

## RESUMEN

El gran desarrollo que han tenido las Redes Neuronales Artificiales (RNA) en los últimos años ha causado un enorme impacto en las diversas áreas del conocimiento, incluyendo la Biología. Las RNA pueden ser entrenadas para aprender a clasificar patrones en imágenes, con distintos propósitos. El presente proyecto de titulación tiene como objetivo desarrollar un sistema capaz de reconocer 3 tipos de hongos presentes en plantas de maíz, mediante el uso de microfotografías. El sistema está basado en Morfometría y en el uso de algoritmos de Redes Neuronales Profundas (Deep Neural Networks) con lo que se ha logrado el aprendizaje de patrones a partir de un conjunto de imágenes. Las imágenes utilizadas para el entrenamiento de la red neuronal fueron obtenidas del laboratorio de Fitopatología de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario - AGROCALIDAD, institución pública adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dichas imágenes pertenecen a 3 plagas que afectan al maíz: *Curvularia lunata*, *Ustilago maydis*, y *Helminthosporium maydis*. El módulo de Morfometría implementado permite procesar la imagen y realizar las mediciones de las plagas en cada muestra. Las mediciones se alojan en la base de conocimiento y las imágenes tratadas se guardan dentro del corpus de imágenes para su aprendizaje. Fueron implementados 4 tipos de algoritmos, 2 de Clasificación y 2 tipos de RNA, de los cuales para el módulo de Morfometría se obtuvieron mejores resultados con el algoritmo Random Forest, ya que obtuvo un margen de confiabilidad de 99 % y para el módulo de Diagnostico se obtuvo un mejor aprendizaje con la Red Neuronal Convolutiva, ya que los resultados logrados tuvieron un margen de confiabilidad del 98 %.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **MORFOMETRÍA**
- **REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES**
- **CLASIFICADORES**
- **PLAGAS DEL MAÍZ**

## **ABSTRACT**

The great development that Artificial Neural Networks (ANNs) have had in recent years has caused a huge impact on different areas of knowledge, including Biology. ANNs can be trained to learn to classify patterns in images, with different purposes. This project aims to develop a system capable of recognizing 3 types of fungi present on corn plants, through microphotographs. The system is based on Morphometry and on the use of deep neural networks algorithms, with which a learning of patterns from a set of images has been achieved. The images used for training of the neural network were obtained from the Laboratory of Phytopathology at the Phyto- and Zoosanitary Regulation and Control Agency (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario) – Agrocalidad, public institution attached to the Ministry of Agriculture and Livestock (Ministerio de Agricultura y Ganadería). These images belong to 3 pests that affect corn: *Curvularia lunata*, *Ustilago maydis* and *Helminthosporium maydis*. The implemented morphometry module allows to process the image and to take pest measurements on each sample. Measurements are stored in the knowledge base and the treated images are stored in the images corpus for its learning. Four types of algorithms were implemented, two of classification and two types of ANNs, of which, for the morphometry module the best results were obtained with the Random Forest algorithm, with a 99% reliability margin, and for the diagnosis module the best learning was obtained with the Convolutional Neural Network, the results achieved had a 98% reliability margin.

### **KEYWORDS:**

- **MORPHOMETRY**
- **CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS**
- **CLASSIFIERS**
- **CORN DISEASES**