



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES
MULTIMEDIA**

TEMA:

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN WEB Y MÓVIL BASADA EN
MACHINE LEARNING, PARA MONITOREO, REGISTRO Y CONTROL DE
TEMPERATURA Y HUMEDAD EN EL CULTIVO DE LA PITAHAYA

AUTOR:

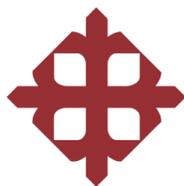
Torres Pacheco Gabriel Andrés

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES MULTIMEDIA

TUTOR:

Lcdo. Villota Oyarvide Wellington Remigio, Mgs.

Guayaquil, 11 de septiembre del 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES
MULTIMEDIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Torres Pacheco Gabriel Andrés**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Producción y Dirección en Artes Multimedia**.

TUTOR

f. _____

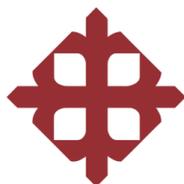
Lcdo. Villota Oyarvide Wellington Remigio, Mgs.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Lcdo. Moreno Díaz Víctor Hugo, Mgs.

Guayaquil, 11 de septiembre del 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES
MULTIMEDIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Torres Pacheco Gabriel Andrés**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Desarrollo de una aplicación web y móvil basada en machine learning, para monitoreo, registro y control de temperatura y humedad en el cultivo de la pitahaya**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Producción y Dirección en Artes Multimedia**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 11 de septiembre del 2018

EL AUTOR

f. _____
Torres Pacheco Gabriel Andrés



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES
MULTIMEDIA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Torres Pacheco Gabriel Andrés**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **“Desarrollo de una aplicación web y móvil basada en machine learning, para monitoreo, registro y control de temperatura y humedad en el cultivo de la pitahaya”**.

Cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 11 de septiembre del 2018

EL AUTOR

f. _____
Torres Pacheco Gabriel Andrés

Guayaquil, 20 – 08 – 2018

Lcdo. Víctor Hugo Moreno, Mgs.
Director de Carrera de
Ingeniería en Producción y Dirección en Artes Multimedia

Presente

Sírvase encontrar a continuación el presente el print correspondiente al informe del software antiplagio URKUND, una vez que el mismo ha sido analizado y se ha procedido en conjunto con el estudiante: _ TORRES PACHECO GABRIEL ANDRÉS _ a realizar la retroalimentación y correcciones respectivas de manejo de citas y referencias en el documento del Trabajo de Titulación del mencionado estudiante.

URKUND

Documento [Tesis Gabeo 25.pdf](#) (040074947)

Presentado 2018-06-19 23:10 (-05:00)

Presentado por wellington.villota@cu.uctg.edu.ec

Recibido wellington.villota.uctg@analysis.arkund.com

4% de estas 31 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.



Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wellington Villota Oyarvide'.

Lcdo. Wellington Villota Oyarvide, Mgs.

Docente Tutor

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser tan generoso en darme la familia que tengo y por permitirme reconocer lo afortunado que soy.

A mis padres, los responsables de mi formación personal y profesional, por su inmensurable amor, dedicación y constancia. Y por mostrarme que el sacrificio y el trabajo constante son el camino al éxito.

A mi querida esposa, por ser mi fuente de inspiración y por darme su amor incondicional.

A mi familia y hermano, por impulsarme a ser mejor persona cada día.

Y a todos aquellos que hicieron posible la elaboración de este proyecto.

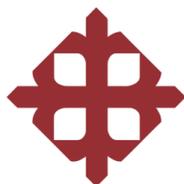
DEDICATORIA

A mi esposa Kathy, mi compañera de aventuras, por su increíble capacidad de complementarme y ser la persona con quien comparto mis más grandes sueños.

A mis padres y familia, quienes me acompañan en cada logro.

A mis amigos y colegas con quienes comparto ideas y proyectos.

Al desarrollo de la sociedad y el medio ambiente.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN DIRECCIÓN Y PRODUCCIÓN EN ARTES
MULTIMEDIA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Alonso Veloz Arce, Mgs.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

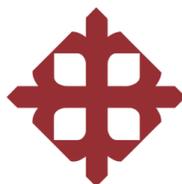
Lcdo. Mite Basurto Alberto Ernesto, Mgs.

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Lcdo. Paladines Rodríguez Joffre Ruperto, Mgs.

OPONENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES
MULTIMEDIA

CALIFICACIÓN

Guayaquil, 11 de septiembre del 2018

TUTOR

f. _____

Lcdo. Villota Oyarvide Wellington Remigio, Mgs.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XIV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I.....	3
1. Presentación del Objeto de Estudio.....	3
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. Objetivo General	6
1.4. Objetivos Específicos	6
1.5. Justificación.....	6
1.6. Marco Conceptual	10
1.6.1. Pitahaya	10
1.6.2. Informática	13
1.6.3. Inteligencia Artificial.....	16
1.6.4. Machine Learning.....	25
1.6.5. Deep Learning.....	27
1.6.6. TensorFlow	29
CAPÍTULO II.....	30
2. Diseño de la Investigación	30

2.1.	Planteamiento de la Metodología	30
2.2.	Población y Muestra.....	33
2.3.	Instrumentos de Investigación.....	36
2.3.1.	Encuesta	36
2.3.2.	Entrevista	36
2.4.	Resultados de la Investigación.....	38
2.4.1.	Resultados de las Encuestas	38
2.4.2.	Resultados de las Entrevistas	44
CAPÍTULO III		50
3.	Presentación de la Propuesta	50
3.1.	Descripción del Producto	54
3.1.1.	Línea gráfica	56
3.1.2.	Diseño de la Aplicación Web.....	58
3.1.3.	Diseño de la Aplicación Móvil.....	61
3.2.	Descripción del Usuario	66
3.3.	Alcance Técnico.....	67
3.4.	Especificaciones Funcionales	70
3.5.	Módulos de Aplicación	71
3.6.	Especificaciones Técnicas	72
3.7.	Funciones del Aplicativo.....	73
3.8.	Prueba de Campo	74
3.8.1.	Base de Datos.....	79
CONCLUSIONES		80

RECOMENDACIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definiciones de Inteligencia Artificial	18
Tabla 2. Principales Tecnologías de la Agricultura de Precisión.....	54
Tabla 3. Sensores, Categorías y Parámetros	69
Tabla 4. Especificaciones Técnicas	72

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Resultados de las Cuentas Regionales	7
Ilustración 2. Tipos de Pitahaya	11
Ilustración 3. Tipos de Investigación	31
Ilustración 4. Muestra y sus clases	34
Ilustración 5. Encuesta Pregunta 1	39
Ilustración 6. Encuesta Pregunta 2	39
Ilustración 7. Encuesta Pregunta 3	40
Ilustración 8. Encuesta pregunta 4.....	40
Ilustración 9. Encuesta pregunta 5.....	41
Ilustración 10. Encuesta pregunta 6.....	41
Ilustración 11. Encuesta pregunta 7.....	42
Ilustración 12. Encuesta pregunta 8.....	42
Ilustración 13. Encuesta pregunta 9.....	43
Ilustración 14. Encuesta pregunta 10.....	43
Ilustración 15. Encuesta pregunta 11	44
Ilustración 16. Entrevista pregunta 1	44
Ilustración 17. Entrevista pregunta 2.....	45
Ilustración 18. Entrevista pregunta 3.....	45
Ilustración 19. Entrevista pregunta 4.....	46
Ilustración 20. Entrevista pregunta 5.....	46
Ilustración 21. Entrevista pregunta 6.....	47
Ilustración 22. Entrevista pregunta 7.....	47

Ilustración 23. Entrevista pregunta 8.....	48
Ilustración 24. Entrevista pregunta 9.....	48
Ilustración 25. Entrevista pregunta 10.....	49
Ilustración 26. Entrevista pregunta 11.....	49
Ilustración 27. Isotipo	56
Ilustración 28. Isologo	57
Ilustración 29. Login de Aplicación Web	58
Ilustración 30. Dashboard Principal	59
Ilustración 31. Dashboard con la Vista de Usuarios.....	60
Ilustración 32. Splash Screen	61
Ilustración 33. Login de Aplicación Móvil	62
Ilustración 34. Tablero de Resultados.....	63
Ilustración 35. Notificaciones	64
Ilustración 36. Ejemplo de Usuario u Operador	65
Ilustración 37. Arduino	68
Ilustración 38. Módulos de Aplicación.....	71
Ilustración 39. Hacienda “La Bonita Reina De El Cisne”	74
Ilustración 40. Vista Panorámica Del Cultivo De Pitahaya.....	75
Ilustración 41. Vista Externa de los Dispositivos Arduinos.....	76
Ilustración 42. Vista interna de los Dispositivos Arduinos	77
Ilustración 43. Instalación de la prueba Piloto.....	78
Ilustración 44. Base de datos.....	79

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en el desarrollo e implementación de una herramienta tecnológica con inteligencia artificial basada en aprendizaje automático, la cual se trata de una aplicación web y móvil que se encuentra bajo el sistema operativo android. Esta implantación de aprendizaje automático y Deep Learning se ejecutará con TensorFlow para acceder al procesamiento gráfico de la información. El objetivo principal de esta aplicación es incrementar el rendimiento y la calidad del cultivo de la pitahaya. Por medio del monitoreo, registro y control de las variables físicas como temperatura y humedad en cada una de las fases del cultivo y a través de la implementación de varios dispositivos como: arduinos, microcontroladores, sensores y actuadores que permiten revelar los niveles respectivos de las plantaciones, y al mismo tiempo identificar cuáles son los niveles óptimos del cultivo en su mejor escenario tomando en cuenta su interacción con el entorno. A partir de estas mediciones, se efectúa el control de la Big Data que se genera durante el tiempo de su implementación para su posterior análisis, el cual será considerado en la toma de decisiones con respecto a las estrategias del manejo de los recursos suministrados en el proceso de producción. Esta transición busca dejar atrás a la agricultura convencional y dar paso a la agricultura de precisión. Para efectos de estudio, se utiliza una metodología mixta, la cual tiene en cuenta el enfoque cualitativo y cuantitativo en esta investigación que es de tipo exploratoria y descriptiva. Tomando como herramientas una encuesta y una entrevista basada en un análisis heurístico para pruebas de usabilidad. Como resultado final, un sistema versátil e intuitivo de bajo costo que permite el monitoreo, registro y control de las variables de un cultivo a través de un operador o usuario de la aplicación Elisa.

Palabras Claves: *Inteligencia Artificial; Machine Learning; Deep Learning; TensorFlow; Agricultura de Precisión.*

ABSTRACT

The present research work consists in the development and implementation of a technological tool with artificial intelligence based on machine learning, which is a web and mobile application that is under the android operating system. This implementation about machine learning and deep learning will be executed with Tensor Flow to access the graphic processing of the information. The main objective of this application is to increase the yield and quality of the pitahaya crop. Through monitoring, recording and controlling physical variables such as temperature and humidity in each of the phases of the crop and through the implementation of several devices such as: arduinos, microcontrollers, sensors and actuators that allow to reveal the respective plantations levels, and at the same time to identify which are the optimum levels of the crop in its best scenery taking into account its interaction with the environment. From these measurements, big data control is generated during the time of its implementation for its later analysis, which is considered in the decision making about the management strategies of the resources supplied in the production process. This transition seeks to leave behind conventional agriculture and make way for precision agriculture. For purposes of study, mixed methodology is used since it takes into account the qualitative and quantitative approach in this research that is exploratory and descriptive. Taking as research tools a survey and an interview based on a heuristic analysis for usability tests. As a final result, a versatile and intuitive low cost system that allows the monitoring, registration and control of the variables of a crop through an operator or user of Elisa application.

Key Words: *Artificial Intelligence; Machine Learning; Deep Learning; TensorFlow; Precision Farming.*

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país agrícola por naturaleza debido a la biodiversidad de sus recursos naturales. Razón por la cual, la agricultura es considerada como principal actividad del sector primario de la economía. La Pitahaya roja, pertenece al grupo de frutas no tradicionales, es una fruta atractiva frente al comercio exterior, corresponde a las frutas exóticas más bellas del mundo con propiedades medicinales y curativas, es completamente adaptable a las condiciones climáticas, ubicación geográfica y suelo del Ecuador. La globalización o internacionalización hace al mundo cada vez más competitivo y a los mercados más exigentes con los estándares de calidad. Gracias a las tecnologías de información en la agricultura de precisión, hoy es posible cumplir con los procesos de producción y calidad. Optimizar los recursos, mejorar la productividad en el agro y el rendimiento productivo, mejorar el estilo de vida de las familias, reducir los costos de producción y contribuir con el medio ambiente a través de diferentes sistemas de producción auto sostenibles; son resultados de la tecnificación por parte de los agricultores y productores en general que deciden optar por el cambio y la innovación. La automatización en la producción agrícola es clave para explotar y aprovechar los recursos. El aporte de la humedad y la temperatura son puntos importantes que influyen en el desarrollo de la agricultura como en el crecimiento de las plantas, la aplicación fitosanitaria, entre otros. Por lo tanto; el control, supervisión y seguimiento de estos factores se vuelve crucial en las diferentes fases del cultivo. Para esto, el presente trabajo de investigación propone el desarrollo de una aplicación web y móvil que funciona por medio de sensores que miden las variables físicas, esta información es recolectada, almacenada, categorizada y representada gráficamente para un posterior análisis toma de decisiones.

CAPÍTULO I

1. Presentación del Objeto de Estudio

1.1. Planteamiento del Problema

El Ecuador ha sido tradicionalmente un país de vocación agrícola, especialmente la región costa que destaca con productos primarios para la exportación como el cacao, café, caucho, banano, camarón, productos marinos y otros. Hoy en día, la región sierra ha sumado la producción de flores, brócoli, etc., productos que tienen buena acogida en el mundo.

La producción de productos primarios se ha ido diversificando y se han incorporado otra variedad de productos tales como el mango, la pitahaya y otros. La calidad y variedad del clima son puntos sobresalientes que han motivado a los dueños de parcelaciones, quintas y haciendas a emprender en la siembra de productos no tradicionales y se han abierto a la producción y diversificación de nuevos tipos de plantaciones.

La siembra de nuevos productos se ha producido en gran demanda de parte de países desarrollados. En la actualidad se han desarrollado una serie de técnicas de riego y monitoreo aplicadas a la agricultura, las cuales han mejorado considerablemente la productividad agrícola y por ende la rentabilidad económica.

En la ciudad de Santa Rosa, de la Provincia de El Oro, la gran problemática ha sido la falta de tecnificación y automatización en la agricultura, ya sea por el desconocimiento, la falta de políticas de Estado y el abandono con el que los gobiernos han tratado a la producción agrícola referente a la diversificación de los cultivos.

El desarrollo tecnológico ha llegado a la agricultura, el machine learning o aprendizaje automático es uno de ellos, ya que el propósito es que las personas y las máquinas trabajen juntos. En vista de la disrupción digital en casi todos los sectores de la economía, se piensa instrumentar una aplicación web y móvil basada en machine learning, para el control de los factores tales como la humedad y la temperatura en el cultivo de la pitahaya.

1.2. Formulación del Problema

La improvisación, el mal manejo de los procesos productivos en la agricultura y en especial con los productos no tradicionales como la pitahaya, ocasionan la pérdida de grandes recursos económicos, que a su vez repercuten en su rentabilidad. En muchas ocasiones, las causas que originan estos problemas se deben a la escasa planificación y a la falta de implementaciones tecnológicas, que por lo general se tornan distante ya sea por sus costos o su falta de conocimientos.

Frente a estos hechos, y con los antecedentes antes descritos, se plantea el siguiente problema a ser tratado en la presente investigación. ¿Cómo la implementación de una aplicación web y móvil basada en machine learning, contribuirá al mejoramiento en el cultivo de la pitahaya en la ciudad de Santa Rosa, provincia de El Oro?

Para fundamentar lo antes mencionado Sierra (2017) dice que:

A mediados de los ochenta, en una reunión realizada por la FAO en Roma, se determinó que el principal factor que afectaba al desarrollo agrícola del mundo era el manejo del riego. A partir de entonces, gran parte de los países del orbe priorizaron la temática del riego en sus programas de investigación y desarrollo. (párr. 2)

Dicho en otras palabras, desde los años 80 se estableció en una reunión por parte de la FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), que el principal factor que interfiere en el desarrollo de la agricultura a nivel mundial se trata del manejo incorrecto del riego. Desde entonces, la mayoría de los países en el mundo empezaron a reconocer su importancia y tomarlo como tema de estudio y progreso.

De esta forma, se reforzaron los programas de transferencia en riego, enfatizando los esfuerzos en los sistemas de riego por goteo. Por razones de carencia del recurso hídrico, en la década del setenta, en el norte chico, especialmente en el valle de Copiapó, se inició rápidamente el desarrollo de esta técnica, donde se incorporó, implementó y masificó el concepto de riego de alta frecuencia. Sin

embargo, a mediados de los noventa, la salinización de los suelos se comenzó a manifestar de manera intensa, afectando severamente el rendimiento de las plantaciones de uva de mesa. (Sierra, 2017, párr. 2)

En otras palabras, fue así como empezaron a levantarse y fortalecerse los programas de sistemas de riego y en especial el sistema de riego por goteo. En los años 70, se implementó y se masificó el término de riego de alta frecuencia. Mientras que a mediados de los 90, se presentó la incidencia de la salinización del suelo repetitivas veces, lo cual afectó en gran parte el rendimiento de la producción de vid.

Por otra parte, en los últimos 20 años, los programas de investigación en fertilidad de suelos prácticamente desaparecieron, debido a que se consideró prioritaria la temática del riego. Un suelo de buena condición física, es decir, bien estructurado, será fácil de regar, pues el agua infiltrará fácilmente y se mantendrá un adecuado balance de humedad y aire, condición fundamental para mantener un buen sistema radicular y, en consecuencia, una alta productividad del huerto o parrón. (Sierra, 2017, párr. 5)

Dicho de otro modo, en las últimas dos décadas, los programas de investigación sobre la fertilidad de cultivo fueron desapareciendo, considerando al riego como tema principal en la agricultura. Ya que, de acuerdo, a las condiciones físicas del suelo dependerá las medidas de riego que se utilicen tomando en cuenta la correlación entre las variables para lograr un balance de las mismas. Como resultado de esta medida se obtiene un alto rendimiento de la producción.

Como evidencia sobre la utilización de medios tecnológicos en el agro ecuatoriano, Marco Oviedo, gerente de servicios técnicos y calidad de la Asociación de Productores de Banano Orgánico de El Guabo, explica que la agricultura moderna o agricultura de precisión ha sido útil en todas sus actividades agrícolas en el momento preciso y en la medida justa en el uso de insumos. Mejorando temas ambientales y económicos (El Universo, 2011).

Por otro lado, Óscar Núñez, jefe de agronomía del Ingenio San Carlos, recalcó que de la misma manera en el cultivo de la caña ha sido una buena experiencia al momento de manejar los lotes de caña con respecto a la fertilización, riego y control de malezas. Obteniendo mayor eficiencia y rentabilidad (El Universo, 2011).

1.3. Objetivo General

- Desarrollar una aplicación web y móvil bajo el sistema operativo android, basada en machine learning, para mejorar la productividad del cultivo de la pitahaya.

1.4. Objetivos Específicos

- Investigar los parámetros idóneos de temperatura y humedad, para mejorar la productividad en el cultivo de la pitahaya.
- Realizar el control de la Big Data generada en el tiempo de su implementación.
- Detectar las fluctuaciones de las variables físicas del cultivo que se están sensando.
- Analizar el funcionamiento del sistema (aprendizaje automático), para su correcta aplicabilidad en el cultivo de la pitahaya.

1.5. Justificación

En el mundo actual, lo digital y lo tecnológico son pilares fundamentales con los que las empresas e instituciones tienen que estar preparados para el salto digital, es decir, la inteligencia artificial ya está siendo aplicada en la agricultura. Los países y las ciudades deberán preparar el camino, para que los ciudadanos y las organizaciones puedan aplicar las innovaciones tecnológicas en beneficio al desarrollo de la productividad de la agricultura.

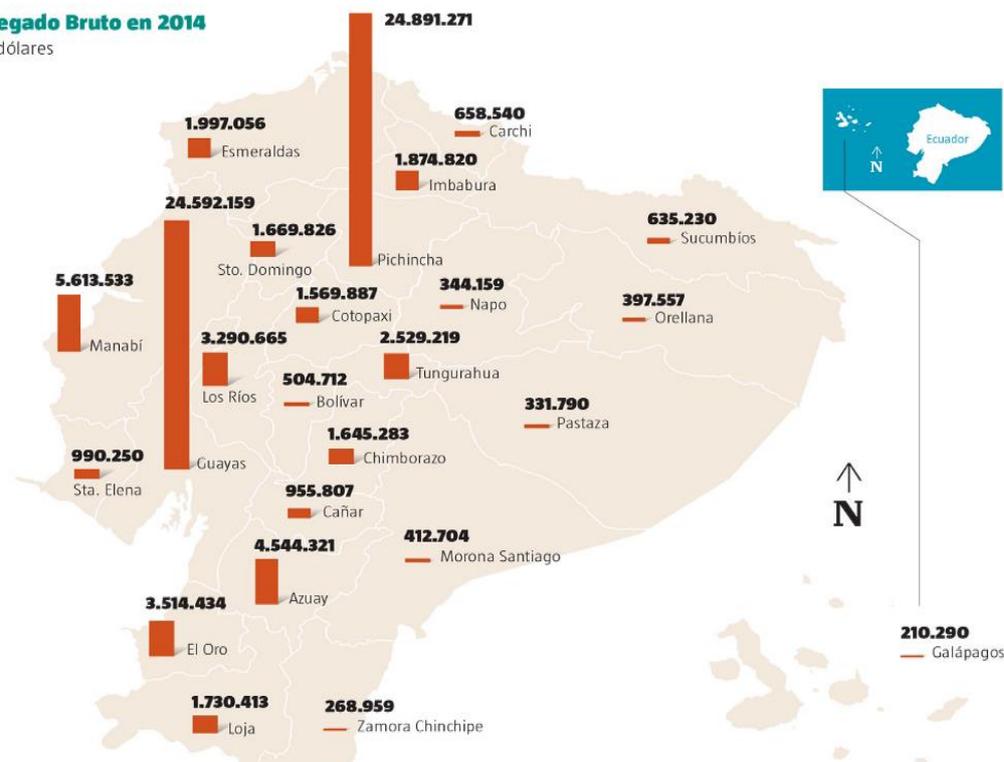
El machine learning o aprendizaje automático es una disciplina del ámbito de la inteligencia artificial que crea sistemas que aprenden automáticamente; aprender, en este contexto quiere decir identificar patrones complejos en

millones de datos. Una de las ventajas del machine learning es la personalización de las técnicas de cultivo basadas en información recibida en tiempo real. Además, se justifica porque las aplicaciones aportan significativamente a la mejora de la productividad de los cultivos.

Las cifras permiten cuantificar la estructura económica y especialización productiva de cada provincia y cantón.

Valor Agregado Bruto en 2014

En miles de dólares



Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca

En porcentajes del Valor Agregado Bruto de la actividad*.

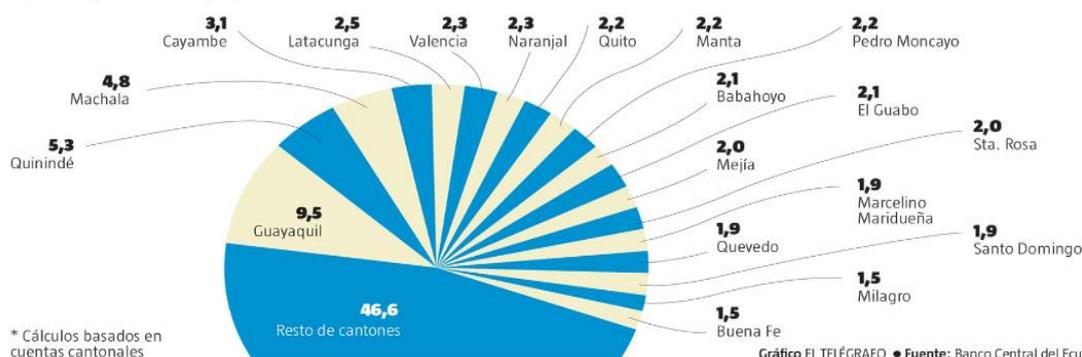


Ilustración 1. Resultados de las Cuentas Regionales

Fuente: Banco Central del Ecuador, enero de 2016

Telégrafo (2016), reporta que las provincias con el mayor cambio relativo de su producción en la última década, fueron el Oro (132,1%), Imbabura (123,6%), y Orellana (110,7%). Además, indica que la geografía económica ha cobrado un nuevo impulso en América Latina, las instituciones académicas

y gubernamentales redescubrieron que los procesos económicos están condicionados siempre por su ubicación en el espacio.

La productividad, la eficiencia y la competitividad están relacionados no solo con el buen o mal uso de los factores de producción al interior de una unidad productiva sino también con la localización de los agentes económicos y sus relaciones recíprocas en el territorio.

La Subsecretaría de Calidad Ambiental busca mejorar la calidad de vida de la población, controlando la calidad de agua, clima, aire y suelo, de tal manera que sean sanos y productivos; para ello es necesario trabajar desde la prevención y el control impidiendo la degradación de los ecosistemas a través del manejo desconcentrado, descentralizado y participativo de gestión ambiental. (Subsecretaría de Calidad Ambiental, 2013, párr. 1)

El ministerio del ambiente, por medio de la subsecretaría de Calidad ambiental tiene como misión mejorar y optimizar el estilo de vida de sus habitantes. A través del control de la calidad de los recursos naturales como el agua, el clima, el aire y el suelo de manera sustentable. Razón por la cual es preciso trabajar en la gestión ambiental para evitar la degradación de entornos naturales y dar paso a su conservación en el tiempo.

El Sistema Único de Información Ambiental, SUIA, busca integrar toda la información ambiental en un solo lugar para generar indicadores Geográficos, Documentales, Estadísticos y Automatización de procesos institucionales. Esta aplicación WEB fue desarrollada para la gestión de trámites y proyectos encaminados al control, registro, mantenimiento y preservación del medio ambiente. La implementación del sistema se realizó en Febrero de 2012, con el proceso de Regularización Ambiental a través de la emisión de Fichas y Licencias Ambientales a nivel Nacional. (Subsecretaría de Calidad Ambiental, 2013, párr. 2)

Como muestra de la política de medio ambiente nace el Sistema Único de Información ambiental, el cual se trata de una herramienta de recolección de

datos de los principales indicadores ambientales orientados esencialmente al sostenimiento y preservación del medio ambiente.

“El uso de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida, al mismo tiempo que minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminantes sobre el ciclo de vida, de tal manera que no se ponen en riesgo las necesidades de futuras generaciones”. (Subsecretaría de Calidad Ambiental, 2013, párr. 3)

Dicho de otra manera, se refiere al uso adecuado de los recursos naturales, es decir, el consumo sustentable en el manejo de la producción, lo cual repercute en la calidad de vida de la población y de sus futuras generaciones.

Subsecretaría de Calidad Ambiental (2013), de acuerdo a las Políticas del Buen vivir y de la Gestión ambiental, en su Plan Nacional del Buen Vivir busca promover generar un medio ambiente saludable, el cual responde a la sustentabilidad de los recursos naturales como el agua, aire y suelo. Y, al mismo tiempo busca desarrollar un sistema económico.

Como Política Ambiental Nacional, “La política 1: Articular el acuerdo nacional para la sustentabilidad económica y ambiental” (Subsecretaría de Calidad Ambiental, 2013, párr. 5). Esta política de medio ambiente está orientada a forjar la sustentabilidad económica y ambiental por medio de un acuerdo nacional.

1.6. Marco Conceptual

1.6.1. Pitahaya

Se trata de una fruta exótica con propiedades medicinales y curativas, completamente adaptable a las condiciones climáticas, ubicación geográfica y suelo de Ecuador. Además, pertenece a los productos no tradicionales de exportación, es reconocida y bien remunerada en el mercado extranjero, lo que nos hace distinguir internacionalmente.

Según indica Pitahaya Enciclopedia Ilustrada (2018), la fruta de la pitahaya posee varios tipos de los cuales se identifican dos comestibles: la pitahaya roja y la amarilla. El tamaño de esta fruta varía de acuerdo a su país de procedencia. En América, entre los principales productores de pitahaya tenemos a México, Perú, Colombia, Ecuador, Guatemala y Argentina.

Tipos de Pitahayas

Pitahaya Enciclopedia Ilustrada (2018) dice que:

La fruta del dragón o pitahaya puede pesar entre 150 a 600 gr. dependiendo del tipo. Los frutos de pitahaya deben ser almacenados a una temperatura de 10-12°C y una humedad relativa entre 80-85%. Las variedades más comunes de la fruta dragón son la roja y la amarilla. La pitahaya amarilla se cultiva en zonas tropicales y puede encontrarse en el mercado entre enero y marzo. Mide unos 9 cm. de largo y unos 7 cm. de ancho, aproximados. Nace de color verde y cambia a color amarillo al madurar. La pitahaya roja se cultiva en México, España, Nicaragua y Vietnam entre otros, y puede encontrarse en el mercado entre los meses de junio y agosto. Mide 12 cm de largo con un diámetro de 8 cm, aproximadamente. Se caracteriza por su cáscara roja, con hojas verdes que se vuelven amarillas cuando madura. (p. 1)

La fruta tiene forma ovalada, es dulce y de excelente calidad. Y también es conocida como la Fruta del Dragón. Existen 3 tipos de pitahaya: la pitahaya roja (*hylocereus undatus*) se caracteriza por ser de piel roja, con carne

blanca, semillas negras y textura firme. La pitahaya dorada o amarilla (*Selenicereus megaliths*) es de piel amarilla, carne translúcida, semillas negras, textura suave y sabor dulce al paladar. Mientras que la pitahaya roja (*Hylocereus costaricensis*) es de piel roja, carne roja, semillas negras y textura firme (PROEcuador, s. f.).



Ilustración 2. Tipos de Pitahaya

Fuente: PROEcuador (s. f.)

Beneficios de la Pitahaya

Rocha (2015) sostiene que la pitahaya se caracteriza por ser una fuente de energía, con grandes aportes de vitaminas E, B y C. Aporta a nuestro organismo hierro, calcio, fósforo y como la pitahaya es 90% agua es idónea para acompañar en la dieta. Para aprovechar todos sus beneficios se recomienda consumirlas frescas y al natural.

La mayoría de personas desconocen que la Pitahaya tiene propiedades que ayudan con el buen funcionamiento digestivo. Evita la ansiedad de comer gracias a la pulpa y las semillas que lleva dentro. Puede ser utilizada en ensaladas, mermeladas, yogures o helados (Rocha, 2015).

Gracias a un estudio realizado por la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAM-I), se demuestra que las propiedades de la pitahaya ayudan a controlar los niveles de glucosa en la sangre, de modo que es muy útil para la prevención de diabetes. Ayuda a prevenir el envejecimiento prematuro, debido a su gran contenido de betalaína, es decir; rica en antioxidantes. Proporciona altas dosis de vitamina C y previene las enfermedades respiratorias (Rocha, 2015).

Por otro lado, Miyar (s. f.) ratifica que sus beneficios van desde un aporte aproximado a 60 calorías que incluye vitamina C, B1, B2 y B3. Además, manifiesta que, las propiedades de la pitahaya le permiten a nuestro sistema reducir los niveles de colesterol malo, graduar el sistema digestivo, prevenir el envejecimiento prematuro, al mismo tiempo, esta fruta es recomendada como un snack saludable ya que es idónea para bajar de peso y fortalecer la vista.

1.6.2. Informática

De acuerdo a Villazán (2009), el concepto de informática puede variar conforme a la apreciación de cada autor, de manera que, para algunos, la informática es una ciencia y para otros una serie de técnicas y procedimientos. A lo largo de los últimos años, se ha ido desarrollando y ampliando este concepto que actualmente está presente en la mayoría de actividades que realiza el hombre.

La ciencia es el concepto más extenso de la informática, puesto que es el conocimiento ordenado que organiza experiencias y las verifica objetivamente. Se divide en dos segmentos: la ciencia pura que es la búsqueda del conocimiento y la ciencia aplicada, que es la búsqueda de las aplicaciones para los conocimientos adquiridos (Villazán, 2009).

Por otro lado, la tecnología es el proceso mediante el cual el hombre diseña herramientas y máquinas que controlan e incrementan su comprensión sobre su entorno material. La palabra tecnología proviene de dos palabras griegas: tecné, que significa “arte” u “oficio” y logos, que significa “conocimiento” o “tratado” (Villazán, 2009).

En breve, la tecnología es el conocimiento de los oficios. Y, por otra parte, es importante tener en claro el concepto de información, el cual se refiere a todo aquello que reduce la incertidumbre entre varias probabilidades posibles (Villazán, 2009).

Ramas de la Informática

La informática es un concepto amplio que ha sido examinado y catalogado en diferentes ramas por expertos en la materia. Morales (2017) afirma que: “La informática es reconocida por muchos estudiosos como una rama de la ingeniería de la información y tiene a su vez algunas ramas o especialidades que se encargan de ámbitos específicos de la información y de cómo presentarla”. Las ramas de la informática más relevantes son las siguientes:

- **La tecnología de la información:** es considerada la rama más importante de la informática y se trata del uso de ordenadores, sistema de almacenaje, redes, dispositivos automáticos, métodos y técnicas para crear, solucionar, archivar e intercambiar información de manera electrónica. La tecnología de la información se resume en el uso del almacenamiento de datos y maneja diversos hardware como aparatos físicos y software como procesamiento de datos, sistemas operativos y aplicaciones. Un claro ejemplo de tecnología de la información son Google Drive y Google Docs. “Herramientas de uso masivo que se utilizan para almacenar, proteger y compartir información entre un usuario y otro” (Morales, 2017, párr. 14). Es decir, la tecnología de la información está al alcance de todo aquel con acceso a internet.
- **La cibernética:** es la ciencia que proporciona una solución a un problema en particular con respecto a la comunicación. Su propósito es estimular la comprensión de los sistemas para hacerlos más eficientes y productivos. Por ejemplo, la personalización del buzón de voz de una llamada telefónica, los simuladores, los sistemas adaptativos, la inteligencia artificial y la robótica (Morales, 2017).
- **La robótica:** se encarga del diseño, ensamblaje y operaciones de los robots. En los últimos años, los robots han sido utilizados para ejecutar actividades que no son posibles para el hombre como el trabajo de un rescatista frente a un derrumbe. Por lo tanto, la robótica

es el medio con el cual un individuo logra comunicarse de manera remota con su entorno (Morales, 2017).

- **La computación:** está dirigida al desarrollo de computadoras con un objetivo específico y como muestra de ello están las calculadoras que resuelven problemas matemáticos en cuestión de segundos, mientras que resolverlos de manera manual tomaría mucho más tiempo. Por medio de la computación se desarrollan los sistemas operativos, los programas de software y el hardware que maneja el software. Como ejemplo de ello, “crear una tarjeta de vídeo (hardware) y desarrollar Photoshop (software) para editar una imagen” (Morales, 2017, párr. 27). En otras palabras, se refiere a la interacción entre hardware y software.
- **La ofimática:** es la sistematización de procesos en el marco empresarial para crear, guardar, proteger y compartir información. La red LAN o red de área local es la base primordial de la ofimática y se trata de una red de computadoras que transfieren datos de usuarios de una misma red, esta red ocupa un área reducida como la de una casa, un departamento o un edificio. La ofimática, acelera el proceso de tareas de oficina, recolecta información y mejora la elaboración de documentos importantes por medio de la actualización múltiple y simultánea (Morales, 2017).
- **La telemática:** es la combinación entre las telecomunicaciones y la informática. Dicho de otra manera, es la emisión, aprobación y recopilación de información entre dos dispositivos móviles como el automóvil, teléfono celular, GPS, entre otros que se funcionan haciendo uso de las telecomunicaciones (Morales, 2017).

1.6.3. Inteligencia Artificial

Origen

La prueba de Turing, desarrollada por el matemático Alan Turing en 1950, es un método utilizado para determinar si una computadora puede realmente pensar como un humano, aunque el método sea considerado de carácter polémico. La máquina que apruebe el test de Turing, será capaz de las siguientes funcionalidades:

- **Reconocimiento de lenguaje natural:** La máquina o dispositivo tiene que ser capaz de identificar el lenguaje que manejan los seres humanos. “El procesamiento del lenguaje natural o NLP (Natural Language Processing) es una rama de la inteligencia artificial que se ocupa de la comunicación de los ordenadores con los humanos utilizando su propio lenguaje” (A. García, 2012, p. 3). Es decir, por medio de esta característica los dispositivos identifican el idioma del usuario.
- **Razonamiento:** Esta prueba requiere de un razonamiento automático, el ser humano naturalmente puede llegar a sacar conclusiones por medio de la deducción. Por ejemplo, si está lloviendo, nuestra lógica nos dirá que el suelo está húmedo y, por lo tanto, nos advierte que está resbaladizo y debemos tener cuidado al caminar. Para llegar a este razonamiento automático, hoy en día las máquinas trabajan con técnicas como las redes probabilísticas que permiten realizar predicciones y obtener conclusiones aun cuando exista cierto grado de incertidumbre (A. García, 2012).
- **Aprendizaje:** El aprendizaje automático también conocido como machine learning, es una característica esencial para que un artefacto o sistema sea considerado inteligente. Lo importante es la capacidad de adaptación que tiene una máquina frente a un entorno que se encuentra presto a constantes cambios, es decir, la máquina debe estar sometida a un aprendizaje continuo (A. García, 2012).

- **Representación del conocimiento:** es una rama de la inteligencia artificial que se encarga de investigar las técnicas de acopio de la información de manera fácil y accesible. Para el razonamiento y el aprendizaje de la computadora, es necesario que la computadora sea capaz de guardar y recuperar la información obtenida o, dicho en otras palabras, las máquinas deben manejar mecanismos de representación del conocimiento, es decir, tener acceso a los datos obtenidos, mostrarlos de una manera agradable para su posterior análisis y conclusión (A. García, 2012).

Por estas razones se lo considera a Turing como padre de esta disciplina, pero finalmente, el término de inteligencia artificial fue acuñado por John McCarthy, un informático estadounidense en 1958 durante la Conferencia de Dartmouth, donde nació la disciplina como rama de la informática. Hoy en día, es un término general que abarca todo, desde la automatización de procesos robóticos hasta la robótica actual (A. García, 2012).

Definición de Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial tiene como objeto de estudio desarrollar en las máquinas el comportamiento inteligente; es decir, que sean capaces de percibir, razonar, aprender, comunicarse y actuar frente a situaciones diversas o complicadas. Una de las metas clave a largo plazo de la inteligencia artificial es crear máquinas que logren ejecutar y superar todas estas actividades. Otra de las metas de la inteligencia artificial es llegar a entender esta conducta, ya sea en las máquinas, seres humanos o animales. A la vez, la inteligencia artificial posee metas científicas y metas de ingeniería (Nilsson, 2000).

Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan racionalmente
<p>«El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piensen... máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal». (Haugeland, 1985)</p> <p>«[La automatización de] actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...» (Bellman, 1978)</p>	<p>«El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales». (Charniak y McDermott, 1985)</p> <p>«El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar». (Winston, 1992)</p>
Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan racionalmente
<p>«El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia». (Kurzweil, 1990)</p> <p>«El estudio de cómo lograr que los computadores realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor». (Rich y Knight, 1991)</p>	<p>«La Inteligencia Computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes». (Poole <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>«IA... está relacionada con conductas inteligentes en artefactos». (Nilsson, 1998)</p>

Tabla 1. Definiciones de Inteligencia Artificial

Fuente: Russell & Norving (2004)

En el libro *Inteligencia Artificial: un enfoque moderno*; muestra en la Tabla 1 varias definiciones de inteligencia artificial, las cuales han sido extraídas de diferentes autores haciendo referencia a procesos mentales, razonamiento y conducta. (Russell & Norving, 2004).

En la columna izquierda, se encuentra definida la inteligencia artificial en términos del comportamiento humano; y en la columna derecha toma como base el concepto perfecto de inteligencia, el cual hace referencia a la racionalidad. Un sistema es considerado racional cuando hace lo correcto en función de su conocimiento; es decir, un sistema trabaja y funciona de acuerdo a su código de programación (Russell & Norving, 2004).

Con el paso de los años, estos 4 enfoques son los que han perdurado en el tiempo, dividiéndose en el enfoque centrado en el ser humano y el enfoque con respecto a la racionalidad. El estudio centrado en el comportamiento humano debe ser una ciencia empírica, la cual incluye hipótesis y validaciones hechas con experimentos; mientras que el estudio racional se fundamenta con la combinación de las matemáticas y la ingeniería (Russell & Norving, 2004).

Tipos de Inteligencia Artificial

Riquelme (2016), describe que imaginar que es posible tener un asistente no humano, es decir, un asistente mecánico con la capacidad de asimilar y descubrir nuestro estado de ánimo y ser capaz de consentirlo o mejorarlo; está cada vez más cerca de la realidad y es lo que los medios de comunicación nos muestran y proponen cada día.

Aunque en el informe Preparándonos para el futuro de la Inteligencia Artificial, realizado por la Oficina Ejecutiva del Presidente de Estados Unidos y el Comité de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca, no les dé mayor sustento a estos pronósticos y precisen que, en los próximos 20 años no existirán máquinas con una inteligencia aplicable que sea capaz de contrastarse con la inteligencia humana o superarla. Sin embargo, este informe reconoce que las máquinas inteligentes tendrán un papel muy importante en el desempeño de diferentes actividades (Riquelme, 2016).

Pero, de acuerdo al profesor Arend Hintze (2016), asistente de Ciencias de la Computación, Ingeniería y Biología Interactiva en la Universidad de Michigan; afirma que el estudio elaborado por el Ejecutivo estadounidense, únicamente se focaliza en las herramientas más nombradas de la Inteligencia Artificial, que son el aprendizaje de las máquinas (machine learning) y el aprendizaje profundo (deep learning); sin tomar en cuenta los dos aspectos claves que marcarán a las computadoras en el futuro como lo son la memoria y la conciencia (Riquelme, 2016).

Para ello, es primordial destruir las barreras que delimitan el desarrollo y la evolución de la inteligencia artificial. Dichas barreras son las que definen y marcan a los tipos de inteligencia artificial. Al momento, estos son los 4 tipos de inteligencia artificial (Riquelme, 2016):

- 1. Máquinas reactivas:** Deep Blue fue una supercomputadora desarrollada por IBM para jugar ajedrez, convirtiéndose en la primera en vencer al campeón del mundo en 1997, Gary Kaspárov. “Deep Blue pertenece al tipo más básico de Inteligencia Artificial que existe: las máquinas reactivas” (Riquelme, 2016, párr. 5). Este tipo de

inteligencia artificial no es capaz de guardar información ni de valerse de las experiencias pasadas para tomar decisiones.

Las máquinas reactivas aprecian de manera directa el mundo que las rodea, actúan y funcionan a partir de lo que se les presenten. Deep Blue es capaz de reconocer las piezas en un tablero de ajedrez, predecir los movimientos futuros de su adversario y escoger la mejor respuesta. Pero no es consciente del pasado puesto que no guarda las experiencias de juegos anteriores (Riquelme, 2016).

Lo que denota en este tipo de inteligencia artificial es su capacidad de realizar movimientos precisos como respuesta inmediata a lo que sea que se le presente entre miles de posibilidades. Por otro lado; AlphaGo es la computadora creada por Google que ha sido capaz de vencer a varios campeones del juego de mesa japonés Go. Deep blue y AlphaGo son máquinas que no tienen una noción del mundo y trabajan solo con las tareas específicas para las cuales fueron fundados. Por lo tanto; estas máquinas trabajan de la misma manera frente a una misma realidad (Riquelme, 2016).

- 2. Máquinas con memoria limitada:** Los coches autónomos contemplan este tipo de inteligencia artificial, ya que funcionan en base a la experiencia pasada. Estos automóviles son capaces de controlar la velocidad y la dirección durante un periodo de tiempo. Hintze, menciona que esta información se suma a la representación de un mundo predeterminado en la computadora, ya que contempla la ubicación de semáforos, señales de tránsito o curvas de un trayecto (Riquelme, 2016).

Como su nombre lo revela, las máquinas que se encuentran dentro de esta inteligencia artificial poseen memoria limitada y por lo tanto no almacenan la información de su entorno como los automóviles que se cruzan en su camino. Es decir, esta información no puede ser utilizada como parte de su memoria o como parte de una biblioteca de información para futuras decisiones como es el caso de los

conductores humanos que aprenden y toman decisiones en base a la experiencia vivida (Riquelme, 2016).

- 3. Máquinas con una teoría de la mente:** La teoría de la mente radica en el hecho de que tanto las personas, los animales, las plantas y algunos objetos, poseen pensamientos y emociones que influyen directamente en su comportamiento. Hintze, considera que ésta es la principal característica que marca a las máquinas inteligentes del presente con las que evolucionaran en el futuro. Se predice que este tipo de inteligencia artificial además de contar con la concepción propia del mundo, estará sujeta a ideas y emociones (Riquelme, 2016).

Hintze (2016), explica que:

Este tipo de reconocimiento ha sido crucial en la formación de las sociedades humanas. Si no entendemos las intenciones y los motivos de los demás, y si no tomamos en cuenta lo que otra persona sabe acerca de mí o del medio ambiente, trabajar juntos es una tarea mucho más complicada si no es que imposible (Riquelme, 2016).

Para llegar al día en que se pueda observar a máquinas con inteligencia artificial caminando entre nosotros, éstas primero tienen que aprender a identificar y comprender las emociones y sensaciones de aquellos que se encuentran a su alrededor, y así poder adaptar su comportamiento al entorno.

- 4. Máquinas con conciencia propia o autoconocimiento:** Solo aquellas máquinas que sean capaces de crear una representación propia serán parte de la última etapa de los sistemas de inteligencia artificial.

Hintze explica que: “Los investigadores de Inteligencia Artificial no sólo debemos saber cómo funciona la conciencia, sino que debemos construir máquinas que tengan una” (Riquelme, 2016, párr. 13). Razón por la cual, únicamente los seres con conciencia propia saben sus estados emocionales lo que les permite ser capaces de adivinar

los sentimientos de los demás. Como muestra de ello, los seres humanos son capaces de reconocer que una persona siente dolor después de un golpe ya que nosotros mismos lo hemos sentido y vivido.

Según Hintze nos encontramos lejos de desarrollar máquinas con conciencia de su propia existencia, razón por la cual los investigadores se centran en entender cómo funciona la memoria, el aprendizaje y la habilidad de tomar decisiones basadas en experiencias del pasado (Riquelme, 2016, párr. 14).

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial ha tenido gran acogida en la sociedad, lo cual se puede observar en la asistencia sanitaria, los mayores retos apuntan a mejorar los resultados de los pacientes y reducir los costos. Muchas empresas han comenzado a usar el aprendizaje automático en sus ordenadores con el fin de hacer mejores predicciones en el menor tiempo posible (Rouse, 2017).

Por ejemplo, IBM Watson es reconocida dentro de la tecnología sanitaria, esta tecnología comprende el lenguaje natural al punto de responder una o más preguntas. Su sistema se encarga de obtener información de los pacientes y de otras fuentes disponibles con el propósito de fundar hipótesis que tendrán una calificación de confianza (Rouse, 2017).

Existen otras aplicaciones que trabajan con chatbots, ósea un sistema del ordenador que es utilizado en línea para responder y ser de ayuda para los pacientes en el proceso de agendar citas, facturación y retroalimentación médica básica (Rouse, 2017).

En el mundo empresarial, la sistematización de procesos mediante máquinas inteligentes está siendo de alta demanda en tareas repetitivas que por lo general son realizadas a diario por los seres humanos. Los algoritmos de machine learning ya forman parte de las plataformas de análisis y de la administración basada en la relación con los clientes. Este tipo de

administración es conocida por sus siglas en inglés CRM, customer relationship management y se trata de un modelo de gestión de toda la organización, tomando como base la satisfacción del cliente (Rouse, 2017).

En la educación, la inteligencia artificial permite automatizar las evaluaciones de los estudiantes optimizando el tiempo de los educadores, realizar una valoración del nivel de conocimiento de los estudiantes para adaptarse sus necesidades y trabajar de forma personalizada, llegando a reemplazar a algunos educadores (Rouse, 2017).

En las finanzas, la inteligencia artificial ha revolucionado con la aparición de innovadoras aplicaciones como Mint o Turbo Tax que proporcionan asesoramiento financiero. Por otro lado; en el ámbito legal la inteligencia artificial ha sido de gran apoyo en la revisión de documentos. En cambio; en la fabricación, la inteligencia artificial lleva la delantera con la incorporación de robots que mejoran el flujo de trabajo (Rouse, 2017).

Y finalmente; en la agricultura de precisión, las Aplicaciones web y móvil basadas en el machine learning son usadas como herramientas que pretenden mejorar el desarrollo de los cultivos, optimizar los recursos, reducir los costos y el impacto ambiental (Rouse, 2017) .

Tendencias de la Inteligencia Artificial

Maynez (2017) dice que de acuerdo al reporte por parte de TechRadar de foresterr, confirma cuales son las tecnologías de inteligencia artificial que dominaran el 2018 y han sido de gran impulso en el mundo empresarial. A continuación, se detallan algunas de ellas:

- **Generación de lenguaje natural:** esta tecnología transforma los datos en texto, de manera tal que los ordenadores comunican ideas claras. Se trata de un software que permite a sus clientes obtener informes y resúmenes de mercado que influyen en las decisiones. Este servicio lo ofrecen empresas como Attivio, Automated Insights, Cambridge Semantics, entre otras (Maynez, 2017).

- **Reconocimiento de voz:** Siri es un claro ejemplo de esta tecnología, puesto que es capaz de entender y transcribir lo que escucha; siendo de mucha utilidad en sistemas interactivos de respuesta de voz y aplicaciones móviles (Maynez, 2017).
- **Agentes virtuales:** son programas digitales capaces de interactuar con el ser humano, como los chatbots que son agentes virtuales usados para el servicio al cliente, soporte y administradores de hogares inteligentes (Maynez, 2017).
- **Plataformas machine learning:** desarrollan técnicas de aprendizaje para que los ordenadores sean capaces de lograr predicción y clasificación. “Proporcionando algoritmos, APIs (interfaz de programación de aplicaciones), herramientas de desarrollo y de capacitación, big data, aplicaciones y otras máquinas, las plataformas de ML están ganando cada día más fuerza” (Maynez, 2017, párr. 13). Las empresas que venden este tipo de plataforma ML son Amazon, Fractal Analytics, Google, H2O.ai, Microsoft, SAS, SKYtree, Adext entre otras.

Adext es el único con Audience Management as a Service (AMaaS) o en español gestión de audiencia que emplea inteligencia artificial real y machine learning en el marketing digital como medio para encontrar la audiencia de un anuncio de manera que sea rentable (Maynez, 2017).

- **Hardware optimizado con inteligencia artificial:** lo que hace esta tecnología es implementar e insertar en los dispositivos inteligencia artificial que efectúa tareas de aprendizaje automático. Las empresas que ofrecen esta innovación son Alluviate, Cray, Google, IBM, Intel y Nvidia (Maynez, 2017).
- **Toma de decisiones:** esta capacidad ha sido incorporada a una serie de aplicaciones corporativas que asisten y toman decisiones de manera mecánica, incrementando la rentabilidad de los negocios. Por ejemplo: Advanced Systems concepts, Maana, Pegasystems y UiPath (Maynez, 2017).

- **Plataformas de aprendizaje profundo:** usan aprendizaje automático que incluyen circuitos neuronales artificiales con capacidad de abstracción para simular al cerebro humano, procesar información, crear y reconocer patrones para decidir. Como muestra de ello está Deep Instinct, Ersatz Lab, Mathworks, entre otros (Maynez, 2017).
- **Biométrica:** tecnología capaz de identificar, evaluar y estudiar el comportamiento humano y la apariencia física. Además, ofrece una interacción natural entre el hombre y la máquina; a través del reconocimiento del tacto, imágenes, voz y lenguaje corporal. Las empresas que desarrollan la biometría son 3VR, Afectiva, FaceFirst, Sensory, entre otras (Maynez, 2017).

Conjuntamente a estas tecnologías se encuentran también la Automatización de procesos robóticos, Analíticas de texto y NLP (Procesamiento de Lenguaje Natural), Gemelos Digitales/Modelos de IA, Defensa Cibernética, Compliance (cumplimiento), Asistencia al trabajador cognitivo, Creación de Contenido, Redes Peer-to-Peer, Reconocimiento de emociones, Reconocimiento de imagen y la Automatización en marketing (Maynez, 2017).

1.6.4. Machine Learning

Según el artículo publicado por el Instituto Internacional Español de Marketing Digital, IEMD (2016), dice que:

Machine Learning: Es una disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial que crea sistemas que aprenden automáticamente; aprender en este contexto quiere decir, identificar tipos de patrones complejos en millones de datos de forma más concreta; Machine Learning se trata de crear programas capaces de generalizar comportamientos a partir de una información no estructurada suministrada en forma de ejemplos. (párr. 1)

Dicho de otra manera, el machine learning se trata del aprendizaje automatizado de las máquinas sobre los patrones de comportamiento para

forjar nuevos comportamientos a partir de los datos suministrados con formas de modelos o ejemplos a seguir.

En la década de los 60, el machine learning o aprendizaje automático nació como una subdisciplina de la inteligencia artificial, de las ciencias de la computación y las neurociencias. La cual pretendía estudiar el reconocimiento de patrones y aprendizaje de las computadoras. En el inicio de la inteligencia artificial, los científicos buscaban conseguir que las computadoras sean capaces de aprender basándose en antecedentes (Pasillas, s. f.).

Con el paso del tiempo, el machine learning empezó a centrarse en diferentes temas aplicados a procesos de ingeniería, matemáticas, computación y otros. Temas como el razonamiento probabilístico, investigación basada en la estadística, recuperación de información hasta llegar al reconocimiento de patrones (Pasillas, s. f.).

Provocando que en los años 90 el machine learning se separe de la inteligencia artificial convirtiéndose en una disciplina. “Ahora, el principal objetivo del machine learning es abordar y resolver problemas prácticos en donde se aplique cualquiera de las disciplinas numéricas antes mencionadas” (Pasillas, s. f.).

Dicho con palabras de Arthur Samuel en 1959: “Machine learning es un campo de las ciencias de la computación que le da a las computadoras la habilidad de aprender sin ser explícitamente programadas” (Pasillas, s. f., párr. 9). El machine learning o aprendizaje automático se trata de un sistema inteligente, el cual se basa en el autoaprendizaje de las computadoras a través de la transformación de datos.

Tipos de Machine Learning

- **Supervised learning:** Depende de datos previamente etiquetados, dicho de otra manera, una computadora que distingue y reconoce los conceptos de imágenes u objetos a través de ejemplos previamente proporcionados por el hombre (Pasillas, s. f.).

Este tipo de machine learning es para resolver problemas que ya hemos resuelto y a pesar de ello se siguen presentando de manera continua. Por ejemplo, el reconocimiento de voz, detección de spam, reconocimiento de escritura entre otros (Pasillas, s. f.).

- **Unsupervised learning:** Esta condición de machine learning, a diferencia de la anterior, tiene un algoritmo sin etiquetas, o sea no cuenta con indicaciones o ejemplos previos. Sin embargo, se le provee una gran cantidad de datos sobre las características de un objeto y a partir de ahí lograr la identificación de los mismos. Por ejemplo: detectar la morfología o estructura en oraciones, clasificar información, etc. (Pasillas, s. f.).
- **Reinforcement learning:** En este caso, la base de su funcionamiento o aprendizaje es el refuerzo. “La máquina es capaz de aprender con base a pruebas y errores en un número de diversas situaciones. Aunque conoce los resultados desde el principio, no sabe cuáles son las mejores decisiones para llegar a obtenerlos” (Pasillas, s. f.).

En otras palabras, el algoritmo asocia progresivamente los patrones de éxito para repetirlos, mejorarlos y convertirlos a prueba de fallas. Por ejemplo: la navegación de un vehículo automático, toma de decisiones, etc.

1.6.5. Deep Learning

En medio de tanto ruido es fácil encontrar tecnicismos que se confunden fácilmente: Machine Learning (ML), Deep Learning, Big Data o la propia Inteligencia Artificial (IA)... Tecnologías que se entremezclan unas con otras en los análisis predictivos o cuando un texto describe sus aplicaciones más recientes, pero que a menudo se emplean erróneamente como si fueran equivalentes. Ciertamente es que todas tienen relación, pues se basan en el procesamiento de datos en grandes cantidades (Big Data) pero su nivel de complejidad no es equiparable. A grandes rasgos, podríamos decir que la Inteligencia Artificial es la tecnología más “básica”, ya que responde siempre igual

ante los mismos parámetros, que ha evolucionado en el Machine Learning (también llamado Aprendizaje Automático), que es capaz de autoaprender y corregir errores, y en Deep Learning (la más compleja de las tres) que, además de eso, toma decisiones a partir de los datos. (Olmo, 2016, párr. 2)

En otras palabras, Inteligencia Artificial, Big Data, Machine Learning y Deep Learning no son conceptos iguales, sin embargo, se relacionan uno con otro ya que se basan en el procesamiento de datos masivos o datos a gran escala conocidos como Big Data. La inteligencia artificial es considerada la más elemental, puesto que es la inteligencia reflejada en las máquinas que siguen patrones similares.

Con el paso del tiempo, la Inteligencia Artificial se desarrolló en Machine Learning y Deep Learning, el primero tiene la capacidad de autoaprendizaje y corrección de errores, mientras que el segundo y más complejo tiene la capacidad de tomar decisiones en base a lo aprendido.

El Deep Learning es un tipo de algoritmos de aprendizaje automático estructurado o jerárquico, dicho de otra forma, tomar modelos existentes para predecir el futuro con los datos disponibles. El proceso de predicción se realiza mediante el aprendizaje, no con reglas programadas previamente. Casi siempre ligado al procesamiento de texto, voz, imagen y vídeo. Para el ML (machine learning) se usan una serie de capas de unidades de procesamiento no lineales para la extracción y transformación de características. Cada capa emplea como input el resultado o output de la capa anterior. Los algoritmos pueden ser supervisados o no supervisados y los tipos de aplicaciones pueden ser análisis de patrones (aprendizaje no supervisado) y de clasificación (aprendizaje supervisado). (Baoss Analytics Everywhere, 2017, párr. 4)

Dicho de otra manera, el Deep Learning es una forma de Machine Learning que incluye el procesamiento de datos como texto, imagen y video. Parte de modelos ya existentes para pronosticar el futuro con datos históricos. Es

decir, este pronóstico, es realizado a través del aprendizaje y no con normas previas programadas.

1.6.6. TensorFlow

El sitio web oficial de TensorFlow™ (s. f.), lo define como:

Una biblioteca de software libre que se utiliza para realizar cálculos numéricos mediante diagramas de flujo de datos. Los nodos de los diagramas representan operaciones matemáticas y las aristas reflejan las matrices de datos multidimensionales (tensores) comunicadas entre ellas. Gracias a la flexibilidad de la arquitectura, solo necesitas una API para desplegar el sistema informático de una o varias CPU o GPU en un escritorio, servidor o dispositivo móvil. En su origen, TensorFlow fue fruto del trabajo de investigadores e ingenieros de Google Brain Team que formaban parte de la organización de investigación del aprendizaje automático de Google. Su objetivo era realizar investigaciones en el campo del aprendizaje automático y las redes neuronales profundas. A pesar de que este era su propósito inicial, se trata de un sistema lo bastante general como para poder aplicarse en muchos otros campos. (p. 1)

En otros términos, TensorFlow fue creado por un grupo de investigadores de machine Learning que forma parte de Google, TensorFlow se trata de una biblioteca de código abierto que se basa en construir redes neuronales y a la vez es capaz de desplegar o abrir un sistema informático como el de una aplicación.

CAPÍTULO II

2. Diseño de la Investigación

2.1. Planteamiento de la Metodología

En este capítulo se define la metodología que se aplicará en la presente investigación, se explicará cual es la más apropiada y el tipo de investigación con sus respectivos instrumentos de recolección de datos, como las encuestas y las entrevistas.

Según Fernández & Díaz (2002) expresan que:

La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. La investigación cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. La diferencia fundamental entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales. (párr. 3)

Dicho de otra manera, la investigación cuantitativa, cuenta y pondera los datos de las variables, mientras que la investigación cualitativa realiza un análisis de tipo explicativo por medio de entrevistas con preguntas abiertas que dan paso a una conversación.

La investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica. La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada. (Fernández & Díaz, 2002, párr. 3)

Es decir, la investigación cualitativa busca descubrir y estudiar la naturaleza e interacción del entorno del objeto de estudio. Por el contrario, la investigación cuantitativa busca identificar y establecer la relación que existe entre variables mediante la toma de una muestra para definir los motivos por los cuales se da un comportamiento.

El presente trabajo de investigación se desarrollará con una metodología mixta, la cual es el resultado de la combinación de las metodologías cuantitativas y cualitativas vinculadas estrechamente a la realidad. Y así, demostrar cómo las tecnologías, en este caso las aplicaciones pueden contribuir en el incremento de la productividad en el sector agrícola.



Ilustración 3. Tipos de Investigación

Fuente: Hernández, Fernández y Baptista (2014)

Como muestra la ilustración 3, existen diferentes tipos de investigaciones como: Exploratoria, Descriptiva, Correlacional y Explicativa. Desde el punto de vista profesional Hernández et al. (2014), dan a conocer que:

Los estudios exploratorios sirven para preparar el terreno y, por lo común, anteceden a investigaciones con alcances descriptivos, correlacionales o explicativos. Por lo general, los estudios descriptivos son la base de las investigaciones correlacionales, las cuales a su vez proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y están muy estructurados. Las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo. Es posible que una investigación se inicie como exploratoria, después puede ser descriptiva y correlacional, y terminar como explicativa. (p. 90)

En otras palabras, es normal que una investigación empiece como exploratoria, la cual ayuda a generar una idea de la temática a tratar, dando paso a la investigación descriptiva y consecutivamente a la investigación correlacional. Al mismo tiempo, la investigación correlacional aporta con información para efectuar la investigación explicativa.

Por otro lado, el estudio descriptivo “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (Hernández et al., 2014). Es decir, los estudios descriptivos se encargan de analizar a un determinado fenómeno, grupo o comunidad para determinar sus respectivos componentes, describir sus principales aspectos, definir como son y cómo se presentan dentro de su entorno natural.

Con respecto a los estudios correlacionales, éstos “asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población” (Hernández et al., 2014, p. 93). Como su nombre lo indica, los estudios correlacionales se tratan de relacionar y asociar mutuamente a las variables por medio de cánones o conjuntos de normas con respecto al comportamiento futuro del objeto de estudio.

La utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionados son saber cómo se pueden comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos en una variable, a partir de valor que tienen en la variable o variables relacionadas. (Hernández et al., 2014, p. 94)

En otras palabras, su objetivo primordial es conocer el comportamiento de una variable en función de otra que esté relacionada. Lo que pretende el estudio correlacional es pronosticar los niveles de una variable que proceden de otra.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y

fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández et al., 2014, p. 95)

En otros términos, el estudio explicativo además de detallar a los conceptos o acontecimientos, asimismo, este estudio trata de exponer cuales son las circunstancias que provocan determinados sucesos. Además, como su nombre lo dice se focaliza en explicar los motivos por los cuales se dan los diferentes escenarios.

El presente proyecto de investigación utiliza los tipos de investigación exploratoria y descriptiva, ya que permiten la exploración y el análisis descriptivo de los diferentes fenómenos físicos que ocurren en la hacienda “La Bonita Reina De El Cisne”, en sus plantaciones de pitahaya que se encuentra ubicada en la ciudad Santa Rosa, provincia de El Oro.

Por sus características, la presente investigación será tipificada como una investigación aplicada, partiendo de concepciones teóricas establecidas, busca su aplicación mejorar una realidad. Por el contexto en el que se realiza, se trata de una investigación de campo y dada su orientación temporal, se puede caracterizar al presente trabajo de investigación como un estudio transversal que analiza los datos correspondientes a un momento determinado.

2.2. Población y Muestra

La población o universo desde el punto de vista de Arias (1999): “se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación” (p. 22). Es decir, la población se trata de todos aquellos individuos que se encuentran envueltos en una temática o que están agrupados dado que comparten una característica en particular

Por otro lado, López (2004) dice que: “Población. Es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación”(p. 69). Es decir, la población es definida por su naturaleza, la cual será tomada por el

investigador como punto de partida para ser sometida a un estudio de investigación.

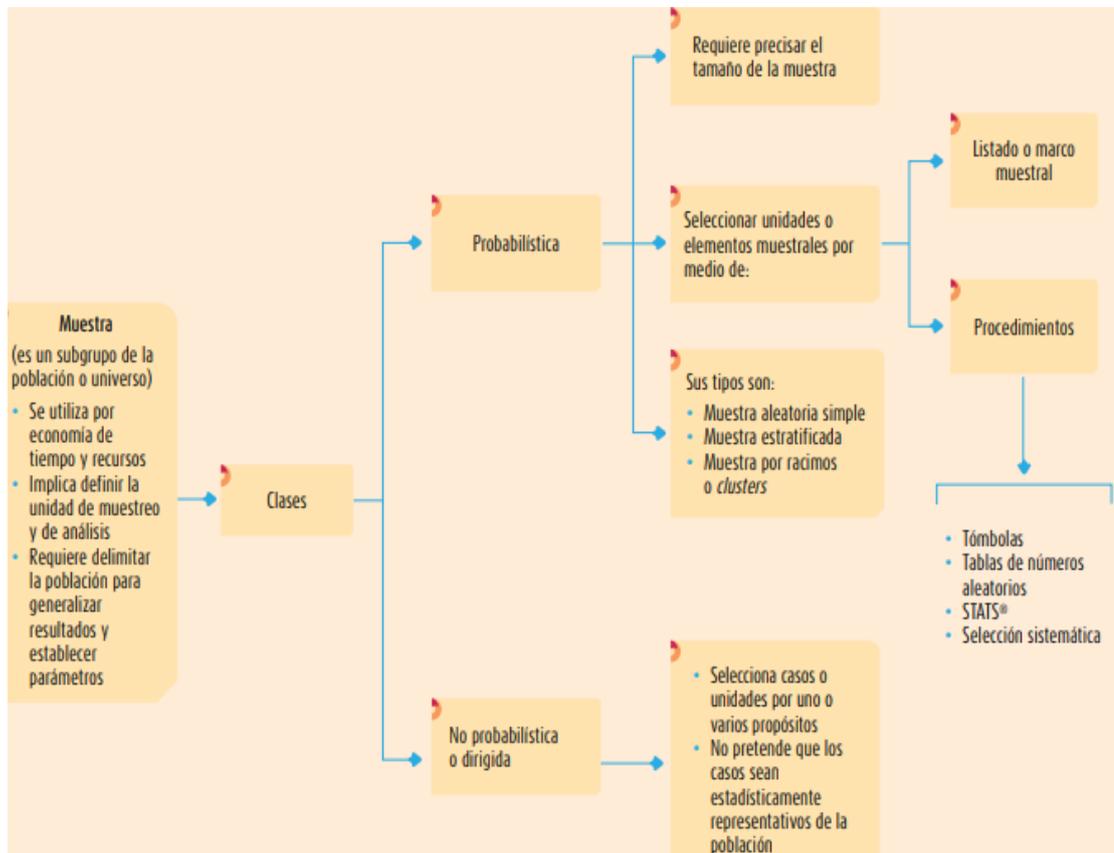


Ilustración 4. Muestra y sus clases

Fuente: Fernández & Díaz (2002)

Como presenta el esquema de la muestra y sus clases en la ilustración 4., la muestra desciende de una población o universo, convirtiéndose en un grupo representativo con el cual resulta económico trabajar para lograr obtener resultados y generalizarlos, además de determinar los parámetros que los definen (Fernández & Díaz, 2002).

La muestra se subclasifica en dos tipos de muestra: probabilística y no probabilística o dirigida. La muestra probabilística es la que define el tamaño de la muestra por medio de un marco muestral, el cual dimensiona la magnitud de la muestra. Otro instrumento de cálculo son los procedimientos automáticos como tómbolas, tablas de números aleatorios STATS y selección sistemática (Fernández & Díaz, 2002).

Los tipos de muestra probabilística son muestra aleatoria o simple, muestra estratificada, y muestra por racimos o clusters. Por el contrario, la muestra de tipo no probabilística o dirigida elige casos particulares por motivos específicos, sin tomar en cuenta que el muestreo sea representativo de la población (Fernández & Díaz, 2002).

Sobre el tipo de muestra no probabilístico Rabolini (2009), menciona que:

La elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las causas relacionadas con las características de la investigación o de quien establece la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico, ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de una persona o de un grupo de personas y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. (párr. 19)

Dicho de otro modo, este tipo de muestreo no probabilístico no se calcula con fórmulas de pronósticos, puesto que dicha elección de muestreo toma en cuenta la forma en la toma decisiones, por lo tanto, este muestreo queda a criterio y conveniencia del investigador.

Desde el enfoque cuantitativo y para determinado diseño, la utilidad de una muestra no probabilística reside no tanto en una “representatividad” de elementos, sino en una cuidadosa y controlada elección de sujetos con ciertas características definidas previamente en el planteamiento del problema. (Rabolini, 2009, párr. 19)

Dicho de otra manera, en la metodología cuantitativa, la muestra no probabilística, se trata de la elección de ciertos sujetos que presentan características específicas que ya han sido precisadas en el planteamiento del problema.

Blanco & Castro (2007), explican que en una investigación cualitativa, existen distintas técnicas de muestreo no probabilístico que se usan en estudios de carácter naturalistas, es decir, estudios que recogen información sobre el comportamiento de un evento frente a su entorno natural. El muestreo por conveniencia o intencional es una técnica, en la cual los

individuos son seleccionados de acuerdo a la accesibilidad del investigador, convirtiéndose en un muestreo fácil, eficiente y económico.

La población o universo del presente proceso investigativo serán los agricultores o productores de la ciudad de Santa Rosa, provincia de El Oro. En la presente investigación, la muestra será de tipo no-probabilística ya que estará plasmada en una encuesta dirigida a 20 productores agrícolas, los cuales se dedican a la producción de pitahaya, cacao, mango, limón, naranja, mandarina, aguacate, entre otros.

Y, 5 entrevistas basadas en un análisis heurístico para evaluar y mejorar la usabilidad web y móvil de los usuarios de la aplicación Elisa, los cuales participaron en la prueba piloto realizada en la ciudad Santa Rosa en la hacienda “La Bonita Reina Del Cisne”, durante dos semanas los equipos del sistema Elisa recolectaran los datos que proporcionen las variables físicas de humedad y temperatura para su posterior análisis y conclusión.

2.3. Instrumentos de Investigación

La obtención de la información se realizará a través de los siguientes instrumentos de investigación: encuestas a diferentes productores agrícolas y entrevistas a los operadores de la aplicación Elisa.

2.3.1. Encuesta

Tomando como referencia las definiciones de los puntos de vista de otros autores, “la definición de encuesta enfoca a la misma como un método que consiste en obtener información de las personas encuestadas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa” (Thompson, 2006, párr. 5). Es decir, la encuesta se trata de un interrogatorio orientado a conseguir información específica sobre los encuestados.

2.3.2. Entrevista

Se presenta la entrevista como una de las técnicas fundamentales de la investigación cualitativa. Esta entrevista "cualitativa", es una conversación fluida donde uno de los participantes reflexiona y revive su vida, ante la escucha atenta y cuasi invisible del entrevistador. Se

enfoca aquí como un recurso insustituible porque logra la descripción del mundo desde la perspectiva histórica de quien la ha vivido directamente, es especial, los sectores menos privilegiados de la sociedad que han sido olvidados por la historia oficial. En este tipo de entrevistas, el investigador debe poseer al menos, cinco cualidades básicas: identificación con su trabajo, honestidad, confianza, naturalidad y curiosidad. Finalmente, se describen los procedimientos para realizarla. (Carballo, 2001, p. 1)

En otras palabras, la entrevista se refiere a un dialogo entre entrevistador y entrevistado. En el cual, se hace hincapié en la narrativa de la experiencia vivida del entrevistado. Convirtiéndose en información base y clave para la investigación del entrevistador.

Como plantea Jiménez (2011), los tipos de entrevistas se dan en función de los procedimientos que se usen de acuerdo a las circunstancias en las que se desarrolle la investigación. De esta manera la entrevista se clasifica en entrevista estructurada, la entrevista no estructurada y la entrevista grupal.

La entrevista estructural se trata de una serie de preguntas y respuestas consecutivas. Las interrogantes pueden ser cerradas con respuestas ya predeterminadas o que le permitan al entrevistado expresar su nivel de acuerdo o desacuerdo (Jiménez, 2011).

La entrevista no estructurada destaca la interacción entrevistador-entrevistado el cual está vinculado por una relación de persona a persona cuyo deseo es entender más que explicar. Por lo que se recomienda formular preguntas abiertas, enunciarlas con claridad, únicas, simples y que impliquen una idea principal que refleje el tema central de la investigación. (Jiménez, 2011, p. 127)

En otros términos, la entrevista no estructurada se trata de un diálogo desarrollado mediante la formulación de preguntas abiertas, las cuales permiten descubrir y comprender las causas que provocan un evento en particular centrado en el estudio de investigación.

Análisis Heurístico

Gimenez (2017) sostiene que: “Un análisis heurístico es una técnica para evaluar la usabilidad de un sistema de interfaces y procesos a cargo de un experto, a partir de los principios de la disciplina de Interacción Persona-Ordenador”. En otras palabras, este análisis o prueba de usabilidad sirve para medir y mejorar la experiencia y satisfacción de usuario con respecto a un sistema informático (párr. 1).

Se utilizará un protocolo de entrevistas y encuestas que serán sometidas a estudio y aprobación al criterio del investigador, posteriormente serán llenadas de forma manual por el mismo. Cada formulario contendrá datos generales, preguntas cerradas, semi cerradas, abiertas y mixtas de tipo productivo, tecnológico y estadístico. Para cada uno de los usuarios, las preguntas abiertas indagan sobre la problemática y la solución destinada a mejorar la productividad del cultivo, en este caso de la pitahaya.

El tipo de entrevista que se utilizará para el desarrollo de este trabajo de investigación será la entrevista de tipo no estructurada, la cual se realizará por medio de un análisis heurístico llevado a cabo a través de la prueba de usabilidad para medir y mejorar la experiencia de usuario.

2.4. Resultados de la Investigación

2.4.1. Resultados de las Encuestas

A continuación, el levantamiento de información sobre los datos obtenidos de las encuestas a los agricultores. Estos resultados están representados en gráficos circulares.

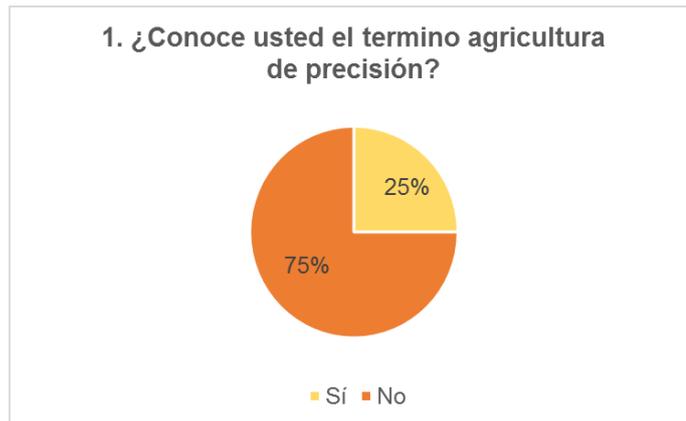


Ilustración 5. Encuesta Pregunta 1
Fuente y Elaboración: El autor

El 75% de los agricultores encuestados conoce el termino agricultura de precisión mientras que el 25% mostró desconocimiento, pero gran interés por el término.

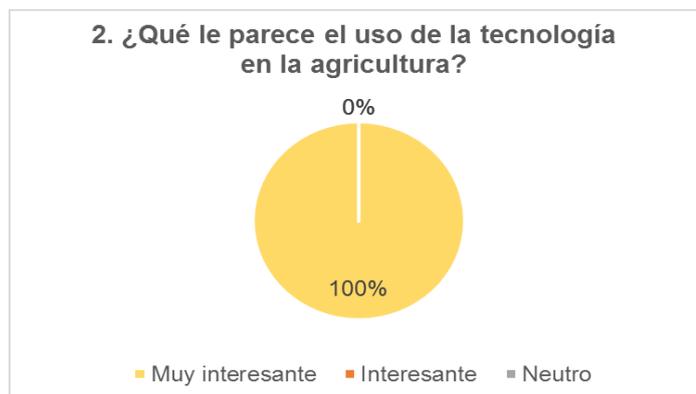


Ilustración 6. Encuesta Pregunta 2
Fuente y Elaboración: El autor

El 100% de los productores encuestados coincide en que el uso de la tecnología en la agricultura no solo es muy interesante, sino que también argumentaron sobre la importancia del mismo siempre y cuando se trate de tecnología que no perjudique o contamine de alguna manera al cultivo.

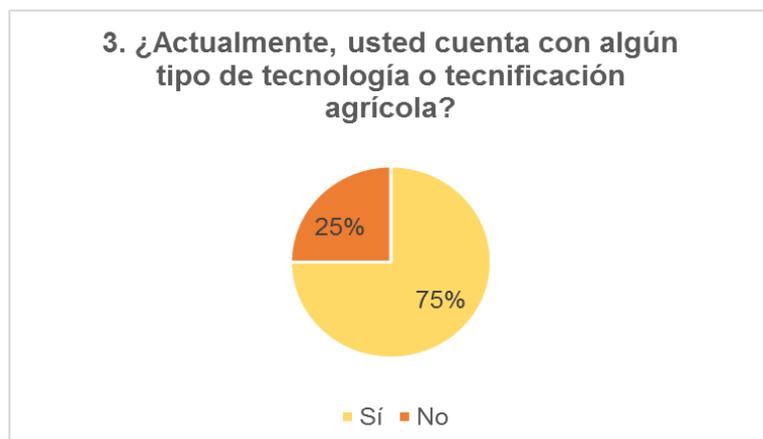


Ilustración 7. Encuesta Pregunta 3

Fuente y Elaboración: El autor

El 75% de los agricultores encuestados expresa que sí cuenta con algún tipo de tecnificación dentro de sus cultivos, mientras que el 25% trabaja de manera tradicional sin tecnificación.

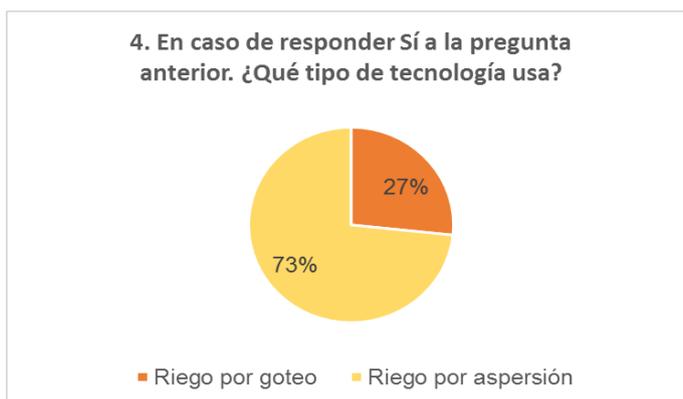


Ilustración 8. Encuesta pregunta 4

Fuente y Elaboración: El autor

Del 75% de agricultores que cuenta con tecnificación: el 73% ha implementado un sistema de riego por aspersion, mientras que el 27% trabaja con un sistema de riego por goteo.

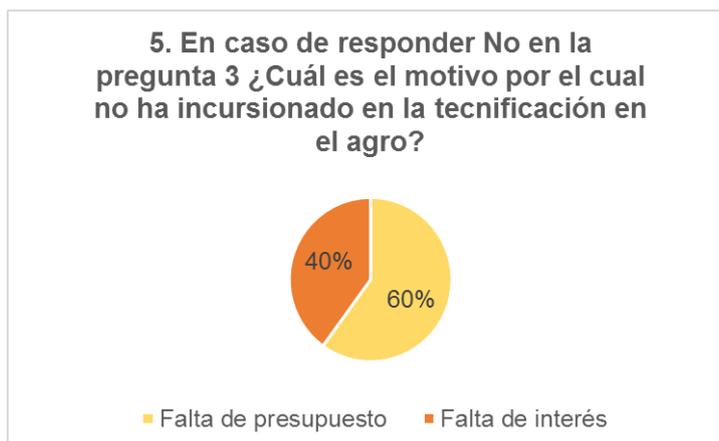


Ilustración 9. Encuesta pregunta 5

Fuente y Elaboración: El autor

Del 25% de productores que no cuentan con tecnificación: el 60% indica que el motivo por el cual no han incursionado en la tecnificación en el agro ha sido por falta de presupuesto, mientras que el 40% revela que es por falta de interés, además de que trabajar de esa manera les ha funcionado bien hasta ahora.



Ilustración 10. Encuesta pregunta 6

Fuente y Elaboración: El autor

El 100% de los productores encuestados cree que la implementación o tecnificación causaría impacto positivo en el rendimiento agronómico del cultivo.

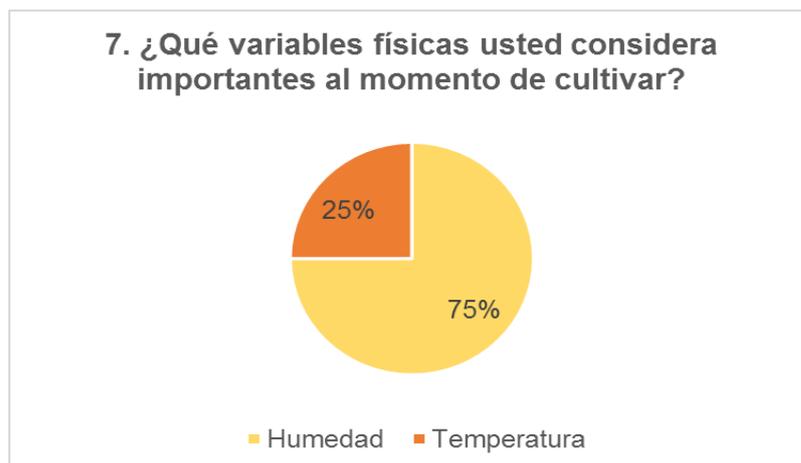


Ilustración 11. Encuesta pregunta 7

Fuente y Elaboración: El autor

El 75% de los encuestados considera a la humedad importante y vital al momento de cultivar, mientras que el 25% mostró inclinación por la temperatura, ya que ambos factores trabajan en función del otro.



Ilustración 12. Encuesta pregunta 8

Fuente y Elaboración: El autor

El 95% de los agricultores encuestados indicó que no llevan ningún tipo de registro de las variables físicas, mientras que el 5% indicó que sí. Registro que funciona como control de riego de cada 15 días para el tema del cacao.



Ilustración 13. Encuesta pregunta 9

Fuente y Elaboración: El autor

El 100% de los agricultores encuestados indicó estar interesado en conocer el comportamiento de las variables físicas como temperatura y humedad de su cultivo.

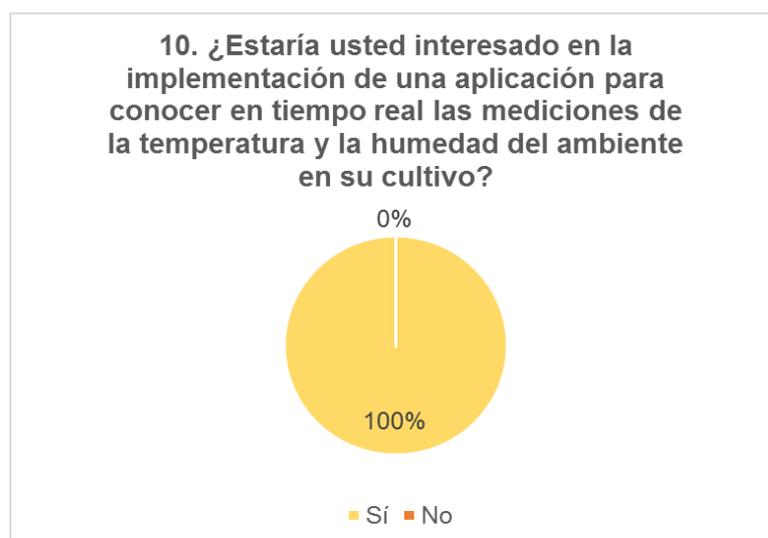


Ilustración 14. Encuesta pregunta 10

Fuente y Elaboración: El autor

El 100% de los productores encuestados expresó estar interesado en la implementación de una aplicación para conocer en tiempo real las mediciones de la temperatura y la humedad del ambiente en su cultivo.

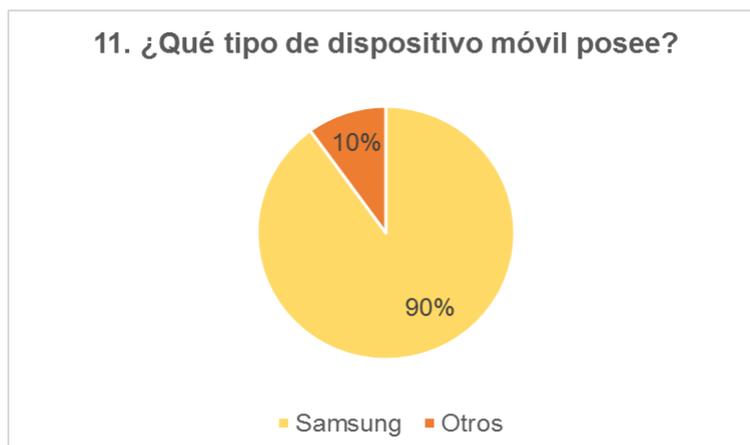


Ilustración 15. Encuesta pregunta 11

Fuente y Elaboración: El autor

El 90% de los agricultores encuestados cuenta con un dispositivo móvil Samsung, mientras que el 10% indicó otros (Nokia, etc.).

2.4.2. Resultados de las Entrevistas

A continuación, se muestra el levantamiento de información sobre los datos obtenidos de la prueba de usabilidad. Entrevista realizada a los agricultores, operadores o usuarios de la aplicación agricultores. Estos resultados están representados en gráficos circulares.

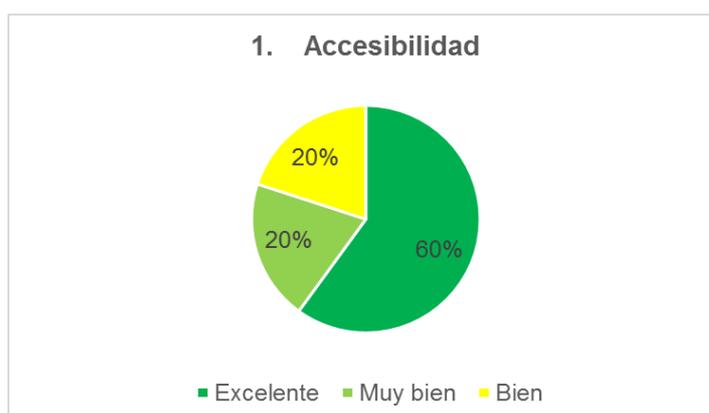


Ilustración 16. Entrevista pregunta 1

Fuente y Elaboración: El autor

De los usuarios del programa Elisa, El 60% califica a la accesibilidad de programa como excelente, mientras que el 20% le parece muy bien, al otro 20% le parece buena.



Ilustración 17. Entrevista pregunta 2
Fuente y Elaboración: El autor

El 100% de los usuarios les parece excelente el contenido proporcionado mediante el sistema de Elisa.

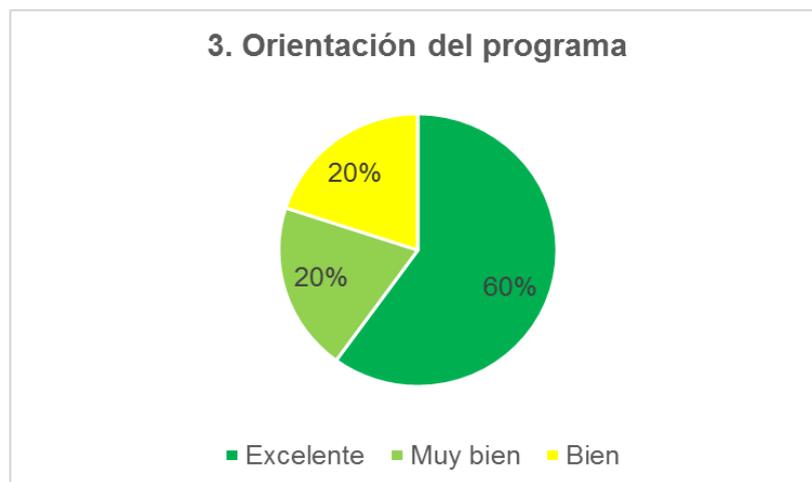


Ilustración 18. Entrevista pregunta 3
Fuente y Elaboración: El autor

El 60% de los operadores de la aplicación piensa que la orientación del programa es excelente, mientras que al 20% le pareció muy bien y al otro 20% bien.

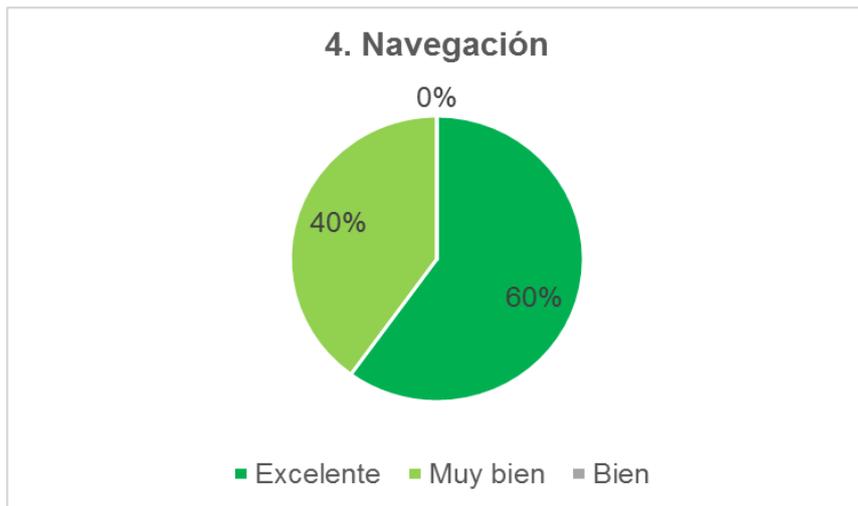


Ilustración 19. Entrevista pregunta 4
Fuente y Elaboración: El autor

El 60% de los entrevistados califica como excelente a la navegación del programa, mientras que el 40% la califica como muy buena.



Ilustración 20. Entrevista pregunta 5
Fuente y Elaboración: El autor

El 100% de los entrevistados piensa que la calidad de las gráficas son excelentes y suficientemente representativas con el contenido.

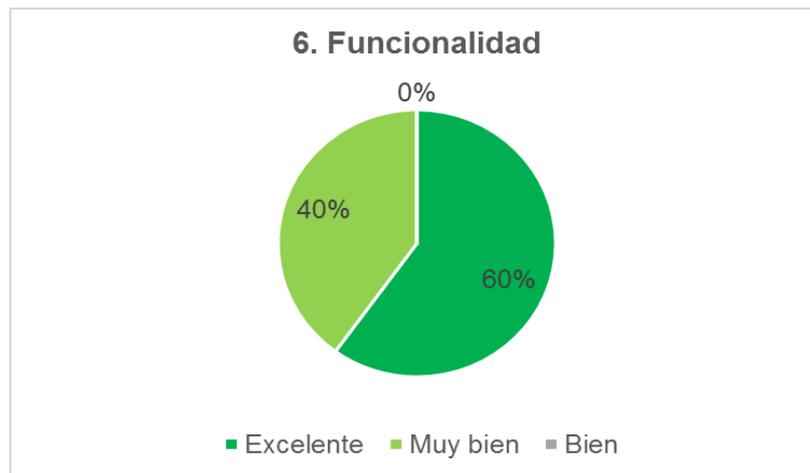


Ilustración 21. Entrevista pregunta 6

Fuente y Elaboración: El autor

El 60% de los usuarios califica la funcionalidad de Elisa como excelente, mientras que el 20% lo considera como muy bueno y el otro 20% como bueno.

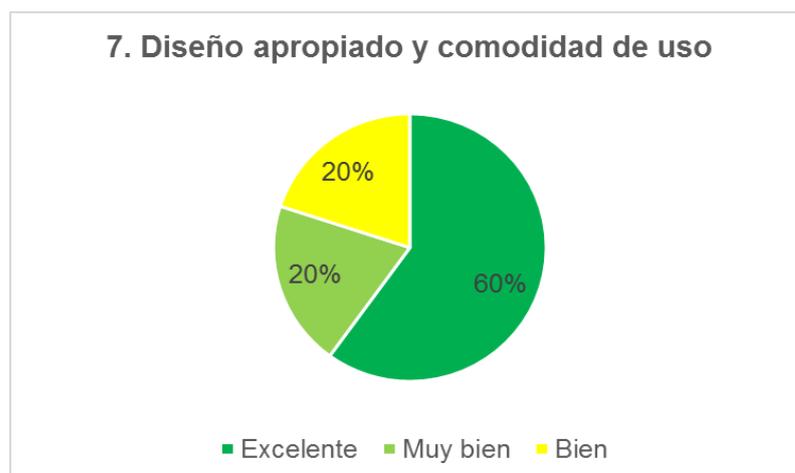


Ilustración 22. Entrevista pregunta 7

Fuente y Elaboración: El autor

El 60% de los operadores del programa considera que el diseño es excelente y apropiado, mientras que el 20% lo califica como muy bueno y el otro 20% como bueno.



Ilustración 23. Entrevista pregunta 8

Fuente y Elaboración: El autor

El 60% de los usuarios de Elisa califica como excelente la calidad de los explicativos proporcionados, mientras que para el 20% es muy buena y el otro 20% la considera buena.



Ilustración 24. Entrevista pregunta 9

Fuente y Elaboración: El autor

El 60% de los usuarios califica de excelente la disponibilidad del programa, mientras que el 40 % lo considera muy buena.



Ilustración 25. Entrevista pregunta 10

Fuente y Elaboración: El autor

El 40% de los usuarios piensa que la rapidez con la que se resolvió la incidencia fue excelente, mientras que el 60% lo considera muy buena.

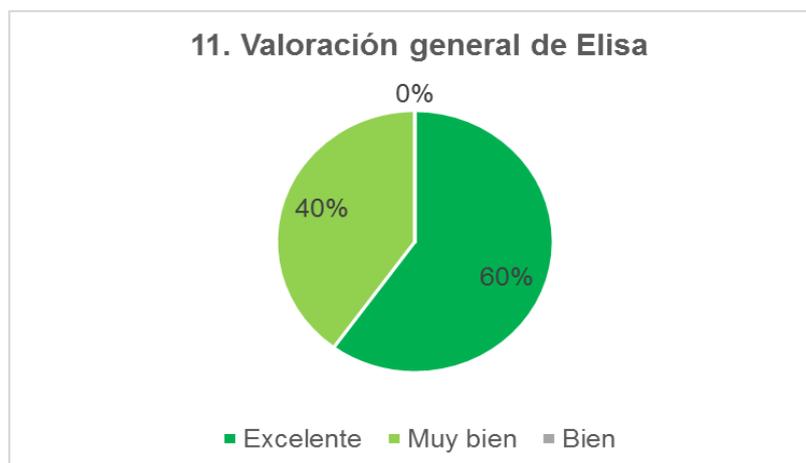


Ilustración 26. Entrevista pregunta 11

Fuente y Elaboración: El autor

El 60% de los usuarios de Elisa califica como excelente a la valoración general del programa, mientras que el 40% la considera muy bueno.

CAPÍTULO III

3. Presentación de la Propuesta

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio de los instrumentos de investigación, se plantea a través de la agricultura de precisión la implementación de una herramienta informática para pasar de la agricultura tradicional a la agricultura moderna.

Agricultura de Precisión

En 1995 nace la agricultura de precisión en Estados Unidos como un sistema que se retroalimentaba con el pasar de los años, con el único propósito de desarrollar medidas de gestión con respecto a las variables del suelo y el manejo de sus insumos.

Según García & Flego (2008), la agricultura de precisión se basa en utilizar la cantidad óptima de recursos tomando en cuenta el momento y el lugar preciso mediante el uso de la tecnología de la información, para acondicionar la producción de un cultivo de acuerdo a los niveles de las variables naturales que presente. La agricultura de precisión incluye la utilización del sistema de posicionamiento global, conocido como GPS y otros dispositivos electrónicos que sirven como medios de recolección de antecedentes o datos del cultivo en tiempo real.

En la agricultura moderna, estas tecnologías facilitan el manejo óptimo de grandes extensiones agrícolas. Hoy por hoy, la tecnología le permite conocer al productor la variabilidad que existe dentro de un área productiva y lograr maximizar los rendimientos en especial para aquellos productores que trabajan con pequeñas extensiones de suelo (E. García & Flego, 2008).

Según Marote (2010), la tecnología, motor oficial de la agricultura de precisión permite alcanzar niveles eficientes de producción, reduciendo los costos productivos y el impacto ambiental. La agricultura de precisión se trata de evaluar los problemas presentes en la producción agrícola.

Con el único propósito de adoptar decisiones en la gestión de las parcelas, contemplando la variabilidad del campo por medio del uso de tecnologías como GPS, sensores, satélites e imágenes aéreas con sistemas de información geográfico son requeridos para poder entender tales variaciones. Por lo tanto, la agricultura de precisión se refiere a una serie de herramientas y sistemas que ofrecen perfeccionar, facilitar y automatizar todas las actividades habituales en el cultivo Marote (2010).

El manejo sitio específico MSE, se refiere al área de mayor desarrollo en la agricultura de precisión, esta doctrina se basa en el hecho de hacer lo correcto en el lugar apropiado y en el momento oportuno. La agricultura de precisión provee un camino para la automatización del manejo sitio específico utilizando la informática Marote (2010).

De esta manera, se puede ajustar el uso de recursos naturales que permiten la obtención del producto deseado, el monitorio de los resultados y la importante aplicación de dosis variables de acuerdo a las necesidades del suelo Marote (2010).

Los términos de agricultura de precisión, son relativos a la agricultura sustentable, es decir, se trata de evitar prácticas repetitivas en los cultivos sin considerar las condiciones del suelo y del clima para evitar plagas y enfermedades. Siendo así, como a largo plazo se logra mejorar la calidad del medio ambiente y sus recursos, la calidad de vida de los agricultores y de la población en general.

De acuerdo con Ocampo (2018), se refieren a la agricultura de precisión como un sistema para analizar y reconocer la variabilidad espacio-tiempo del terreno. Esta variación engloba los niveles de fertilidad en diferentes secciones del suelo o del mismo terreno, y en diferentes temporadas donde las condiciones climáticas han sido sujetas a cambios.

La agricultura de precisión, administra de forma eficiente sus recursos conforme a las variables, dando paso a una agricultura sustentable. Gracias a la tecnología de la información, la comunicación entre dispositivos, es fundamental y es considerada una de las herramientas de mayor

importancia. A diferencia de la agricultura convencional que considera a las condiciones del suelo homogéneas (Ocampo, 2018).

Etapas de la agricultura de precisión

Según Ocampo (2018), la agricultura de precisión tiene 3 etapas, la primera es conocida como la recolección de datos, la cual se realiza con equipos especializados tales como sensores remotos y satélites. La segunda etapa se trata del análisis de los datos, en este interviene un experto agrónomo o el productor quien va a generar una serie de sugerencias o recomendaciones en base a la variación espacio-tiempo revelada. Y en la tercera etapa entra la implementación, donde el agricultor prepara el terreno de acuerdo a las sugerencias generadas.

Existen 5 tecnologías relacionadas a la agricultura de precisión:

- 1. Sistemas de posicionamiento global:** Este sistema es conocido como GPS, fue creado por el ejército de los Estados Unidos para ofrecer servicios de posicionamiento y navegación global. Este sistema se encuentra constituido por tres fragmentos: espacial, de control y de usuario. La espacial está conformada por una constelación total de 24 satélites. El control está formado por varias estaciones ubicadas en distintos lugares del planeta. Y el usuario, está representado por equipos receptores de señal satelital (Ocampo, 2018).
- 2. Sistemas de información geográfica:** estos sistemas son conocidos como GIS por sus siglas en Ingles y son los encargados de almacenar la información recopilada a través de los distintos receptores como los sensores remotos, de igual manera son los encargados de mostrarnos la información de manera amigable para posteriormente ser analizados y con el único fin de tomar decisiones con respecto a la variabilidad espacio-tiempo del suelo. Por lo que el reto de esta tecnología es analizar los datos correctamente (Ocampo, 2018).
- 3. Sensores remotos:** son sistemas satelitales o portátiles, encargados de obtener los datos del cultivo sin contacto físico alguno. Se usan en

la recolección de información sobre el manejo de insumos como el agua para el riego, el contenido de materia orgánica de la vegetación, el vigor o estado de las plantas, es decir la clorofila, enfermedades, plagas, además del mapeo de malezas, sequías e inundaciones (Ocampo, 2018).

- 4. Monitores de rendimiento y aplicación:** estos monitores obtienen información sobre la cantidad, calidad, humedad y otros aspectos importantes del cultivo. Existen algunos tipos de monitores que son utilizados para aplicaciones variables, es decir, sirven para monitorear las dosificaciones de los insumos de acuerdo a las necesidades de cada sección del suelo para el uso de agroquímicos, herbicidas, entre otros. Con la información recolectada se desarrolla mapas de productividad y características del suelo (Ocampo, 2018).
- 5. Maquinaria inteligente:** con el paso del tiempo el hombre ha desarrollado equipos de alta tecnología que permiten optimizar el uso de sus recursos maximizando su rendimiento productivo y económico y minimizando el impacto ambiental. Por lo cual, existen herramientas innovadoras como las cosechadoras inteligentes que son capaces de identificar cual fruto está maduro y listo para ser cosechado. A esto se le suma la existencia de sistemas de piloto automático que permiten trabajar con mayor eficiencia (Ocampo, 2018).

Tecnología	Ejemplos
GPS	<ul style="list-style-type: none"> • Satélites NAVSTAR
GIS y software relacionado	<ul style="list-style-type: none"> • ARC-INFO • Agri-Logic • Magellan Waypoint
Sensores remotos	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores de nitrógeno • Agro Drone • Satélites Landsat
Monitores de rendimiento y aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • AG Leader • Green Star John Deere
Maquinaria inteligente	<ul style="list-style-type: none"> • Detección/recolección de frutos • Piloto automático en tractores • Uso de inteligencia artificial

Tabla 2. Principales Tecnologías de la Agricultura de Precisión

Fuente: Ocampo, 2018

Como muestra de lo planteado, en la Tabla 2. Principales Tecnologías de la Agricultura de Precisión, las tecnologías más conocidas y relevantes en la agricultura de precisión son los GPS, GIS y software relacionado, sensores remotos, monitores de rendimiento y aplicación y maquinaria inteligente.

Importancia del monitoreo y control en tiempo real

En la actualidad, los mercados demandan productos agrícolas de alta calidad y cada vez más orgánicos, a pesar del clima mega-diverso con que cuenta el país, no es posible predecir en tiempo real el comportamiento del clima, la humedad y la temperatura. Siendo aquí donde radica la importancia de las aplicaciones web y móvil basadas en el machine learning o aprendizaje automático para el monitoreo de la temperatura y la humedad en tiempo real.

3.1. Descripción del Producto

ELISA es una aplicación de notificación y alerta para dispositivos inteligentes que envía y recibe mensajes. Este programa informático permite obtener la medición de los niveles de las variables físicas como temperatura y

humedad de un cultivo en tiempo real, factores considerados importantes en la agricultura para mejorar el rendimiento de la productividad en el cultivo. Esta información es almacenada en la base de datos del programa, es transformada y expuesta a través de un DashBoard principal mediante el cual se puede observar el comportamiento de las variables frente a su entorno natural. Además, ELISA es un sistema que opera con aprendizaje automático, el cual le permite una mejora continua en la toma de decisiones y cuyo propósito principal es el monitoreo, registro y control de la temperatura y la humedad en la agricultura en tiempo real. Es decir, no solo se trata de recolectar información y analizarla, sino de utilizarla para un continuo seguimiento del progreso de una campaña agrícola y como una guía de gestión para tomar mejores decisiones estratégicas en la agricultura de precisión. ELISA está constituida por tres componentes:

- Una aplicación web
- Una aplicación móvil
- Sensores para la recepción de las variables

3.1.1. Línea gráfica

Isotipo



Ilustración 27. Isotipo

Fuente y Elaboración: El autor

El isotipo establecido para la aplicación Elisa tiene como base una forma circular ya que se trata de una de las formas más básicas que reconoce el ser humano visualmente. Por otro lado, el isotipo está conformado por una pequeña planta en crecimiento, haciendo referencia a la naturaleza de la aplicación que es la agricultura. Los colores predominantes en este isotipo son el verde y el blanco. El verde significa la estrecha relación que tiene la aplicación con la naturaleza simbolizando la vida y la fertilidad. Y el blanco significa pureza y le brindar contraste al diseño.

Isologo



Ilustración 28. Isologo
Fuente y Elaboración: El autor

Partiendo del isotipo, el isologo está conformado de la misma estructura gráfica y adicionalmente consta del nombre de la aplicación. Tomando en cuenta los mismos lineamientos y parámetros con respecto al diseño y color.

3.1.2. Diseño de la Aplicación Web

Para acceder, navegar e interactuar con los contenidos de Elisa, el diseño de la interface de la aplicación web está estructurado de la siguiente manera:

- **Login**

Para la pantalla principal y por cuestión de seguridad informática, Elisa cuenta con un Login; con el cual, el usuario tendrá acceso al sistema informático.

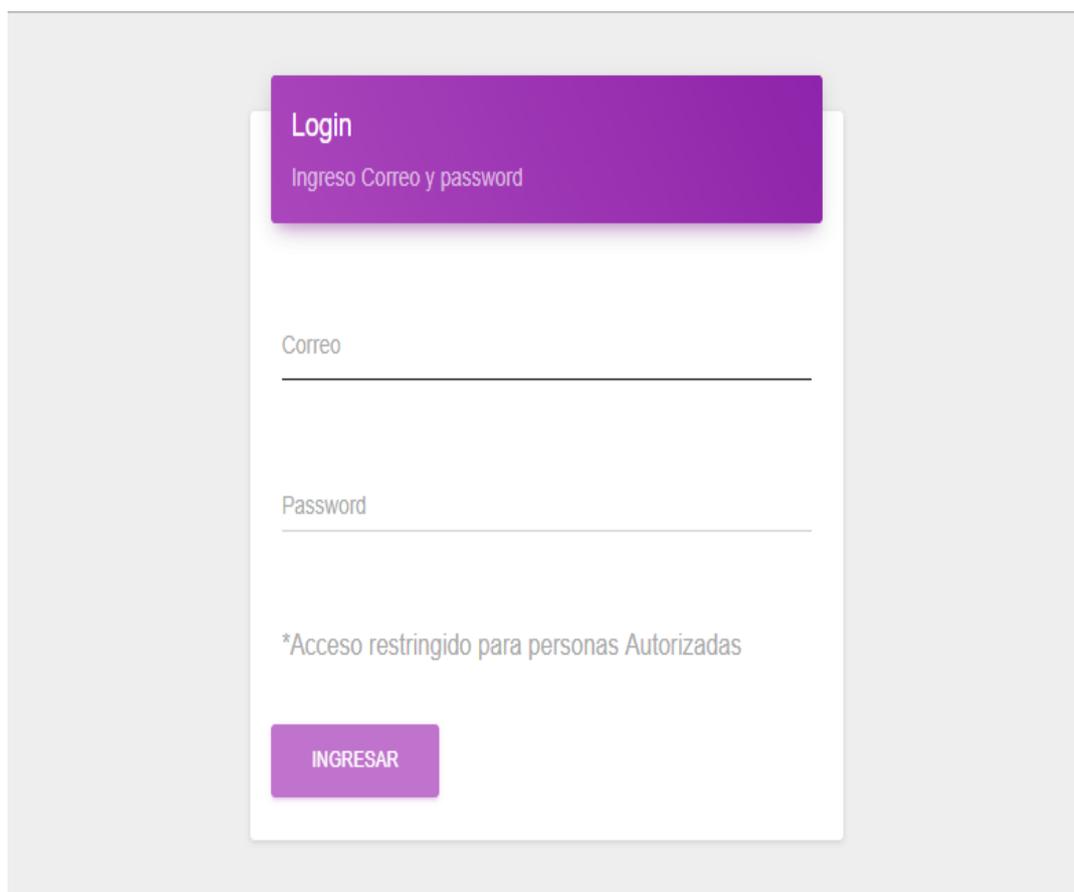
The image shows a login form for a web application. At the top, there is a purple header box with the text "Login" and "Ingreso Correo y password" below it. Below the header, there are two input fields: "Correo" and "Password". Below the "Password" field, there is a note: "*Acceso restringido para personas Autorizadas". At the bottom of the form, there is a purple button labeled "INGRESAR".

Ilustración 29. Login de Aplicación Web

Fuente y Elaboración: El autor

- **Dashboard Principal**

Como segundo plano y por efectos de visualización, Elisa a través de un Dashboard principal transforma los datos obtenidos en una representación gráfica de los principales KPI (en inglés key

performance indicator y en español indicador clave de rendimiento), como lo son en este caso en particular los valores recogidos sobre los niveles de humedad y temperatura del cultivo; como estrategia digital para una visión global de los mismos orientados a la toma de decisiones que optimizan las estrategia del productor.

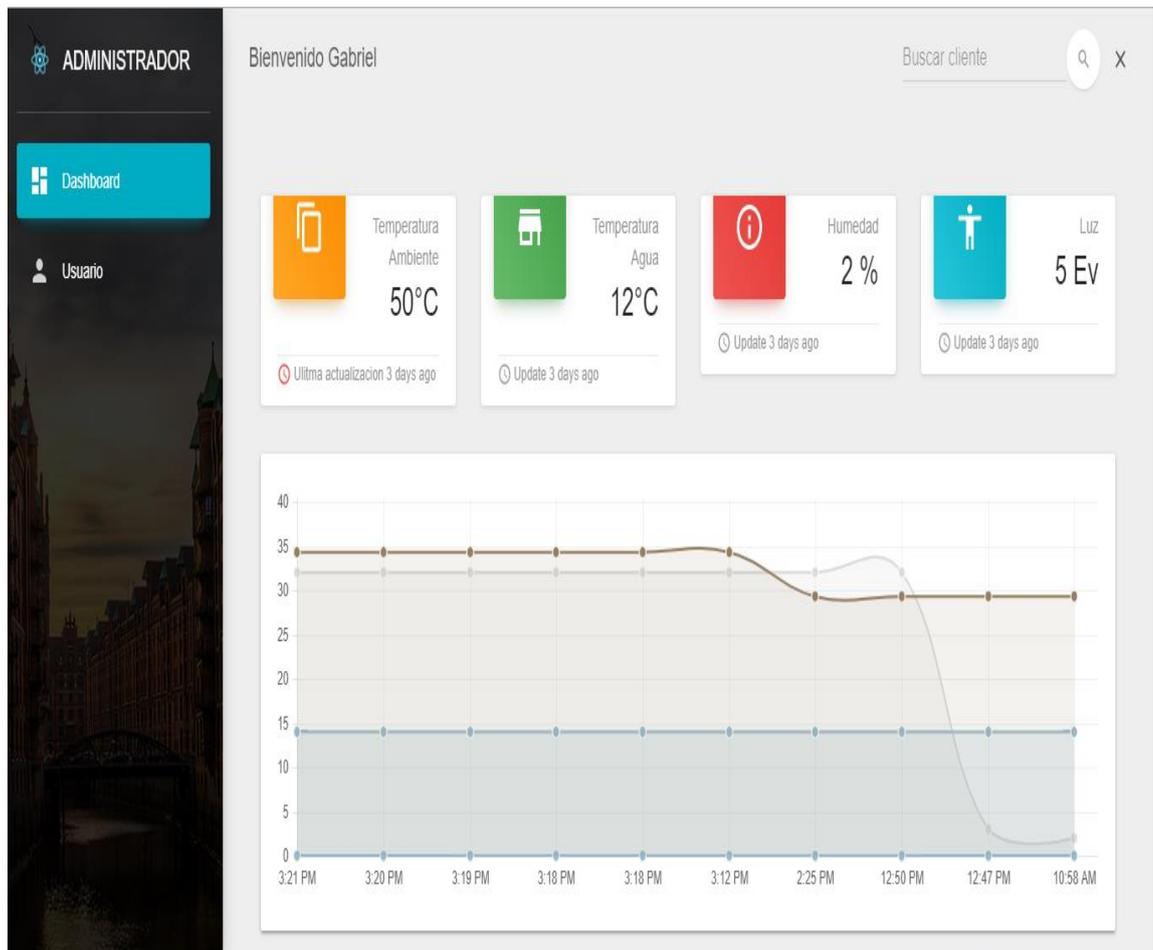


Ilustración 30. Dashboard Principal

Fuente y Elaboración: El autor

- **Dashboard con la vista de Usuarios**

Como tercer plano se encuentra la vista de Usuarios, esta sección se encarga de registrar usuarios nuevos u operadores y una lista en la cual se puede observar los usuarios activos y el detalle.

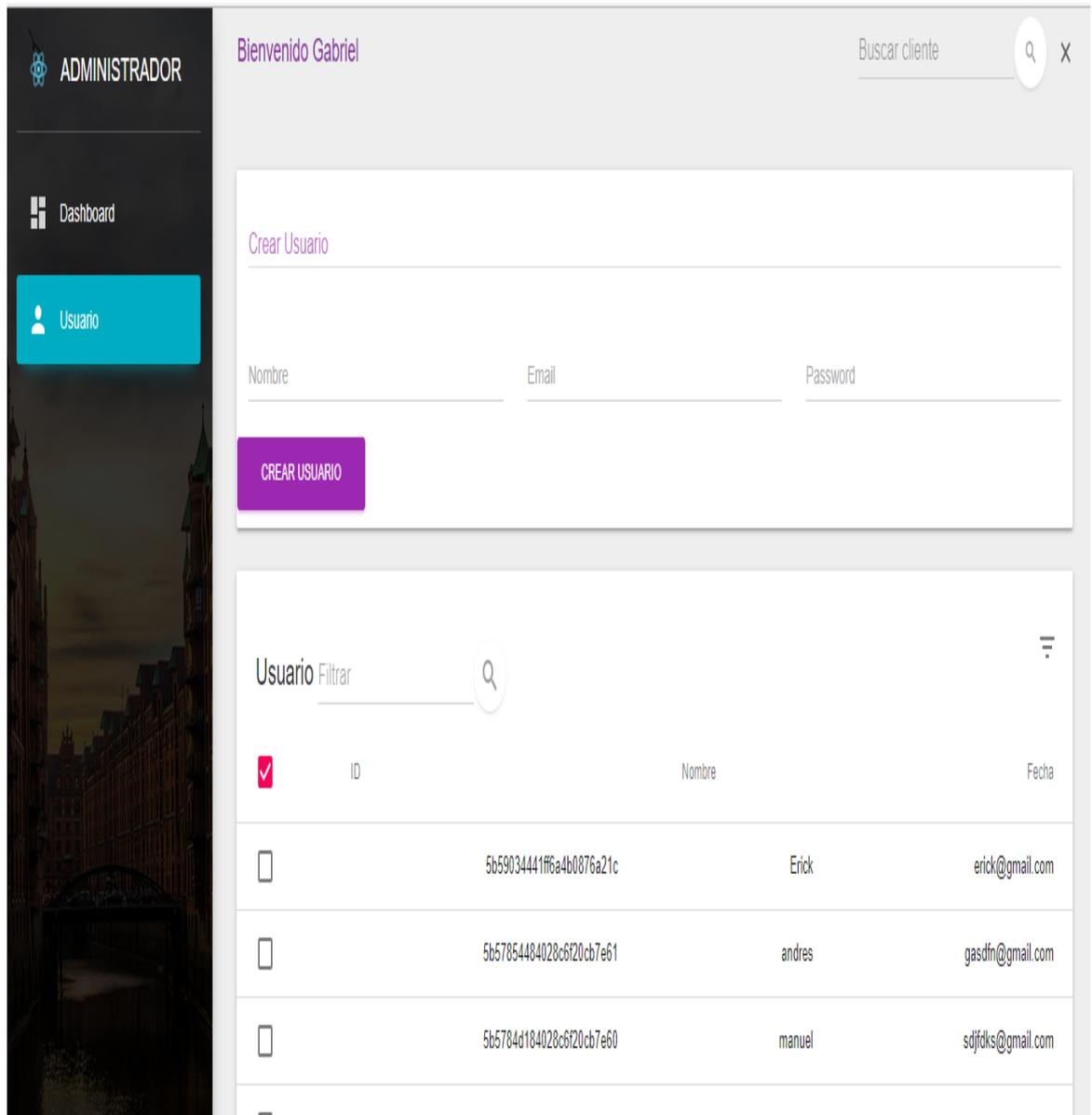


Ilustración 31. Dashboard con la Vista de Usuarios

Fuente y Elaboración: El autor

3.1.3. Diseño de la Aplicación Móvil

La presentación de Elisa para los dispositivos móviles es la siguiente:

- Splash Screen

Se trata de la pantalla de inicio, es decir la bienvenida gráfica con la que se da inicio a la aplicación y con la que se prepara al usuario para el comienzo de la misma.



Ilustración 32. Splash Screen

Fuente y Elaboración: El autor

- **Login**

De la misma manera que para la aplicación web, la aplicación móvil cuenta con un login que controla el acceso de los usuarios a Elisa.

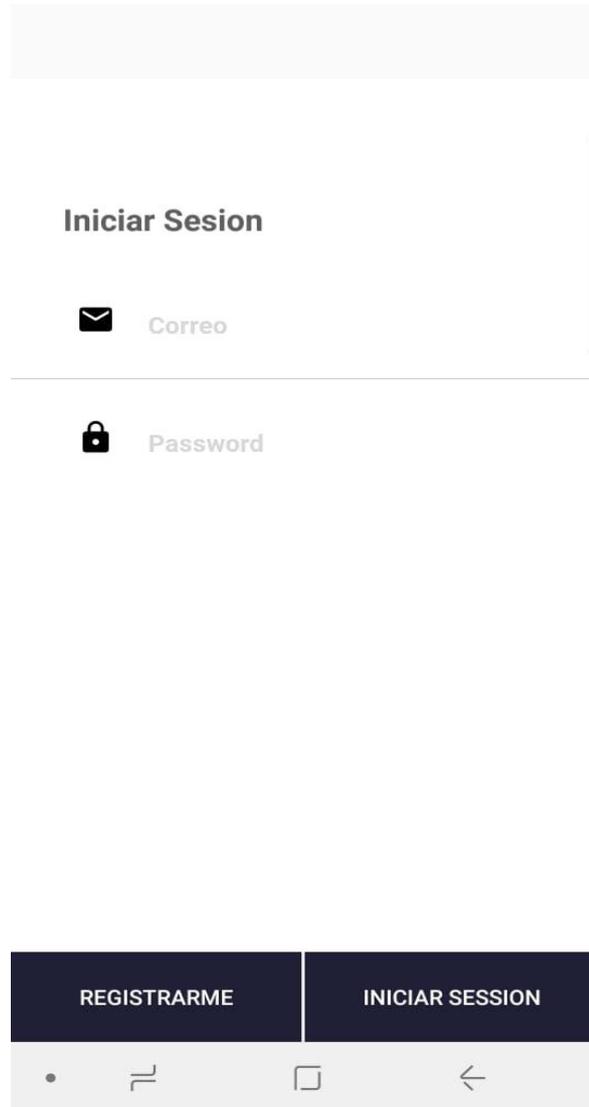


Ilustración 33. Login de Aplicación Móvil

Fuente y Elaboración: El autor

- **Tablero de Resultados**

Es la vista principal de la aplicación móvil, la cual muestra las principales variables físicas que se reciben de las parcelas. De esta manera se da seguimiento al comportamiento de las variables físicas.

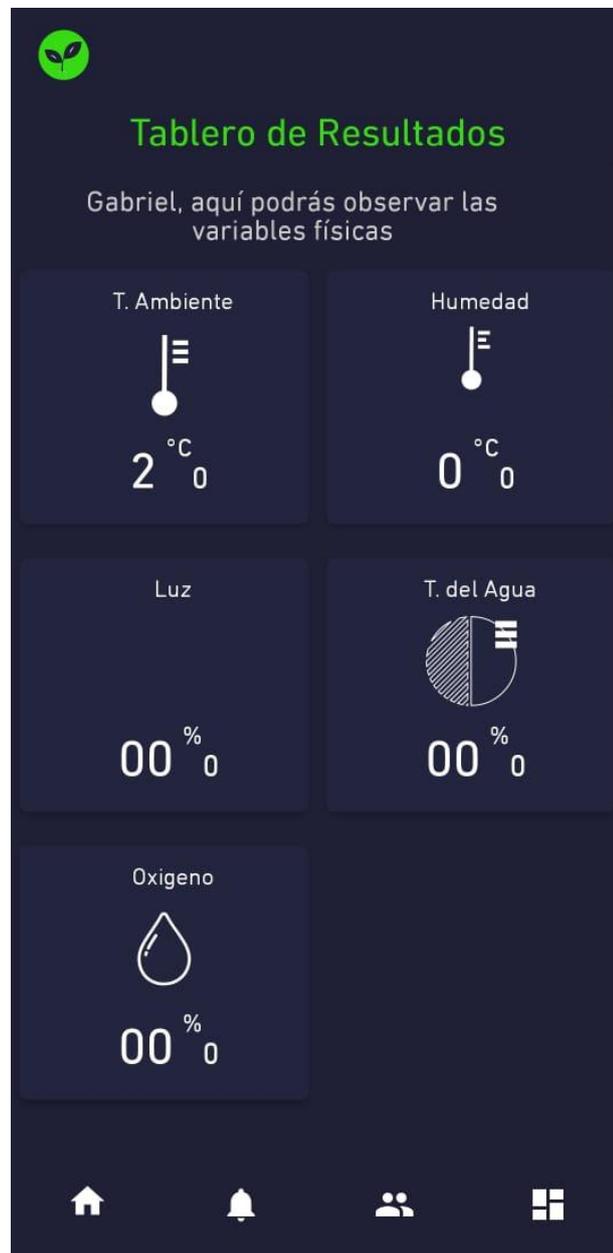


Ilustración 34. Tablero de Resultados

Fuente y Elaboración: El autor

- **Notificaciones**

Como vista secundaria está el panel de notificaciones o alerta en caso de algún cambio brusco en el comportamiento de las variables.

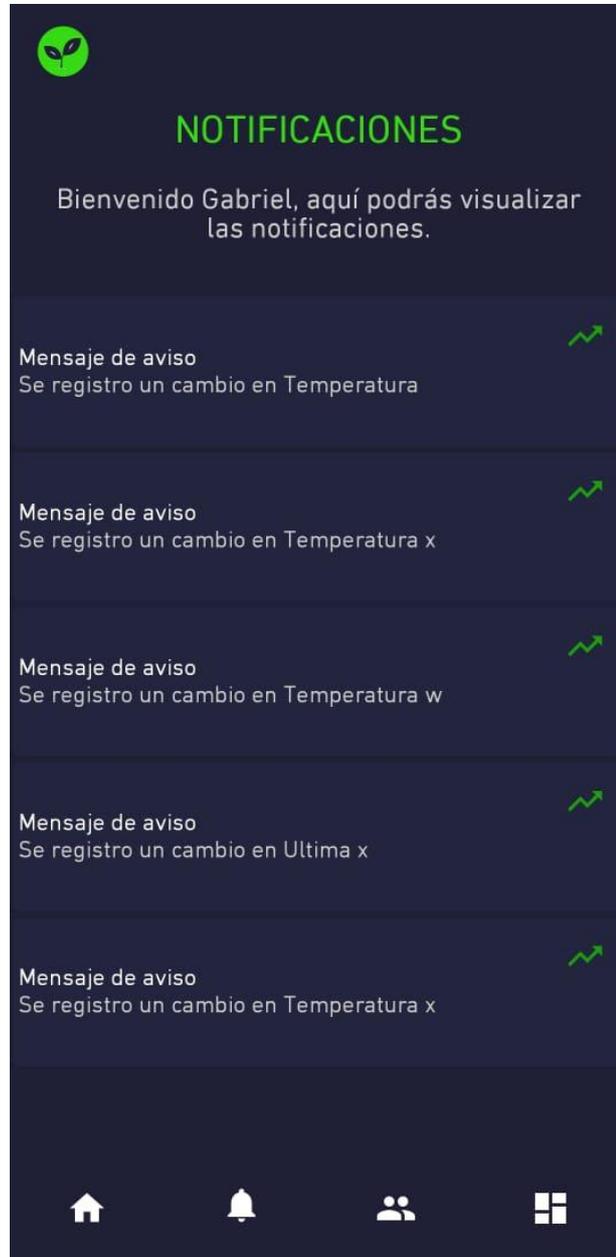


Ilustración 35. Notificaciones
Fuente y Elaboración: El autor

- **Ejemplo de usuario u operador**

Se trata del perfil de usuario u operador, donde se muestra a detalle información del usuario como el username, email, password y la opción para cerrar sesión.

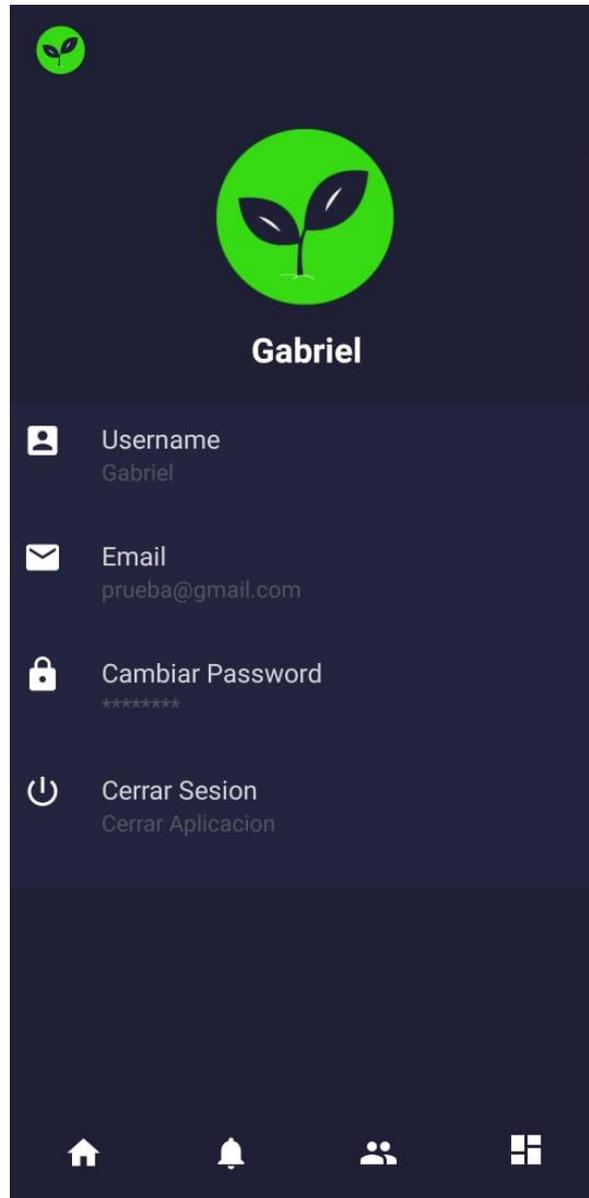


Ilustración 36. Ejemplo de Usuario u Operador

Fuente y Elaboración: El autor

3.2. Descripción del Usuario

ELISA, está enfocada principalmente al sector agrícola, para la producción de pitahaya y otros tipos de cultivo en los que es muy importante el control de las variables físicas; para lo cual se tiene identificado dos tipos de usuarios:

- Técnicos de área que pueden acceder a un tablero con información en tiempo real y gráfico con registro desde una hora antes lo que les ayudará a saber cómo está el cultivo en ese momento y poder actuar oportunamente.
- Los profesionales en agronomía, consultores quienes buscan acceso personalizado, con funcionalidades avanzadas y de mayor disponibilidad de datos que servirán para las evaluaciones.

3.3. Alcance Técnico

El alcance actual de Elisa abarca, desde la extracción y almacenamiento de datos físicos que se muestran en un panel de control tanto en la web como en una aplicación móvil, sin embargo, este proyecto da camino para aumentar más variables físicas como el Oxígeno, importantes para un cultivo con las que se podrán realizar mejores análisis. Por el momento Elisa corre sobre una plataforma web y una plataforma móvil, la primera corre sobre un browser como (Chrome, Mozilla, Internet Explorer) y la segunda con el sistema operativo Android, por ser el más popular actualmente en el Ecuador sin embargo a futuro se podrían crear aplicaciones híbridas las cuales correrían sobre cualquier dispositivo, es decir que se pueden leer independientemente del sistema operativo. Lo que se busca en un futuro es que Elisa pueda abarcar los cuatro puntos importantes de la agricultura de precisión que son: captación, almacenamiento, visualización de datos y la implementación correspondiente.

Descripción Técnica

Para el desarrollo de la aplicación web se utilizó la IDE; entorno de desarrollo integrado, llamado Atom, el lenguaje de programación JavaScript en un ambiente llamado Node.js y un Framework Express. Además, se integró una tecnología llamada sockets, con la cual se pueden visualizar los datos obtenidos en tiempo real y el FrontEnd utiliza la librería Material UI de google que nos permite crear nuestra interface de usuarios de una forma más óptima y funcional. En la aplicación móvil se trabajó con la IDE, llamada Android estudio y un lenguaje de programación llamado Java. Para el control de las variables se escogió dos sensores que funcionan por medio de un arduino, una placa basado en código abierto, de bajo costo y fácil manejo para construir el dispositivo digital para interactuar, sensar y controlar los KPI.



Ilustración 37. Arduino

Fuente: El autor

En la ilustración 34 se visualiza el arduino, el cual se trata de una placa para desarrollo de hardware que sirve para construir dispositivos digitales y al mismo tiempo dispositivos interactivos que permiten sensar, controlar y monitorear los objetos del mundo real. Además, el Arduino se centra en facilitar el uso de la programación y electrónica de sistemas integrados en proyectos multidisciplinarios como en este caso en particular con el cultivo de la Pitahaya.

Sensores para la recepción de las variables

Los sensores han venido evolucionando de manera considerable, teniendo características que cubren las necesidades de comunicación de una forma flexible, a bajo costo, con una vida útil mayor.

Una red de sensores inalámbricos está compuesta de dispositivos que se encuentran ubicados estratégicamente, en donde se los utiliza para monitorear aspectos ambientales o físicos de un determinado lugar. El protocolo de comunicación inalámbrica es Zigbee, netamente desarrollado para una WSN y lo utilizamos debido a su bajo costo y menor consumo de energía.

A continuación, se muestra la información detallada de los sensores utilizados en el sistema de la aplicación:

Sensor		Categoría	Parámetros
SeedStudio	Grove	Físico	Contenido de la humedad de la tierra.
Moisture sensor			
Adafruit DHT22		Físico	Temperatura, contenido de la humedad del ambiente.

Tabla 3. Sensores, Categorías y Parámetros

Fuente y Elaboración: El autor

3.4. Especificaciones Funcionales

Elisa lo que hace es capturar los datos de las plantaciones, los envía a un core o en español un núcleo el cual contiene una base de datos, los almacena y por medio de tecnología sockets las emite a sus diferentes aplicaciones web y móvil, en las cuales se presentan los datos al usuario.

El proceso en el que guarda los datos funciona un motor que, además genera patrones y los analiza; si en algún momento llegan a existir fluctuaciones grotescas, este módulo notifica a las aplicaciones que existe un cambio en los niveles.

Widget de Control:

- Tendremos dos widgets/tableros muy importantes tanto web/app en los cuales podremos visualizar en tiempo real las variables físicas temperatura y humedad las cuales son importantes para nuestro usuario final.
- Otro Widget importante dentro de nuestro Dashboard serán los grafos con los cuales podremos observar los datos de forma dinámica y por diferentes rangos de fecha.

3.5. Módulos de Aplicación

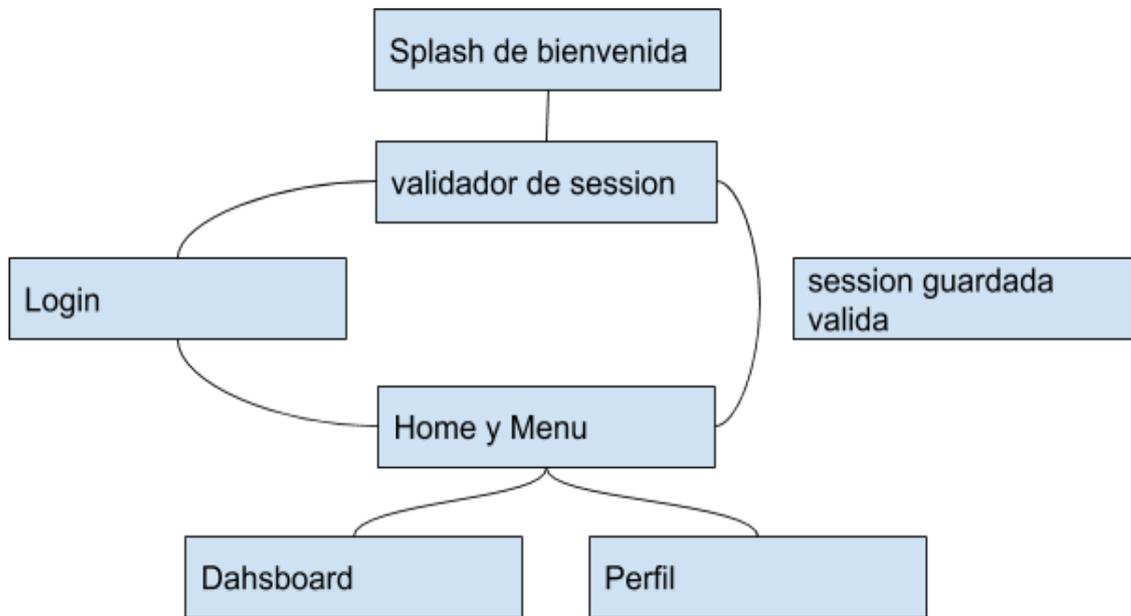


Ilustración 38. Módulos de Aplicación

Fuente y Elaboración: El autor

La aplicación Elisa inicia con una primera pantalla en la cual se presenta una interface de bienvenida que se denomina Splash, luego la app analiza si su sesión esta activa, de no ser así el sistema lo envía a la pantalla de login donde ingresara usuario y contraseña para acceder a la vista principal de Elisa donde de primera mano podrá observar 2 recuadros los cuales representas la temperatura y la humedad y un menú en la parte inferior que le ayudara a navegar entre las pantallas.

3.6. Especificaciones Técnicas

Estos son los requisitos mínimos con los cuales se podrá utilizar Elisa:

Plataforma	Requisitos mínimos	Utilidad
App	Android, versión 2.4 o superior	Mejor rendimiento del app
Web App	Browser recomendado: Chrome	Mejor visualización y rendimiento del aplicativo

Tabla 4. Especificaciones Técnicas

Fuente y Elaboración: El autor

Se determinó que el Smartphone Samsung Galaxy A8 (2018) cumple con las expectativas en cuanto a precio, comodidad visual y rendimiento del procesador. Además de ahorrar energía, este Smartphone garantiza una larga duración de la batería.

Los instrumentos utilizados en la presente investigación son 4 dispositivos: 2 arduinos, de los cuales, el primero está conformado por sensores y el segundo se trata de un receptor de datos recopilados en la plantación de pitahaya, de la hacienda “La Bonita Reina Del Cisne”. El tercer dispositivo se trata de una laptop, en la cual se encontrará la aplicación web y el cuarto dispositivo se tratará de un dispositivo móvil como un celular o una tablet con sistema operativo Android.

Los sensores están conectados inalámbricamente a una laptop que hará de matriz; además estará conectada la aplicación móvil en tres teléfonos inteligentes para monitorear en tiempo real los reportes de humedad y temperatura.

3.7. Funciones del Aplicativo

Proceso de Elisa, se divide en tres fases:

- **Captura de datos:** primero la recolección de datos es por parte de los micros controladores que capturan la información mediante sensores.
- **Almacenamiento de datos:** en esta etapa entra el módulo apicore, el cual se trata del cerebro del sistema Elisa. Apicore gestiona los datos, los analiza, los pondera y los emite a sus diversas aplicaciones.
- **Visualización de datos:** en este nivel entran las dos aplicaciones; web y móviles. Las cuales juegan un papel importante ya que están encargadas de ser una interface amigable en la cual el usuario final visualiza la información obtenida mediante gráficos widgets etc.

3.8. Prueba de Campo



Ilustración 39. Hacienda “La Bonita Reina De El Cisne”

Fuente: Hacienda “La Bonita Reina De El Cisne”

En la hacienda “La Bonita Reina De El Cisne”, ubicada en la ciudad de Santa Rosa, provincia de El Oro; se cultiva frutos tropicales como pitahaya, uva, tomate, sandía melón, entre otros. Lugar donde se procedió a realizar la prueba piloto.



Ilustración 40. Vista Panorámica Del Cultivo De Pitahaya

Fuente: Hacienda “La Bonita Reina De El Cisne”

El testeó del aplicativo se lo realizó entre las parcelas de pitahaya, esta es una vista panorámica del cultivo.



Ilustración 41. Vista Externa de los Dispositivos Arduinos
Fuente y Elaboración: El autor

Para protección de los dispositivos electrónicos, se utilizó dos cajas protectoras.

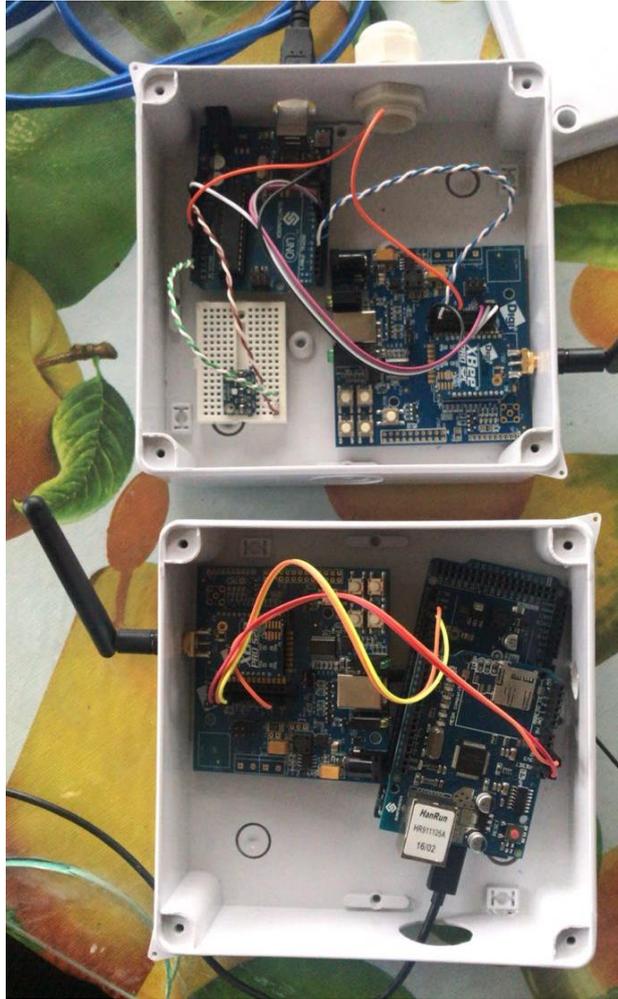


Ilustración 42. Vista interna de los Dispositivos Arduinos

Fuente y Elaboración: El autor

Esta es la vista interna de los dispositivos electrónicos, donde se puede observar las placas de los arduinos y los sensores que harán las respectivas mediciones de temperatura y humedad.



Ilustración 43. Instalación de la prueba Piloto
Fuente: Hacienda “La Bonita Reina De El Cisne”

En esta imagen se encuentra instalado el dispositivo electrónico entre las plantaciones de pitahaya, listo para capturar los datos de los niveles de humedad y temperatura.

3.8.1. Base de Datos

_id	watertemperature	environmenttemperature	oxygenwater	ligh	humidity	date	_v
ObjectId("5b5b791ca9a52318fc3b1fa2")	0	25.74	0	0	75.63	2018-07-27T19:57:16.607Z	0
ObjectId("5b5b7927a9a52318fc3b1fa3")	0	25.7	0	0	75.86	2018-07-27T19:57:27.147Z	0
ObjectId("5b5b7933a9a52318fc3b1fa4")	0	25.7	0	0	75.73	2018-07-27T19:57:39.031Z	0
ObjectId("5b5b793ca9a52318fc3b1fa5")	0	25.67	0	0	75.82	2018-07-27T19:57:48.339Z	0
ObjectId("5b5b7946a9a52318fc3b1fa6")	0	25.67	0	0	75.29	2018-07-27T19:57:58.692Z	0
ObjectId("5b5b7951a9a52318fc3b1fa7")	0	25.65	0	0	75.31	2018-07-27T19:58:09.136Z	0
ObjectId("5b5b795ba9a52318fc3b1fa8")	0	25.63	0	0	75.85	2018-07-27T19:58:19.681Z	0
ObjectId("5b5b7966a9a52318fc3b1fa9")	0	25.61	0	0	75.94	2018-07-27T19:58:30.125Z	0
ObjectId("5b5b7970a9a52318fc3b1faa")	0	25.63	0	0	76.18	2018-07-27T19:58:40.668Z	0
ObjectId("5b5b797ba9a52318fc3b1fab")	0	25.65	0	0	76.3	2018-07-27T19:58:51.113Z	0
ObjectId("5b5b7985a9a52318fc3b1fac")	0	25.68	0	0	76.52	2018-07-27T19:59:01.669Z	0
ObjectId("5b5b7990a9a52318fc3b1fad")	0	25.67	0	0	75.91	2018-07-27T19:59:12.212Z	0
ObjectId("5b5b799aa9a52318fc3b1fae")	0	25.65	0	0	75.42	2018-07-27T19:59:22.655Z	0
ObjectId("5b5b79a5a9a52318fc3b1faf")	0	25.61	0	0	75.29	2018-07-27T19:59:33.200Z	0
ObjectId("5b5b79afa9a52318fc3b1fb0")	0	25.6	0	0	75.44	2018-07-27T19:59:43.644Z	0
ObjectId("5b5b79baa9a52318fc3b1fb1")	0	25.56	0	0	75.39	2018-07-27T19:59:54.129Z	0
ObjectId("5b5b79c4a9a52318fc3b1fb2")	0	25.58	0	0	75.7	2018-07-27T20:00:04.632Z	0
ObjectId("5b5b79cfa9a52318fc3b1fb3")	0	25.6	0	0	75.91	2018-07-27T20:00:15.188Z	0
ObjectId("5b5b79d9a9a52318fc3b1fb4")	0	25.6	0	0	75.65	2018-07-27T20:00:25.732Z	0
ObjectId("5b5b79e4a9a52318fc3b1fb5")	0	25.58	0	0	75.27	2018-07-27T20:00:36.176Z	0
ObjectId("5b5b79eea9a52318fc3b1fb6")	0	25.53	0	0	75.28	2018-07-27T20:00:46.732Z	0
ObjectId("5b5b79f9a9a52318fc3b1fb7")	0	25.53	0	0	75.69	2018-07-27T20:00:57.176Z	0
ObjectId("5b5b7a03a9a52318fc3b1fb8")	0	25.5	0	0	75.48	2018-07-27T20:01:07.720Z	0
ObjectId("5b5b7a0ea9a52318fc3b1fb9")	0	25.54	0	0	76.02	2018-07-27T20:01:18.264Z	0
ObjectId("5b5b8d7fde6ffc1cdc651458")	0	26.35	0	0	73.56	2018-07-27T21:24:15.140Z	0

Ilustración 44. Base de datos

Fuentes y Elaboración: El autor

En la ilustración 41, se puede observar que los datos sensados de humedad y temperatura se registraron cronológicamente, detallando la fecha y la hora en la que dichas mediciones fueron sensadas. Además, este sistema permite implementar o incluir a futuro otros tipos de variables relevantes con sus respectivos detalles.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló un sistema informático de bajo costo y fácil implementación, el cual permite el monitorio, registro y control en tiempo real de las variables físicas como temperatura y humedad del cultivo.
- No se logró obtener los parámetros idóneos de temperatura y humedad, puesto que el tiempo en el cual estuvo la aplicación Elisa instalada para la prueba piloto fue de dos semanas.
- Se realizó el control de la Big Data en el tiempo de su implementación por medio del Dashboard.
- Para el buen funcionamiento del machine learning detrás de Elisa y la correcta aplicabilidad en el cultivo de la pitahaya es necesario que el sistema primero se alimente de suficiente información histórica.
- Lo que busca Elisa es aprender por medio de los patrones de comportamiento a realizar pronósticos y generar sugerencias de éxito constante. Por ejemplo, si la variable tiene un comportamiento continuo en el tiempo, es decir, en base al historial de la temperatura y la humedad refleja que el 90% de las veces, la temperatura y la humedad tienden a bajar o subir en específicas horas. Por lo tanto, el productor sabrá cuales son las horas de puntos críticos para programar el riego. Proporcionando agua al cultivo de acuerdo a sus necesidades, evitando escasez o excesos de riego, enfermedades y plagas en el largo plazo.
- Al conocer los niveles de temperatura y humedad del cultivo se acondiciona el sistema de riego de acuerdo a las necesidades del cultivo se realiza un manejo óptimo de los recursos, reduciendo los costos de producción y el impacto ambiental.
- Como resultado del trabajo de investigación, se logró desarrollar una herramienta considerada funcional ya que los usuarios y operadores mostraron interés y satisfacción con esta propuesta innovadora al

conocer de forma rápida y precisa el comportamiento de las variables físicas del cultivo.

- La comunicación entre el microcontrolador y el servidor son claves para conocer las mediciones de los valores sensados que se reflejan en la base de datos.

RECOMENDACIONES

- Para que el sistema de Elisa tenga un porcentaje de error bajo en sus pronósticos, es necesario que tenga como mínimo 6 meses de instalación, ya que el machine learning de este sistema toma como base el almacenamiento de los datos históricos del cultivo para focalizarse en los patrones de comportamiento de éxito.
- Para desarrollar una agricultura de mayor precisión se recomienda integrar al sistema de Elisa otras variables físicas tales como ph, emisiones de CO₂, etc.
- Se recomienda utilizar diferentes fuentes de suministro de energía por otros alternativos como paneles solares y baterías.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. G. (1999). *El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración*
3ª Edición. Fidas G. Arias Odón.
- Baoss Analytics Everywhere. (2017, abril 24). Deep Learning: qué es y cómo se está usando. Recuperado 31 de agosto de 2018, de <https://www.baoss.es/que-es-deep-learning-usos/>
- Blanco, M. C. M.-C., & Castro, A. B. S. (2007). EL MUESTREO EN LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA, 4.
- Carballo, R. F. (2001). La entrevista en la investigación cualitativa. *Pensamiento Actual*, 2(3). Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/8017>
- El Universo. (2011, julio 15). La agricultura de precisión busca un agro competitivo. Recuperado 10 de septiembre de 2018, de <https://www.eluniverso.com/2011/07/16/1/1416/agricultura-precision-busca-un-agro-competitivo.html>
- Fernández, P., & Díaz, P. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa, 4.
- García, A. (2012). *Inteligencia artificial: fundamentos, práctica y aplicaciones*. San Fernando de Henares, Madrid: RC Libros.
- García, E., & Flego, F. (2008). Agricultura de precisión. *Revista Ciencia y Tecnología*. Recuperado de http://www.palermo.edu/ingenieria/Ciencia_y_tecnologia/ciencia_y_tecno_8.html.

- Gimenez, M. (2017, noviembre 23). Análisis Heurístico para UX: evalúa la usabilidad de tu web. Recuperado 28 de agosto de 2018, de <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Recuperado de <http://www.e-libro.com/ayuda>
- IIEMD. (2016, octubre 26). QUE ES MACHINE LEARNING: Definición y características. Recuperado 26 de agosto de 2018, de <https://iiemd.com/machine-learning/que-es-machine-learning>
- Jiménez, I. V. (2011). La entrevista en la investigación cualitativa:, (1), 21.
- López, P. L. (2004). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *Punto Cero*, 09(08), 69-74.
- Marote, M. L. (2010). Agricultura de precisión. *Ciencia y tecnología*, 10, 151.
- Maynez, N. (2017). 19 Tecnologías de Inteligencia Artificial que dominarán el 2018. Recuperado 26 de agosto de 2018, de <https://blog.adext.com/es/tecnologias-inteligencia-artificial-2018>
- Miyar, S. (s. f.). ActitudFem. Recuperado 26 de agosto de 2018, de <https://www.actitutfem.com/belleza/nutricion-y-ejercicio/pierde-peso-dietas/beneficios-de-la-pitaya>
- Morales, R. (2017, julio 19). ¿Cuáles son las 6 Ramas de la Informática? Recuperado 26 de agosto de 2018, de <https://www.lifeder.com/ramas-informatica/>

Nilsson, N. (2000). Inteligencia Artificial Una Nueva Sintesis Nils j. Nilsson.
Recuperado 26 de agosto de 2018, de
<https://es.scribd.com/doc/219262187/Inteligencia-Artificial-Una-Nueva-Sintesis-Nils-j-Nilsson>

Ocampo, M. (2018). Agricultura de Precisión.

Olmo, L. (2016, diciembre 12). ¿Qué diferencia hay entre Deep Learning, Inteligencia Artificial y... Recuperado 31 de agosto de 2018, de
<http://www.ticbeat.com/tecnologias/que-diferencia-hay-entre-deep-learning-inteligencia-artificial-y-machine-learning/>

Pasillas, A. (s. f.). ¿Qué es machine learning? [Guía completa para principiantes]. Recuperado 27 de agosto de 2018, de
<https://blog.adext.com/es/machine-learning-guia-completa>

PITAHAYA EN ESTADOS UNIDOS. (s. f.).

Pitahaya Enciclopedia Ilustrada. (2018, agosto 20). Pitahaya Enciclopedia Ilustrada. Recuperado 26 de agosto de 2018, de
<http://pitahaya.info/tipos-pitaya-roja-mexicana/>

Rabolini, N. (2009). Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales ISSN. Recuperado 28 de agosto de 2018, de
https://www.sai.com.ar/metodologia/rahycs/rahycs_v7_n2_06.htm

Riquelme, R. (2016, noviembre 16). 4 tipos de Inteligencia Artificial que debes conocer. Recuperado 26 de agosto de 2018, de
<https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/4-tipos-de-Inteligencia-Artificial-que-debes-conocer-20161115-0186.html>

Rocha, J. (2015). ¿Pitahaya o Pitaya? Recuperado 26 de agosto de 2018, de <https://www.inforural.com.mx/pitahaya-pitaya/>

Rouse, M. (2017, abril). ¿Qué es Inteligencia artificial, o AI? - Definición en WhatIs.com. Recuperado 26 de agosto de 2018, de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Inteligencia-artificial-o-AI>

Russell, S., & Norving, P. (2004). Inteligencia artificial, 1241.

Sierra, C. (2017, junio 19). Problema histórico: ¿Mal manejo del riego o mal manejo del suelo? Recuperado 28 de agosto de 2018, de <http://www.elmercurio.com/campo/noticias/analisis/2017/02/15/problema-historico-mal-manejo-del-riego-o-mal-manejo-del-suelo.aspx>

Subsecretaría de Calidad Ambiental. (2013, abril 24). Calidad Ambiental. Recuperado 28 de agosto de 2018, de <http://www.ambiente.gob.ec/calidad-ambiental/>

Telégrafo, E. (2016, enero 6). Producción bruta provincial creció 92,32% en 7 años. Recuperado 26 de agosto de 2018, de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/entre-2007-y-2014-la-produccion-bruta-provincial-aumento-92-32>

TensorFlow™. (s. f.). TensorFlow. Recuperado 31 de agosto de 2018, de <https://www.tensorflow.org/?hl=es>

Thompson, I. (2006, julio). DEFINICIÓN DE ENCUESTA - Promonegocios.net. Recuperado 28 de agosto de 2018, de

<https://www.promonegocios.net/mercadotecnia/encuestas-definicion-1p.html>

Villazán, J. (2009). MANUAL DE INFORMÁTICA I, 261.

ANEXOS

Encuesta

1. ¿Conoce usted el termino agricultura de precisión?

Sí

No

*La agricultura de precisión se trata de utilizar de manera óptima la cantidad de recursos, considerando el momento y el lugar preciso mediante el uso de la tecnología de la información, con el fin de acondicionar la producción de un cultivo de acuerdo a sus variables físicas.

2. ¿Qué le parece el uso de la tecnología en la agricultura?

Muy Interesante

Interesante

Neutro

3. ¿Actualmente, usted cuenta con algún tipo de tecnología o tecnificación agrícola?

Sí

No

4. En caso de responder Sí a la pregunta anterior. ¿Qué tipo de tecnología usa?

5. En caso de responder No en la pregunta 3. ¿Cuál es el motivo por el cual no ha incursionado en la tecnificación en el agro?

6. ¿Cree usted que la implementación o tecnificación causaría impacto positivo en el rendimiento agronómico del cultivo?

Sí

No

7. ¿Qué variables físicas usted considera importantes al momento de cultivar?

8. ¿Lleva algún tipo de registro de las variables físicas?

- Sí
 - No
-
-

9. ¿Le gustaría conocer el comportamiento de las variables físicas como temperatura y humedad de su cultivo?

- Sí
- No

10. ¿Estaría usted interesado en la implementación de una aplicación para conocer en tiempo real las mediciones de la temperatura y la humedad del ambiente en las parcelas de Pitahaya?

- Sí
- No

11. ¿Qué tipo de dispositivo móvil posee?

- Samsung
- iPhone
- Otros

Prueba de Usabilidad

Aplicación: Elisa

Entrevistador: Gabriel Andrés Torres Pacheco

1. Accesibilidad de la aplicación

- Excelente

Muy bien

Bien

2. Contenido de la aplicación

- Excelente
- Muy bien
- Bien

3. Orientación del programa

- Excelente
- Muy bien
- Bien

4. Navegación

- Excelente
- Muy bien
- Bien

5. Gráfica

- Excelente
- Muy bien
- Bien

6. Funcionalidad

- Excelente
- Muy bien
- Bien

7. Diseño apropiado y comodidad de uso

- Excelente

- Muy bien
- Bien

8. Calidad de explicativos

- Excelente
- Muy bien
- Bien

9. Disponibilidad del programa

- Excelente
- Muy bien
- Bien

10. Rapidez con la que se resolvió la incidencia

- Excelente
- Muy bien
- Bien

11. Valoración general de Elisa

- Excelente
- Muy bien
- Bien

Prueba piloto



Prueba Piloto



Entrevista realizada al operario del sistema ELISA en la hacienda “La Bonita Reina De El Cisne” en la ciudad Santa Rosa, provincia El Oro.



Entre plantaciones de cacao.



Entre plantaciones de uva.



Algunos de los productores u operadores fueron entrevistados en su lugar de domicilio.



Algunos de los productores fueron encuestados en su lugar de domicilio.













**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Torres Pacheco Gabriel Andrés**, con C.C: # 0803513365 autor del trabajo de titulación: “**Desarrollo de una aplicación web y móvil, basada en machine learning, para monitoreo, registro y control de temperatura y humedad en el cultivo de la pitahaya**”, previo a la obtención del título de, **Ingeniero en Producción Y Dirección en Artes Multimedia**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 11 de septiembre del 2018

f. _____

Torres Pacheco Gabriel Andrés

C.C: # 0803513365



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de una aplicación web y móvil, basada en machine learning, para monitoreo, registro y control de temperatura y humedad en el cultivo de la pitahaya		
AUTOR	Torres Pacheco Gabriel Andrés		
TUTOR	Lcdo. Villota Oyarvide Wellington Remigio, Mgs.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Artes y Humanidades		
CARRERA:	Ingeniería en Producción y Dirección en Artes Multimedia.		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Producción y Dirección en Artes Multimedia.		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	11 de septiembre del 2018	No. DE PÁGINAS:	87
ÁREAS TEMÁTICAS:	Aplicaciones, Agricultura de Precisión, Machine Learning.		
PALABRAS CLAVES:	Inteligencia Artificial; Machine Learning; Deep Learning; TensorFlow; Agricultura de Precisión.		
RESUMEN:	<p>El presente trabajo de investigación consiste en el desarrollo e implementación de una herramienta tecnológica con inteligencia artificial basada en aprendizaje automático, la cual se trata de una aplicación web y móvil que se encuentra bajo el sistema operativo android. Esta implantación de aprendizaje automático y Deep Learning se ejecutará con TensorFlow para acceder al procesamiento gráfico de la información. El objetivo principal de esta aplicación es incrementar el rendimiento y la calidad del cultivo de la pitahaya. Por medio del monitoreo, registro y control de las variables físicas como temperatura y humedad en cada una de las fases del cultivo y a través de la implementación de varios dispositivos como: arduinos, microcontroladores, sensores y actuadores que permiten revelar los niveles respectivos de las plantaciones, y al mismo tiempo identificar cuáles son los niveles óptimos del cultivo en su mejor escenario tomando en cuenta su interacción con el entorno. A partir de estas mediciones, se efectúa el control de la Big Data que se genera durante el tiempo de su implementación para su posterior análisis, el cual será considerado en la toma de decisiones con respecto a las estrategias del manejo de los recursos suministrados en el proceso de producción. Esta transición busca dejar atrás a la agricultura convencional y dar paso a la agricultura de precisión. Para efectos de estudio, se utiliza una metodología mixta, la cual tiene en cuenta el enfoque cualitativo y cuantitativo en esta investigación que es de tipo exploratoria y descriptiva. Tomando como herramientas una encuesta y una entrevista basada en un análisis heurístico para pruebas de usabilidad. Como resultado final, un sistema versátil e intuitivo de bajo costo que permite el monitoreo, registro y control de las variables de un cultivo a través de un operador o usuario de la aplicación Elisa.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: +593 98 687 4765	E-mail: gabrieltorreswm@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Lcdo. Mite Basurto Alberto Ernesto, Mgs.		
	Teléfono: +593 99 105 2128		
	E-mail: albertomite6@hotmail.com		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			