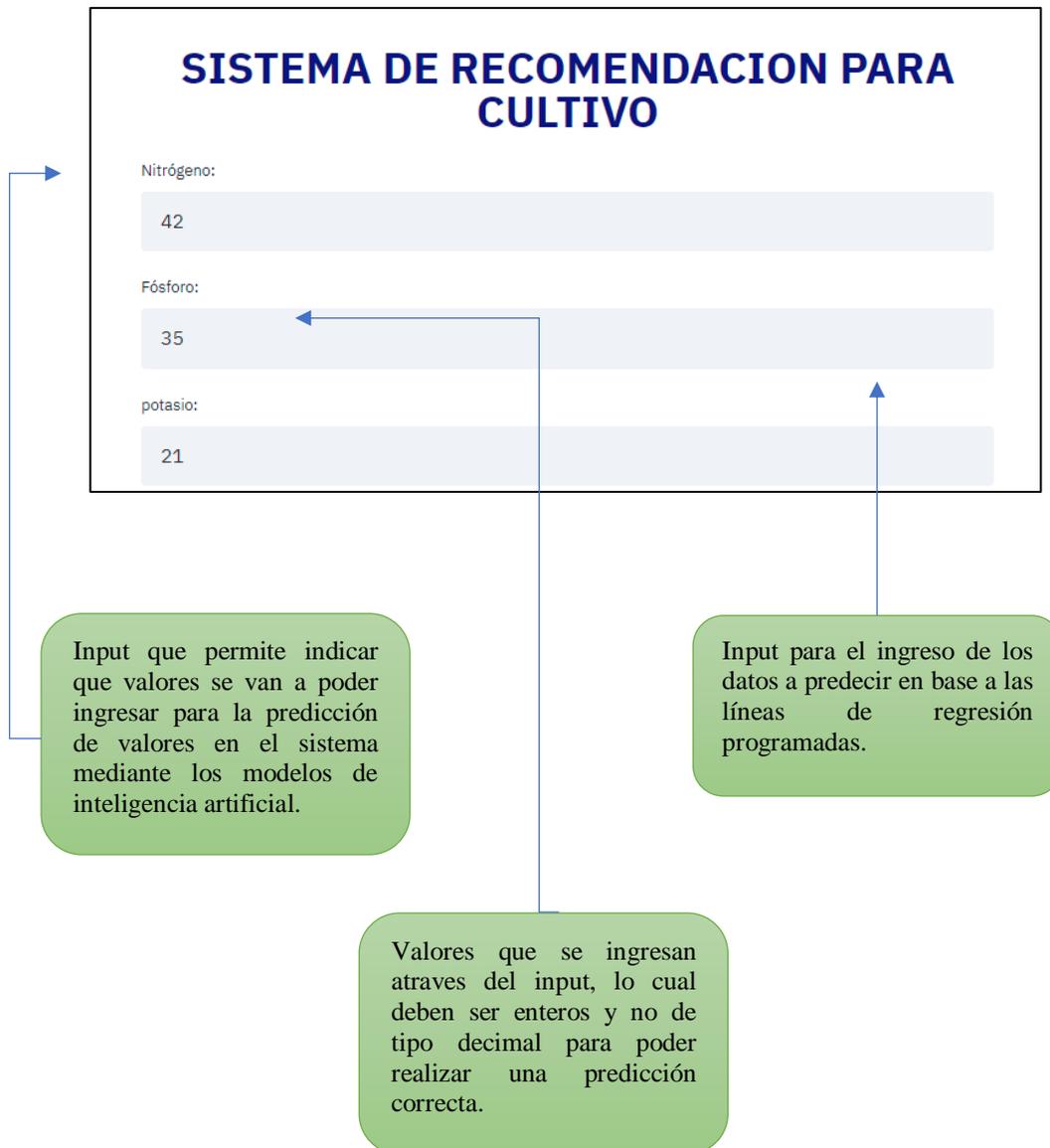
- Navegador Web (Google Chrome o Mozilla Firefox).
- 4GB de memoria RAM.
- Conexión a internet.

### Opciones del aplicativo

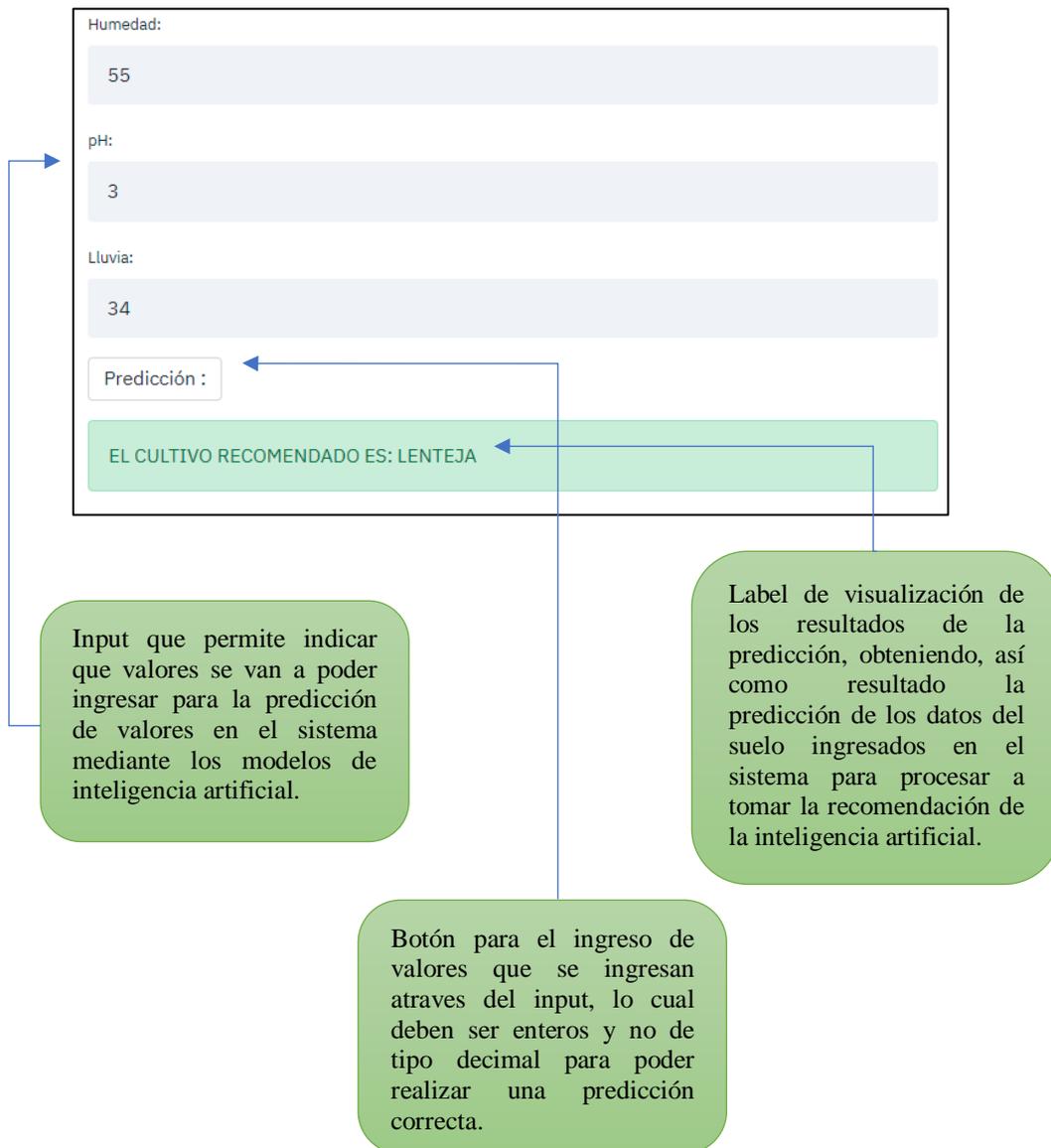
El presente manual de usuario contempla la secuencia de uso de la siguiente manera:

1. FrontEnd de la aplicación web.
2. Input del ingreso de valores a predecir.
3. Recomendación del cultivo.
4. Ajustes generales.
5. Funcionalidades extras.

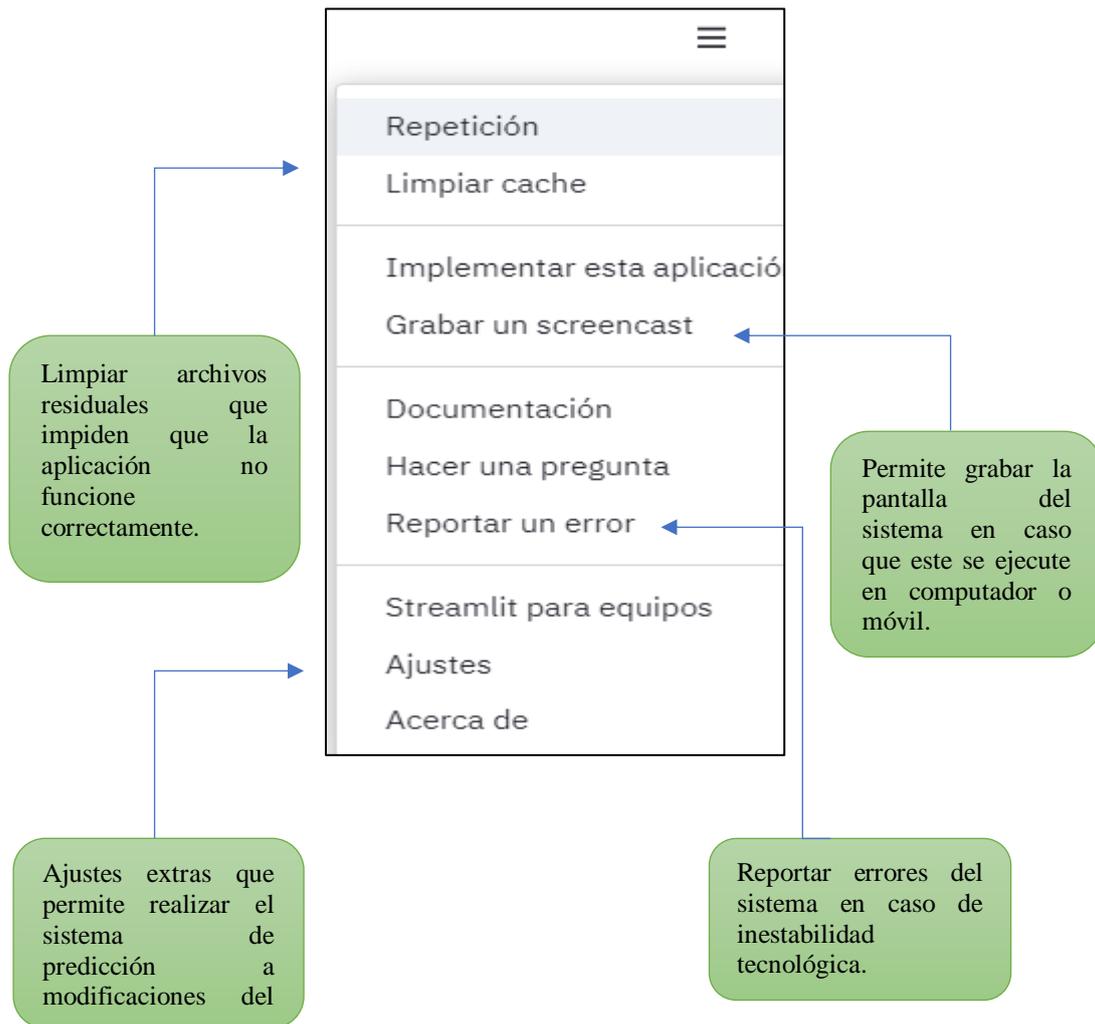
## Página principal del sistema para la recomendación de cultivos mediante inteligencia artificial



## Inputs de entrada de valores mediante variables numéricas y predicción



## Opciones extras del sistema mediante el framework Streamlit



## Opciones de configuraciones del sistema para el usuario



El modo apariencia se ajusta de manera automática de tipo responsiva, pero también se puede aplicar ajustes manuales por el usuario para aprovechar tamaño de pantalla.

La opción de tema hace referencia al color del aplicativo, este se ajusta al contraste de los valores del sistema, es una opción que el usuario lo puede hacer de manera manual si es necesario.

La función permite ajustar en modo desarrollador el aplicativo para que este sea modificado con versiones futuras en caso que sea necesario.

## Grabar pantalla en tiempo real para demostración de la funcionalidad del aplicativo web

The image shows a dialog box titled "Grabar un screencast" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains the following text: "Esto grabará un video con el contenido de su pantalla, para que pueda compartir fácilmente lo que está viendo con otros." Below this is a checkbox labeled "También graba audio" which is currently unchecked. Underneath the checkbox, it says "Presione **Esc** en cualquier momento para detener la grabación." At the bottom right of the dialog is a button labeled "¡Iniciar la grabación!".

Three callout boxes with arrows point to specific elements in the dialog:

- The first callout points to the introductory text and contains the text: "Aviso informativo para tener en cuenta la utilidad la opción al grabar pantalla."
- The second callout points to the "También graba audio" checkbox and contains the text: "Opción para activar el micrófono al momento de generar la grabación de la pantalla."
- The third callout points to the "¡Iniciar la grabación!" button and contains the text: "Botón para iniciar la grabación de la pantalla de manera manual."

## 19. CERTIFICADO DE REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



### Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	TESIS FINAL-HERRERA-COPIANO.docx (D132980923)
<b>Submitted</b>	2022-04-07T20:46:00.0000000
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	johnny.bajana@utc.edu.ec
<b>Similarity</b>	4%
<b>Analysis address</b>	jaime.cajas.utc@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

---

**SA****UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / PDF - BUSTAMANTE MARIA - GARCIA MARIA.pdf**

Document PDF - BUSTAMANTE MARIA - GARCIA MARIA.pdf (D97756071)

Submitted by: jaime.cajas@utc.edu.ec

Receiver: jaime.cajas.utc@analysis.arkund.com

**31**