

[2022]



IBERO

De:
Planeta Formación y Universidades

Apropiación de técnicas de reconocimiento de imágenes en entornos agrícolas para la detección de enfermedades en las plantas aplicado a los escenarios de aprendizaje de la ISER en Pamplona norte de Santander

[Carmen Emilia Rubio Vanegas -
Docente Iberoamericana
Jorge Antonio Sequeda - ISER
(Instituto superior de Educación
Rural)]

[Facultad de Ingeniería Ibero]
Corporación Universitaria
Iberoamericana



Título

Apropiación de técnicas de reconocimiento de imágenes en entornos agrícolas para la detección de enfermedades en las plantas aplicado a los escenarios de aprendizaje de la ISER en Pamplona norte de Santander

Title (Inglés)

Appropriation of image recognition techniques in agricultural environments for the detection of plant diseases applied to ISER learning scenarios in Pamplona Norte de Santander

Nombre Autor/es

Carmen Emilia Rubio Vanegas

Iberoamericana

Nombre Coautores

Jorge Antonio Sequeda

ISER (Instituto superior de Educación Rural)]

12, 19 y 2022

Agradecimientos

A Dios por la oportunidad de crecimiento personal y profesional, a la Iberoamericana por el desarrollo de un proyecto de nuevo conocimiento que permitió el adquirir nuevas competencias en software, a la facultad de ingeniería por su apoyo en los procesos.

Resumen

La implementación de saberes en el sector agrícola, enmarca un factor importante en la política de los países, y en el marco nacional e internacional de las Smartcities por el cual sus ciudadanos podrán encontrarse con la eficiencia en el manejo de sus recursos, no en vano, se está trabajando en más y mejores maneras de comercialización y exportación de productos de este sector en la gran mayoría de países a nivel mundial, por ello, las instituciones de educación superior deben juntar esfuerzos con el fin de desarrollar desde las singularidades de cada región aportes que conflagren en mejoras en la manera en que se producen y controlan los procesos de los cultivos en diferentes sectores del entorno nacional.

El uso de inteligencia artificial (IA) en plantas es todavía un campo en desarrollo. Hay muchas aplicaciones en las que el uso de la inteligencia artificial se puede utilizar para ayudar a las plantas a crecer, como monitorear la salud de la planta y predecir el crecimiento futuro. La aplicación de IA en plantas es todavía un campo en desarrollo. Hay muchas aplicaciones posibles para que la IA ayude con el crecimiento de las plantas, como monitorear la salud de las plantas y predecir patrones de crecimiento futuros.

Hace falta explorar el desarrollo de software para el apoyo de la economía agrícola, sin embargo, la presente investigación y el prototipo creado es un primer paso frontal en el mundo de la agricultura de precisión utilizando conceptos de ciencia de datos e inteligencia artificial que genera espacios de conocimiento y crecimiento en las posibilidades de los agricultores colombianos, comenzando con un área específica

Palabras Clave:

Reconocimiento de Imágenes, Inteligencia artificial, Machine Learning, Cloud computing

Abstract

The implementation of knowledge in the agricultural sector, frames an important factor in the politics of the countries, and in the national and international framework of the Smartcities by which its citizens will be able to find the efficiency in the management of their resources, not in vain, work is being done on more and better ways to market and export products in this sector in the vast majority of countries worldwide, therefore, higher education institutions must join forces in order to develop from the singularities of each region contributions that lead to improvements in the way in which crop processes are produced and controlled in different sectors of the national environment.

The use of artificial intelligence (AI) in plants is still a developing field. There are many applications where the use of artificial intelligence can be used to help plants grow, such as monitoring plant health and predicting future growth. The application of AI in plants is still a developing field. There are many possible applications for AI to help with plant growth, such as monitoring plant health and predicting future growth patterns.

It is necessary to explore the development of software for the support of the agricultural economy, however, the present investigation and the prototype created is a first frontal step in the world of precision agriculture using concepts of data science and artificial intelligence that generates spaces of knowledge and growth in the possibilities of Colombian farmers, starting with a specific area

Key Words: Image Recognition, Artificial Intelligence, Machine Learning, Cloud computing

Tabla de Contenido

Introducción	7
Capítulo 1 - Fundamentación conceptual y teórica	9
Capítulo 2 - Aplicación y Desarrollo	13
2.1 Tipo y Diseño de Investigación	13
2.2 Población o entidades participantes	15
2.3 Procedimiento e Instrumentos	15
2.4 Consideraciones Éticas	17
2.5 Alcances y limitaciones	18
Capítulo 3 - Resultados	19
Capítulo 4 - Conclusiones	21
4.1 Cumplimiento de objetivos del proyecto	22
4.2 Aportes a líneas de investigación de grupo y a los ODS	22
4.3 Producción asociada al Proyecto	23
4.4 Líneas de trabajo futuras	23
Referencias	24

Introducción

Toda ciudad debe garantizar a sus habitantes la infraestructura necesaria para tener un hábitad adecuado, sostenible y con acceso a alimentos pertinentes a su necesidad; todo esto se puede lograr mediante el fomento de la agricultura, parte de esto se encuentra en el objetivo de toda ciudad inteligente (smartcity) de tal manera que los gobiernos han empezado a ver la importancia de fomentar la tecnificación de sus procesos agrícolas

Se estima que para el 2050 las personas vivirán en mega ciudades en las cuales la agricultura jugará un papel fundamental y a nivel mundial se espera que el terreno de la producción en proporción con sus habitantes crezca, por lo cual se hace necesario generar escenarios que propendan al desarrollo de este sector en aras de validarlo como funcionalidad económica de las regiones, de tal manera que implementar herramientas tecnológicas en el agro genera posibilidades importantes en el desarrollo de los municipios, sus habitantes y por ende de la nación entera.

En el presente proyecto se plantea con el objetivo de generar tecnología que apunte a la detección temprana de anomalías en las plantas basándose en la creación de un sistema de conocimiento fundamentado en imágenes teniendo en cuenta cuales serían sus características básicas que pueden tener para ser adecuadas para el consumo personal como son el color, tamaño y otras condiciones físicas; de tal manera que se puedan hacer una detección temprana de problemas para generar un escenario de toma de decisiones al respecto de su gestión y dar manejo a algunos imprevistos que se puedan presentar en su cultivo.

La estrategia de reconocimiento de imágenes se utiliza en el mundo en diferentes escenarios, y el sector agrícola no es la excepción, sin embargo, en el país se ha realizado de manera sectorizada en ciertos sectores, sin tocar

de manera directa la producción del campo. Por ello, basándose en el centro de estudios del ISER, que posee escenarios dedicados a la investigación de plantas, se plantea la ejecución del proyecto teniendo como meta su escalabilidad hacia la gestión de grandes volúmenes de información tomadas desde objetos voladores no tripulados, de tal manera que se le pueda brindar desde la academia este servicio al agricultor común.

De esta manera, la facultad ingresa de manera frontal en el mundo de la agricultura de precisión utilizando conceptos de ciencia de datos e inteligencia artificial que genera espacios de conocimiento y crecimiento en las posibilidades de los agricultores colombianos, comenzando con un área específica y un sector agrícola de Colombia que será seleccionado para ser aplicado este sistema de detección de enfermedades

Capítulo 1 – Fundamentación conceptual y teórica

Resumen histórico

El lulo proviene de la especie "**Solanum quitoense**". La planta se encuentra en el hemisferio sur, lo que indica que es una planta tropical que crece en climas cálidos. Esta planta y su fruto se encuentran en unos 8 países latinoamericanos, en algunos países al lulo se le conoce como naranjilla

Sus orígenes se remontan a los pueblos indígenas de diferentes países sudamericanos. Se especula que la primera cosecha de lulos no tenía espinas ni pelusa, y los expertos señalan que los primeros lulos se encontraron en Colombia, Ecuador y Perú, mientras que otras variedades de lulos se encontraron en todo el territorio colombiano, los Andes centrales y al norte de Venezuela. Si bien la historia de lulo sugiere que la fruta llegó a las montañas de Costa Rica y formó estructuras espinosas en su ensamblaje, investigaciones sugieren que estas características se deben a la diversidad de plantas y a la manipulación natural del ecosistema.

Históricamente, el USDA (departamento de agricultura de los Estados Unidos) llevó semillas de lulo a suelo ecuatoriano en 1913 y mediados de 1916 estando en Estados Unidos para el cultivo y comercialización de esta fruta. Adicionalmente, se intentó en California y Florida, pero su clima no lo permitió.

Pero esta evidencia demuestra que los orígenes del lulo no terminaron aquí, se volvió a intentar en 1922, pero ahora en Filipinas, debido a la baja temperatura se trajo una gran cantidad de fruta que luego fue exhibida en la Exposición Global de Nueva York a mediados de 1939, al parecer esta degustación de lulo generó interés de empresas extranjeras y de otros continentes de venir a América Latina o Filipinas para degustar y explotar más de este fruto.

Por otro lado, en la historia de lulo, se dice que once años después, en 1948, se colocaron y posicionaron más de 19 plantas de naranjillas en los campos agrícolas y educativos de la Universidad de Florida. Sí, EE. UU. logró cultivar una planta para cultivar lulos manipulados químicamente con condiciones de ecosistema imperfectas, pero una serie de desastres naturales acabaron con casi todas las fábricas.

Un año después, luego de enormes pérdidas económicas ocasionadas por la inversión de grandes empresas para cosechar lulos, la planta fue operada nuevamente y logró un buen desarrollo, y la fruta estaba un poco más agria de lo habitual. Para 1950, el lulo se producía bien en los Estados Unidos, pero surgieron problemas debido a las grandes pérdidas de cultivos debido a los nódulos de las raíces que afectaron severamente el cultivo. Un año después, el problema afectó nuevamente a las plantas de lulo en los Estados Unidos, y aunque esto finalmente llevó a civiles con un fuerte interés en la agricultura a presentarse e intentar cultivar lulo en casa, el fenómeno no floreció en gran medida.

Para 1962, la fruta naranjilla estaba 100% disponible en los Estados Unidos. Muchos países envasaron la pulpa de lulo para mejorarla con diferentes jugos como el jugo de manzana, luego refrigeraron la mezcla y la vendieron en los grandes mercados, pero este sueño fue aplastado masivamente en 1966. Poner el jugo en una lata le dio un sabor metálico, dijeron los productores.

Esto resultó directamente en que el producto no se pudiera vender a nivel internacional, y el sueño americano se mantendría en 1963 y los países latinoamericanos continuarían utilizando sus recursos naturales para obtener y cultivar lulo de manera casera y local.

Es más popular bajo el nombre de naranjillas en países como Colombia, Perú y Ecuador, pero lo que no se puede cambiar ni nombrar de otra manera es

la historia de la fruta de lulo, que se ha extendido por todo el continente, incluso en países como Honduras y Panamá.

Actualmente, el fruto es obtenido de los bosques lluviosos, cordilleras y los Andes.

Características (Dimensiones y hojas)

El lulo es un arbusto, que tiene hojas grandes, aterciopeladas, cubiertas de pelos cortos de color púrpura de 30 a 45 cm de largo, su forma es ovalada, con bordes ondulados y un pecíolo de hasta 15 cm, tiene ángulos de inserción obtusos o agudos, lo que ayuda para captar la luz que atraviesa el bosque.

El fruto es similar a un tomate, con un diámetro de 4 a 6 cm, tiene la piel de color amarillo, naranja o marrón, está cubierto de pequeñas y finas espinas o pelos. Internamente, se divide en cuatro compartimentos separados por tabiques membranosos, llenos de pulpa verdosa o amarillenta y numerosas semillas pequeñas y blanquecinas.

Es así como en terrenos con mucha pendiente se prefieren distancias de plantación amplias, y en terrenos llanos y/o llanos se puede reducir la distancia entre plantas, obteniendo un mayor número de plantas por hectárea, aumentando la productividad y maximizando la utilidad de las plantas. los sistemas de tutoría. usó.

Las distancias de plantación más adecuadas son 3 m entre hileras y 3 m entre plantas; 2,5 m entre hileras y 2,5 m entre plantas; 3 m entre hileras y 2,5 m entre plantas. Con estas distancias se obtienen densidades de plantación que oscilan entre 1.100 y 1.700 plantas por hectárea.



Imagen.1. Hoja de lulo sana

La demanda mundial de productos agrícolas está aumentando para satisfacer las demandas de los mercados que utilizan productos comestibles y sirven a una población en constante crecimiento. La población mundial se estima en 9.700 millones de personas en 2050, lo que implica la necesidad de mejorar la producción de alimentos. Una posible forma de mejorar el diagnóstico y la optimización para mejorar la producción agrícola es la agricultura de precisión, definida como un conjunto de tecnologías aplicadas en campo, como satélites, sensores e imágenes, y sistemas que recolectan, procesan y analizan datos temporales, espaciales e individuales. datos y combinarlos con otros datos para respaldar decisiones de manejo basadas en la variabilidad estimada para mejorar la eficiencia, productividad, calidad, rentabilidad y sostenibilidad del uso de recursos agrícolas y forestales. Lo anterior es posible gracias a una recolección de datos más eficiente de campos y cultivos de diferentes tamaños y su procesamiento en períodos adecuados. Dicha información proviene de sensores ópticos que facilitan la creación de diferentes tipos de imágenes digitales para el análisis de datos. Durante la última década se han utilizado sensores ópticos (y algoritmos para medir y monitorear la fisiología vegetal, especialmente para la detección temprana de plagas y enfermedades, sanidad vegetal. de plantas, agua o agua salada. Las imágenes digitales

capturadas por estos sensores ópticos se representan como conjuntos de datos bidimensionales (2-D), donde cada píxel representa la unidad más pequeña que se puede controlar y manipular en el espacio de coordenadas geográficas. En agricultura, la aplicación de técnicas orientadas al análisis de imágenes ha sido útil para detectar etapas tempranas de infección o enfermedad, deficiencias de nutrientes y deshidratación. Esto significa mejorar la intervención, prevención y manejo de diversos problemas de manejo de cultivos.

Sin embargo, para el presente proyecto se tenía en cuenta al cultivador colombiano el cual por lo general tiene poco acceso a tecnología, por lo tanto al menos con un celular y una cámara pudiera tomar una fotografía y poder determinar si la planta está con salud o enferma. Por tal motivo el uso de la IA en el reconocimiento de imagen utiliza tecnología y técnicas para ayudar a las computadoras a identificar, etiquetar y clasificar elementos de interés en una imagen. Mientras que los seres humanos procesan las imágenes y clasifican los objetos dentro de las imágenes con bastante facilidad, lo mismo es imposible para una máquina a menos que haya sido entrenada específicamente para hacerlo. El resultado del reconocimiento de imágenes es identificar y clasificar con precisión los objetos detectados en varias categorías predeterminadas con la ayuda de la tecnología de aprendizaje profundo.

Capítulo 2 - Aplicación y Desarrollo

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación es de enfoque cualitativo donde un estudio cuantitativo se basa en otras investigaciones previas. Profundiza en las mismas, combina diferentes técnicas, mejorando la comprensión del problema, mejora la creatividad. Hernández, R; Fernández, C; Baptista, M, (2010) “El análisis cualitativo se utiliza para consolidar las creencias, formuladas de manera lógica en una teoría o un esquema teórico, y establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”. Es decir que el enfoque cualitativo tendrá en cuenta cuales son las temáticas más relevantes sobre ciudades inteligentes y los elementos necesarios para su desarrollo.

El alcance del presente proyecto es de tipo descriptiva, ya que se desarrollará basado en un conjunto de procesos y procedimiento lógicos que permitirán identificar las características de la población. Los estudios descriptivos buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descripción) del fenómeno estudiado a partir de sus características. Describir en este caso es sinónimo de medir. Miden variables o conceptos con el fin de especificar las propiedades importantes de comunidades, personas, grupos o fenómeno bajo análisis. El énfasis está en el estudio independiente de cada característica, es posible que de alguna manera se integren las mediciones de dos o más características con el fin de determinar cómo es o cómo se manifiesta el fenómeno. Pero en ningún momento se pretende establecer la forma de relación entre estas características. En algunos casos los resultados pueden ser usados para predecir.

En cuanto al diseño es una investigación de tipo no experimental porque no manipula intencionalmente variables, ya que no se tiene control directo sobre ellas. Este tipo de proyecto es un diseño transeccionales descriptivo que tiene como objeto indagar la incidencia de las modalidades, que consiste en ubicar un grupo de personas y unas situaciones y de esta manera describir sus sucesos.

2.2 Población o entidades participantes

Se realizó el proyecto con el apoyo y la participación de ISER (Instituto superior de Educación Rural)

2.3 Procedimiento e Instrumentos

Mediante la inspección bibliográfica se estudian las técnicas existentes en la actualidad sobre reconocimiento de imágenes, las cuales tienen aplicaciones diversas y pueden ser aplicadas al sector agrícola. Basados en ellas se apropian e inspeccionan las mejores alternativas para llevar a cabo el reconocimiento de anomalías en ambientes naturales disponibles en la institución ubicada en Norte de Santander.

El proyecto se aplica basándose en la necesidad de inspeccionar las enfermedades de las plantas en su etapa inicial de crecimiento, dado que esta es la época en donde toma fuerza y garantiza su crecimiento, de igual forma es la época en donde es más atacada por plagas y afectada por aspectos climáticos que propicia la adquisición de enfermedades como hongos o pérdida de nutrientes.

Para ello se tomaron de imágenes de plantas que tengan presencia de enfermedades y plantas sanas con el fin de crear una base de conocimiento gráfico que permita la comparación efectiva de cada una de ellas.

Posteriormente se generaron algoritmos y modelos matemáticos que permitieron detectar desde las imágenes la posibilidad de presencia de estas enfermedades y anomalías, lo cual genera un espacio de alertas en cuanto a la detección de las mismas que permite al agricultor tomar decisiones en cuanto a su cultivo.

Para aplicar y escalar el proyecto, se realizan pruebas de manejo de toma de imágenes a distancia mediante un vehículo volador no tripulado con el fin de validar la eficacia en altas distancias en cuanto a la toma y

reconocimiento de las imágenes y el reconocimiento de las anomalías en las mismas.

De esta forma se pretende proponer alternativas de servicios que le impacten al sector agrícola mediante el uso de tecnologías de última generación y posicione las regiones y especies impactadas dentro de la vanguardia a nivel nacional mediante el desarrollo de un prototipo.

Etapas de desarrollo:

1. Se generó una base de conocimiento de diferentes imágenes para el desarrollo de la investigación todas orientadas a la planta del lulo ya que por sus características permiten un

https://drive.google.com/drive/folders/1MMp5nkzeJloLxvmBo41J4YdW_iXvsV3J?usp=share_link

2. Determinar herramienta Tic para el desarrollo de software:

Teniendo en cuenta que el prototipo se debía basar en un modelo matemático sin embargo como las hojas son tan similares el trabajo del 40% de predicción adecuada, por lo tanto, se tuvo que buscar otro método para mejorar.

De tal manera que se buscó el explorar el uso de otras herramientas por lo que se migro para servicios Online:

Esta API está pensada para simplificar la forma en que funcionan las aptitudes y cómo interactúan los desarrolladores con ellas. El objetivo es abstraer las características específicas de la API de la lógica de cada aptitud y aprovechar en su lugar una intuición coherente del desarrollador sobre un amplio conjunto de soluciones y aplicaciones. También está diseñado para aprovechar Windows primitivos, lo que

facilita la interoperabilidad con las API del sistema operativo. Esto constituye una plantilla para derivar de que normaliza el flujo de desarrollador y las interacciones de api en todas las aptitudes.

Azure Custom Vision es un servicio de reconocimiento de imágenes que permite crear, implementar y mejorar sus propios identificadores de imágenes. El servicio Custom Vision está disponible como un conjunto de SDK nativos; además cuenta con interfaz basada en Internet desde el sitio web de Custom Vision.

Donde se creo una aplicación de aprendizaje automático de clasificación de hojas que se pueda ejecutar en cualquier dispositivo de Windows. El modelo se entrenará para que pueda reconocer determinados tipos de patrones y clasificar una imagen de hojas y, cuando se le dé una imagen, devolverá una etiqueta de clasificación y el valor de confianza de porcentaje asociado de esa clasificación.

2.4 Consideraciones Éticas

El proyecto acoge la normativa en ética regulada en los trabajos investigativos interinstitucionales, y no representa ningún riesgo tanto para las personas que están inmersos en el como para la naturaleza y especies estudiadas.

De acuerdo a las características enunciadas en la “POLÍTICA DE ÉTICA, BIOÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA”, el proyecto entra dentro de la categoría a, SIN RIESGO, Y no representa riesgos éticos latentes para ninguno de los miembros ni el manejo de la información, debido a que son características climáticas recopiladas en el ambiente y no son sensibles en cuanto a su contenido publico

2.5 Alcances y limitaciones

El proyecto pretendía generar un prototipo que identificara si la hoja estaba sana o enferma, en un tiempo de 10 meses con la socialización de resultados, el proceso solo duró 8 meses y se cumplió con el objetivo del software funcional, pero para este tipo de procesos se requiere entre 6 y 12 meses para crear un software adecuado y entre 2 y 5 personas que generen el front y clasificación adecuada de las imágenes.

Capítulo 3 - Resultados

En el procesamiento de imágenes con fines de reconocimiento de plagas y morfología de las plantas, existen trabajos como los de Yan et al (2009) quienes proponen un nuevo método para la detección de plagas y el suministro automático de plaguicidas en cultivos en invernaderos. La diferencia de color entre hojas de plantas afectadas y sanas es determinada por medio de segmentación de imagen para identificar posibles plagas. Los resultados son utilizados por un robot que recorre el invernadero suministrando plaguicida donde la identificación de plagas lo indique. Este método se basa en triangulación y visión binocular que permite calcular la posición 3D de la planta. Los trabajos de Noda et al. (2006) tienen como propósito controlar dispositivos periféricos, con base en las características extraídas de las imágenes adquiridas por un servidor de campo utilizado en aplicaciones industriales; estos investigadores pudieron detectar el grado de marchitez de la planta usando métodos de procesamiento de imagen. Husin et al. (2012) propusieron la detección temprana de plagas que afectan la planta de ají a través de la inspección de las características de las hojas o el tallo, utilizando procesamiento de imágenes con el modelo de color RGB, que permite extraer las imágenes capturadas y las secciones correspondientes a las hojas de ají para identificar, por medio de agrupación de colores, aquellas hojas que presentan signos de enfermedad o son atacadas por plagas.

El principal objetivo era que los cultivadores pudieran mediante una herramienta identificar de forma adecuada y sencilla mediante el uso del celular lo cual se logró desplegar en

<https://lighthearted-gumdrop-553314.netlify.app/>

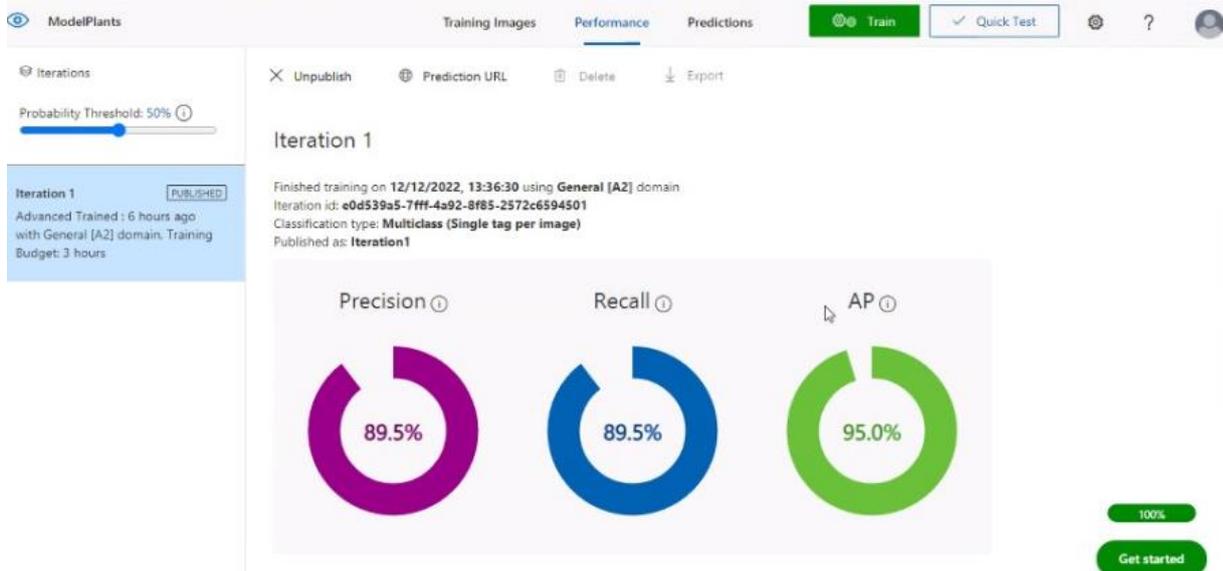


Imagen No. 3 Precisión final del prototipo

Performance Per Tag

Tag	Precision	Recall	A.P.	Image count
diseased_plants	95.0%	86.4%	97.7%	109
healthy_plants	83.3%	93.8%	95.1%	81

100%
Get started

Imagen No. 4 performace del prototipo

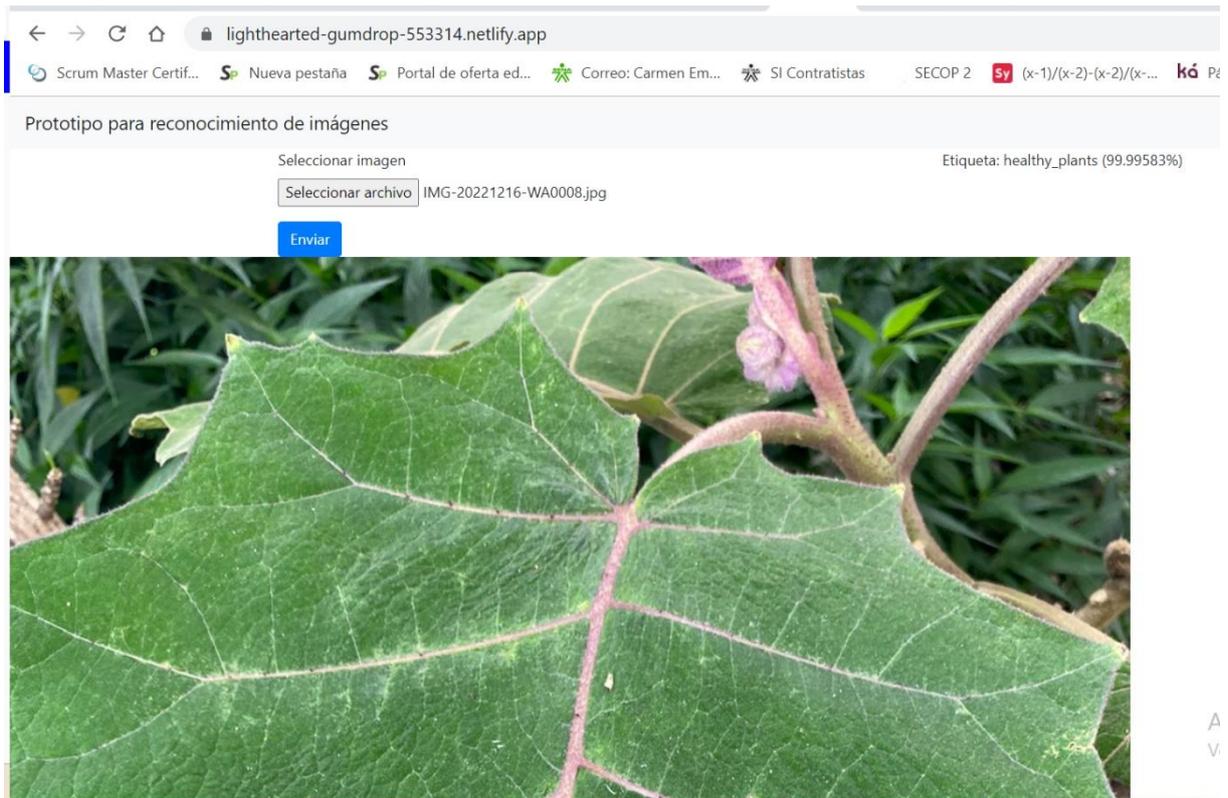


Imagen No. 4

Capítulo 4 - Conclusiones

- Se pudo establecer los cultivos agrícolas la planta del lulo por su tamaño y ya que en la en la ciudad de pamplona norte de Santander con el apoyo INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCACIÓN RURAL – ISER han fomentado los cultivadores de la región en su crecimiento económico y mediante investigaciones previas de la institución asociada
- Por medio del apoyo del ISER se recolectó una base de más de 1000 imágenes para poder realizar el entrenamiento que llegó a un 85% de predicción sobre si la hoja en cuestión estaba o no enferma
- Fueron Dos (2) herramientas evaluadas para el desarrollo del presente proyecto, pero se optó por el que mas se acercará a proveer

el requerimiento final apoyar la agricultura colombiana mediante el reconocimiento de enfermedades por medio de una imagen, por lo que al entrenar máquina pudo generarse el prototipo esperado.

4.1 Cumplimiento de objetivos del proyecto

Teniendo en cuenta que solo se tuvo 8 meses para un proyecto de 10 se desarrolló el prototipo que usa inteligencia artificial, machine learning y cloud computing para el reconocimiento de imágenes. Es un producto innovador dirigido a los cultivos que puede ampliarse a muchos otros tipos de plantas

Se realizó una ponencia, se dejó un artículo, y una ponencia.

4.2 Aportes a líneas de investigación de grupo y a los Objetivos del Desarrollo Sostenible - ODS

Entre 2018 y 2022 se espera beneficiar a 550.000 productores con nueva asistencia técnica agropecuaria y 300.000 con un nuevo modelo de agricultura por contrato.

9. INVERSIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El Gobierno nacional ha fijado como meta duplicar la inversión pública y privada en ciencia y tecnología en 1,5% del PIB a 2022.

FÁBRICAS DE PRODUCTIVIDAD

Para 2022, se apoyarán 4.000 empresas con fábricas de productividad, frente a 200 actuales, para generar una economía dinámica, incluyente y sostenible.

12. NEGOCIOS VERDES

Con el propósito de generar formas de producción alternativas que permitan el uso sostenible del capital natural se pretende impulsar y verificar 1.436 negocios verdes en 2022.

4.3 Producción asociada al proyecto

1. Prototipo de software
2. Ponencia
3. Artículos

4.4 Líneas de trabajo futuras

El presente proyecto tiene una envergadura para cualquier otro tipo de planta solo mediante el entrenamiento del software por lo que las líneas futuras pueden ser inteligencia artificial, machine learning para el área de desarrollo de software en nuevas tecnologías

Referencias

Bernal, JA y Díaz, CA (2006). Materiales locales y mejorados de tomate de árbol, mora y lulo sembrados por los agricultores y cultivares disponibles para su evaluación en Colombia (Boletín divulgativo 7). Rionegro, Colombia: CORPOICA - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Bernal, J. y Londoño, M. (2000). Evaluación de híbridos de lulo en fincas de productores para zonas de clima frío moderado, multiplicado en forma masiva por cultivo de meristemos . Ponencia presentada en el Seminario Técnico Científico, Mosquera.

Bernal, J., Londoño, M., Franco, G., y Lobo, M. (1998). Lulo La Selva. Primer material de lulo mejorado para Colombia (Plegable divulgativo). Rionegro, Colombia: CORPOICA.

Bernal, J., Londoño, M., Franco, G., y Rodríguez, JE (2000). Lulo “La Selva”. Revista Innovación & Cambio Tecnológico, 1 (2), rango de páginas del artículo.

Betancourt, D. (2014). Sistema de visión por computador para detectar hierba no deseada en prototipo de cultivo de frijol usando ambiente controlado. (Proyecto de grado). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de ingeniería electrónica y telecomunicaciones. Bogotá D.C. Colombia.

Cáceres, C. (2015). Procesamiento de imágenes para reconocimiento de daños causados por plagas en el cultivo de *Begonia semperflorens* (flor de azúcar). Acta agronómica. Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1699/169940048012.pdf>. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v64n3.42657>. Acceso: julio 28 de 2019

Cásares, C., Farías, N., García, N. y García, A. (2017). Procesamiento de imágenes de plantas ornamentales multi-escala para calcular su crecimiento. Revista: 3C TIC: Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC, 6(3): 10-25

González, A., Amarillo, G., Amarillo, M. y Sarmiento, F. (2015). "Drones aplicados a la agricultura de precisión". Revista: Revista especializada en ingeniería, 10(2016): 23-37.