

CONTROL DE CALIDAD Y LA DETECCIÓN TEMPRANA DE ENFERMEDADES EN LOS CULTIVOS DE PAPA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Freddy Poma Huanca
java.lyria@gmail.com
Ingeniería Informática
Universidad Nacional “Siglo XX”
Llallagua - Bolivia

Resumen - La papa es uno de los cultivos más importantes en la región norte de Potosí, su calidad y rendimiento son fundamentales para la economía local y el sustento de los agricultores. Los cultivos de papa están expuestos a diversas enfermedades que pueden afectar su calidad y rendimiento.

La aplicación KusiPacha, proporciona información esencial para los agricultores, es una aplicación web para la identificación y clasificación de enfermedades en cultivos de papa mediante el procesamiento de imágenes. Esta aplicación permite la detección de enfermedades comunes en hojas de papa, así como de las plagas más habituales, como la Alternariosis y el Tizón Tardío, que suelen causar daños visibles en las plantas de papa.

La detección temprana de enfermedades es fundamental para los agricultores, y el procesamiento de imágenes se presenta como una herramienta valiosa para lograr este propósito. La aplicación se basa en la identificación y clasificación de enfermedades en hojas de papa, haciendo uso de una red neuronal artificial.

Además, esta aplicación cuenta con un manual de enfermedades disponible en español y quechua, específicamente diseñado para la región del norte de Potosí. Este recurso adicional se suma a la funcionalidad de la aplicación y demuestra un enfoque en la accesibilidad y la relevancia regional.

Palabras Clave - Alternariosis, Inteligencia Artificial, Red neuronal Artificial, Tizón Tardío.

Abstract - The potato is one of the most important crops in the northern region of Potosí, its quality and yield are fundamental for the local economy and the livelihood of farmers. Potato crops are exposed to various diseases that can affect their quality and yield.

The KusiPacha application, providing essential information for farmers, is a web application for the identification and classification of diseases in potato crops through image processing. This application allows the detection of common diseases in potato leaves, as well as the most common pests, such as Alternariosis and Late Blight, which usually cause visible damage to potato plants.

Early disease detection is essential for farmers, and image processing is presented as a valuable tool to achieve this purpose. The application is based on the identification and classification of diseases in potato leaves, using an artificial neural network.

In addition, this application has a disease manual available in Spanish and Quechua, specifically designed for the northern region of Potosí. This additional resource adds to the functionality of the app and demonstrates a focus on accessibility and regional relevance.

Keywords - Alternariosis, Artificial Intelligence, Artificial Neural Network, Late blight.

1.- INTRODUCCIÓN

Desde noviembre de 2022 hasta la fecha, la región del norte de Potosí, Bolivia, ha enfrentado una serie de desafíos climáticos que han llevado a 40 de los 41 municipios a estar en alerta por emergencia. Las sequías, granizadas y heladas han provocado estragos en la producción agrícola, afectando un total de 20,667 hectáreas.

El informe presentado por Javier González, técnico de la unidad de Gestión de Riesgos de la Gobernación de Potosí, revela que durante este período se han registrado 918 eventos de heladas, 257 de granizadas y 661 de sequías. Estos fenómenos climáticos han tenido un impacto económico significativo en 37,737 familias de 1,305 comunidades en todo el departamento.

Las amenazas climáticas pueden propagarse de manera rápida y tener un impacto devastador en la vida de las

personas y en la agricultura, que es una parte fundamental de la economía regional. Es en este contexto que la agricultura de precisión desempeña un papel crucial. Al aprovechar las tecnologías de inteligencia artificial (IA), es posible abordar estos desafíos de manera más inteligente y eficaz.

A pesar de ser una de las industrias más antiguas, la agricultura requiere una renovación que incorpore tecnologías avanzadas. La IA puede mejorar diversos aspectos de la agricultura, como la optimización del monitoreo del estado del suelo, el control efectivo de plagas y el uso de índices de vegetación para mejorar la producción y la resiliencia en un entorno climático cambiante. La adopción de estas tecnologías puede desempeñar un papel crucial en la seguridad alimentaria y la sostenibilidad en la región del norte de Potosí y en todo el mundo.

2.-MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo esta investigación, se emplean métodos que se dividen en tres fases fundamentales:

- La primera fase se centra en el etiquetado preciso del conjunto de datos, lo que implica la creación de imágenes de entrenamiento y pruebas. Este proceso es crucial para garantizar la eficacia del modelo.
- En la segunda fase, se procede al entrenamiento del modelo utilizando un lenguaje de programación. Se emplean redes neuronales convolucionales para desarrollar una inteligencia artificial capaz de cumplir con los objetivos establecidos. Este entrenamiento es esencial para que el modelo pueda reconocer patrones y características específicas.
- En la última fase, se adquieren fotografías de cultivos que se sospecha que están afectados por enfermedades. Estas imágenes se someten al modelo de inteligencia artificial, que proporciona resultados de manera automática. Este paso es crucial para la detección y clasificación automatizada de enfermedades en los cultivos.

Por otro lado, es imprescindible el uso de Software los cuales son.

Python: Es un lenguaje de programación interpretado de alto nivel y se caracteriza por contar y permitir trabajar con muchas librerías asociados al manejo de grandes cantidades de datos y la computación científica.

Librerías: Las librerías que se usan en esta investigación son:

- **NumPy:** NumPy se utiliza para la creación de estructuras de datos universales, lo que facilita un análisis de datos más eficiente. Permite intercambiar datos entre diferentes algoritmos y trabajar con vectores multidimensionales y matrices de gran capacidad (Cardellino, 2021).
- **OpenCV:** OpenCV es una biblioteca de código abierto ampliamente empleada en Python. Ofrece implementaciones de más de 2500 algoritmos y se utiliza principalmente en aplicaciones de visión por computadora. Es especialmente útil en la detección de

rostros y objetos en campos como la fotografía, el marketing y la seguridad (Marin, 2020).

- **Python Imaging Library (PIL):** PIL posibilita la edición de imágenes directamente desde Python. Ofrece soporte para una variedad de formatos de archivos de imágenes, incluyendo los más comunes como GIF, JPEG y PNG.

- **Imutils:** Imutils es un paquete basado en OpenCV que simplifica la llamada a la interfaz de OpenCV. Facilita la ejecución de operaciones como traducción, rotación, zoom y esqueletización de imágenes de manera más concisa (Soto, 2020).

3.- RESULTADOS

De acuerdo al objetivo que se persigue en esta investigación, los resultados son altamente positivos. La aplicación web desarrollada para la detección de enfermedades en plantas de papa proporciona una identificación confiable de los tipos de enfermedades, permitiendo a los agricultores reaccionar de manera anticipada. Además, se presenta en el idioma de la región, lo que aumenta su accesibilidad.

La plataforma también incluye pronósticos del tiempo que abarcan toda la semana. Estos pronósticos son esenciales para prever medidas contra posibles sequías, lluvias y otros desastres naturales.

En resumen, los resultados de la investigación respaldan la creación de una herramienta valiosa que no solo detecta enfermedades en los cultivos de papa, sino que también proporciona información climática esencial. Esto permite a los agricultores tomar decisiones informadas y anticiparse a situaciones potencialmente perjudiciales, contribuyendo así a la agricultura sostenible y la prevención de desastres naturales.

Pronóstico del tiempo

El módulo de pronóstico del tiempo en la aplicación KusiPacha desempeña un papel fundamental al capturar datos de una API de pronósticos del clima en tiempo real. Esto proporciona a los agricultores información actualizada y precisa sobre las condiciones meteorológicas, lo que les permite tomar las precauciones necesarias ante posibles desastres naturales y eventos climáticos adversos.



Fig. 1: Pronóstico del tiempo
Fuente: Elaboración propia

Calculadora de Fertilizantes

Este módulo permite a los agricultores calcular con precisión la cantidad necesaria de fertilizantes para sus cultivos, lo que no solo maximiza la eficiencia en la utilización de recursos, sino que también reduce los costos y minimiza el impacto ambiental. Al evitar el uso excesivo de fertilizantes, se disminuye la contaminación del suelo y del agua, se protege la biodiversidad y se promueve la agricultura sostenible.

Fig. 2: Calculadora de Fertilizantes
Fuente: Elaboración propia

Guía informativa

El módulo de guía informativa sobre enfermedades de plantas de papa en la aplicación KusiPacha es una valiosa herramienta para los agricultores. Ofrece información detallada sobre las enfermedades que afectan a los cultivos de papa y brinda orientación sobre cómo abordar estas afecciones de manera efectiva.



Fig. 3: Guía de Enfermedades
Fuente: Elaboración propia

Inteligencia Artificial

Este módulo incluye un modelo de inteligencia artificial previamente entrenado, lo que aumenta significativamente la eficiencia y precisión en la identificación de enfermedades en los cultivos.



Fig. 4: Detector de Enfermedades
Fuente: Elaboración propia

```
[ ] modeloCNN2_AD = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Conv2D(32, (3,3), activation='relu', input_shape=(100, 100, 1)),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
    tf.keras.layers.Conv2D(64, (3,3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),
    tf.keras.layers.Conv2D(128, (3,3), activation='relu'),
    tf.keras.layers.MaxPooling2D(2, 2),

    tf.keras.layers.Dropout(0.5),
    tf.keras.layers.Flatten(),
    tf.keras.layers.Dense(250, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(1, activation='sigmoid')
])

[ ] modeloCNN2_AD.compile(optimizer='adam',
    loss='binary_crossentropy',
    metrics=['accuracy'])
```

Fig. 5: Modelo de Red Neuronal
Fuente: Elaboración propia

4.- CONCLUSIONES

En conclusión, la investigación que respalda la aplicación KusiPacha para la detección de enfermedades en cultivos de papa y el pronóstico del tiempo se traduce en un avance significativo en la agricultura de precisión y la gestión de riesgos en la región del norte de Potosí, Bolivia.

Esta herramienta tecnológica no solo ofrece una identificación confiable de enfermedades en las plantas de papa, sino que también brinda información climática esencial para los agricultores y la comunidad en general.

El acceso a pronósticos precisos del tiempo permite a los agricultores tomar decisiones informadas y anticiparse a las condiciones climáticas cambiantes, lo que es crucial para la prevención de desastres naturales y la promoción de la agricultura sostenible. Además, la inclusión de información en el idioma local aumenta la accesibilidad de la aplicación, garantizando que sea una herramienta efectiva y relevante para la comunidad.

En última instancia, la combinación de tecnología, detección de enfermedades y pronósticos climáticos en KusiPacha ilustra cómo la innovación puede marcar una diferencia significativa en la vida de los agricultores y en la seguridad alimentaria de la región.

La investigación y el desarrollo continuo de herramientas como esta son esenciales para enfrentar los desafíos agrícolas y climáticos en el siglo XXI. KusiPacha ejemplifica el poder de la tecnología para mejorar la agricultura y la calidad de vida en las

comunidades agrícolas.

REFERENCIAS

Cardellino, F. (marzo de 2021). Free CodeCamp. Obtenido de <https://www.freecodecamp.org/espanol/news/la-guia-definitiva-del-paquete-numpy-para-computacion-cientifica-en-python/>

Chanampe, Hugo(2019), et al. Modelo de redes neuronales convolucionales profundas para la clasificación de lesiones en ecografías mamarias. En XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan.

Flores, S. (1 de Noviembre de 2010). La Criminalística y sus Disciplinas. Recuperado el 3 de Noviembre de 2022, de <http://lacriminalisticaysusdisciplinas.blogspot.com/>

García, E. T., & González, S. P. (2009). Plagas y enfermedades de la papa. Identificación y control. Mosquera, Colombia.

Izaurieta, Fernando; Saavedra, Carlos(2000). Redes neuronales artificiales. Departamento de Física, Universidad de Concepción Chile

Marin, R. (Febrero de 2020). Revista Digital. Obtenido de <https://www.inesem.es/revistadigital/informatica-y-tics/opencv/>

Soto, W. Q. (Septiembre de 2020). ResearchGate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/344366648_Deteccion_de_imagenes

Trujillo, E., & Perera, S. (2019). Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de papas.

Velasteguí, M. A. Y. (2020). Detección de enfermedades en cultivos de Papa usando procesamiento de imágenes. Cumbres, 6(1), 43-52.

(S/f-b). Com.bo. Recuperado el 16 de octubre de 2023, de <https://www.opinion.com.bo/articulo/cochabamba/diez-plagas-12-males-afectan-agricultura-varios-municipios/20160612200100552612.html>