

### **Desarrollo de una herramienta para identificar información sobre plantas medicinales en la región Apan Hidalgo, utilizando tecnologías de la industria 4.0**

#### **Development of a tool for identifying and preserving knowledge about medicinal plants in the Apan region Hidalgo, utilizing Industry 4.0 technologies**

Efrén Rolando, ROMERO LEÓN<sup>1\*</sup>, Olivia, VÁZQUEZ JIMÉNEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Carretera Apan-Tepeapulco Km 3.5, Colonia Las Peñitas, C.P. 43900, Apan Hidalgo, México.*

<sup>2</sup> *Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de servicios No. 154 Porfirio Bonilla s/n, Francisco Sarabia, 90207 Heroica Cdad. de Calpulalpan, Tlaxcala, México.*

*(0009-0002-7479-7262, 0009-0006-6669-4246)*

Sent date: 25/January/2025 Acceptance date: 31/March/2025

---

#### **Abstract:**

In recent years, the use of emerging technologies has grown in any area, including health. This work consists of the development of an innovative application designed to identify medicinal plants in the Apan region, Hidalgo, taking advantage of cutting-edge technologies such as Deep Learning and Machine Learning powered by libraries such as TensorFlow. This tool ensures highly accurate and real-time results, accessible from any internet-enabled device with a camera. Users can scan plants—whether dried or alive—using their device to obtain detailed information about their medicinal properties, traditional uses, and potential benefits. The application also includes a database of local botanical knowledge, curated in collaboration with experts and indigenous communities. Unfortunately, this ancestral knowledge is at risk of being lost, as younger generations are increasingly unfamiliar with medicinal plants, and the elders who possess this wisdom are not always able to pass it on. By combining advanced technology with traditional wisdom, the app not only facilitates the identification of plants but also promotes the preservation and dissemination of this invaluable heritage. This initiative aims to bridge the gap between modern science and traditional practices, ensuring that future generations can access and benefit from this knowledge before it disappears. Additionally, the app fosters environmental awareness by encouraging users to learn about and protect local biodiversity.

**Keywords:** Machine learning, Industry 4.0, Biodiversity preservation.

---

#### **Resumen:**

En los últimos años ha crecido el uso de las tecnologías emergentes en cualquier área, sin dejar de incluir la salud. El presente trabajo consiste en el desarrollo de una aplicación innovadora diseñada para identificar plantas medicinales en la región de Apan, Hidalgo, aprovecha tecnologías de

---

vanguardia como Deep Learning y Machine Learning impulsado por bibliotecas como TensorFlow. Esta herramienta garantiza resultados altamente precisos y en tiempo real, accesibles desde cualquier dispositivo con cámara y conexión a internet. Los usuarios pueden escanear plantas, ya sea secas o vivas, utilizando su dispositivo para obtener información detallada sobre sus propiedades medicinales, usos tradicionales y beneficios potenciales. La aplicación también incluye una base de datos de conocimiento botánico local, elaborada en colaboración con expertos y comunidades indígenas. Lamentablemente, este conocimiento ancestral está en riesgo de perderse, ya que las nuevas generaciones están cada vez menos familiarizadas con las plantas medicinales, y las personas mayores que poseen esta sabiduría no siempre logran transmitirla. Al combinar tecnología avanzada con sabiduría tradicional, la aplicación no solo facilita la identificación de plantas, sino que también promueve la preservación y difusión de este invaluable legado. Esta iniciativa busca cerrar la brecha entre la ciencia moderna y las prácticas tradicionales, asegurando que las generaciones futuras puedan acceder y beneficiarse de este conocimiento antes de que desaparezca. Además, la aplicación fomenta la conciencia ambiental al animar a los usuarios a aprender sobre y proteger la biodiversidad local.

**Palabras clave:** Aprendizaje automático, Industria 4.0, Preservación de la biodiversidad.

---

\* Corresponding author. E-mail: [eromero@itesa.edu.mx](mailto:eromero@itesa.edu.mx)  
Tel. 7491038986

## 1. Introducción

La medicina tradicional que se ha transmitido de generación en generación basada en el uso de plantas es un patrimonio cultural y biológico invaluable en la región de Apan Hidalgo ya que lamentablemente, se encuentra en riesgo de desaparecer debido a la falta de interés de las nuevas generaciones y a la pérdida progresiva de los saberes de las comunidades locales. El avance de la tecnología digital permite desarrollar herramientas que preserven este conocimiento y lo acerquen a las nuevas generaciones. En este contexto, se propone la creación de una Aplicación Móvil que utiliza inteligencia artificial (IA) con capacidad de reconocimiento en tiempo real de plantas medicinales en diferentes estado -vivas o secas - propias de Apan, Hidalgo, con el objetivo de preservar y democratizar el conocimiento, acceso a estos saberes tradicionales por parte de las nuevas generaciones que los desconocen, y promover su uso responsable y sostenible de estas plantas en la salud de las comunidades. El uso de las herramientas facilitadoras de la industria 4.0, en particular la inteligencia artificial (IA) se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el reconocimiento de patrones, el aprendizaje y la toma de decisiones. En este proyecto, se emplean algoritmos de machine learning (aprendizaje automático), una rama de la IA, entrenados con grandes volúmenes de datos para identificar plantas medicinales con alta precisión. Estas tecnologías, implementadas mediante bibliotecas especializadas como tensorflow, permiten a la aplicación reconocer plantas en diferentes estados (vivas o secas) y proporcionar información detallada sobre sus propiedades medicinales, usos tradicionales y aplicaciones en la salud natural.

El uso de las herramientas facilitadoras de la industria 4.0, en particular la inteligencia artificial (IA) en el reconocimiento de plantas es un enfoque innovador que garantiza precisión y rapidez en la identificación. La aplicación está diseñada para ser accesible y fácil

de usar, permitiendo escanear plantas mediante el uso de la cámara de sus dispositivos móviles. La hacerlo, se genera información que incluye no solo información científica, sino también datos recopilados de las comunidades locales, asegurando que el conocimiento ancestral sea respetado y preservado dentro del contexto cultural. Dado el auge del uso de dispositivos móviles, esta herramienta está dirigida al público en general pero también se consideró para investigadores y especialista en botánica, fomentando así un mayor interés y aprecio por la medicina tradicional y la biodiversidad al destacar la importancia de las plantas y su papel en los ecosistemas locales.

En un futuro, se espera que esta herramienta sirva como modelo para otras regiones con tradiciones y un tesoro botánico que requiera ser preservador a las nuevas generaciones de manera accesible e intuitiva.

## 2. Revisión de la literatura

En los últimos años, las aplicaciones móviles han revolucionado la manera en que las personas identifican y aprenden sobre las plantas. Herramientas como Pl@ntNet permiten a los usuarios reconocer diversas especies vegetales a través de fotografías, empleando inteligencia artificial para identificar miles de plantas silvestres de diferentes continentes, así como variedades ornamentales y cultivadas. Otra aplicación notable es PlantSnap, que ofrece una base de datos y funciones similares, facilitando el acceso al conocimiento botánico desde dispositivos móviles.

En algunas investigaciones como Sweeney et al. (2018); Ullah, S., & Khan, S. (2016) y Ytow, N., & Okada, K. (2012), se enfocan en una solución sobre la consulta de información de plantas con el uso de técnicas web para que el usuario pueda realizar las consultas online desde un ordenador.

Trabajos desarrollados como Muñoz, I., & Bolt, A. (2021); Goeau et al. (2018); Mader et al. (2021) y Van Horn et al. (2021) presentan una implementación de una aplicación móvil que utiliza redes neuronales convolucionales o técnicas de inteligencia artificial con la finalidad de clasificar de mejor manera los datasets sobre imágenes de especies de flora, abordando también técnicas para la predicción de especies.

Respecto al proyecto **PlantNet**, una aplicación móvil que utiliza técnicas de visión por computadora y machine learning para identificar plantas a partir de imágenes capturadas por los usuarios. Desarrollada por Joly et al. (2014), PlantNet se basa en una base de datos colaborativa que permite a los usuarios contribuir con imágenes y datos para mejorar la precisión del sistema. Este enfoque comunitario es uno de sus elementos más novedosos, ya que combina el poder de la inteligencia artificial con la participación activa de los usuarios. Sin embargo, a diferencia nuestra aplicación, PlantNet no integra explícitamente el conocimiento tradicional o ancestral en su base de datos.

Otro proyecto relevante es **LeafSnap**, desarrollado por Kumar et al. (2012). Esta aplicación móvil, creada por investigadores de la Universidad de Columbia, la Universidad de Maryland y el Smithsonian Institution, esté proyecto utiliza algoritmos de reconocimiento de imágenes

para identificar especies de árboles a partir de fotografías de sus hojas. LeafSnap destaca por hacer uso de imágenes de alta resolución y una base de datos científica, lo que permite una identificación precisa de la especie. No obstante, su enfoque se limita a la identificación de árboles y no aborda la preservación del conocimiento tradicional ni la colaboración con comunidades locales, aspectos clave de la aplicación que proponemos.

Por otro lado, **iNaturalist** es una plataforma en línea y una aplicación móvil que combina técnicas de aprendizaje automático (machine learning) con la colaboración de una comunidad global de expertos y entusiastas, diseñada para la identificación de plantas y animales. Este proyecto, desarrollado por la California Academy of Sciences y la National Geographic Society, emplea algoritmos avanzados de reconocimiento de imágenes para sugerir identificaciones a partir de fotografías subidas por los usuarios. Según Seltzer y Long (2020), uno de los elementos más destacados de iNaturalist es el proceso de validación de estas identificaciones por parte de especialistas, lo que garantiza una mayor precisión y confianza en los resultados. No obstante, aunque iNaturalist fomenta activamente la participación comunitaria, su enfoque no incluye de manera explícita la preservación del conocimiento tradicional ni la integración de saberes ancestrales, aspectos que son pilares fundamentales en nuestra propuesta

**Flora Incognita**, desarrollada por Rzanny et al. (2019), es una aplicación móvil que utiliza algoritmos de machine learning para identificar plantas a partir de imágenes. Diseñada para el público en general, Flora Incognita se enfoca en la educación ambiental y la facilidad de uso. Su base de datos de plantas europeas permite una identificación precisa, pero, al igual que los otros proyectos mencionados, no integra el conocimiento tradicional ni colabora con comunidades indígenas para enriquecer su base de datos.

En comparación con estos proyectos, nuestra aplicación destaca por su enfoque holístico, que combina tecnología avanzada con sabiduría tradicional. Mientras que PlantNet (Joly et al., 2014), LeafSnap (Kumar et al., 2012), iNaturalist (Seltzer & Long, 2020) y Flora Incognita (Rzanny et al., 2019) se centran principalmente en la identificación de plantas, la aplicación desarrollada en Apan, Hidalgo, va un paso más allá al integrar una base de datos de conocimiento botánico local. Esta base de datos ha sido elaborada en estrecha colaboración con expertos y comunidades locales. Dicho enfoque no solo facilita la identificación de plantas, sino que también promueve la preservación del conocimiento ancestral y fomenta la conciencia ambiental, aspectos que no son abordados de manera explícita en los otros proyectos mencionados.

### 3. Metodología y desarrollo

La metodología aplicada en el desarrollo de la herramienta se basó en un enfoque en cascada. Este método secuencial y controlado resultó especialmente beneficioso para nuestro proyecto, proporcionando una secuencia clara y estructurada de cada etapa, lo cual facilitó tanto la planificación como la gestión. Al permitirnos revisar y evaluar cada fase antes de avanzar, aseguramos que se cumplieran los estándares de calidad en cada etapa. Cada fase

del proyecto generó una documentación detallada, lo que facilita la continuidad y el mantenimiento futuro. Además, la metodología en cascada es especialmente adecuada para proyectos pequeños con requerimientos bien definidos, lo que permitió que abordara los problemas en etapas tempranas, minimizáramos los riesgos y logáramos resultados más confiables.

La primera fase fue realizar una exhaustiva recopilación de datos en la región de Apan y sus alrededores. Se realizaron entrevistas con personas mayores y abuelitos, quienes poseen conocimientos ancestrales sobre las plantas medicinales. Estos testimonios fueron fundamentales, proporcionando una base de datos valiosa sobre las especies, sus usos y propiedades. Esta información se complementó con la revisión bibliográfica y la consulta con expertos locales en botánica.

Posteriormente, se analizaron los datos recolectados y se diseñó un modelo de inteligencia artificial (IA) utilizando técnicas avanzadas de aprendizaje. Posteriormente se seleccionaron y etiquetaron manualmente las imágenes más representativas de las plantas medicinales. Se seleccionaron 60 plantas de la región, eligiendo las más importantes y relevantes. Para probar el modelo, se eligieron dos docenas de las plantas más representativas. Dicho proceso permitió cargar las imágenes, etiquetarlas y entrenar la red neuronal de manera eficiente. Se logró mejorar la precisión al dividir el conjunto de datos en subconjuntos de entrenamiento, validación y prueba para evaluar el desempeño del modelo de IA. Se entrenó el modelo utilizando tensorflow, ajustando los hiperparámetros para optimizar la precisión y velocidad de identificación, logrando así desarrollar un modelo capaz de reconocer plantas medicinales tanto en su estado natural como seco con alta precisión. De esta manera, se obtuvo como resultado un modelo capaz de reconocer plantas medicinales tanto en su estado natural como seco con alta precisión. El diseño arquitectónico de la solución se muestra en la Figura 1.

### DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA SOLUCIÓN

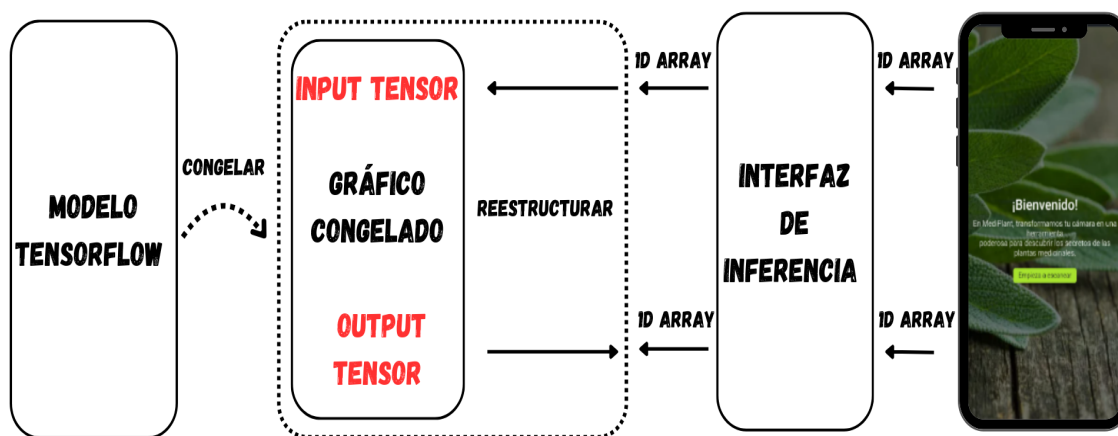
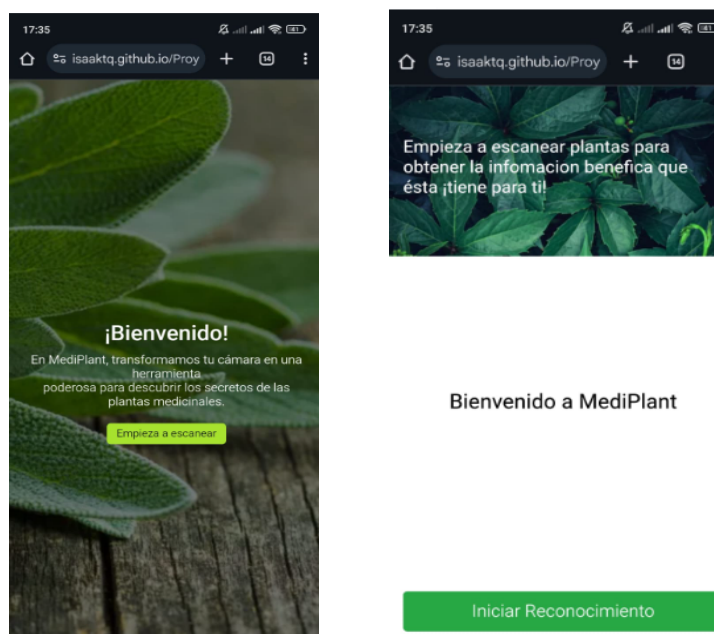


Figura 1. Estructura del diseño arquitectónico de la solución de la aplicación.

Paralelamente, diseñamos y desarrollamos la interfaz de usuario (ver Figura 2) utilizando tecnología web Responsiva lo que permiten una adaptación responsiva a diferentes dispositivos, como celulares y tabletas conectadas a internet. Nuestra prioridad fue crear una experiencia amigable e intuitiva, ya que la mayoría de los usuarios serán personas que trabajan en el campo y solo tienen acceso a estos dispositivos. La interfaz de la aplicación está diseñada para que puedan escanear plantas en tiempo real y obtener información detallada sobre cada especie reconocida, con un enfoque especial en plantas medicinales y autóctonas de la región.

Durante el desarrollo del proyecto, se identificó una necesidad clave: hacer que la aplicación fuera accesible para personas con discapacidad visual, en la Figura 3 se muestra el diseño de la implementación para el funcionamiento de la lectura en voz alta. Este hallazgo surgió a partir de las pruebas de campo, donde se observó que algunas personas tenían dificultades para leer o no podían hacerlo debido a debilidades visuales.

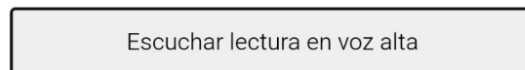


**Figura 2.** Diseño de la interfaz de bienvenida y reconocimiento.

Con el objetivo de garantizar una experiencia inclusiva, el equipo incorporó una funcionalidad de lectura en voz alta. Esta mejora permite que los usuarios obtengan información sobre las plantas medicinales de la región sin necesidad de leer la pantalla. La inclusión de esta característica refuerza el compromiso del proyecto con la accesibilidad y la usabilidad, asegurando que la herramienta sea útil para todos los interesados en el conocimiento botánico, independientemente de sus capacidades visuales.

- **Protección de la piel:** Aplicada de forma tópica en algunos preparados, la buganvilia puede ayudar a calmar irritaciones cutáneas leves y a promover la cicatrización de heridas.

Con estos amplios beneficios, la buganvilia es una planta medicinal valiosa que puede ser utilizada en diversas formas, desde infusiones hasta aplicaciones tópicas, para promover el bienestar.



**Figura 3.** Diseño de la implementación de la lectura en voz alta.

## 4. Resultados

Una vez desarrollada la herramienta, se realizaron pruebas de campo para evaluar su desempeño en condiciones reales. Se escanearon un total de 60 plantas, de las cuales 47 fueron clasificadas correctamente, resultando en una precisión del 78.33%. Durante estas pruebas, se enfrentaron algunos desafíos, especialmente con las plantas en estado seco, ya que no se lograron obtener muchas fotografías en estas condiciones, lo que afectó la precisión del modelo. Además, las fotos fueron tomadas en condiciones naturales, sin filtros, sin iluminación artificial ni el uso de cámaras profesionales, lo que también contribuyó a un porcentaje de error. Las pruebas se llevaron a cabo en el campo, teniendo en cuenta los problemas inherentes de conectividad a internet. Se analizaron los resultados y se realizaron mejoras basadas en el feedback de los usuarios, con el objetivo de optimizar la herramienta para su uso en entornos rurales.

Finalmente, se implementaron y optimizaron las funcionalidades de la herramienta. Utilizando técnicas avanzadas de machine learning, se logró minimizar significativamente los tiempos de respuesta y garantizar una mayor velocidad en la identificación de plantas. Además, se retomaron nuevas fotografías de algunas plantas en sus dos estados (natural y seco), lo que mejoró significativamente los resultados del modelo. Durante las pruebas de campo, se observó que muchas personas presentaban algún tipo de dificultad para la lectura y el manejo de la aplicación. Para abordar este problema, se contempló la accesibilidad de la herramienta, incorporando la funcionalidad de lectura en voz alta para personas con dificultades visuales. De esta manera, la herramienta no solo representa una solución innovadora para la preservación del conocimiento botánico, utilizando tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y la Industria 4.0, sino que también asegura una experiencia inclusiva para todos los usuarios, incluyendo aquellos con discapacidades motoras.

## 5. Conclusiones

El proyecto presenta una solución innovadora para la preservación del conocimiento botánico mediante el uso de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial. La plataforma no solo permitirá identificar plantas medicinales de manera precisa, sino que también contribuirá al rescate del patrimonio cultural de Apan, Hidalgo. La implementación de funcionalidades accesibles como la lectura en voz alta asegurará una experiencia inclusiva para todo tipo de usuarios.

Más adelante, se espera ampliar el proyecto para que pueda reconocer una mayor variedad de plantas y alcanzar un porcentaje de precisión del 98% lo que lo haría más eficiente. Además, se espera explorar colaboraciones con instituciones educativas y centros de investigación para expandir el proyecto a otras regiones.

El proyecto presentado ofrece una solución innovadora para la preservación del conocimiento botánico mediante el uso de tecnologías como la inteligencia artificial y la Industria 4.0. La plataforma no solo permitirá identificar plantas medicinales de manera precisa, sino que también contribuirá al rescate del patrimonio cultural de Apan, Hidalgo. La implementación de funcionalidades accesibles como la lectura en voz alta asegurará una experiencia inclusiva para todo tipo de usuarios, permitiendo que el conocimiento esté al alcance de todos, independientemente de sus capacidades visuales.

Además, se espera que la precisión de la herramienta mejore significativamente con el uso continuo y la incorporación de más imágenes de las plantas en sus estados seco y vivo. Con la obtención de un mayor número de fotografías en estas condiciones, el modelo podrá optimizar su rendimiento y alcanzar una precisión del 98%, lo que lo hará aún más eficiente. Asimismo, la herramienta puede mejorarse con la incorporación de más conocimientos ancestrales, enriqueciendo así la base de datos con información valiosa y detallada.

De cara al futuro, se plantea la expansión del proyecto para reconocer una mayor variedad de plantas y otros elementos del ecosistema, como hongos y árboles. Esta ampliación permitirá que la herramienta sea de utilidad no solo para la identificación de plantas medicinales, sino también para la preservación de otros componentes importantes del bosque y la región. Además, se espera explorar colaboraciones con instituciones educativas y centros de investigación para expandir el proyecto a otras regiones, promoviendo así el rescate y la conservación del conocimiento botánico y ecológico a mayor escala.

## 6. Referencias

Goeau, H., Bonnet, P., Joly, A., Molino, J. F., Barthelemy, D., & Boujemaa, N. (2018). Pl@ntNet: A deep learning-based mobile application for plant identification. *Biodiversity Informatics*, 13(1), 14-28.

Joly, A., Bonnet, P., Goëau, H., Barbe, J., Selmi, S., Champ, J., ... & Boujemaa, N. (2014). PlantNet: A participatory database for plant identification. *Proceedings of the 2014 ACM Conference on Multimedia*, 517-518. <https://doi.org/10.1145/2647868.2655055>

*Revista Internacional Socio-Innova-Tec Del Altiplano*

- Kumar, N., Belhumeur, P. N., Biswas, A., Jacobs, D. W., Kress, W. J., Lopez, I. C., & Soares, J. V. B. (2012). LeafSnap: A computer vision system for automatic plant species identification. *Proceedings of the 12th European Conference on Computer Vision (ECCV)*, 502–516. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33709-3\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33709-3_36).
- Mader, P., Otte, J., Speck, T., & Weigend, M. (2021). Flora Incognita: AI-driven plant identification for citizen science and education. *Ecological Informatics*, 61, 101198.
- Muñoz, I., & Bolt, A. (2021). Diseño y desarrollo de aplicación móvil para la clasificación de flora nativa chilena utilizando redes neuronales convolucionales, <https://arxiv.org/abs/2106.06592>
- Seltzer, C. E., & Long, M. M. (2020). iNaturalist: A Nature App that Connects Citizens to Science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(9), 458-459. <https://doi.org/10.1002/fee.2235>
- Sweeney, P. W., Stagg, C., Ríos, N., & Kriebel, R. (2018). Digitization of the New York Botanical Garden Herbarium. *Biodiversity Data Journal*, 6, e22822, <https://doi.org/10.3897/BDJ.6.e22822>.
- Rzanny, M., Seeland, M., Wäldchen, J., & Mäder, P. (2019). Automated plant species identification: Trends and future directions. *PLoS Computational Biology*, 15(4), e1007044. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007044>
- Ullah, S., & Khan, S. (2016). A survey of plant identification using image processing techniques. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing*, 8(10), 25-34, <https://doi.org/10.5815/ijigsp.2016.10.04>.
- Ytow, N., & Okada, K. (2012). Online identification tools for biodiversity research. *Biodiversity and Conservation*, 21(12), 3287-3299, <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0360-6>.