



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN  
EN ARTES MULTIMEDIA**

**TEMA:**

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA DETECCIÓN Y TRATAMIENTO DE  
DAÑOS DE LOS CULTIVOS DE LA PARROQUIA TAURA DEL CANTÓN  
DURÁN, MEDIANTE EL USO DE SOFTWARE DE ANÁLISIS DE IMAGEN  
BASADO EN TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING**

**AUTOR:**

**Andrade Vera, Jaime Andrés**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
Ingeniero en Producción y Dirección en Artes Multimedia**

**TUTOR:**

**Moreno Díaz, Víctor Hugo**

**Guayaquil, Ecuador**

**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 **Andrade Vera, Jaime Andrés**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Producción y Dirección en Artes Multimedia**.

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Moreno Díaz, Víctor Hugo**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_  
**Moreno Díaz, Víctor Hugo**

**Guayaquil, a los 11 del mes de septiembre del año 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, **Andrade Vera, Jaime Andrés**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Aplicación móvil para la detección y tratamiento de daños de los cultivos de la parroquia Taura del cantón Durán, mediante el uso de software de análisis de imagen basado en técnicas de machine learning** 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, a los 11 del mes de septiembre del año 2018**

### **EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Andrade Vera, Jaime Andrés**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

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

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, **Andrade Vera, Jaime Andrés**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Aplicación móvil para la detección y tratamiento de daños de los cultivos de la parroquia Taura del cantón Durán, mediante el uso de software de análisis de imagen basado en técnicas de machine learning**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 11 del mes de septiembre del año 2018**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_  
**Andrade Vera, Jaime Andrés**

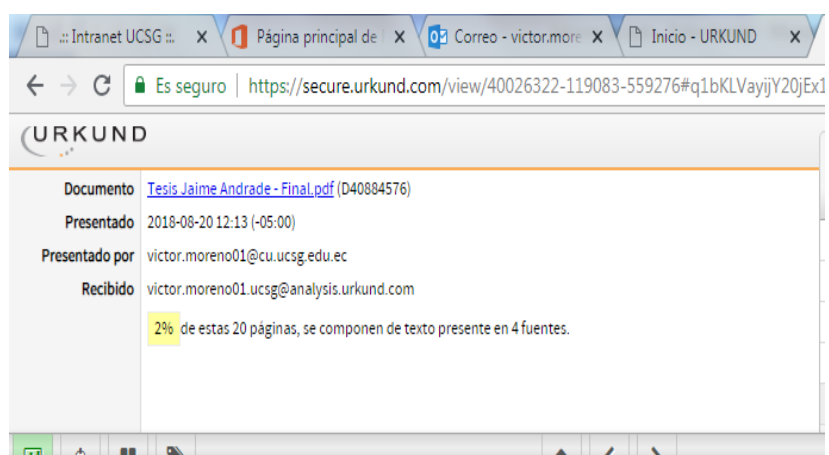
Guayaquil, 17 de Agosto del 2018

Ing. Alonso Veloz, Mgs.  
Coordinador de Titulación  
Producción y Dirección en Artes Multimedia

Presente

Estimado Coordinador:

Sírvase encontrar a continuación el presente el print correspondiente al informe del software anti plagio URKUND, una vez que el mismo ha sido analizado y se ha procedido en conjunto con la estudiante: **Andrade Vera, Jaime Andrés** a realizar la retroalimentación y correcciones respectivas de manejo de citas y referencias en el documento del Trabajo de Titulación de la mencionado estudiante.



Atentamente,

Lcdo. Victor Hugo Moreno, Mgs.  
Docente Tutor

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todas las personas que me acompañaron en mi vida universitaria, amigos de clases, profesores y a mis compañeros de mi primer trabajo como desarrollador, gracias a todos tuve grandes experiencias y aportaron en mi desarrollo profesional, los tendré presente siempre.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación es dedicado a las organizaciones y comunidades que se dedican a la investigación y difusión del aprendizaje automático, que día a día aportan con avances y nuevas formas de usar esta tecnología para el desarrollo del conocimiento y de la sociedad.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y DIRECCIÓN EN ARTES  
MULTIMEDIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**ALONSO EDUARDO VELOZ ARCE**  
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ALBERTO ERNERSTO MITE BASURTO**  
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**WELLINGTON REMIGIO VILLOTA OYARVIDE**  
OPONENTE



# ÍNDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>1 Capítulo I.- Presentación del objeto de estudio.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Formulación del Problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Objetivo General.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 Objetivos específicos.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Justificación del tema.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Marco conceptual .....</b>	<b>6</b>
1.6.1 Los beneficios de la agricultura de precisión .....	6
1.6.2 El equipo que conectan las redes neuronales con el mundo.....	7
1.6.3 La visión computacional destinada a la agricultura .....	8
1.6.4 Las redes neuronales como tecnología emergente que impulsa a cualquier área .....	8
1.6.5 Explicación a técnica del funcionamiento de las redes neuronales.....	11
1.6.6 El entrenamiento de las redes neuronales .....	14
<b>2 Capítulo II.- Diseño de la Investigación.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Planteamiento de la metodología.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Población y muestra.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Instrumentos de investigación.....</b>	<b>17</b>
2.3.1 Aplicación de la entrevista .....	17
2.3.2 Perfiles de los entrevistados .....	18
2.3.3 Aplicación de la encuesta.....	20
<b>2.4 Resultados de la Investigación.....</b>	<b>20</b>
2.4.1 ¿Conoce el término “agricultura de precisión”?.....	20
2.4.2 ¿Conoce el término “Machine Learning”?.....	21
2.4.3 ¿Qué nivel considera son sus conocimientos sobre las plagas del cultivo? ....	21
2.4.4 ¿Cuánto es el aproximado del tamaño de su cultivo? .....	22
2.4.5 ¿Conoce que era o para que se usaba el terreno antes de que usted lo adquiriera? .....	23
2.4.6 ¿Qué cantidad de empleados tiene contratado de manera permanente o temporal para que se encarga de las diferentes tareas del proceso de cultivo? .....	23

2.4.7	¿Posee algún estudio referente con Actividad agrícola o parecida? .....	24
2.4.8	¿Cuánto tiempo tiene en la actividad agrícola?.....	25
2.4.9	¿Considera que la tecnología puede aportar para que el proceso de cultivo o es un recurso innecesario?.....	25
2.4.10	En caso de contestar “SI”, ¿Estaría dispuesto a invertir en tecnología destinada al cuidado de su cultivo? .....	26
2.4.11	¿El celular que posee en que rango de costo se encuentra? .....	27
<b>2.5</b>	<b>Resultados de las entrevistas.....</b>	<b>27</b>
2.5.1	Matriz de entrevista .....	28
<b>2.6</b>	<b>Conclusión del investigador sobre resultados de los métodos de investigación utilizados. ....</b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b>Capítulo III.- Descripción de la propuesta tecnológica .....</b>	<b>30</b>
3.1.1	Propósito .....	30
3.1.2	Procesos de entrada y salida.....	31
3.1.3	Estado inicial de la plataforma .....	31
3.1.4	Requerimientos de desarrollo.....	32
3.1.4.1	Requisitos de hardware para el desarrollo .....	32
3.1.4.2	Software requerido para el desarrollo.....	32
<b>3.2</b>	<b>Alcance .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>Especificaciones funcionales.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4</b>	<b>Módulos de la Aplicación.....</b>	<b>34</b>
<b>3.5</b>	<b>Especificaciones Técnicas .....</b>	<b>34</b>
3.5.1	Especificaciones de hardware .....	34
3.5.2	Especificaciones de acceso a internet.....	35
3.5.3	Especificaciones de Software .....	36
3.5.4	Especificaciones de Tecnologías.....	36
<b>3.6</b>	<b>Funciones del aplicativo .....</b>	<b>37</b>
3.6.1	Vista del Prototipo de dashboard .....	43
3.6.1.1	Prototipo de la app para Android .....	44
3.6.2	Resultados de entrenamiento de los clasificadores .....	50
3.6.2.1	Entrenamiento del clasificador de plagas y enfermedades .....	51
3.6.2.2	Entrenamiento del clasificador de plantas por medio de las hojas .....	52
<b>3.7</b>	<b>Descripción del usuario .....</b>	<b>53</b>
3.7.1	Usuarios para el desarrollo del producto tecnológico .....	53
3.7.1.1	Perfiles de empleados.....	53

# ÍNDICE DE GRÁFICOS E IMÁGENES

Gráfico #1: "A diagrammatic representation of the perceptron." .....	9
Gráfico #2: "Objetos detectados y localizados con cuadros delimitadores en imágenes de ejemplo" .....	11
Gráfico #3: "El campo receptivo local (RF) de una "neurona" en una red convolucional" .....	12
Gráfico #4: "Una ilustración de una arquitectura convolucional simple construida a partir de capas convolucionales y agrupadas apiladas " .....	13
Gráfico #5: "Una capa completamente conectada en una red profunda" .....	15
Gráfico #6: "Resultados de encuesta" .....	20
Gráfico #7: "Resultados de encuesta" .....	21
Gráfico #8: "Resultados de encuesta" .....	21
Gráfico #9: "Resultados de encuesta" .....	22
Gráfico #10: "Resultados de encuesta" .....	23
Gráfico #11: "Resultados de encuesta" .....	23
Gráfico #12: "Resultados de encuesta" .....	24
Gráfico #13: "Resultados de encuesta" .....	25
Gráfico #14: "Resultados de encuesta" .....	25
Gráfico #15: "Resultados de encuesta" .....	26
Gráfico #16: "Resultados de encuesta" .....	27
Gráfico #17: "Mapa de navegación de la aplicación" .....	34
Gráfico #18: "Prototipo de dashboard para la visualización de resultados generales" .....	44
Gráfico #19: "Entrenamiento del clasificador de plagas" .....	51

<b>Gráfico #20: “Entrenamiento del clasificador de plantas” .....</b>	<b>52</b>
<b>Gráfico #21: “Cultivo hidropónico para recolección de muestras” .....</b>	<b>63</b>
<b>Gráfico #22: “Cultivo hidropónico para recolección de muestras” .....</b>	<b>63</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1: Matriz de entrevistas.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 2: Matriz de requerimientos de hardware mínimos para el desarrollo .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 3: Matriz de requerimientos mínimos para el uso de la app .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 4: Matriz de software para el desarrollo .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 5: Matriz de tecnologías para el desarrollo.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 6: Matriz de pantallas de la aplicación .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 7: Matriz de pantallas de la aplicación de prototipo de Android .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 8: Matriz de perfiles profesionales para el desarrollo de la aplicación .....</b>	<b>53</b>

## RESUMEN

El proyecto se basa en identificar las plagas y enfermedades más conocidas de la parroquia Taura del cantón Durán, obtener una base de datos de imágenes de cada plaga, enfermedad o daño para entrenar una red neuronal con algoritmos de redes convolucionales usados en machine learning y generar un modelo que sea capaz identificar las plagas, enfermedades y daños que estén presentes en la planta capturado por el sensor de imagen de los dispositivos móviles, al completarla se desarrolla una aplicación móvil que la usará junto con las librería nativas de las plataformas, mostrar como resultado las plaga que posean presencia en la planta con su descripción, características y recomendaciones para tratarlas y poder cuidar los cultivos de una manera más eficiente, ahorrando en dispositivos de altos costes, mano de obra especializada o compañías que ofrecen servicios similares, instruyendo a los agricultores novatos o experimentados las posibilidades del uso de la tecnología en la actividad agrícola.

**Palabras Clave:** Procesamiento de datos, agricultura, aprendizaje automático, redes neuronales, agricultura de precisión.

## ABSTRACT

The project is based on identifying the most well-known pests and diseases of the Taura parish of the Duran canton, obtaining a database of images of each plague, disease or damage to train a neural network with algorithms of convolutional networks used in machine learning and generate a model that is able to identify the pests, diseases and damages that are present in the plant captured by the image sensor of mobile devices, upon completion a mobile application is developed that will use it together with the native libraries of the platforms, show how result the plague that have presence in the plant with its description, characteristics and recommendations to treat them and be able to take care of the crops in a more efficient way, saving in high cost devices, specialized labor or companies that offer similar services, instructing the novice or experienced farmers the possibilities of using technology and an agricultural activity.

**Keywords:** Data science, agriculture, machine learning, neural networks, precision agriculture.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto es desarrollar una aplicación móvil para la detección y tratamiento de plagas orientado a la agricultura enfocada a la actividad agrícola de jóvenes, expertos o aficionados que posean terrenos en zonas de rurales.

La aplicación proporcionará un detector visual a través de la cámara que identificará si la planta enfocada posee alguna plaga presente consultando con su red neuronal entrenada con ejemplos de un número seleccionado de plagas por tipo de cultivo.

El proyecto generará beneficios económicos a largo plazo mediante la recolección de datos del estado de los terrenos mediante GPS y el detector de plagas generando un historial del suelo para consultorías de empresas dedicadas a la actividad agrícola. Las formas tradicionales para obtener historiales resultan en altos costos de equipos especializados que deben sobrevolar los terrenos para capturar información, a comparación de la aplicación, generando un beneficio directo para el agricultor y en retribución para alimentar la base de datos. El proyecto se estructura en 3 capítulos:

Capítulo 1: Elaboración del Marco Teórico, se investiga, comparan y analizan las herramientas de desarrollo que van a ser utilizadas dentro del trabajo de investigación.

Capítulo 2: Descripción de la metodología, se realiza el levantamiento de información de acuerdo con las técnicas utilizadas para la investigación cuantitativa y cualitativa.

Capítulo 3: La presentación de la propuesta planteada en la cual se detalla su proceso de desarrollo, complementando con la conclusión y recomendaciones de la misma.

# **1 Capítulo I.- Presentación del objeto de estudio.**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Según un informe de la Universidad Técnica del Norte (2017) el 25% de la actividad económica del Ecuador se basa en la agricultura, más de 1.6 millones de personas la usan como fuente de empleo y recursos.

La agricultura, a pesar de ser la mayor actividad económica del Ecuador, no la vuelve la más rentable. Según informes del Banco Centra (2017) del último año, el potencial bajo en la producción se debe a que los agricultores lamentablemente no cuentan con un conocimiento técnico para enfrentar la presencia de plagas, por lo que proceden a comprar cualquier tipo de insumos sin el debido asesoramiento, los mismos que al ser aplicados en el cultivo, en lugar de combatir las plagas van matando el suelo, dejándole estéril.

La tecnología en el área agrícola del Ecuador es un campo de lento crecimiento, la producción, cuidado, mantenimiento y cosecha mantienen técnicas manuales que no abastecen la cantidad de productos necesario para un rango de tiempo.

## **1.2 Formulación del Problema**

La iniciativa en la actividad agrícola se basa en tecnificar y aprovechar las herramientas informáticas, internet y los servicios de procesamiento de datos a través de técnicas de machine learning (aprendizaje automático), por ende, la inclusión de la tecnología es un pilar fundamental para la evolución de cualquier área en el siglo XXI.

Las ganancias en la agricultura van estrechamente ligadas por la cantidad y calidad del producto, pero a su vez dependen de una fuerte inversión de tiempo y dinero que la mayoría de los emprendedores que aplican al área agrícola no poseen, por eso es de vital importancia que conozcan como las



tecnologías generan un ahorro en capital para ciertas actividades que solo el agricultor no puede ocuparse sin mano laboral.

Bajo estas premisas se llega a una pregunta.

¿Cómo aportaría al agricultor de la parroquia Taura del cantón Durán, el desarrollo de una aplicación móvil que ayude en la detección y tratamiento de daños en los cultivos?

### **1.3 Objetivo General**

Desarrollar una aplicación móvil para la detección y tratamiento de daños en cultivos de mayor demanda del Ecuador accesible a cualquier persona que esté en contacto directo con el cultivo, para la recolección de datos históricos del suelo.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Examinar la información que se necesita identificar el clasificador para que clasifique correctamente la plaga de la planta escaneada.
- Establecer las metas y estructura que debe cumplir el clasificador que pueda identificar el contenido de cada imagen analizada.
- Desarrollar la tecnología encargada de analizar las plantas en busca de daños y enfermedades que pueda funcionar en dispositivos móviles
- Gestionar los datos que se obtendrán de los análisis para crear historiales de terrenos mediante el GPS y el tipo de cultivo que se escanee.
- Evaluar por medio del testeo respectivo el funcionamiento óptimo de la aplicación en el que se medirá la exactitud de los resultados.

### **1.5 Justificación del tema**

En el Ecuador, el uso de tecnologías de análisis y medición para sembrado es muy limitado en comparación con países de 1er mundo, existen otros como Ecuador que se encuentran en el mismo nivel de analfabetismo tecnológico en el área de la agricultura, "como se ha visto con las estadísticas de 2010 del INEC, en los últimos seis meses el 15% de la población rural utilizó Internet, 22% utilizó computador y 65% utilizó celular, por eso tratamos de impulsar la difusión por SMS". (Cepal, 2012). En la siguiente imagen "se ilustra la interrelación entre las inversiones en bienes públicos. Describe de forma esquemática el proceso de aumento de la productividad agrícola mediante el progreso tecnológico, representado por cinco niveles subsiguientes de capital tecnológico (CT)."(FAO, 2000)

El sector de la agricultura siempre ha estado en continua evolución. Durante los últimos años la denominada agro tecnología ha supuesto una verdadera revolución para la mejora de los niveles de eficiencia productiva, disminuyendo los costos de producción.

Otro factor que influye en el desarrollo tecnológico en la agricultura es la demanda alimentaria que en el último siglo ha crecido.

Si en la primera mitad del siglo la población del mundo aumentó en 960 millones de personas, en la segunda se incrementó en 3 690 millones. La población de los países en desarrollo en su conjunto pasó de 1 800 a 4 700 millones durante este último período, lo que supone un aumento del 260 por ciento. (FAO, 2000)

La agricultura de precisión ha sido impulsada por la aparición de nuevas tecnologías que permite la obtención de datos y análisis preciso de los terrenos estudiados. Hoy en día los sembradores y tractores son equipados con dispositivos GPS, que facilitan la realización de una mayor cantidad de trabajo en una fracción del tiempo habitual y lograr una siembra mucho más eficiente. Así también, el empleo de drones se ha extendido al mundo agrícola. Al ir equipados con cámaras, sensores y control remoto mediante GPS, permite a los propietarios de amplios, cultivos realizar una inspección general de los terrenos, sin la necesidad de trasladarse a cada sector.

El análisis de imagen es uno de los pilares tecnológicos ampliamente usados en la agricultura, Tiene un sin número de aplicaciones, y la razón de su uso

es la existencia de grandes áreas de cultivo que requieren un cuidado minucioso y detallado, pero a su vez provoca que se realicen grandes inversiones en mano de obra que aporte con el cuidado y análisis de manera manual con la posibilidad que existan errores humanos y por esos motivos los resultados se vean comprometidos. Esa es la razón para el uso recursos tecnológicos como el análisis de plagas, enfermedades y daños, de manera más objetiva y analítica, soportado por una base de datos que tenga registros de diversas afecciones que puedan atacar a un cultivo específico.

En entrevistas presentes en el reporte de producción agrícola del Ecuador se mencionan declaraciones de agricultores que han tenido problemas de plagas en el cultivo como

El agricultor, 2 semanas el cultivo estaba intacto y desarrollándose de lo mejor, pero con la llegada de la plaga, su pérdida es casi total. Ya reportó a técnicos del MAG este problema para que inspeccionen y realicen el aviso del siniestro y valerse del seguro agrícola para tratar de recuperarse. (Banco Central del Ecuador, 2017)

En conclusión la presente alternativa permitirá ofrecer a los agricultores herramientas gratuitas para mejorar la calidad y producción de los cultivos, así como mejorar los mercados rurales y como consecuencia la calidad de vida de las personas tanto a nivel económico ya que el cliente final puede estar más conforme con la calidad de los productos de los mercados, generando un ahorro para ellos mismo al contrario de comprar en los supermercados de las grandes empresas así como a nivel de salud al generar un producto que no requiere de grandes cantidades de pesticidas en la etapa de crecimiento, por los cuidados completos que las herramientas ofrezcan.

## **1.6 Marco conceptual**

### **1.6.1 Los beneficios de la agricultura de precisión**

La agricultura de precisión tiene como objetivo el tener cantidades aproximadas en una plantación, para esto se usan diferentes técnicas de

análisis, una de las más usadas es el análisis de imagen ya que puede capturar información de diferentes campos que benefician la agricultura como cartografía terrestre y aérea de recursos naturales, monitoreo de cultivos, agricultura de precisión, robótica, orientación automática, inspección no destructiva de las propiedades del producto, control de calidad y clasificación en líneas de procesamiento y en general en automatización de procesos.

La tecnología destinada a la agricultura genera ventajas, como la automatización de servicios y procesos, precisión de datos y formas de economizar recursos mediante la distribución estratégica de estos, guiándose por mediciones.

La productividad de un cultivo depende de varios factores como: la variedad utilizada, el momento de la siembra, la dosis de siembra, las prácticas de cultivo adoptadas, el control de plagas utilizado, el tipo de suelo, la variación de nutrientes en el suelo, la disponibilidad de agua, los efectos del clima y los cultivos anteriormente plantados –además del propio objetivo de producción actual y otras variables relacionadas con la habilidad de cada productor en particular (Landau, Guimaraes, & Hirsch, 2014).

### **1.6.2 El equipo que conectan las redes neuronales con el mundo**

Las imágenes que sirven como datos de entrada de la red tienen diferentes orígenes incluyendo los sensores que son los más usados para fines productivos, existen diferentes sensores que pueden producir imágenes que serían imposibles observar para una persona como espectros de ondas diferentes que incluye el infrarrojo o imágenes de tejido celular con los microscopios electrónicos. El uso de cámaras especializadas en un dispositivo puede generar datos para los softwares de análisis ya que son: Instrumentos de alta tecnología que capta imágenes cuyo análisis, procesamiento e interpretación, hace posible determinar o estimar áreas necesitadas de nutrientes, la presencia de malezas, el crecimiento de

cultivos, el rendimiento, la planificación de drenajes, las probabilidades de riesgos de plagas y enfermedades, y en general, contribuir a la toma de decisiones para reducir los costos de producción de las explotaciones agrícolas y ganaderas (Oliver Núñez Rivera, Tania Figueroa Alvarado, & Adriana De Jesús Antonio, 2015).

Los usos de sensores se incluyen en multitud de productos de medición para precisión y extracción de datos en la multitud de áreas laborales. (Landau, Guimaraes, & Hirsch, 2014) Landau, Guimaraes y Hirsch explican que “El mapeo del histórico del área posee una amplia gama de métodos utilizados en la captura de los datos. La falta de estandarización entre los softwares utilizados en equipamientos y sensores garantiza trabajo extra en esa tarea.” En el área de la agricultura y en muchas otras el uso del análisis de imagen es de uso muy amplio y está en constante desarrollo.

Las nuevas tecnologías puestas al alcance del agricultor, ligadas con la agricultura de precisión, están diseñadas para comportarse como visión suplementaria (captadores instalados sobre los equipos o sobre los satélites), encargadas de observar los cultivos y generar información para la elaboración de las bases de datos, herramientas imprescindibles para ayudar en la toma de decisiones en el sistema productivo (Landau, Guimaraes, & Hirsch, 2014).

### **1.6.3 La visión computacional destinada a la agricultura**

“El objetivo de la visión computacional es extraer características de una imagen para su descripción e interpretación por la computadora” (Sucar & Gómez, 2017). Esto se obtiene interpretando cada imagen como una matriz de números, con la que el clasificador pueda reconocer patrones e identificar los objetos en la imagen.

### **1.6.4 Las redes neuronales como tecnología emergente que impulsa a cualquier área**

El Machine Learning o aprendizaje automático se ocupa de un aspecto de la IA: dado un problema de IA que se puede describir en términos discretos (por ejemplo, dado un conjunto de posibles acciones para un determinado objetivo, cuál es la correcta), y disponiéndose de una gran cantidad de información sobre el mundo, se determina cual es la acción "correcta", sin que el mecanismo de elección se encuentre previamente programado. Es decir, el sistema aprende de forma autónoma a tomar las decisiones. De forma práctica esto se traduce en una función en la que a partir de una entrada se obtiene una salida, con lo que el problema radica en construir un modelo de esta función matemática de forma automática. Por lo tanto, la principal diferencia radica en que un programa muy inteligente que tiene un comportamiento similar al humano puede ser IA, pero a menos que sus parámetros se aprendan automáticamente a partir de los datos, no es Machine Learning.

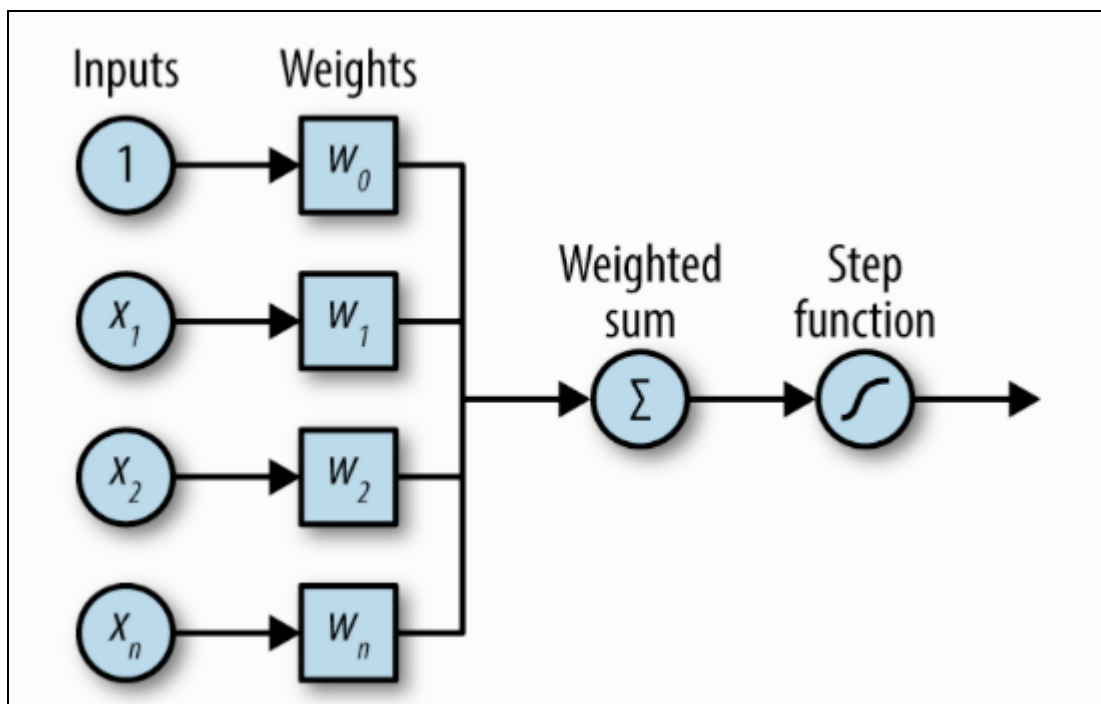


Gráfico #1: "A diagrammatic representation of the perceptron."

Fuente: Bharath Ramsundar, Reza Bosagh Zadeh. "TensorFlow for Deep Learning."

Aunque los términos se utilizan a veces como sinónimos, el Deep Learning y el Machine Learning no son lo mismo, siendo el primero un tipo particular del

segundo, es decir, el Deep Learning es Machine Learning, pero existen técnicas de Machine Learning que no son Deep Learning.

El Machine Learning, como se ha visto, se describe a menudo como un tipo de técnicas de Inteligencia Artificial donde las computadoras aprenden a hacer algo sin ser programadas para ello. Por poner un ejemplo sencillo, se podría programar un ordenador para identificar a un animal como un gato escribiendo un código que indique al programa que elija "gato" cuando se ve una imagen concreta de un gato. Esto funcionaría si el único gato con el que tratase el programa es el de esa imagen, pero no lo haría si el programa tuviera que ver un montón de imágenes de diferentes animales, incluyendo una gran cantidad de gatos, y tuviera que identificar cuáles de ellas representan a un gato.

Los programas de Machine Learning actuarían en ese segundo caso, para lo cual pueden entrenarse de diferentes maneras. En una de ellas al programa se le muestra una gran cantidad de imágenes de diferentes animales (etiquetadas con el nombre del animal correspondiente). El programa aprenderá que los animales que se parecen a los gatos se llaman "gato" sin haber sido programado para llamar "gato" a una imagen concreta de un gato. Para ello el programa debe aprender combinaciones de características visuales que tienden a aparecer juntas (por ejemplo, la forma de los cuerpos y de las caras), haciendo a los gatos visualmente diferentes de otros animales. El programa aprende a asociar esta combinación de características distintivas con la palabra "gato", proceso de aprendizaje conocido como "construcción de un modelo de un gato".

Una vez que se ha construido el modelo de "gato", un programa de Machine Learning prueba dicho modelo al tratar de identificar a los gatos en un conjunto de imágenes que no ha visto antes. El programa mide el éxito obtenido en la identificación de los nuevos gatos y utiliza esta información para ajustar el modelo, de forma que la próxima vez obtendrá mejores resultados. Es decir, el nuevo modelo se prueba, se evalúa su rendimiento, y se realiza otro ajuste. Este proceso iterativo continúa hasta que el programa haya construido un modelo que pueda identificar gatos con un alto nivel de precisión.

## 1.6.5 Explicación a técnica del funcionamiento de las redes neuronales



Gráfico #2: “Objetos detectados y localizados con cuadros delimitadores en imágenes de ejemplo”

Fuente: Bharath Ramsundar, Reza Bosagh Zadeh. “TensorFlow for Deep Learning.”

Una red neuronal artificial (ANN) es un esquema de computación distribuida inspirada en la estructura del sistema nervioso de los seres humanos. La arquitectura de una red neuronal es formada conectando múltiples procesadores elementales, siendo éste un sistema adaptivo que posee un algoritmo para ajustar sus pesos (parámetros libres) para alcanzar los requerimientos de desempeño del problema basado en muestras representativas.

Las redes convolucionales (o CNN, ConvNets) son un tipo de red neuronal de la familia de deep learning específicamente diseñadas para aprender y descubrir características (features) de imágenes [10, 30, 32, 36, 40, 42, 46, 54]. Están inspiradas en las redes neuronales tradicionales, incorporando operaciones no-lineales de manipulación de imágenes (Pablo D. Pusiol, 2014).



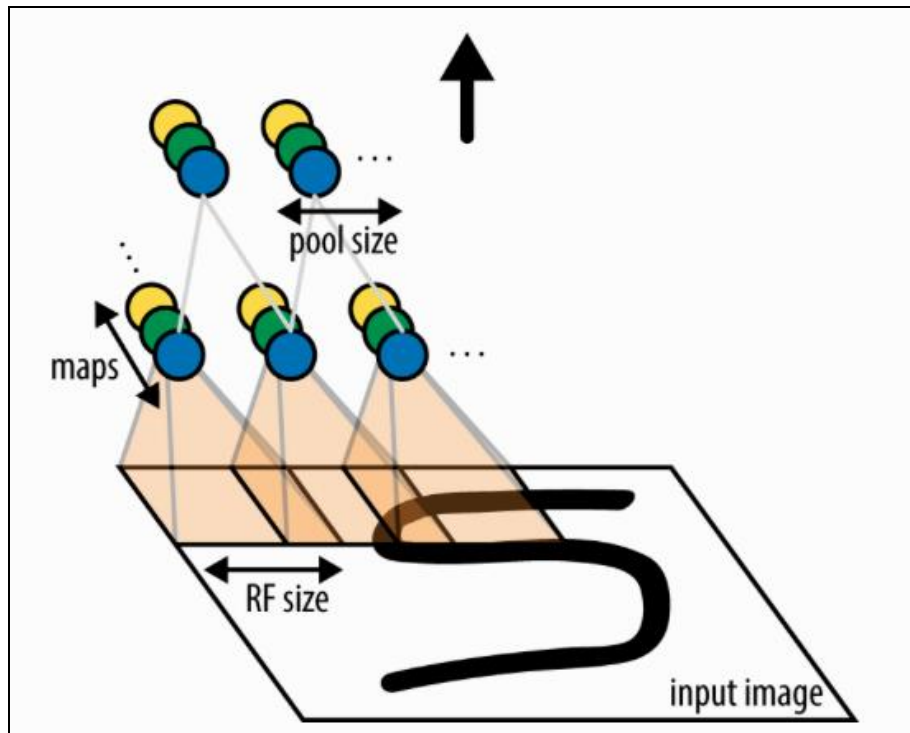


Gráfico #3: “El campo receptivo local (RF) de una “neurona” en una red convolucional”  
 Fuente: Bharath Ramsundar Reza Bosagh Zadeh. “TensorFlow for Deep Learning.”

En esencia, las redes neuronales son un grupo de neuronas que se especializan individualmente en una función específica generando una única salida con n número de entrada.

Es importante señalar que la propiedad más importante de las redes neuronales artificiales es su capacidad de aprender a partir de un conjunto de patrones de entrenamientos, es decir, es capaz de encontrar un modelo que ajuste los datos. El proceso de aprendizaje también conocido como entrenamiento de la red puede ser supervisado o no supervisado. (Salas, s. f.)

El aprendizaje supervisado consiste en entrenar la red a partir de un conjunto de datos o patrones de entrenamiento compuesto por patrones de entrada y salida. El objetivo del algoritmo de aprendizaje es ajustar los pesos de la red  $w$  de manera tal que la salida generada por la ANN sea lo más cercanamente posible a la verdadera salida dada una cierta entrada. Es decir, la red neuronal trata de encontrar un modelo al proceso desconocido que generó la salida  $y$ . Este aprendizaje se llama supervisado pues se conoce el patrón de salida el cual hace el papel de supervisor de la red.

En cambio, en el aprendizaje no supervisado se presenta sólo un conjunto de patrones a la ANN, y el objetivo del algoritmo de aprendizaje es ajustar los pesos de la red de manera tal que la red encuentre alguna estructura o configuración presente en los datos.

Un sistema clasificador, ya esté basado en una RNA o en cualquier otro método, se reduce a un sistema que es capaz de agrupar adecuadamente patrones. Esto quiere decir que, a partir de un conjunto de características o propiedades que se tienen de un objeto, a través de un procesamiento de estos datos, se obtiene la clase a la que pertenece el objeto de entrada que se está estudiando.

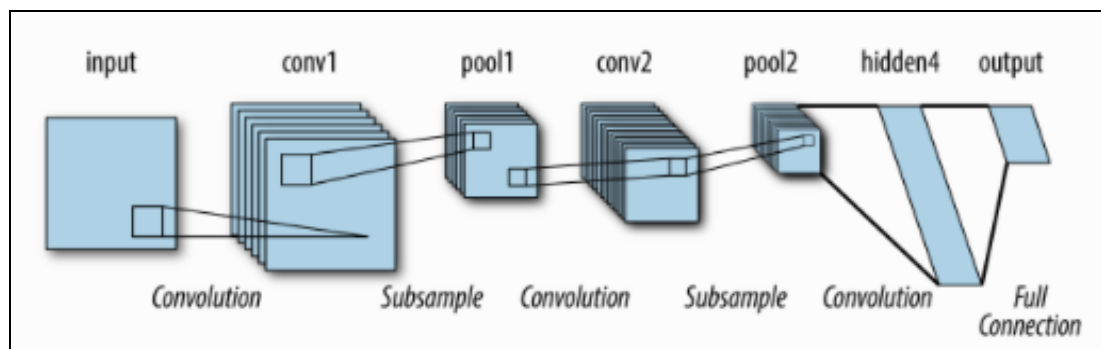


Gráfico #4: "Una ilustración de una arquitectura convolucional simple construida a partir de capas convolucionales y agrupadas apiladas "

Fuente: Bharath Ramsundar Reza Bosagh Zadeh. "TensorFlow for Deep Learning."

Tradicionalmente, un clasificador óptimo, se puede basar en la teoría estadística Bayesiana, obteniendo las probabilidades "a priori" y "a posteriori" de que cada patrón pertenezca o no a una determinada clase. Lo que se va a obtener con esto es una función discriminante que identifique si un determinado punto o patrón pertenece a una clase o a otra. Lo que se intenta con cualquier otro método utilizado, como las RR.NN.AA., es aproximar el clasificador de Bayes encontrando discriminantes que separen las clases, minimizando el número de patrones mal clasificados. Para realizar esta aproximación se puede partir de distintos puntos de vista. En primer lugar, se pueden utilizar redes que se basan en la determinación de uno o varios discriminantes conformando clasificadores de los denominados

"clasificador de separación lineal a tramos" (Piecewise Linear Separation - PLS). En este tipo de redes se obtienen discriminantes mediante la utilización de secciones de varias funciones lineales para separar los patrones de las distintas clases. Una segunda orientación es la creación de regiones dentro del espacio de patrones, estando cada región asociada a una de las clases. De esta forma, se sustituye la definición de un discriminante por la especificación de varias regiones. A este segundo tipo de red se le denomina "red de regiones de influencia" (Región Of Influence - ROI).

En los dos métodos comentados se evita el cálculo de la densidad de probabilidad de la teoría Bayesiana y se trabaja con la probabilidad "a posteriori" que se calcula a través de las muestras. Esto plantea que surjan problemas de sobre entrenamiento al intentar adaptar la definición de discriminantes o regiones a muestras que pueden no ser representativas. Esto se puede evitar con el tercer enfoque de redes incrementales, las denominadas RR.NN.AA. probabilísticas, que sí utilizan la densidad de probabilidad en la resolución de los problemas de clasificación.

Las ConvNets son estructuras entrañables compuestas de varias etapas, aprendiendo en cada una features de diferente abstracción. La entrada y salida de cada una de estas etapas son conjuntos de arreglos llamados "mapas de features". A la salida, cada mapa de features representa una feature particular extraída de todas las ubicaciones de la entrada (Pablo D. Pusiol, 2014).

### **1.6.6 El entrenamiento de las redes neuronales**

Para conseguir que la computadora pueda interpretar los datos de la imagen en objetos existen técnicas computacionales como el machine learning en donde la visión computacional está incluida como un objetivo estudiado. El machine learning se basa en el entrenamiento computacional a base de grandes cantidades de datos para que le permiten emular la inteligencia humana. Para el entrenamiento existen 3 tipos de técnicas: supervisada, no supervisada y mixta.

El entrenamiento supervisado se base en darle al computador varios ejemplos que tengan datos de entrada y sus respectivos resultados de un tema específico para que pueda analizar nuevos datos y generar resultados. En el entrenamiento no supervisado solo se tienen datos de entrada, pero ningún resultado previo, el objetivo es que el computador busque patrones en los datos para que genere resultados, este método se usa en ocasiones que exista una cantidad abundante de datos donde el humano no pueda tener el resultado antes del entrenamiento o cuando no se tiene los objetivos claros de que se está buscando.

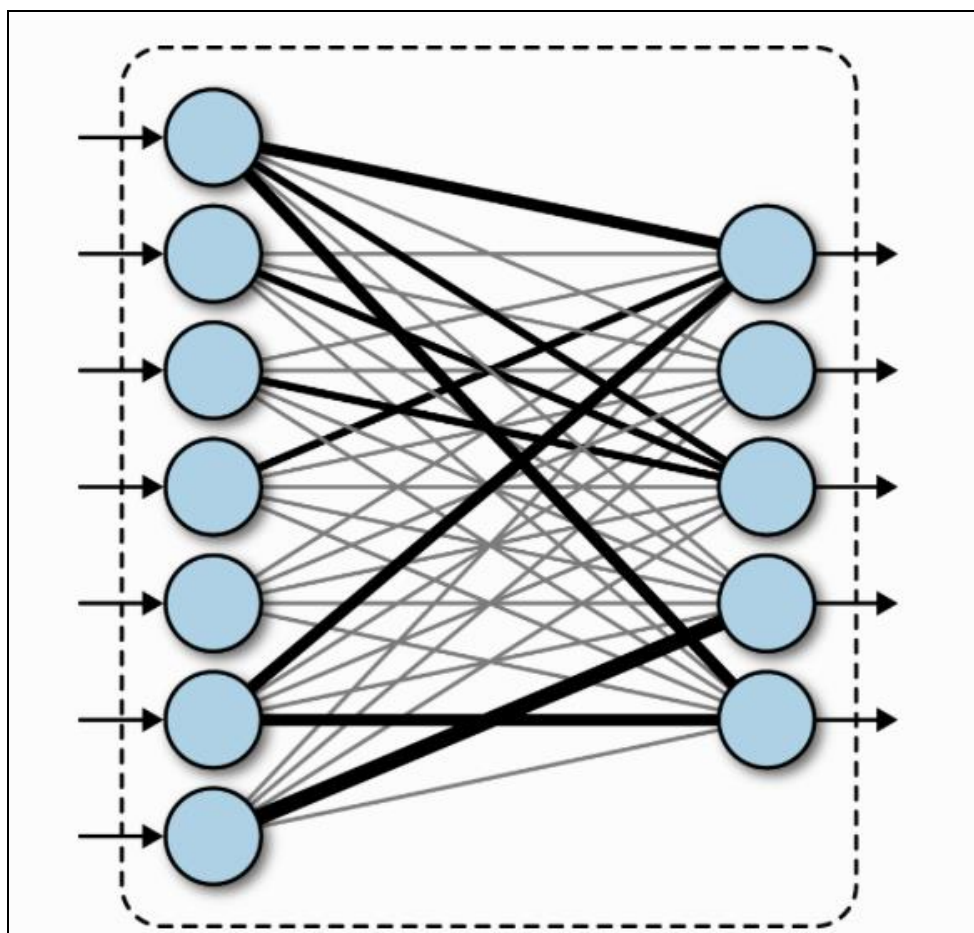


Gráfico #5: "Una capa completamente conectada en una red profunda"  
Fuente: Bharath Ramsundar Reza Bosagh Zadeh. "TensorFlow for Deep Learning."

El entrenamiento mixto es el más usado porque agrupo lo mejor de cada técnica, manejo masivo de datos con filtros manuales que depuren los resultados en el transcurso del entrenamiento para minimizar errores.

## **2 Capítulo II.- Diseño de la Investigación**

### **2.1 Planteamiento de la metodología**

El tipo de investigación es exploratoria, ya que la información el uso de ML (Machine learning) en Ecuador relacionada con la agricultura es un tema de aún investigación y desarrollo en países de primer mundo, por lo que se procede a validar los hechos que se plantean.

La recolección de datos será mixta, equivale a unir el enfoque cuantitativo y cualitativo para generar resultados que avalen las premisas. Se usará el enfoque cuantitativo en la recolección de datos estadísticos de los últimos años sobre la producción total sobre las áreas que se usan para cultivos y el enfoque cualitativo para tener la perspectiva de los agricultores con respecto al uso de la tecnología para mejorar la calidad de producto.

### **2.2 Población y muestra**

La población de donde se obtendrán los datos corresponde prácticamente al 100% de los agricultores de la parroquia Taura del cantón Durán quienes poseen su propio terreno de cultivo en dichas zonas rurales, lo que permitió evaluar las condiciones económicas, conocimiento y accesibilidad a la tecnología relacionada con la actividad agrícola.

## **2.3 Instrumentos de investigación**

### **2.3.1 Aplicación de la entrevista**

El proyecto hace uso de la entrevista para recolectar información, se puede obtener de modo subjetivo y objetivo datos del usuario, por lo que existen 2 tipos de entrevistas, estructuradas y no estructuradas.

Entrevista Estructurada: Se caracteriza por estar rígidamente estandarizada; Se plantean idénticas preguntas y en el mismo orden a cada uno de los participantes quienes deben escoger en dos o más alternativas que se les ofrecen.

Para orientar mejor la entrevista se elabora un formulario que contenga todas las preguntas. Sin embargo, al utilizar este tipo de entrevistas el investigador tiene limitada libertad para formular preguntas independientes generadas por la interacción personal. (Galan, 2009)

El presente proyecto considera la aplicación de la entrevista como medio de recolección de datos ya que tanto la entrevista como el entrevistar son elementos esenciales en la vida contemporánea, es comunicación primaria que contribuye a la construcción de la realidad, instrumento eficaz de gran precisión en la medida que se fundamenta en la interrelación humana.

La Entrevista, proporciona un excelente instrumento heurístico para combinar los enfoques prácticos, analíticos e interpretativos implícitos en todo proceso de comunicar (Galindo, 1998:277).

### 2.3.2 Perfiles de los entrevistados

Perfil entrevistado #1:

- Profesión: Agricultor (con un terreno de cultivo mayor a 4 hectáreas)
- Nombre: Pedro Wuanerge Sánchez Velásquez
- Lugar de trabajo: Cantón: Durán / Parroquia Taura
- Aporte cualitativo: Previo a la entrevista se tiene la información del tamaño del terreno de cultivo, el cual sobrepasa las 4 hectáreas. Conociendo el terreno previamente se prevé conseguir información sobre el número de máquinas que posee para trabajar el terreno, la cantidad de empleados que se necesitan para cuidar el cultivo, la disposición a invertir en dispositivos que corran la aplicación para que la usen sus empleados.

Perfil entrevistado #2:

- Profesión: Biólogo Marino
- Nombre: Geovany Quintero Lara
- Lugar de trabajo: Los Ríos / Ventana
- Aporte cualitativo: Existen profesionales no Agrónomos que entran a la actividad agrícola, ya sea para convertirlo en su fuente principal o extra de ingreso, se obtendrá información sobre como administra un cultivo una persona sin experiencia previa, ya sea empírica o profesional. Se conoce previamente que el entrevistado adquirió el terreno hace menos de 3 meses con cultivo ya en proceso de crecimiento

Perfil entrevistado #3:

- Profesión: Agricultor (con un terreno de cultivo menor a 1 hectáreas)
- Nombre: Nixon Franco Vera
- Lugar de trabajo Cantón: Naranjal / Churute / Vía Machala
- Aporte cualitativo: Se conoce previamente el tamaño del terreno del cultivo que no supera las 1 hectáreas, con esa información presente se obtendrá información sobre los conocimientos que posee sobre tecnologías destinadas para la agricultura, si las usa y en caso de que no, que técnicas manuales usa para recolectar experiencia empírica, conocimientos de alguien que está en constante contacto con el estado de su cultivo y como maneja su cultivo enfocado a la mano de obra.

#### Perfil entrevistado #4:

- Profesión: Ingeniero Agrónomo
- Nombre: Walter Sánchez Rojas
- Lugar de trabajo Cantón: Durán / Parroquia: Taura / Hacienda: Tierra Fértil
- Aporte cualitativo: El aporte que se espera obtener de un perfil más profesional es de como administra su terreno, las tecnologías que usa para cuidarlo, que herramientas o equipo profesional maneja, un aproximado de la inversión que maneja y si realiza estudios periódicos sobre el estado del terreno.



### 2.3.3 Aplicación de la encuesta

El aporte que provee la encuesta es de carácter cuantitativo, los entrevistados deben tener un perfil de agricultor ya sea con estudios o solo conocimiento empírico.

Las personas encuestadas deben poseer un terreno propio donde tengan sus cultivos para validar datos estadísticos sobre personas que estén en contacto directo con la actividad agrícola.

## 2.4 Resultados de la Investigación

### 2.4.1 ¿Conoce el término “agricultura de precisión”?

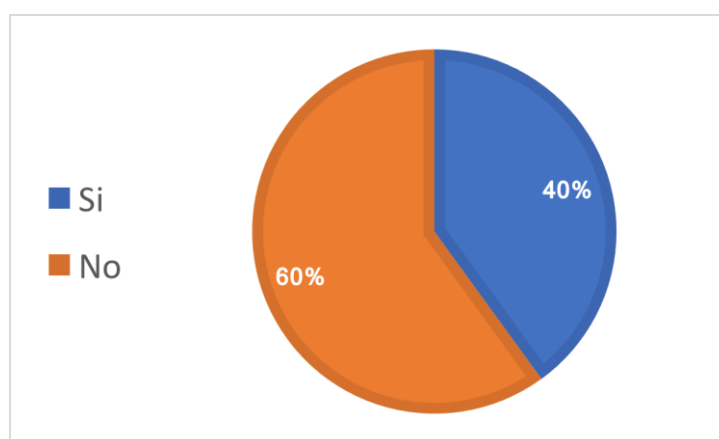


Gráfico #6: "Resultados de encuesta"

Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite saber el porcentaje de agricultores que conocen sobre el uso de la tecnología en la agricultura a nivel técnico y ayuda a conocer las ventajas que esta trae a la producción.

### 2.4.2 ¿Conoce el término “Machine Learning”?

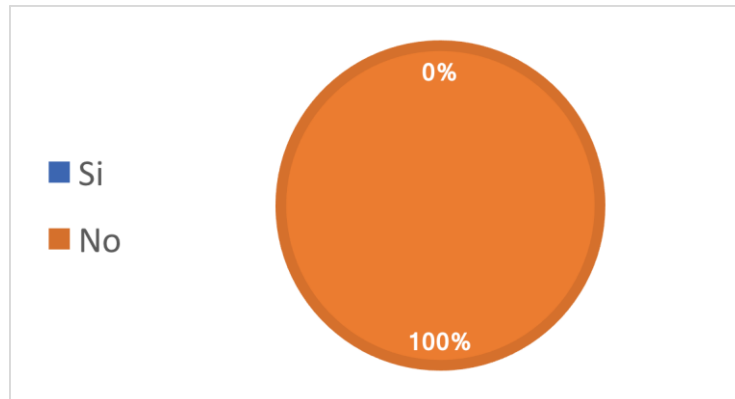


Gráfico #7: “Resultados de encuesta”

Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite conocer el porcentaje de agricultores de la zona que conocen el tipo específico de tecnología que está mejorando la actividad agrícola en los últimos años.

### 2.4.3 ¿Qué nivel considera son sus conocimientos sobre las plagas del cultivo?

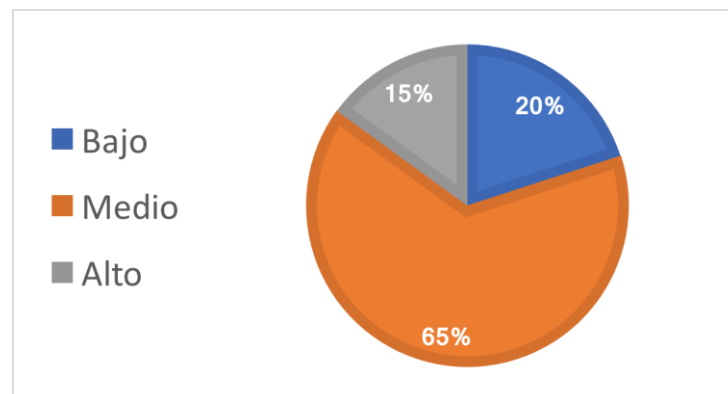


Gráfico #8: “Resultados de encuesta”

Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite conocer la necesidad de una ayuda técnica en el proceso de cultivo para no malograr la calidad y cantidad del producto.

#### 2.4.4 ¿Cuánto es el aproximado del tamaño de su cultivo?

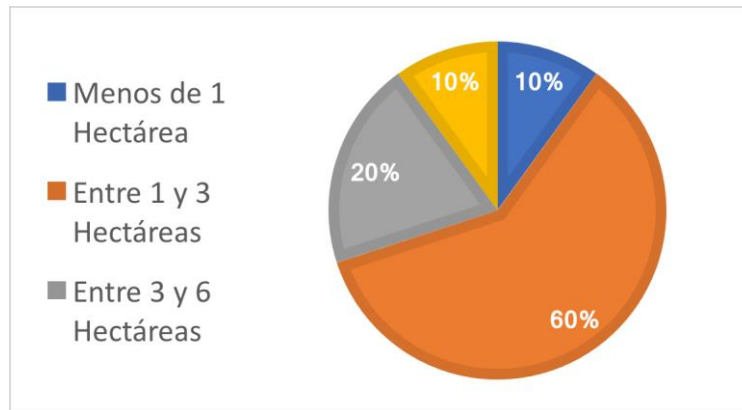


Gráfico #9: "Resultados de encuesta"

Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite estimar la cantidad de cultivo que producen en un periodo determinado.

#### 2.4.5 ¿Conoce que era o para que se usaba el terreno antes de que usted lo adquiriera?

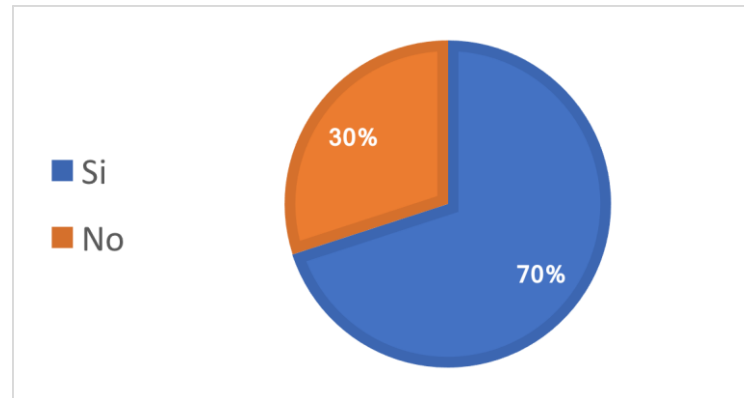


Gráfico #10: "Resultados de encuesta"  
Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta nos permite saber la necesidad de un historial del suelo que ayudará a los agricultores de las siguientes generaciones.

#### 2.4.6 ¿Qué cantidad de empleados tiene contratado de manera permanente o temporal para que se encarga de las diferentes tareas del proceso de cultivo?

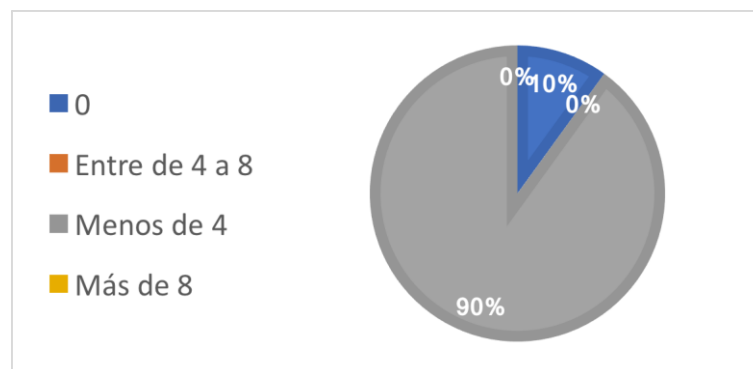
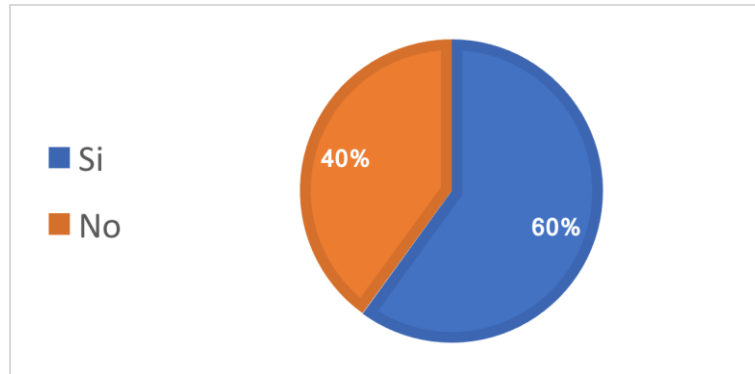


Gráfico #11: "Resultados de encuesta"  
Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite conocer junto al dato del tamaño del terreno, el estimar la cantidad de personas que se necesitan por hectárea de cultivo.

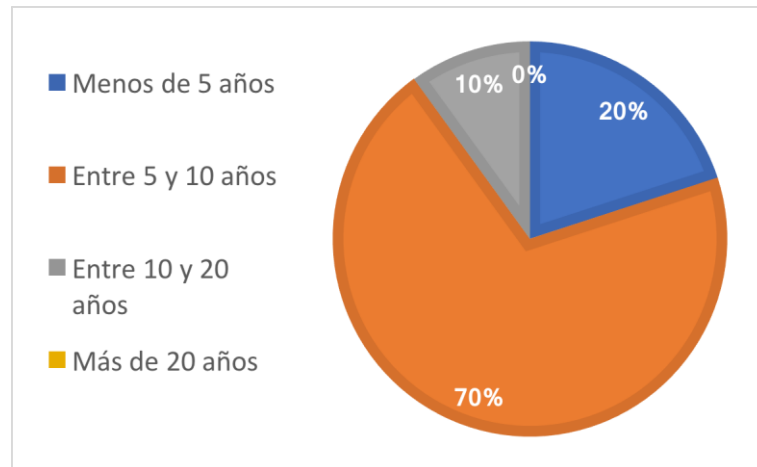
### 2.4.7 ¿Posee algún estudio referente con Actividad agrícola o parecida?



**Gráfico #12: "Resultados de encuesta"**  
Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite conocer el promedio nivel de conocimiento técnico que poseen agricultores de la zona encuestada.

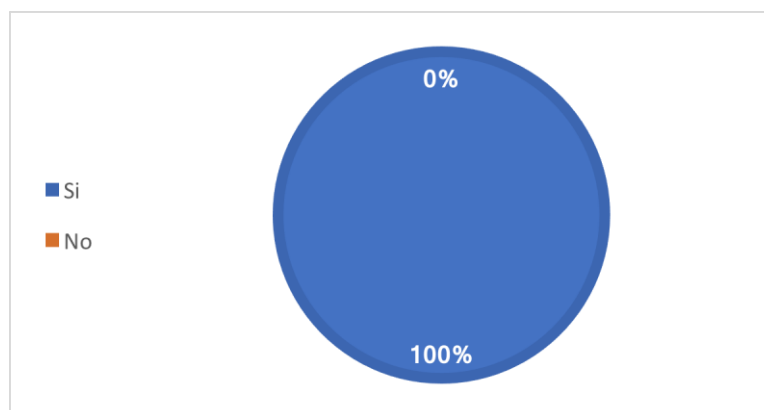
### 2.4.8 ¿Cuánto tiempo tiene en la actividad agrícola?



**Gráfico #13: "Resultados de encuesta"**  
Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite saber el nivel de experiencia empírica que tiene el agricultor en la administración y trabajar en el proceso de cultivo.

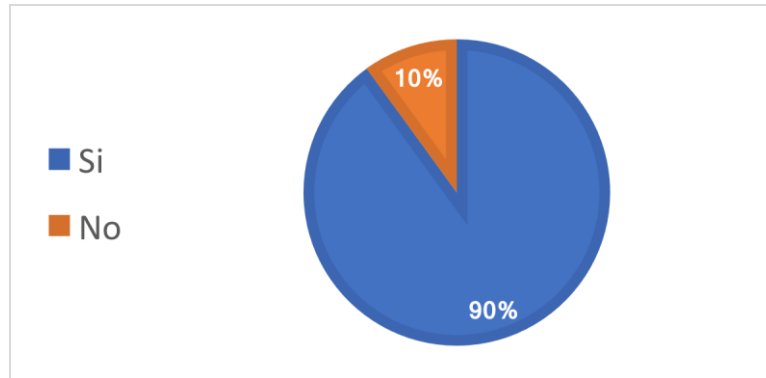
### 2.4.9 ¿Considera que la tecnología puede aportar para que el proceso de cultivo o es un recurso innecesario?



**Gráfico #14: "Resultados de encuesta"**  
Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite saber el alcance de adopción que tiene los recursos tecnológicos en la actividad agrícola.

**2.4.10 En caso de contestar “SI”, ¿Estaría dispuesto a invertir en tecnología destinada al cuidado de su cultivo?**



**Gráfico #15: “Resultados de encuesta”**

**Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.**

El resultado de la encuesta nos permite saber el nivel de interés que tiene el agricultor en usar la tecnología para automatizar, aumentar o mejorar su proceso de producción.

### 2.4.11 ¿El celular que posee en que rango de costo se encuentra?

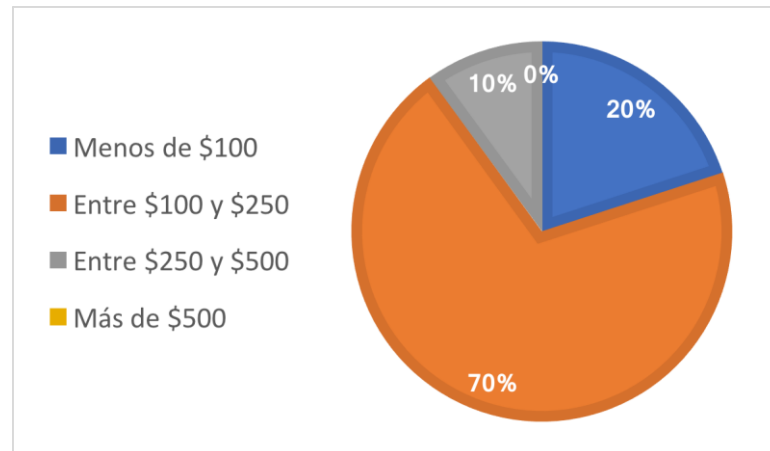


Gráfico #16: "Resultados de encuesta"

Fuente: Encuesta realizada a la muestra del proyecto.

El resultado de la encuesta permite saber 2 objetivos. El promedio de inversión que puede costear el agricultor con respecto a tecnología y la gama del celular en base al precio para evitar falsos positivos al encapsular el celular en una gama como: alta, media, baja.

## 2.5 Resultados de las entrevistas.

El siguiente análisis se ha elaborado posteriormente a la realización de un cuestionario a unos agricultores que poseen ciertos parámetros que los vuelve una fuente de información útil, vista en diferentes perspectivas de un mismo tema.



## 2.5.1 Matriz de entrevista

Tabla 1: Matriz de entrevistas

Nombre	Parámetro	Aporte	Aporte al tema	Comentarios
<b>Walter Sánchez Rojas</b>	Conocimientos y experiencia técnica en la agricultura	Si	Modo de administración de un cultivo con estudio técnico	Desde la perspectiva de un agrónomo se conoce las formas de aumentar la producción con una inversión mínima.
<b>Geovany Quintero Lara</b>	Conocimientos básicos de agricultura	Si	Preguntas y dudas de un practicante inicial en la agricultura	La información que se obtuvo enriquecerá la manera de interacción de la aplicación
<b>Nixon Franco Vera</b>	Experiencia empírica en la agricultura  Pequeño terreno de cultivo	Si	Información sobre cómo aprovechar el terreno pequeño para diversos cultivos.	Enriquece los datos que se le preverán al usuario que recién inicia en la actividad agrícola.
<b>Pedro</b>	Experiencia	Si	Consejos de	Fue un recurso

<b>Wuanerge Sanchez Velasques</b>	empírica en la agricultura Terreno de cultivo grande		como emprender en la agricultura con pocos recursos.	que no se encuentra en libros técnicos
-----------------------------------	---	--	--	--

Fuente: Propia

## 2.6 Conclusión del investigador sobre resultados de los métodos de investigación utilizados.

Luego de realizar las encuestas y entrevistas, se llegó a la conclusión que los recursos tecnológicos son necesarios para mejorar, aumentar y automatizar etapas en el proceso de producción, ya que los comercios que monopolizan el mercado de productos agrícolas se encuentra en el camino tecnológicos y los equipos tecnológicos, aunque supondrían una inversión para mejorar e incrementar la producción, esta inversión en su mayoría salen del alcance del agricultor promedio, por lo que se necesita un recuso tecnológico accesible para el agricultor promedio y que a su vez genere beneficios en igual medida que los equipos especializados.

En base a los resultados de la encuesta el tamaño del terreno es un factor esencial en el uso de tecnologías, el terreno de mayor tamaño requiere una cantidad de cuidado mayor, la distancia de cada sembrío debe monitorearse periódicamente para evitar posibles daños o plagas que puedan aparecer, esto se relaciona directamente con la cantidad de horas invertidas y el número de empleados que trabajen. Un terreno mayor no significa directamente mayor ganancia, dependiente del cultivo y la zona se deben tener mejores medidas de cuidado.

Se obtuvo información sobre las mejores prácticas para administrar un sembrío desde la perspectiva diferentes, de un ingeniero agrónomo y de agricultores que aprendieron todo de forma empírica, prueba y error. Con estos datos se generará un punto intermedio en donde los usuarios novatos o con pocos conocimientos en la agricultura, usen la aplicación y puedan

iniciar con unos pocos recursos hasta convertirse en agricultores experimentados.

### **3 Capítulo III.- Descripción de la propuesta tecnológica**

#### **3.1 Descripción del producto**

##### **3.1.1 Propósito**

El objetivo del proyecto es el desarrollo de una aplicación móvil que se enfoque en ayudar a los agricultores de la provincia Taura a cuidar su cultivo mediante un escáner detector de plagas en tiempo real para prevenir su propagación sus consecuencias.

El desarrollo del proyecto consta de una aplicación móvil para iOS y Android (fase prototipo), un API (Interfaz de programación de aplicaciones) que provee de información a la aplicación de los recursos y de un dashboard en el cual se mostrará toda la información de los escáneres a cultivos, según su geolocalización, generando historiales de suelos, los que se comercializan sus accesos.

La aplicación usará técnicas de machine learning para la creación de un clasificador de imágenes con la tecnología TensorFlow. El módulo ayuda a identificar a que categoría pertenece una plaga presente según el análisis de la imagen que la cámara encuadre en tiempo real, si existe la presencia de alguna plaga o daño en el cultivo se accederán a los datos de geolocalización para guardar la ubicación en el momento y con más muestras se creará un tracking de las zonas para tener un mapa de zonas afectadas en caso de cultivos grandes.

Proveerá al agricultor de tecnología de altas prestaciones con un costo de uso gratuito. Mejorando los procesos y la calidad de los cultivos sin una gran inversión en equipos tecnológicos que necesiten mano laboral profesional

capacitada para operarlos. Generando ahorros significativos para el agricultor.

La herramienta tendrá su propio sustento financiero autónomo, el cual se basa en la recolección de Bigdata para su posterior análisis y procesado. Los datos se usarán para generar historias de suelo que le servirá al agricultor para conocer el estado del su suelo, que cultivos en que fechas se han cultivado y así poder saber que tratamiento necesita el suelo antes de un cultivo, los mejores métodos de tratamiento que no afecten su calidad y cuánto tiempo entre cosecha se deben dejar en reposo antes de continuar con la siguiente.

### **3.1.2 Procesos de entrada y salida**

El acceso a la aplicación será completamente gratuito, porque entre más datos se obtenga con la aplicación mayor será la información recolectada.

El dashboard será de acceso de pago, un pago anual les otorgará acceso a historias de suelo.

### **3.1.3 Estado inicial de la plataforma**

El proyecto saldrá primero para celulares iOS y un prototipo de Android, donde los modelos de clasificación serán descargados automáticamente cuando exista una actualización, teniendo actualizado el escáner de plagas y daños todo el tiempo.

El dashboard para clientes Premium será un prototipo sin el sistema de pagos del registro ya que esta plataforma comienza a tener valor, luego del uso masivo de la aplicación, entre 3 a 4 meses como mínimo.

### 3.1.4 Requerimientos de desarrollo

#### 3.1.4.1 Requisitos de hardware para el desarrollo

Tabla 2: Matriz de requerimientos de hardware mínimos para el desarrollo

Requisitos mínimos del computador	
Procesador	Intel Core i7
Memoria Ram	8GB
Sistema operativo	OS X Sierra
Almacenamiento	128 GB SSD
Tarjeta gráfica	Intel Graphics 4000

Fuente: Propia

#### 3.1.4.2 Software requerido para el desarrollo

### 3.2 Alcance

La aplicación tendrá todas sus funcionalidades presentes, liberadas para su uso, no se dejará secciones donde no funcionen. El escáner no se podrá validar con toda base de datos de cultivos con la que se creó, pero se mencionará con los cultivos que mejor funcionan.

En el dashboard, el mapa interactuará con los historiales de los suelos, el sistema de registro de usuarios Premium estará incompleto por cuéstenos del pago en línea.

### 3.3 Especificaciones funcionales

- Detector de plagas
  - Beneficios:

- Se mejora la calidad del cuidado de los cultivos
- Se ahorrarán recursos tecnológicos especializados de altos costes
- Se usará recursos tecnológicos accesibles y de uso general
- Se ahorra en mano de obra especializada en el cultivo
- Se da recomendaciones automáticas de cómo solucionar las plagas detectadas
- Identificador de planta:
  - Beneficios:
    - Identificar las plantas a la que pertenece una hoja
    - Se cultiva conocimiento agrícola al usuario
- Guía de seguimiento de un cultivo:
  - Beneficio:
    - Se dispone una guía de como cosechar un cultivo en específico
    - Posee alertas que indican el momento oportuno de realizar cierta tarea dependiendo de la etapa de cultivo en la q se encuentre
    - Se enlista automáticamente las tareas por realizar en cada etapa y se dispone indicar manualmente las tareas realizadas

### 3.4 Módulos de la Aplicación

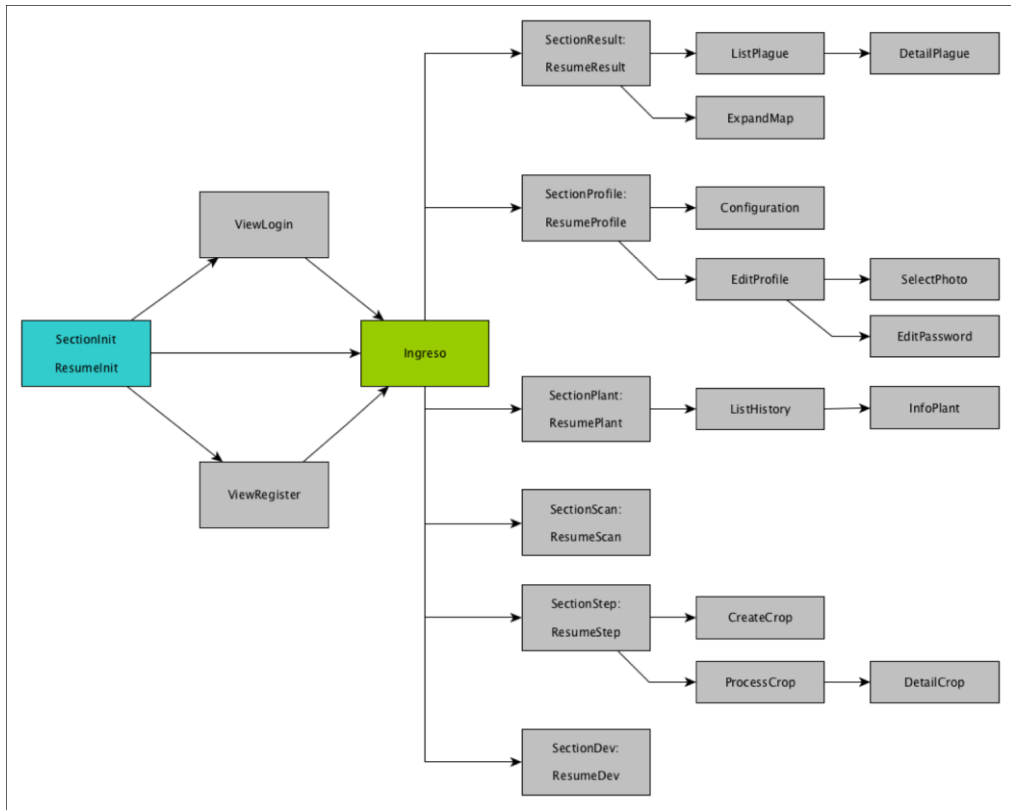


Gráfico #17: “Mapa de navegación de la aplicación”

Fuente: Propio.

### 3.5 Especificaciones Técnicas

Se consideraron los siguientes recursos mínimos para que un celular ejecute la aplicación:

#### 3.5.1 Especificaciones de hardware

Tabla 3: Matriz de requerimientos mínimos para el uso de la app

Plataforma	Hardware
iOS	iPhone 6, iPhone 6s, iPhone 7, En adelante  SO: iOS 11

<b>Android (prototipo)</b>	Procesador: Octa Core 1.2Mhrz Ram: 2 GB Almacenamiento 80 Mb libres Cámara posterior: 12mpx GPU (recomendable): Adreno 506 o mayor SO: Android Nougat
----------------------------	--

Fuente: Propia

### 3.5.2 Especificaciones de acceso a internet

La aplicación requiere un registro y login que necesitan conexión a internet solo la primera vez, en ese ingreso se guarda un token (id de autenticación) que permite ingresar a la app automáticamente sin conexión a internet o en caso de estar conectado a internet ejecutar un auto-login, el uso del escáner no requiere internet porque usa un módulo internet quemado en la app que se actualiza cuando exista una actualización en el servidor y posteriormente cuando se conecte a un red wifi estable se enviará automáticamente los datos al servidor para alimentarla base de datos y las demás funcionalidades de la app requieren conexión a internet.



### 3.5.3 Especificaciones de Software

Tabla 4: Matriz de software para el desarrollo

Producto	Entorno de trabajo
Desarrollo del API	IDE: Visual Studio Code
Desarrollo de la app Android	IDE: Android Studio
Desarrollo de la app iOS	IDE: XCode
Desarrollo de un Dashboard	IDE: Visual Studio Code
Módulo de clasificación visual	IDE: Visual Studio Code

Fuente: Propia

### 3.5.4 Especificaciones de Tecnologías



Tabla 5: Matriz de tecnologías para el desarrollo

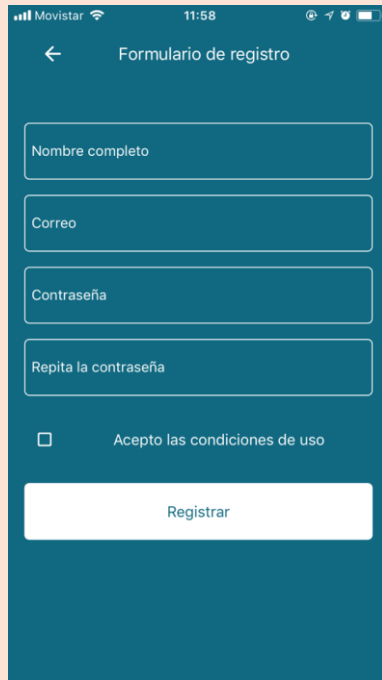
Producto	Tecnología
Desarrollo del API	Golang 1.10
Desarrollo de la app Android	Java 8
Desarrollo de la app iOS	Swift 4
Desarrollo de un Dashboard	Javascript    Html    Css    / Framework: ReactJS
Módulo de clasificación visual	Python / Librería: TensorFlow

Fuente: Propia

### 3.6 Funciones del aplicativo

Tabla 6: Matriz de pantallas de la aplicación

Pantalla	Función
	<p>Crea un enlace con las pantallas de inicio de sesión y creación de cuenta</p>
	<p>Permite ingresar a la cuenta registrada del usuario</p>



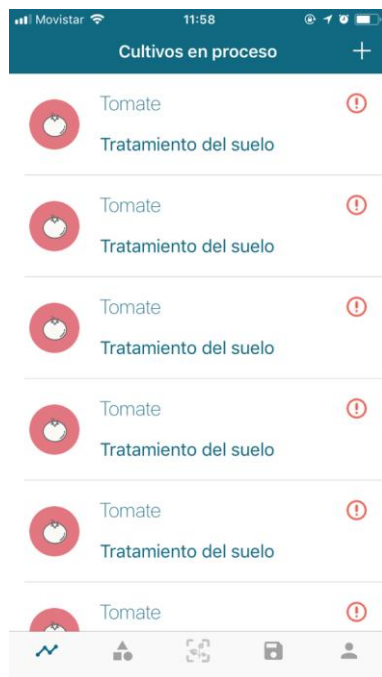
Permite registrar un nuevo usuario en la app llenando los parámetros:

Nombre completo

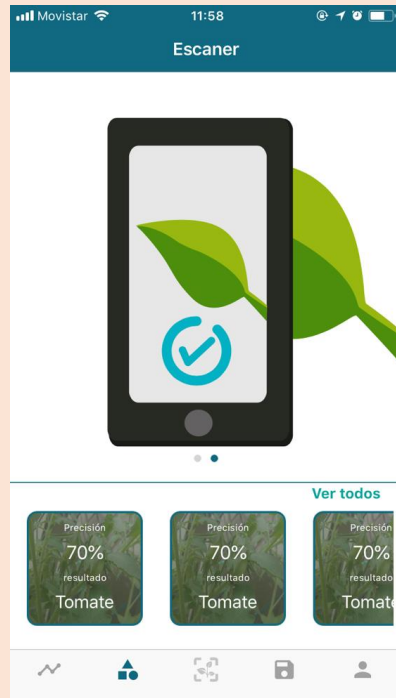
Correo

Contraseña

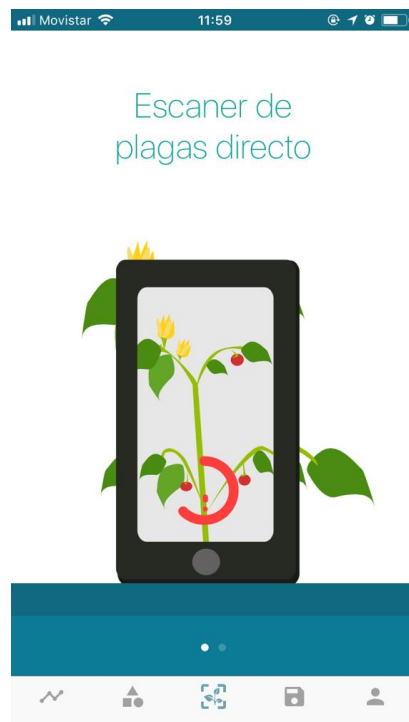
Repetir contraseña



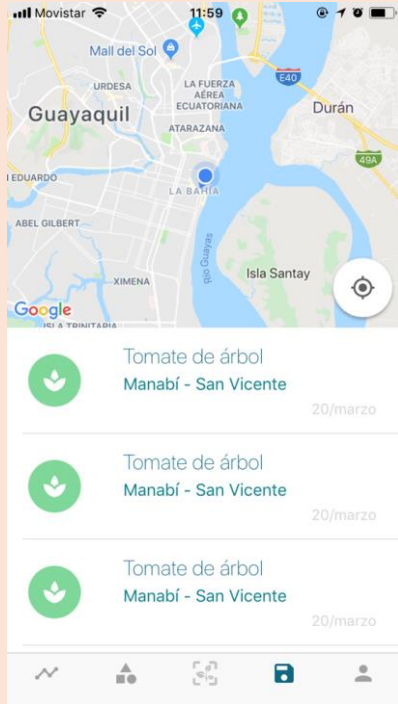
Enlista todos los cultivos de los que se tiene seguimiento en proceso, desde la siembra hasta la cosecha.



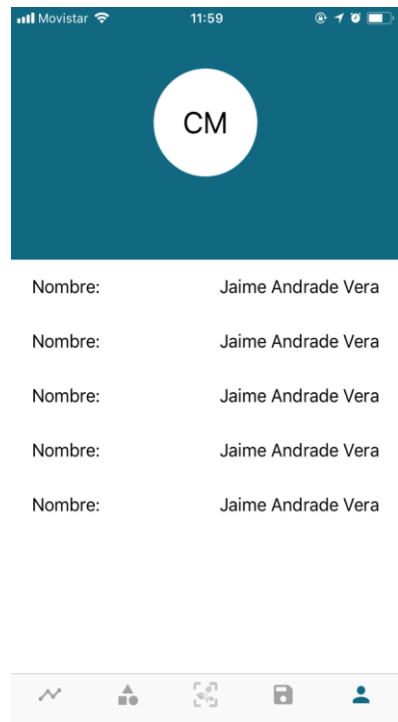
El enlace directo al escáner de hoja que identifica la planta a la cual pertenece y un pequeño historial de los escáneres más recientes.



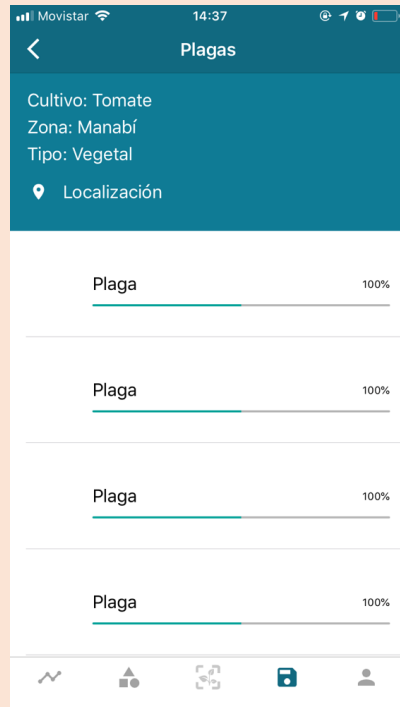
Muestra una pequeña descripción del funcionamiento del escáner de plaga y es un enlace directo a la función.



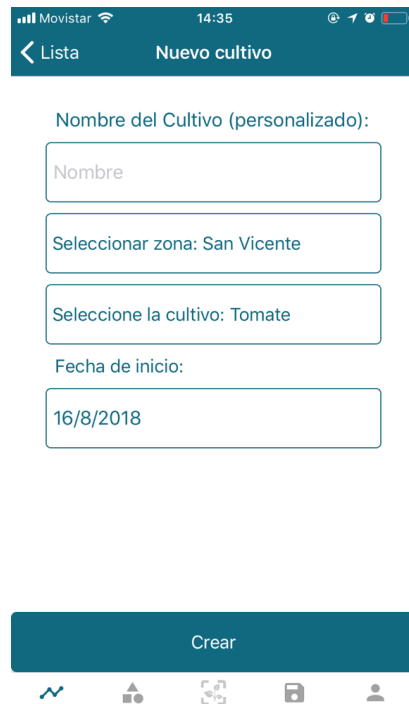
Enlista un historial de escáneres realizados, mostrando detalles de la zona y que tipo planta se escaneo



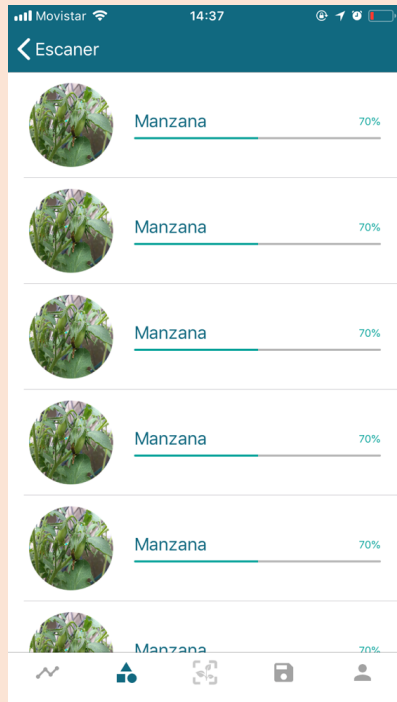
Muestra los datos del perfil del usuario registrado



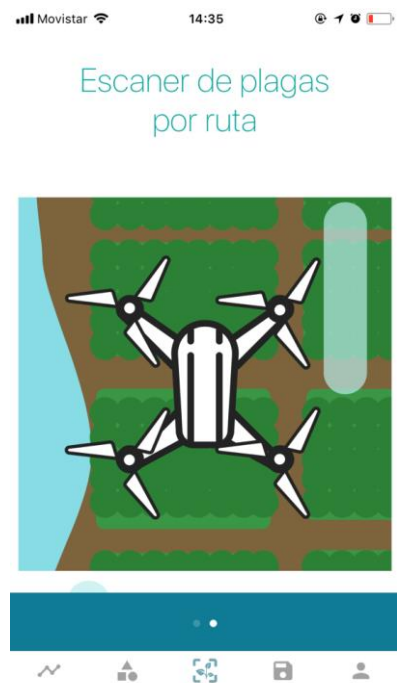
En esta ventana se podrá ver las plagas que ha detectado el escáner y seleccionando en una se puede ver los detalles de la plaga o enfermedad con sus causas, recomendaciones y consecuencias



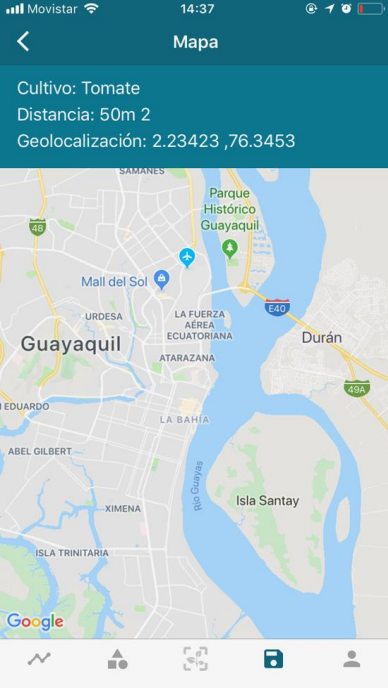
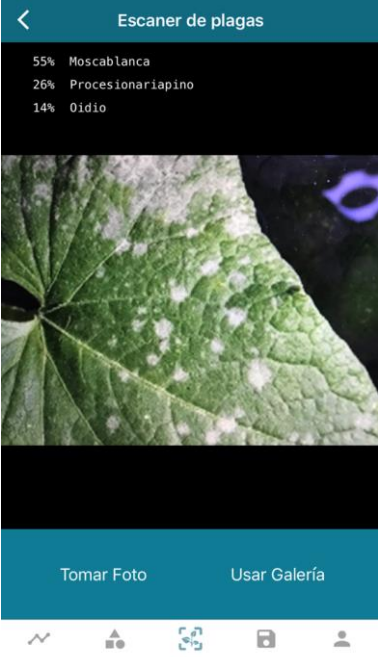
Pantalla donde se puede crear una nueva guía de cultivo.



Ventana de resultados de los escáneres de hoja para identificar las plantas.



Ventana del prototipo de uso del escáner con drones.

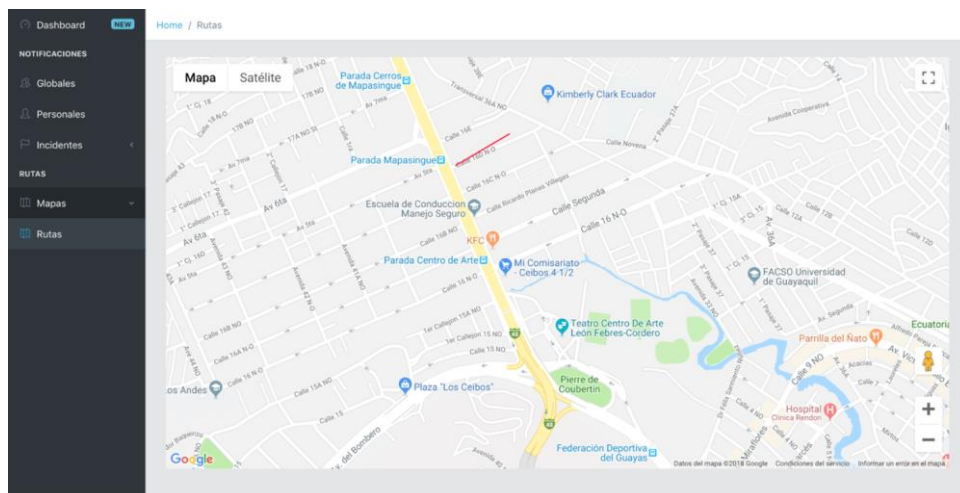
	<p>Ventana de ampliación de mapa para ver en detalle la localización del escáner seleccionado.</p>
	<p>Ventana con los resultados del escáner de plagas.</p>

Fuente: Propia

### 3.6.1 Vista del Prototipo de dashboard



La propuesta del prototipo del dashboard sirve para visualizar las zonas donde se realizó cada escáner y da información sobre la plaga o enfermedad que se detectó.

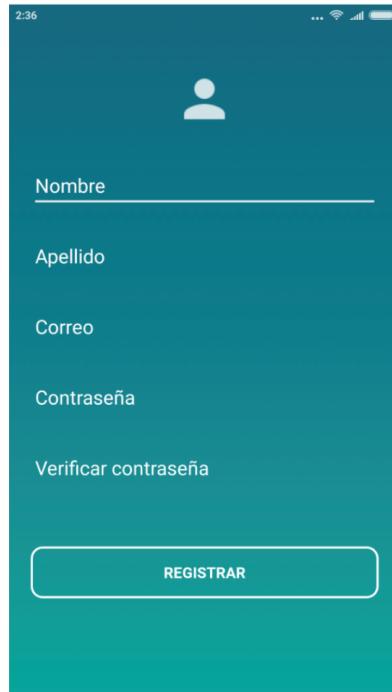


**Gráfico #18: “Prototipo de dashboard para la visualización de resultados generales”**  
**Fuente: Propio.**

### 3.6.1.1 Prototipo de la app para Android

**Tabla 7: Matriz de pantallas de la aplicación de prototipo de Android**

Pantalla	Función
	<p>Ventana de Login</p> <p>La Ventana de login permitirá el acceso a usuarios registrados previamente e integrala funcionalidad principal de la app para dar una muestra de la potencia del software antes de cualquier registro</p>



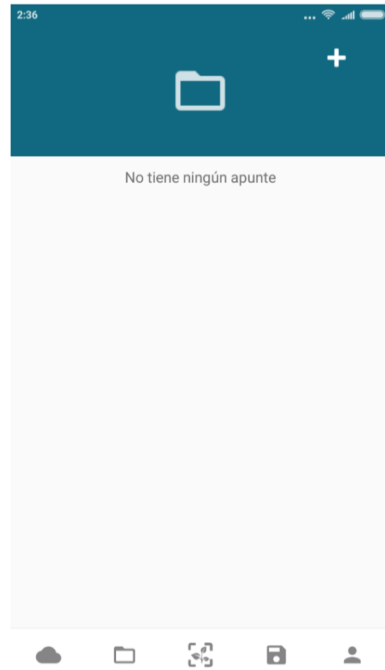
## Ventana de Registro

Esta ventana posee un número de campos necesarios para crear un perfil de usuario, sin sobrepasarse en datos que no serían relevantes para el uso de la aplicación



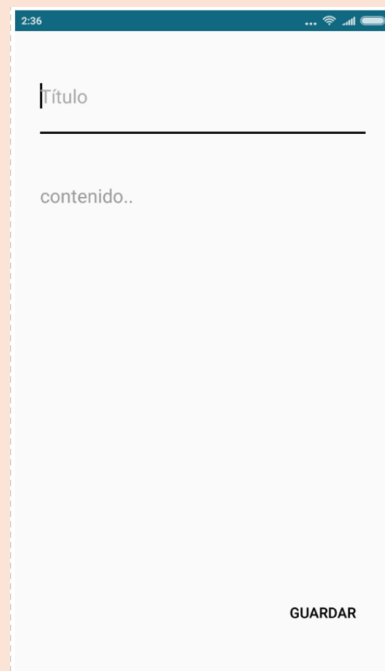
## Ventana de Clima

Se visualiza el clima de cada día de la semana actual, con unos pequeños datos como la humedad, temperatura y probabilidad de precipitación.



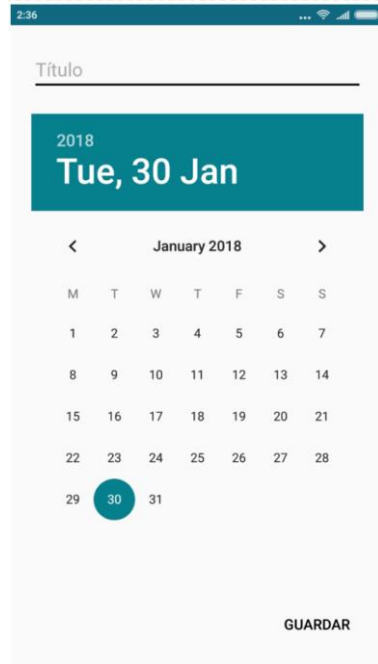
## Ventana de apuntes

En esta ventana se visualizan las notas, fotos y alarmas creadas por el usuario



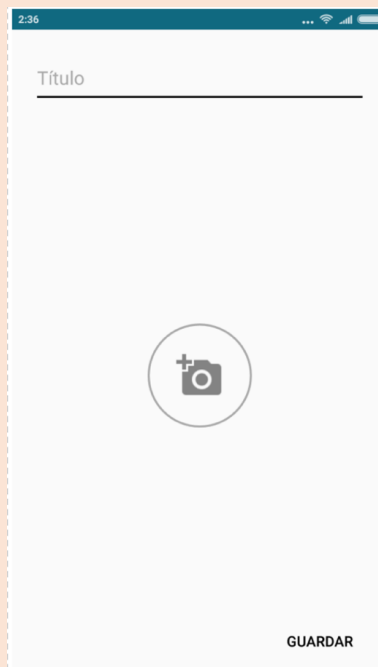
## Ventana de creación de nota

En esta ventana se crea una nueva nota que se visualizará en la ventana de apuntes



Ventana de creación de alarma

En esta ventana se crea una nueva alarma que se visualizará en la ventana de apuntes



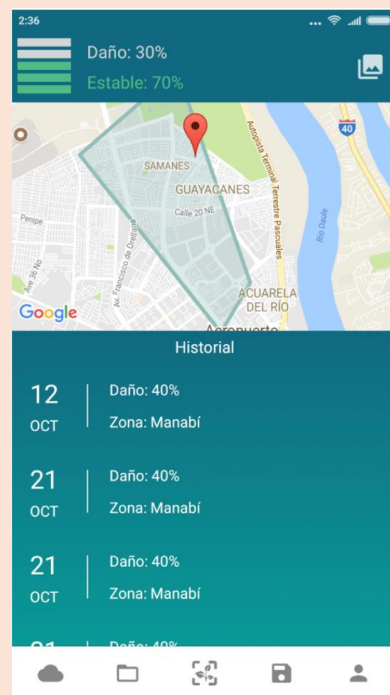
Ventana de captura de foto

En esta ventana se captura una nueva foto que se visualizará en la ventana de apuntes



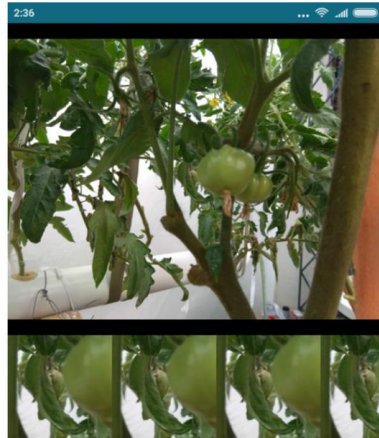
Ventana del inicio de escáner

En la pantalla se aprecia un botón que arranca el escaner



Ventana de resultados del escáner

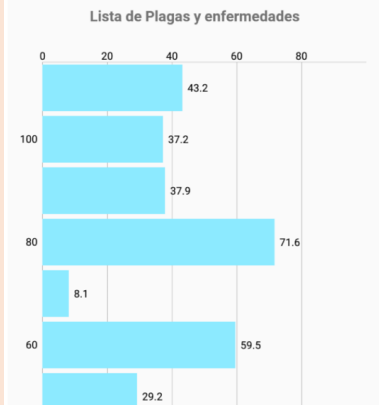
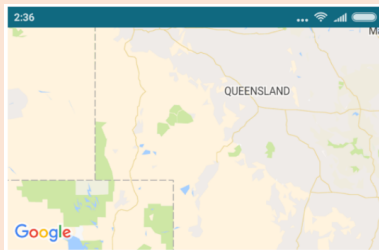
En esta ventana se muestra el historial escáneres realizados organizados por fecha y al seleccionar en uno se actualiza una descripción de la información con la ubicación y la zona escaneada.



Cultivo: Tomate 10:23 AM - 12/01/18  
Zona: Manabí  
Daño: Arañuela

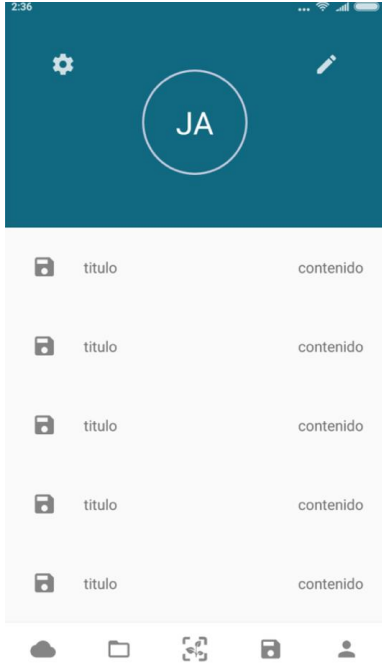
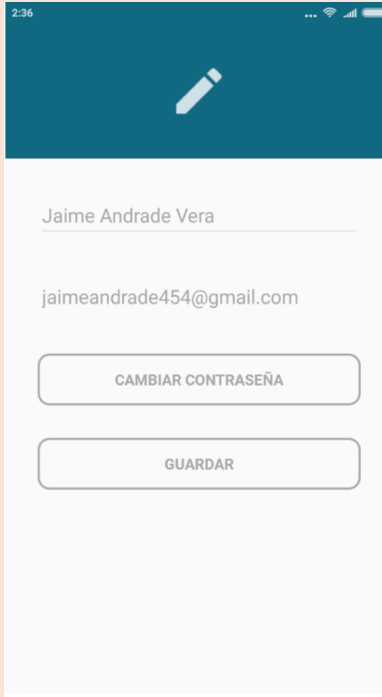
Ventana de galería de fotos por cada escáner

Se muestra una breve colección de fotos que tomó el escáner de las zonas con alguna plaga, guardadas en el servidor



Ventana de lista de plagas encontradas en un escáner

Muestra la lista de plagas existente en un escáner realizado con el porcentaje que ocupa cada una y su localización.

	<p>Ventana de Perfil</p> <p>Muestra la información general del usuario</p>
	<p>Ventana de edición de perfil</p> <p>Permite editar la información del usuario con la cual se registró en la aplicación.</p>

Fuente: Propia

### 3.6.2 Resultados de entrenamiento de los clasificadores

### 3.6.2.1 Entrenamiento del clasificador de plagas y enfermedades

Precisión del 77.3% para la detección de plagas

```
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:38.177260: Step 3820: Cross entropy = 0.000007
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:38.221389: Step 3820: Validation accuracy = 70.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:38.638745: Step 3830: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:38.638878: Step 3830: Cross entropy = 0.000658
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:38.678944: Step 3830: Validation accuracy = 72.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:39.091378: Step 3840: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:39.091508: Step 3840: Cross entropy = 0.000689
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:39.131522: Step 3840: Validation accuracy = 75.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:39.544367: Step 3850: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:39.544511: Step 3850: Cross entropy = 0.000632
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:39.592690: Step 3850: Validation accuracy = 79.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.004176: Step 3860: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.004309: Step 3860: Cross entropy = 0.000662
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.044236: Step 3860: Validation accuracy = 82.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.455383: Step 3870: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.455531: Step 3870: Cross entropy = 0.000684
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.495456: Step 3870: Validation accuracy = 74.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.924862: Step 3880: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.924992: Step 3880: Cross entropy = 0.000641
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:40.965002: Step 3880: Validation accuracy = 78.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:41.376516: Step 3890: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:41.376648: Step 3890: Cross entropy = 0.000736
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:41.416938: Step 3890: Validation accuracy = 79.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:41.835865: Step 3900: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:41.836025: Step 3900: Cross entropy = 0.000669
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:41.876558: Step 3900: Validation accuracy = 75.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:42.285114: Step 3910: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:42.285245: Step 3910: Cross entropy = 0.000681
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:42.325947: Step 3910: Validation accuracy = 74.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:42.744259: Step 3920: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:42.744393: Step 3920: Cross entropy = 0.000734
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:42.786595: Step 3920: Validation accuracy = 74.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:43.197988: Step 3930: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:43.198116: Step 3930: Cross entropy = 0.000785
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:43.239245: Step 3930: Validation accuracy = 84.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:43.651737: Step 3940: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:43.651867: Step 3940: Cross entropy = 0.000675
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:43.691937: Step 3940: Validation accuracy = 72.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:44.105835: Step 3950: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:44.105981: Step 3950: Cross entropy = 0.000607
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:44.145570: Step 3950: Validation accuracy = 75.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:44.555980: Step 3960: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:44.556112: Step 3960: Cross entropy = 0.000628
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:44.598286: Step 3960: Validation accuracy = 67.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.006239: Step 3970: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.006385: Step 3970: Cross entropy = 0.000575
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.046725: Step 3970: Validation accuracy = 85.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.457056: Step 3980: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.457198: Step 3980: Cross entropy = 0.000593
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.497038: Step 3980: Validation accuracy = 75.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.916436: Step 3990: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.916588: Step 3990: Cross entropy = 0.000564
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:45.956908: Step 3990: Validation accuracy = 75.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:46.326704: Step 3990: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:46.326833: Step 3990: Cross entropy = 0.000678
INFO:tensorflow:2018-08-13 13:43:46.367401: Step 3990: Validation accuracy = 70.0% (N=100)
INFO:tensorflow:Final test accuracy = 77.3% (N=22)
INFO:tensorflow:Froze 2 variables.
INFO:tensorflow:Converted 2 variables to const ops.
(env_tf) MacBook-Pro-de-administrador:tensorflow-for-poets-2 jaandrad$ python -m scripts.label
_image --graph=tf_files/retrained_graph.pb --image=tf_files/testing_plague/1477305306
2371.png
2018-08-13 13:59:06.920002: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:141] Your CPU supp
orts instructions that this TensorFlow binary was not compiled to use: AVX2 FMA

Evaluation time (1-image): 0.253s
caracol (score=0.99906)
hollin (score=0.00088)
cochinillanegra (score=0.00005)
botrytis (score=0.00001)
moscablanca (score=0.00000)
(env_tf) MacBook-Pro-de-administrador:tensorflow-for-poets-2 jaandrad$
```

Gráfico #19: "Entrenamiento del clasificador de plagas"

Fuente: Propio.



### 3.6.2.2 Entrenamiento del clasificador de plantas por medio de las hojas

Precisión del 81.8% para la detección de plantas por medio del análisis de las hojas

```
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:02.798277: Step 3850: Validation accuracy = 70.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:02.798277: Step 3850: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:02.798855: Step 3850: Cross entropy = 0.000404
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:02.840100: Step 3850: Validation accuracy = 96.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:03.253279: Step 3860: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:03.253408: Step 3860: Cross entropy = 0.000453
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:03.292911: Step 3860: Validation accuracy = 98.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:03.783699: Step 3870: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:03.783826: Step 3870: Cross entropy = 0.000330
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:03.743245: Step 3870: Validation accuracy = 91.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:04.161390: Step 3880: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:04.161524: Step 3880: Cross entropy = 0.000382
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:04.202782: Step 3880: Validation accuracy = 93.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:04.609006: Step 3890: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:04.609129: Step 3890: Cross entropy = 0.000317
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:04.649096: Step 3890: Validation accuracy = 97.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.055813: Step 3900: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.055942: Step 3900: Cross entropy = 0.000364
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.096932: Step 3900: Validation accuracy = 91.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.500248: Step 3910: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.500378: Step 3910: Cross entropy = 0.000352
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.539371: Step 3910: Validation accuracy = 81.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.950066: Step 3920: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.950261: Step 3920: Cross entropy = 0.000402
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:05.994706: Step 3920: Validation accuracy = 83.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:06.399387: Step 3930: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:06.399511: Step 3930: Cross entropy = 0.000423
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:06.439723: Step 3930: Validation accuracy = 89.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:06.865256: Step 3940: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:06.865390: Step 3940: Cross entropy = 0.000309
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:06.906086: Step 3940: Validation accuracy = 96.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:07.314039: Step 3950: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:07.314192: Step 3950: Cross entropy = 0.000390
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:07.354187: Step 3950: Validation accuracy = 93.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:07.763675: Step 3960: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:07.763835: Step 3960: Cross entropy = 0.000302
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:07.805360: Step 3960: Validation accuracy = 97.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:08.220178: Step 3970: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:08.220333: Step 3970: Cross entropy = 0.000278
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:08.260299: Step 3970: Validation accuracy = 95.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:08.669975: Step 3980: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:08.670129: Step 3980: Cross entropy = 0.000301
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:08.710164: Step 3980: Validation accuracy = 96.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:09.119953: Step 3990: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:09.120090: Step 3990: Cross entropy = 0.000410
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:09.160090: Step 3990: Validation accuracy = 94.0% (N=100)
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:09.525093: Step 3999: Train accuracy = 100.0%
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:09.526047: Step 3999: Cross entropy = 0.000463
INFO:tensorflow:2018-08-13 15:53:09.566721: Step 3999: Validation accuracy = 99.0% (N=100)
INFO:tensorflow:Final test accuracy = 81.8% (N=11)
INFO:tensorflow:Froze 2 variables.
(env_tf) MacBook-Pro-de-administrador:tensorflow-for-poets-2 jaandrad$
```

Gráfico #20: "Entrenamiento del clasificador de plantas"

Fuente: Propio.

## 3.7 Descripción del usuario

### 3.7.1 Usuarios para el desarrollo del producto tecnológico

#### 3.7.1.1 Perfiles de empleados

Tabla 8: Matriz de perfiles profesionales para el desarrollo de la aplicación

Perfil	Propósito
Desarrollador iOS	Desarrollador la app iOS
Desarrollador Android	Desarrollar la app Android
Desarrollador Web	Desarrollar el dashboard
Desarrollador Backend	Desarrollar el API
UX	Desarrollar el diseño y flujo de la aplicación
Data Science	Encargado crear el modelo de clasificación de las plagas

Fuente: Propia

## CONCLUSIONES

Como parte final del proyecto es importante considerar los resultados obtenidos en la parroquia Taura en las que se observó el asombro por el alcance que se logra obtener por medio de la aplicación de los dispositivos móviles enfocados en la agricultura, la aplicación desarrollada logra casi a la precisión identificar plagas de manera general, indistintamente de la planta a la que se examine, abarcando un gran terreno en la actividad agrícola, convirtiéndola en una aplicación adaptable para la búsqueda de plagas.

El escáner de plagas funcionó por medio de un clasificador de imagen, al iniciar la ejecución del clasificador se identifican las plagas o enfermedades generales más comunes que afectan a los cultivos. Por medio de esta información se busca en un extenso número de imágenes en las que se visualice las plagas seleccionadas y clasificarlas en carpetas separadas con su respectivo nombre para identificarlas, luego, por medio de un algoritmo de entrenamiento se extraen las imágenes de cada carpeta e identifica las características más recurrentes que aparecen en el grupo de imágenes, para generar un patrón de búsqueda, este patrón se asocia al nombre de la plaga o enfermedad del cual pertenezcan las imágenes y finalmente al terminar el proceso, genera un porcentaje de fiabilidad o precisión que tiene el clasificador para detectar la característica de cierto grupo de imágenes, por lo que la selección de cada imagen debe ser cuidadosa para que detecte la particularidad específica en el proceso de entrenamiento, esto viene acompañado con un gran número de imágenes por categoría.

Es importante considerar que el clasificador al finalizar el entrenamiento, testea con una base de imágenes que permitió validar su correcto funcionamiento. En el entrenamiento del modelo se obtuvo un porcentaje de 70% de precisión al ponerla a prueba con una base de imágenes de prueba que no fueron incluidas en el entrenamiento, usando el estándar de 80% para el entrenamiento y 20% para las pruebas de 10.000 imágenes. El

desarrollo del clasificador se realizó por medio del algoritmo de redes convolucionales con un entrenamiento supervisado, ya que se le proporciona al algoritmo ejemplos de imágenes previamente clasificadas con un nombre que la diferencia de las demás y la librería TensorFlow, una de las más eficientes para la detección e identificación de objetos por el uso de tensores creada y mantenida por la empresa Google y Python como lenguaje programación, utilizando un dataset que contenía datos sobre las siguientes plagas y enfermedades: Antracnosis, Botrytis, Caracol, Cochinilla algodonosa, Cochinilla negra, Hollin, minador, Mosca blanca, Oidio, Oruga, Procesionaria pino, Pulgones, Roya.

La aplicación posee un plan de sustento económico, el cual se basa en usar los datos de cada análisis que realice el usuario para generar un histórico del uso del suelo, este modelo de negocio es a largo plazo ya que se necesita un mínimo de 3 años de historia de datos para que puedan ser de uso y posteriormente vendidos a clientes que estén buscando terrenos para cultivar. El histórico de cultivo se presenta en un prototipo de dashboard que mostrará en un mapa, las localizaciones de los análisis y un pequeño resumen de lo que se escaneó.

Las pruebas de adaptabilidad se realizaron enfocándose en el tiempo que les tomaba a los usuarios conocer el funcionamiento de toda la aplicación, solo con la premisa que la función principal es un **escáner para plantas** sin especificar que escanea o como se realiza. Con este método se validó el mensaje que proporcionan las animaciones antes de realizar cada escáner, sea el de identificación de plantas por medio de las hojas o el principal que es el de detección de plagas. Los usuarios fueron capaces de saber la funcionalidad del escáner y los que tenían conocimientos avanzados sobre las plagas del cultivo que se escaneo, confirmaron la eficiencia del escáner al identificar las plagas acertadamente en la mayoría de ocasiones, para la ventana de creación de guías de cultivo, la aplicación genera un cultivo de prueba facilitando la comprensión de la herramienta para el usuario antes de poder usarla con algún proyecto o cultivo agrícola que tenga o que vaya a realizar. Estas pruebas ayudaron a la retroalimentación para pequeñas

mejoras en el UI (interfaz de usuario) y UX (experiencia de usuario) de la aplicación.

Como punto final la aplicación para cumplir los objetivos que tiene el proyecto y mejorar sus resultados, la aplicación se publica de manera gratuita en la tienda de iOS, próximamente para Android para que llegue a más usuarios interesados en la actividad agrícola, ya que entre más datos capture la aplicación, se puede tener un histórico más grande y aumentar la precisión del escáner por medio de reentrenamientos con las imágenes que tome el usuario.

## RECOMENDACIONES

Por medio del acceso al uso de los datos obtenidos se considera apropiado generar información relevante en la actividad agrícola de tal manera que proporcionen un beneficio a los agricultores que necesiten información sobre su terreno o clientes que piensen en adquirir un terreno.

La función principal de la app puede adaptarse a otras formas de uso, una de ellas podría por ejemplo ser el uso de drones para capturar las imágenes, recibirlas al celular y posteriormente analizarlas para arrojar los resultados respectivos.

Tomando en cuenta que la app incluye un escáner de hojas para identificar a la planta que pertenece de un número limitado, esta función puede ampliarse al poder llegar escanear, flores, frutos y tallos para obtener el mismo fin, pero de diversos puntos de inicio.

En el futuro los celulares pueden tener más sensores, esto puede convertirse en un añadido al escáner, realizando la unión de las tecnologías para llegar a un mismo resultado, generando más precisión en los resultados y menos coste de procesado para los dispositivos.

## REFERENCIAS

- Banco Central del Ecuador. (2017, julio). REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO. Recuperado a partir de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201701.pdf>
- Cepal. (2012). Chile: TIC y Agricultura. Recuperado a partir de <https://www.c.org/socinfo/noticias/paginas/3/44733/newsletter18.pdf>
- FAO (2000) .Roma: EL ESTADO MUNDIAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN 2000 Recuperado a partir de <http://www.fao.org/docrep/x4400s/x4400s00.htm#TopOfPage>
- Galan, M. (2009, May 29). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN: LA ENTREVISTA EN INVESTIGACION. Retrieved July 3, 2018, from <http://manuelgalan.blogspot.com/2009/05/la-entrevista-en-investigacion.html>
- Galindo, Cáceres Luis Jesús (1998): “Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación”. Pearson Educación. México
- Gutiérrez, F., & Gea, M. (n.d.). Desarrollo de sistemas interactivos en base a modelos de usuario
- Landau, E., Guimaraes, D., & Hirsch, A. (2014). Uso de Sistema de Informaciones Geográficas para espacialización de datos del área de producción agrícola (pp. 22-29).

LA IMPORTANCIA DE LA AGRICULTURA PARA NUESTRO PAÍS. (s. f.).

Recuperado 15 de diciembre de 2017, a partir de

<http://www.utn.edu.ec/ficaya/carreras/agropecuaria/?p=1091>

Oliver Núñez Rivera, Tania Figueroa Alvarado, & Adriana De Jesús Antonio. (2015,

febrero 18). Monitorización de Cultivos Utilizando Drones. Recuperado a partir de

[http://vinculacion.dgire.unam.mx/Congreso-Trabajos-pagina/Trabajos-2015/2-](http://vinculacion.dgire.unam.mx/Congreso-Trabajos-pagina/Trabajos-2015/2-Ciencias%20Fisicomatem%C3%A1ticas%20y%20de%20as%20Ingenier%C3%ADas/1.F%C3%ADsica/13.%20CIN2015A20121.pdf)

[Ciencias%20Fisicomatem%C3%A1ticas%20y%20de%20as%20Ingenier%C3%ADas/1.F%C3%ADsica/13.%20CIN2015A20121.pdf](http://vinculacion.dgire.unam.mx/Congreso-Trabajos-pagina/Trabajos-2015/2-Ciencias%20Fisicomatem%C3%A1ticas%20y%20de%20as%20Ingenier%C3%ADas/1.F%C3%ADsica/13.%20CIN2015A20121.pdf)

[s/1.F%C3%ADsica/13.%20CIN2015A20121.pdf](http://vinculacion.dgire.unam.mx/Congreso-Trabajos-pagina/Trabajos-2015/2-Ciencias%20Fisicomatem%C3%A1ticas%20y%20de%20as%20Ingenier%C3%ADas/1.F%C3%ADsica/13.%20CIN2015A20121.pdf)

Pablo D. Pusiol. (2014, febrero 17). Redes Convolucionales en Comprensión de Escenas.

Sucar, L., & Gómez, G. (2017). Visión Computacional.



**ANEXO**  
**ENCUESTA**  
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL**

La presente encuesta forma parte de un estudio que aportará al trabajo de Titulación denominado: "Aplicación móvil para la detección y tratamiento de daños de los cultivos de la parroquia Taura del cantón Durán mediante el uso de software de análisis de imagen basado en técnicas de Machine Learning" para lo cual requerimos de tu colaboración contestando las siguientes preguntas:

**1. ¿Conoce el término "agricultura de precisión"?**

Si No

**2. ¿Conoce el termino "Machine Learning"?**

Si No

**3. ¿Qué nivel considera son sus conocimientos sobre las plagas del cultivo?**

Bajo Medio Alto

**4. ¿Cuánto es el aproximado del tamaño de su cultivo?**

Menos de 1 Hectárea  
Entre 1 y 3 Hectáreas  
Entre 3 y 6 Hectáreas  
Más de 6 Hectáreas

**5. ¿Conoce que era o para que se usaba el terreno antes de que usted lo adquiriera?**

Si No

**6. ¿Qué cantidad de empleados tiene contratado de manera permanente o temporal para que se encarga de las diferentes tareas del proceso de cultivo?**

0

Menos de 4 a 8

Menos de 4

Más de 8

**7. ¿Posee algún estudio referente con Actividad agrícola o parecida?**

Si No

**8. ¿Cuánto tiempo tiene en la actividad agrícola?**

Menos de 5 años

Entre 5 y 10 años

Entre 10 y 20 años

Más de 20 años

**9. ¿Considera que la tecnología puede aportar para que el proceso de cultivo o es un recurso innecesario?**

Si No

**10. En caso de contestar “SI”, ¿Estaría dispuesto a invertir en tecnología destinada al cuidado de su cultivo?**

Si No

**11. ¿El celular que posee en que rango de costo se encuentra?**

Menos de \$100

Entre \$100 y \$250

Entre \$250 y \$500

Más de \$500



**Gráfico #21: "Cultivo hidropónico para recolección de muestras"**

**Fuente: Propio.**



**Gráfico #22: "Cultivo hidropónico para recolección de muestras"**

**Fuente: Propio.**



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Andrade Vera, Jaime Andrés**, con C.C: # **0931510507** autor/a del trabajo de titulación: **Aplicación móvil para la detección y tratamiento de daños de los cultivos de la parroquia Taura del cantón Durán, mediante el uso de software de análisis de imagen basado en técnicas de machine learning** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Producción y Dirección en Arte 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 de 2018**

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Andrade Vera, Jaime Andrés**

C.C: **0931510507**



## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Aplicación móvil para la detección y tratamiento de daños de los cultivos de la parroquia Taura del cantón Durán, mediante el uso de software de análisis de imagen basado en técnicas de machine learning		
<b>AUTOR</b>	Jaime Andrés, Andrade Vera		
<b>REVISOR/TUTOR</b>	Víctor Hugo, Moreno Díaz		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Artes y Humanidades		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Producción Y Dirección en Artes Multimedia		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Producción y Dirección en Artes Multimedia		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	11 de septiembre de 2018	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	75
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Ciencia de datos, Desarrollo móvil, Aprendizaje automático		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Procesamiento de datos, agricultura, aprendizaje automático, redes neuronales, agricultura de precisión.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>El proyecto se basa en identificar las plagas y enfermedades más conocidas de la parroquia Táura del cantón Durán, obtener una base de datos de imágenes de cada plaga, enfermedad o daño para entrenar una red neuronal con algoritmos de redes convolucionales usados en machine learning y generar un modelo que sea capaz de identificar las plagas, enfermedades y daños que estén presentes en la planta capturada por el sensor de imagen de los dispositivos móviles, al completarla se desarrolla una aplicación móvil que la usará junto con las librerías nativas de las plataformas, mostrar como resultado las plagas que posean presencia en la planta con su descripción, características y recomendaciones para tratarlas y poder cuidar los cultivos de una manera más eficiente, ahorrando en dispositivos de altos costos, mano de obra especializada o compañías que ofrecen servicios similares, instruyendo a los agricultores novatos o experimentados las posibilidades del uso de la tecnología en la actividad agrícola.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-992814433	<b>E-mail:</b> andres_j-a@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Lcdo. Veloz Arce, Alonso Eduardo		
	<b>Teléfono:</b> +593-9-94170604		
	<b>E-mail:</b> alonso.veloz@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			