



# MORFOLOGY

## MANUAL DE USUARIO

Versión: 1.0  
Fecha:02/09/2024

Integrante:  
Cabas, Dilan  
Beltrán, Yesica  
Espinosa, Alexander  
Gómez, Jorge  
Universidad Del Magdalena

# Índice

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>1.    INSTALACIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.1    REQUERIMIENTOS.....	6
1.2    PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN.....	6
<b>2.    PRESENTACIÓN DE LA INTERFAZ .....</b>	<b>7</b>
<b>3.    USO DE LA INTERFAZ Y EJEMPLOS .....</b>	<b>11</b>
<b>4.    formato de imágenes.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>5.    Caso de prueba: Detección.....</b>	<b>11</b>
<b>6.    Caso de prueba: Segmentación. ....</b>	<b>14</b>
<b>7.    METODOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
7.1    ADQUISICION DE IMÁGENES.....	17
7.2    ALGORITMO DE MODELO EN CASCADA.....	18
7.2.1. Modelo de detección.....	18
7.2.2. Modelo de segmentación semántica para hojas.....	19
7.3    ALGORITMO DE SEGMENTACION SEMANTICA PARA TALLOS.....	19
<b>8.    EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE .....</b>	<b>21</b>
8.1    INTRODUCCIÓN .....	21
8.2    ANÁLISIS CALIDAD DEL SOFTWARE MORFOLOGY .....	24
10.2.1    Robustez .....	24
10.2.2    Extensibilidad .....	24
10.2.3    Desempeño .....	25
10.2.4    Usabilidad .....	25
10.2.5    Integridad .....	25
10.2.6    Portabilidad .....	25
10.2.7    Compatibilidad.....	26
10.2.8    Mantenibilidad .....	26
10.2.9    Documentación .....	26
10.2.10    Grado de invención o de innovación .....	26
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>27</b>

# Índice de figuras

Figura 1. Contenido Pendrive .....	6
Figura 2. Ejecutable Morfology.exe .....	7
Figura 3. Interfaz Principal .....	8
Figura 4. Ventana Model_1 (Conteo de hojas) .....	9
Figura 5. Ventana Model_2 (Dimensiones de tallo). ....	10
Figura 6. Selección de ventana de modelo de hojas.....	12
Figura 7. selección de imagen de procesamiento.....	13
Figura 8. visualización ventana de modelo en cascada. ....	13
Figura 9. Resultados de modelo en cascada.....	14
Figura 10. Ventana de segmentación .....	15
Figura 11. Selección de botón correr modelo en ventana de segmentación .....	16
Figura 12. Resultado de segmentación. ....	16
Figura 13. Imágenes captadas por Mavic 3 multiespectral .....	17
Figura 14. Imágenes captadas por Raspberry pi 4. ....	18
Figura 15. Ejemplo de funcionamiento de una arquitectura de clasificación .....	18
Figura 16. Division por secciones del pseudotallo. ....	20

## INTRODUCCIÓN

Para el año 2021 se identificó al caribe y a la región de América latina como los principales exportadores de banano del mundo. Situándose con un total de 15,9 millones de toneladas exportadas [1]. la agroindustria del banano es una de las fuentes más significativas para estas regiones, sin embargo, para el mismo año se ha identificado una disminución en la producción, propia de múltiples factores tales como las condiciones climáticas en las regiones de producción, el comportamiento del dólar, el aumento en los costos de insumos, así como del transporte, etc.

En el 2021, por medio de la Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales se dio a conocer que en Colombia la producción de banano cubre una participación del 5,3% en el PIB con una tasa de exportaciones de 1.924.994 toneladas registradas en el año 2020 y generando alrededor de 293.648 empleos directos e indirectos [2]. El sector de la agricultura ha mostrado su gran importancia para el país y especialmente para los trabajadores del área rural por lo cual, surge la necesidad de optimizar los procesos presentes en esta industria con el fin de potenciar su producción.

La producción en el departamento del Magdalena para el mercado internacional es del 29% de la producción nacional situándose en el segundo departamento más productor de banano justo por debajo de Antioquia, para el año 2020 el departamento del Magdalena alcanzo una producción de 555.704 toneladas para exportación[2]. Con esto se puede evidenciar el impacto del banano en la economía de la región, sin embargo, se ha hecho necesaria la capacidad de mejoramiento en la producción de la región ya que, para el año 2021 se presentaron varios factores que influyeron negativamente el comercio del banano, tales como: escasez de producción debido a condiciones climáticas adversas, la escasez de contenedores refrigerados junto con las fuertes alzas en los costos de transporte, preocupaciones sobre la propagación de enfermedades de las plantas, entre otros [1].

Como es conocido, el agua es una de las mayores necesidades que posee una planta para su desarrollo, por lo cual la falta o el exceso de esta fuente de nutrientes lleva a ser una de las principales causas de estrés hídrico[3]. En los cultivos de banano es de gran importancia identificar esta causa de estrés, debido a que podría afectar el desarrollo de la planta y la producción de los frutos.

Una de las consecuencias del estrés causado por el déficit o exceso de la fuente hídrica es el cambio en su morfología en rasgos tales como el largo o ancho del tallo o el número de hojas [3]. La detección del estrés hídrico puede favorecer de manera significativa la producción en cultivos de banano, ya que, permite tomar medidas oportunas antes de que el cultivo llegue a etapa de producción y genere un producto no apto para exportación.

Por ello, esta aplicación utilizo el análisis del rendimiento de diferentes técnicas de visión artificial y modelos de inteligencia artificial (IA), utilizando imágenes obtenidas por medio de drones y de forma terrestre para detectar anomalías en la morfología de las plantas.

## 1. INSTALACIÓN

### 1.1 REQUERIMIENTOS

Antes de iniciar con la instalación de Morfology. Compruebe los siguientes requerimientos de equipo:

- Sistema operativo Windows 10/11 (64 bits) /Distribución de linuxequivalente a Ubuntu 18.0
- 8 GB de memoria
- 1.37 Gb de espacio libre: 1.31Gb carpeta Morfology\_Windows
- Visor de archivo PDF
- Python 3.9 (sistema operativo basado en linux)

### 1.2 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

Para instalar Morfology se debe insertar el pendrive en el puerto USB del equipo. En el contenido del pen drive de 800 Mb corresponde a una carpeta, la carpeta tiene el contenido necesario para instalar en un sistema operativo Windows 11 como se muestra en la figura 1. A continuación, se muestran el procedimiento para ejecución:



*Figura 1.Contenido Pendrive*

**Procedimiento:** Para un equipo con sistema operativo Windows 10/11 se debe dirigir a la carpeta Morfology\_Windows que se muestra en la figura 1, donde encuentra el ejecutable Morfology.exe el cual solo requiere dar doble clic sobre él icono que se muestra en la figura 2.



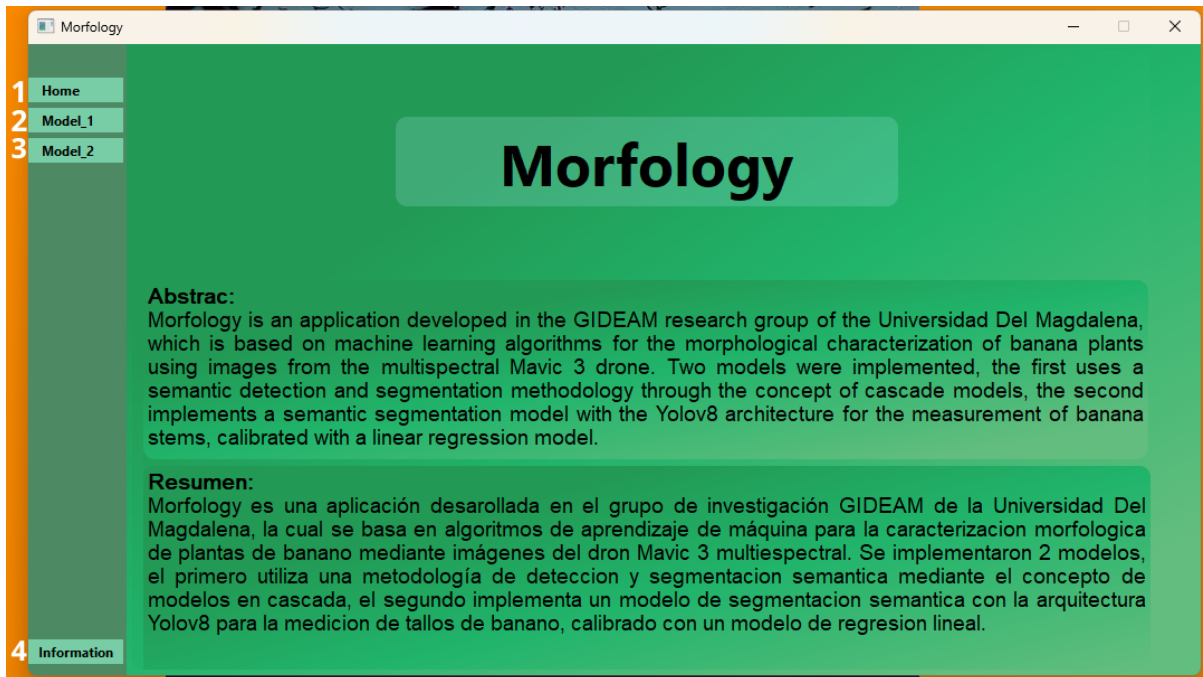
*Figura 2. Ejecutable Morfology.exe*

## **2. PRESENTACIÓN DE LA INTERFAZ**

Al seguir las instrucciones de la sección 2 y desplegar la interfaz obtenemos una ventana de inicio que contiene los siguientes elementos:

**Ventana home:** Es la ventana de inicio de la interfaz que contiene una breve descripción de la aplicación.

1. Botón Home: Al dar click da acceso a la ventana de home de la aplicación.
2. Botón Model\_1: Al presionar click sobre él nos cambia de ventana para poder usar el modelo en cascada para determinar el número de hojas en plantas de un cultivo de banano.
3. Botón Model\_2: Al presionar click sobre él nos cambia de ventana para poder usar el modelo de segmentación semántica para determinar las dimensiones de tallos en plantas de banano.
4. botón Information: Este botón permite desplegar de manera automática el manual de usuario para más información.



*Figura 3. Interfaz Principal*

A continuación, se hace presentación de cada ventana de la interfaz: Model\_1, Model\_2 e information, las cuales son los botones que despliegan una ventana diferente a Home.

**Ventana Model\_1:** El modelo 1 se basa en un modelo de ventana deslizantes, el cual toma la imagen y la cambia de tamaño a 1300x1600 pixeles, los elementos enumerados que contiene esta interfaz tienen las siguientes funciones:

1. Cargar imagen: Permite navegar por medio del dispositivo donde se ejecute y seleccionar la imagen que se va a analizar. Este realiza una verificación si se selecciona por lo menos 1 imagen en los formatos PNG, jpeg, JPG o bmp.
2. Correr modelo: al dar click sobre el inicia el proceso de detección y segmentación sobre la imagen previamente seleccionada.
3. Visualizador de imagen: esta ventana permite visualizar la imagen cargada y posteriormente el resultado de las detecciones realizadas con el modelo en cascada.
4. Tabla de datos: en esta sección se pueden observar los resultados de las segmentaciones realizadas sobre la imagen seleccionada en una tabla con las columnas plantas que indica el ID de las plantas y número de hojas.



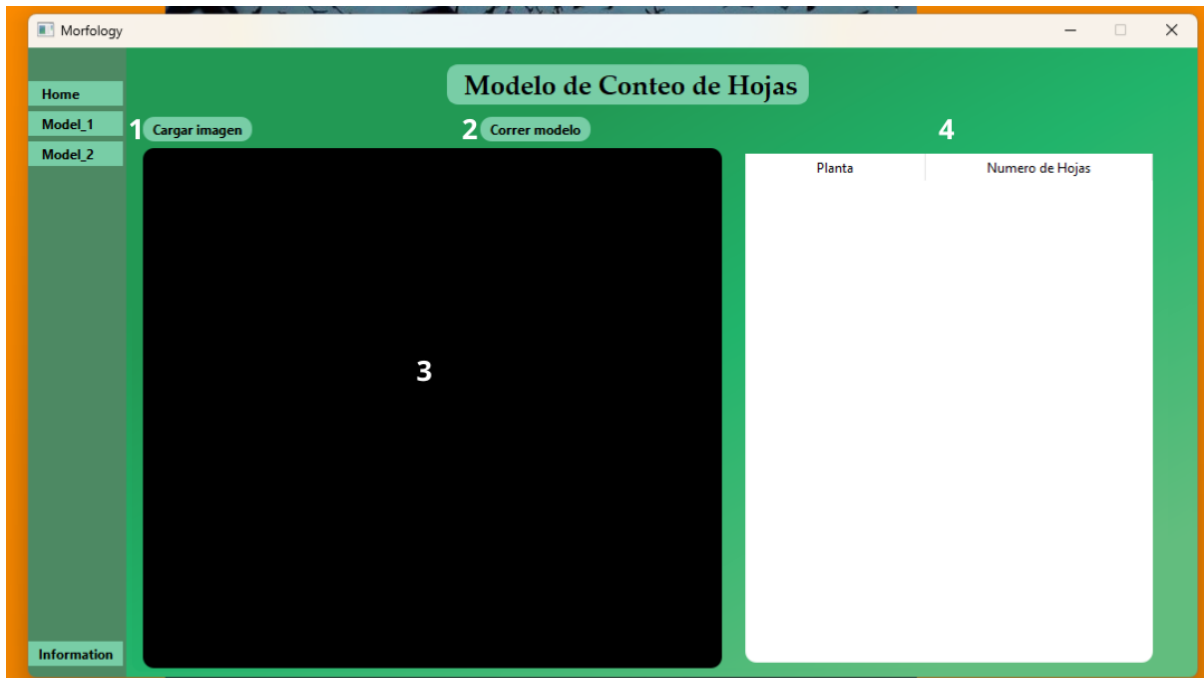


Figura 4. Ventana Model\_1(Conteo de hojas)

**Ventana Model\_2:** El modelo 2 se basa en un modelo de segmentación de 1 clase con la arquitectura YoloV8, el cual toma una imagen y es capaz de detectar 1 objeto en imagen, tal como se muestra en la figura 5.

1. Cargar imagen: Permite navegar por medio del dispositivo donde se ejecute y seleccionar la imagen que se va a analizar. Este realiza una verificación si se selecciona por lo menos 1 imagen en los formatos PNG, jpeg, JPG o bmp.
2. Distancia: este es un cuadro de texto editable que admite como entrada la distancia en centímetros (cm) a la cual se encuentra el objeto a procesar de la cámara con la que se tomó la imagen.
3. Correr modelo: esta ventana permite visualizar la imagen cargada y posteriormente el resultado de las segmentaciones realizadas con el modelo en tallos
4. Visualizador de imagen: esta ventana permite visualizar la imagen cargada y posteriormente el resultado de las segmentaciones realizadas con el modelo de tallos
5. Tabla de datos: en esta sección se realiza la visualización de los resultados obtenidos con el modelo de segmentación semántica para tallos con sus dimensiones en milímetros (mm).

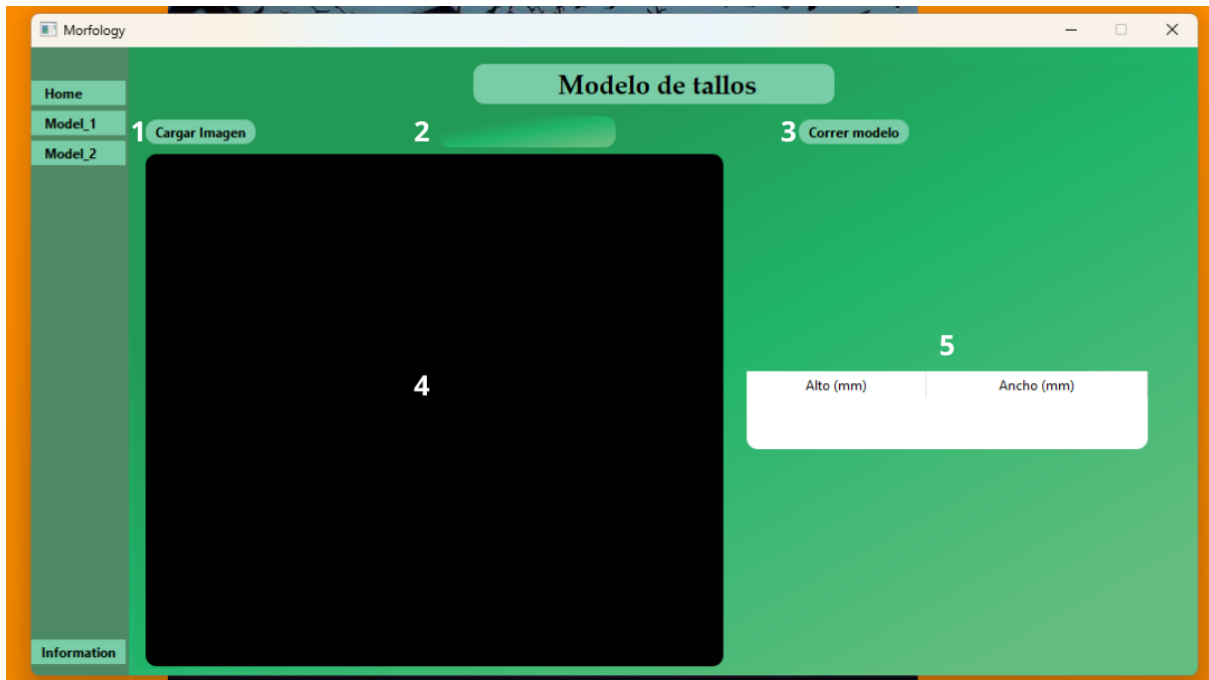


Figura 5. Ventana Model\_2(Dimensiones de tallo).

### 3. USO DE LA INTERFAZ Y EJEMPLOS

Para el manejo de la aplicación Morfology, debemos tener en cuenta que este software está asociado a los formatos de imágenes usualmente usados en el sistema operativo Windows, por ello se consideran una serie de lineamientos contemplados en el código raíz.

### 4. FORMATO DE LAS IMÁGENES

Para la evaluación y visualización de vuelos de dron Mavic 3 multiespectral con el formato de la empresa DJI, por lo cual la composición de imágenes debe ser: DJI\_XXX0.JPG para la imágenes en espectro visible.

Las imágenes dispuestas para la evaluación y visualización de tallos de banano se encuentran calibradas para módulos con resolución de 5mpx utilizadas en hardwares especializados de tipo Raspberry pi

### 5. Caso de prueba: Detección.

El presente ejemplo toma un conjunto de muestras tomados por los investigadores del grupo GIDEAM en cultivos productivos de banano en el departamento del Magdalena Colombia, en el que se evaluaron 3 escenas de imágenes de dron Mavic 3 multiespectrales.

Para ello, se utilizó la ventana de Model\_1(Detección y segmentación) que se describe en la sección 2. Cuando nos encontramos en ella presionamos el botón de **CARGAR IMAGEN** que se evidencia en la figura 6. El cual permite seleccionar la carpeta donde se encuentran la carpeta.



*Figura 6. Selección de ventana de modelo de hojas*

Al presionar el botón se despliega la interfaz de búsqueda de imagen que se observa en la figura 7. Mediante esta búsqueda debe seleccionar la carpeta donde se encuentren las imágenes, en la carpeta que se escoja debe por lo menor encontrar la escena tomada y sus imágenes multiespectrales. En el caso de no encontrar el formato correcto, se genera una ventana de alerta que se muestra en la tabla 1.

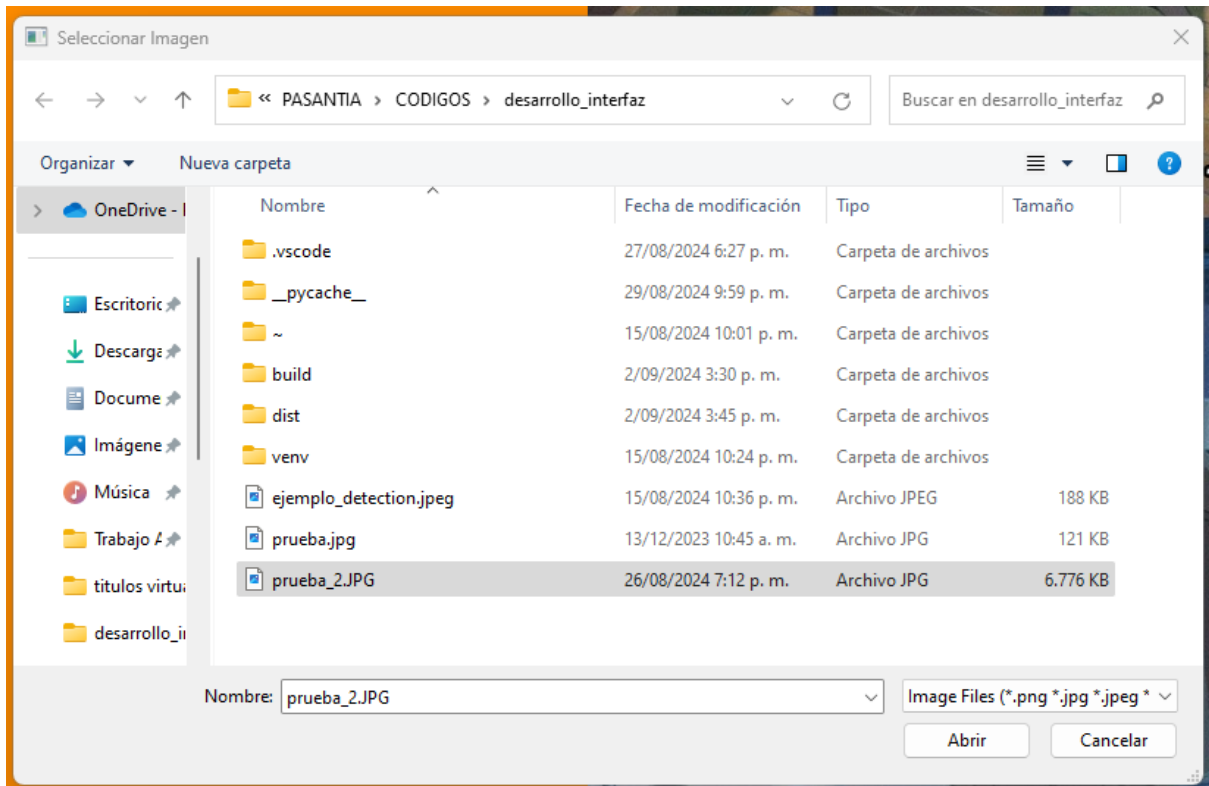


Figura 7. selección de imagen de procesamiento

Posteriormente se visualizarán la imagen que es válidas para el procesamiento como se visualiza en la figura 8.



Figura 8. visualización ventana de modelo en cascada.

Al finalizar el tiempo de procesamiento se visualiza la imagen con las anotaciones que indica el final de la detección y segmentación. Los resultados se visualizan en la tabla en la parte derecha de la ventana tal como se muestra en la figura 9.

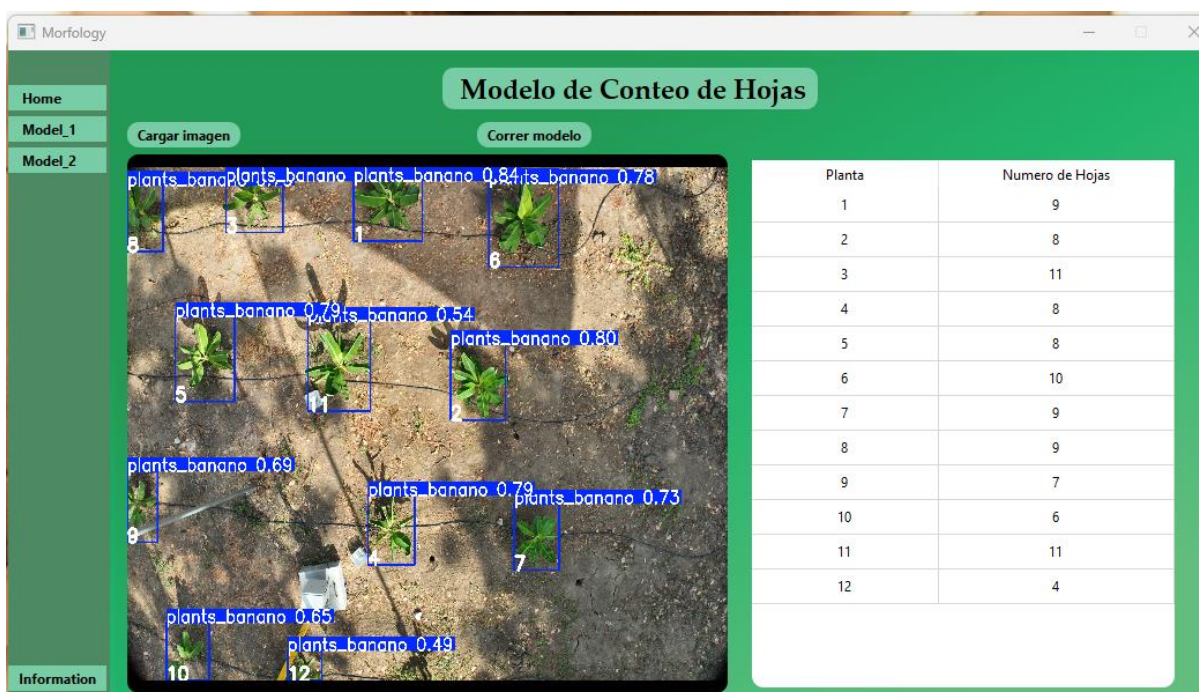
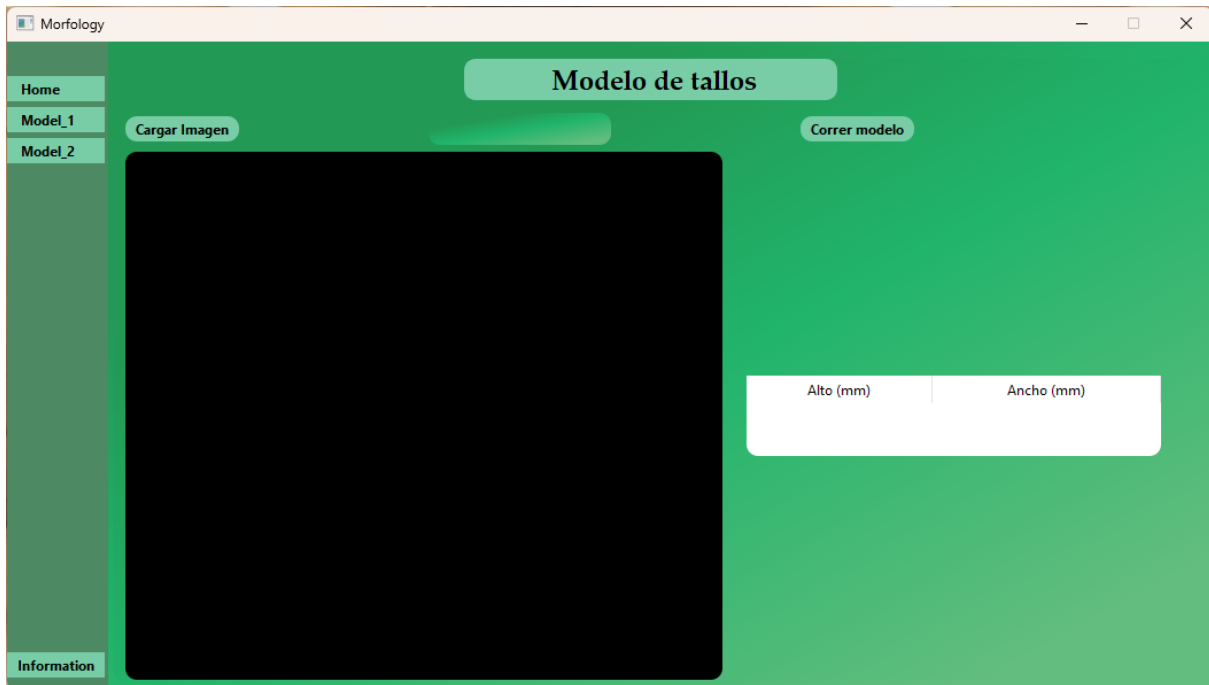


Figura 9. Resultados de modelo en cascada

## 6. Caso de prueba: Segmentación.

Utilizando el conjunto de datos de prueba seleccionado por los investigadores del grupo GIDEAM, se debe dirigir a la ventana de Model\_2 (segmentación), tal como se muestra en la figura 17. Con ello se obtiene la ventana del modelo YOLOV8 el cual cuenta con un rendimiento (0.78) en términos del mAP con un IOU estándar mayor al 50% para la detección de clase tallos de banano en imágenes jpeg.



*Figura 10. Ventana de segmentación*

*Figura 10. Ventana de segmentación*

Se debe seleccionar la imagen siguiendo los pasos de la figura 7 correspondiente la ventana del modelo en cascada, con ello se visualizará la imagen de igual manera que en el modelo anterior. Posteriormente se debe indicar la distancia la que se encuentra el objeto y presionar el botón **CORRER MODELO** para iniciar el procesamiento, tal como se muestra en la figura 11.



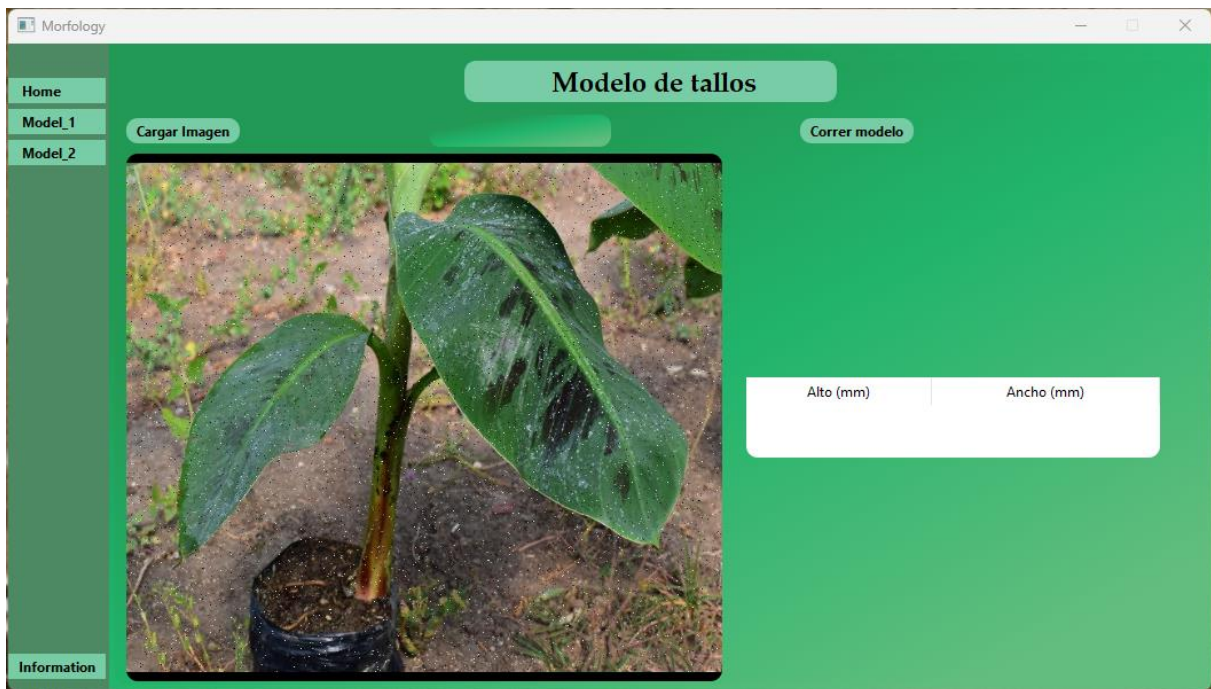


Figura 11. Selección de botón correr modelo en ventana de segmentación

Al seleccionar el botón de correr modelo se obtiene la segmentación generada por el modelo de tallos, y de igual manera que en el modelo de hojas (cascada) se obtiene una tabla que hace referencia a las dimensiones de la figura que se muestra en la pantalla de visualización, mientras que, en la segunda tabla se muestra el total de detecciones para toda la carpeta, tal como se muestra en la figura 19.

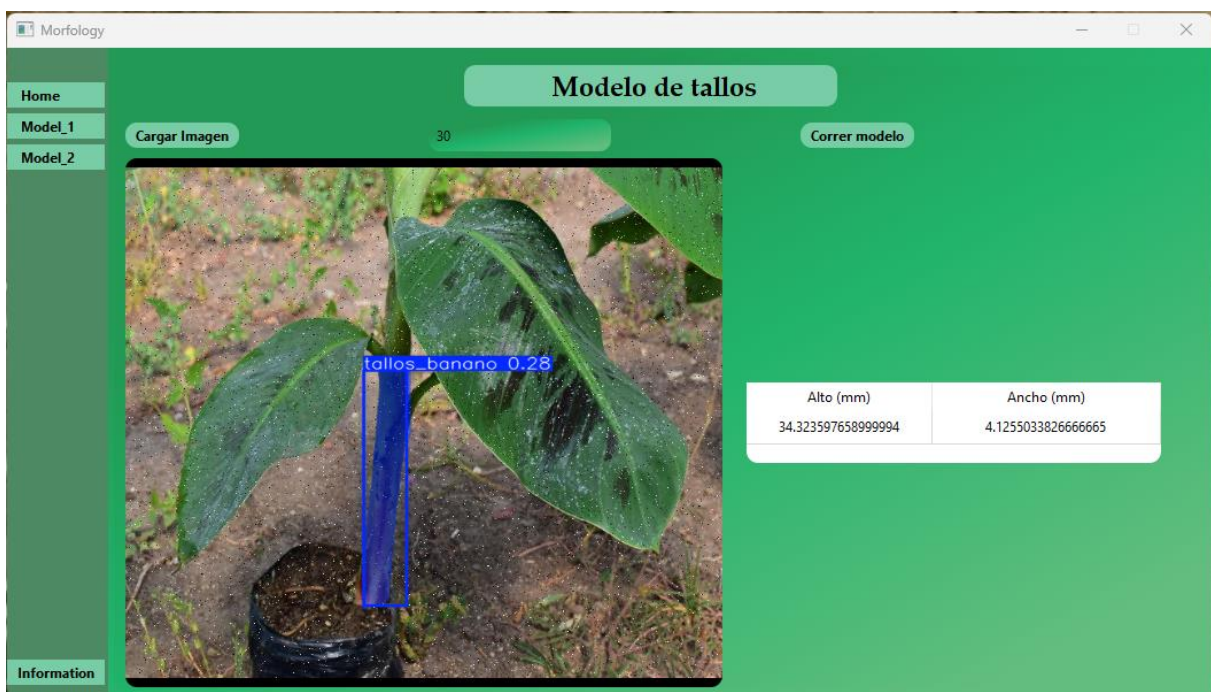


Figura 12. Resultado de segmentación.



Adicionalmente, este también cuenta con la opción de descargar los resultados en formato shape y csv para ser utilizados posteriormente.

## **7. METODOLOGÍA**

Para este desarrollo se tuvieron en cuenta 2 enfoques de aprendizaje de máquina. Uno para el conteo de hojas de banano y el otro para el cálculo de las dimensiones de un tallo en una planta de banano, el primero basado en un modelo en cascada conformado por un modelo de detección para plantas de banano y un modelo de segmentación semántica para identificar en cada detección el número de hojas de cada planta y el segundo está basado solamente en segmentación semántica para la identificación de tallos de banano y en base a esa identificación se realiza el cálculo de dimensiones.

### **7.1 ADQUISICION DE IMÁGENES**

Para la adquisición de imágenes se lleva a cabo utilizando un vehículo aéreo no tripulado (UAV) que permitirá la captura de muestras desde una altitud media, asegurando una visualización adecuada del número de hojas de la planta. Además, se complementará con la toma de imágenes desde el suelo mediante un dispositivo de placa simple, como la Raspberry Pi, lo que proporcionará una perspectiva integral de la vegetación estudiada como las mostradas en la figura 13 y 14.



*Figura 13. Imágenes captadas por Mavic 3 multispectral*



Figura 14. Imágenes captadas por Raspberry pi 4.

## 7.2 ALGORITMO DE MODELO EN CASCADA.

### 7.2.1. Modelo de detección.

Estas aplicaciones permiten tomar una imagen como entrada, que pasa a través de varias capas convolucionales capaces de extraer características visuales en diferentes niveles de abstracción que ayudan a determinar por medio de probabilidad a que posible clase de la arquitectura pertenece [23]. Las clases son definidas según la finalidad por medio de modificación de la capa final de la arquitectura, un ejemplo de cómo funciona este tipo de arquitecturas se muestra en la figura 24.

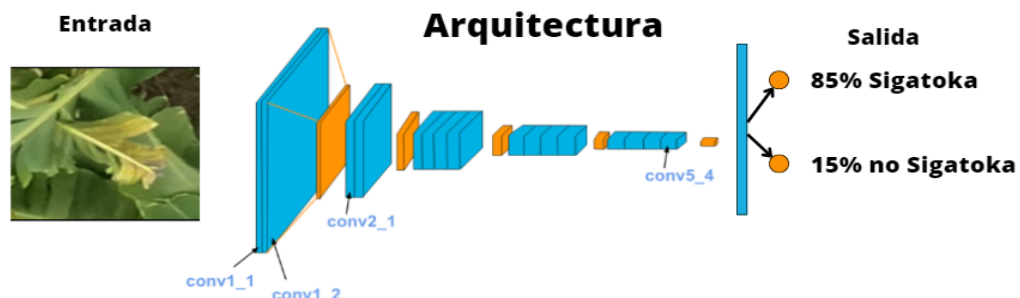


Figura 15. Ejemplo de funcionamiento de una arquitectura de detección

Para el caso se Morfology se implementó la arquitectura YoloV8 para la detección de datos con un rendimiento del 99.5% en clase de Planta de banano.

### **7.2.2. Modelo de segmentación semántica para hojas.**

A partir de la detección realizada y basándonos en el concepto de segmentación semántica, se implementó la estructura dispuesta por YoloV8 con el fin de realizar un conteo de individuos en matrices aisladas extraídas del modelo anterior. Con esto aseguramos que el conteo de la clase hoja se haga en plantas específicas en imágenes con múltiples objetos de estudio. Los modelos de segmentación semántica a diferencia de los modelos de detección funcionan de la siguiente manera. Se crea un mapa de segmentación donde cada píxel es asociado a una clase y posteriormente se reconoce cada objeto por medio de conjuntos de píxeles asociados.

### **7.3 ALGORITMO DE SEGMENTACION SEMANTICA PARA TALLOS.**

Para el modelo de segmentación semántica para los tallos de banano se utilizaron técnicas de procesamiento de imágenes para trabajar en las detecciones y entregar lecturas más precisas. Dentro de estas técnicas se propuso la separación del pseudotallo detectado en tres secciones con el fin de promediar su ancho debido a las diferencias entre la parte superior, media y baja. Siguiendo con las técnicas de procesamiento de imágenes se tuvieron en cuenta variables como la distancia de la cámara y la altura del lente de donde se toman las imágenes que serán procesadas.

Para calcular el ancho del pseudotallo se optó por separar en 3 secciones el ancho detectado como se muestra en la figura 16.



*Figura 16. Division por secciones del pseudotallo.*



## **8. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE**

### **8.1 INTRODUCCIÓN**

Para seguir el proceso de evaluación y aceptación del producto generado, el software. para ello este documento tiene intrínseco los aspectos más importantes y destacados que se presentan durante el proceso de planeación, diseño, implementación, verificación y validación para este software, que tiene como nombre Guide Main.

existen diferentes normas y estándares como lo son la ISO 17799, ISO/IEC 9126, ISO/IEC 19505 y la ISO 27001, las cuales permiten un proceso de mejora continúa siguiendo sus directrices, buenas prácticas como también su implementación que certifican y garantizan la calidad del software, teniendo en cuenta que estas son las más difundidas y reconocidas internacionalmente.

El estándar ISO 17799 es un modelo a seguir de implementación del sistema para la administración de la seguridad de la información, consta de mantener, custodiar siempre los principios de seguridad informática que a continuación se presentan:

- Confidencialidad: garantiza la información contenida a solo las personas que tienen acceso autorizado.
- Integridad: asegura que la información no sea modificada ni eliminada por personal o entidades no autorizadas
- Disponibilidad: garantiza que los usuarios previamente autorizados, puedan tener acceso en cualquier momento a la información.

Hay que recalcar que estos principios de seguridad de información se pueden modificar o tener afectación de diferentes maneras, dependiendo de los objetivos particulares.

El estándar ISO/IEC 9126 en este modelo se presenta la evaluación de calidad del software basándose en las siguientes características principales, donde también se refleja el contenido de un conjunto de subcaracterísticas como lo son:

- Funcionalidad: cualidad que dicta un conjunto de funciones o propiedades específicas existentes en el software
  - Idoneidad
  - Exactitud
  - Seguridad
  - Cumplimiento de normas
- Fiabilidad: propiedad relacionada con la capacidad que tiene el software para mantener su rendimiento bajo condiciones establecidas, durante un periodo de tiempo estipulado.
  - Madurez
  - Recuperabilidad
  - Tolerancia a Fallos
- Usabilidad: cualidad relacionada con el trabajo ejercido para su uso, por un conjunto de usuarios
  - Aprendizaje
  - Compresión
  - Operatividad
  - Atractividad
- Eficiencia: propiedad relacionada con la conexión entre el desempeño y la cantidad de recursos consumidos.
  - Comportamiento en el tiempo
  - Comportamiento de recursos
- Mantenibilidad: cualidad relacionada con la facilidad de extender, modificar o corregir errores en un software
  - Estabilidad
  - Facilidad de análisis
  - Facilidad de cambio
  - Facilidad de pruebas
- Portabilidad: propiedad relacionada con la posibilidad que un sistema software pueda ser trasladado desde una plataforma a otra

- Capacidad de instalación
- Capacidad de reemplazo
- Adaptabilidad
- Coexistencia

La ISO/IEC 19505 este modelo describe un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software. el conjunto UML permite explicar un esquemático del sistema, donde se plasman aspectos ideales tales como lo son los procesos para la ejecución, las funciones que requiere el sistema y los aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, diagrama de flujos, esquemas de datos, etc. hay que resaltar la importancia que tiene el UML que es un lenguaje para describir el modelo como tal, para especificar o describir los métodos o procesos, en pocas palabras se utiliza principalmente para definir un sistema, para detallar estos aspectos específicos en el sistema y para la documentación y construcción del sistema software. los principales tipos de diagramas UML son:

- UML estructural: ejemplifica la estructura estática de los objetos que contiene un sistema.
- UML de comportamiento: ejemplifica el comportamiento dinámico de los objetos que contiene un sistema
- UML de interacción: ejemplifica una vista de los aspectos dinámicos de los sistemas modelados

El modelo de evaluación de software que practica la Universidad del Magdalena de Santa Marta se trasluce su alineamiento con los modelos y estándares internacionales ya mencionados, ya que por tener consigo criterios de evaluación, los cuales se pueden localizar como características o subcaracterísticas de los modelos ISO como lo son:

- Robustez: capacidad de hacer frente en situaciones difíciles
- Extensibilidad informática: sencillez para la adición de nuevas características
- Desempeño: capacidad de ser funcional en lo que se requiere, como también en el tiempo requerido.

- Usabilidad o amigable al usuario: sencillez de uso desde el punto de vista del usuario final.
- Integridad: que la información almacenada o mostrada no se modifique o pueda cambiarse sin ser autorizada.
- Portabilidad: que pueda trasladarse sencillamente de una plataforma a otra.
- Compatibilidad: que sea compatible con las anteriores versiones, si las hay
- Mantenimiento: que sea de sencillo mantenimiento
- Documentación: que la documentación sea clara y abarque todo.
- Grado de invención o innovación: que tal es el desarrollo de la temática con relación a la productividad nacional, como también el impacto y contribución académica o en organizaciones públicas o privadas regional, nacional, internacional.

A continuación, se muestra el análisis respectivo de calidad de software con el modelo de evaluación empleado por la Universidad del Magdalena de Santa Marta, con el fin de mostrar las especificaciones concretas de estos aspectos que se tuvieron en cuenta en el desarrollo del software Morfology

## **8.2 ANÁLISIS CALIDAD DEL SOFTWARE MORFOLOGY**

### **10.2.1 Robustez**

Morfology tiene la capacidad de mantenerse ante diferentes tipos de parámetros ingresados por el usuario. Para el ingreso de parámetros se realizan restricciones para reducción de errores.

### **10.2.2 Extensibilidad**

El modelo del sistema de software implementado es funcional, debido a su creación por medio del software libre Python se facilita la adaptación e integración de nuevas funcionalidades, así como la corrección de éstas, en caso de ser requerido. La estructura dividida en distintas interfaces permite agregar nuevas funcionalidades de manera independiente, sin afectar a los procesos ya establecidos.



### 10.2.3 Desempeño

El desempeño de Morfology depende de la implementación de la metodología explicada en la sesión 5 de este manual, siendo los valores por defecto quienes presentan un comportamiento adecuado para los requerimientos del sistema. Es recomendable que el equipo anfitrión posea los siguientes componentes (o superiores a estos):

- Sistema operativo Windows 10/11 (64 bits)
- 8 GB de memoria
- 800 Mb de espacio libre: 800 Mb carpeta Morfology\_Windows
- Visor de archivo PDF
- Python 3.9 (sistema operativo basado en linux)

### 10.2.4 Usabilidad

La interfaz gráfica de Morfology es muy intuitiva ya que cuenta con la ventana principal donde se observa los botones para visualizar las otras interfaces como también botones desplegados para indicar las posibles opciones que se pueden realizar. En caso de un usuario requerir de un documento guía, se dispone de un manual de usuario que tiene paso a paso todos los aspectos y funciones clarificando correctamente el uso del software.

### 10.2.5 Integridad

El entregable final consta de 2 carpetas las cuales contienen 2 ejecutables correspondientes para 2 sistemas operativos (windows y linux) ambos protegidos contra escritura, estos permiten observar e interactuar con el usuario con cada uno de los elementos y propiedades de la interfaz. La presente distribución anexa dentro de sus elementos la carpeta de código fuente, esto con la finalidad de permitir la evaluación de los aspectos mencionados.

### 10.2.6 Portabilidad

Morfology integra un archivo ejecutable que dependiendo del sistema operativo donde se ejecute va a ser con doble-click en windows o por medio del terminal en linux, donde puede ser instalado en cualquier equipo que cumpla los requerimientos mínimos expuesto anteriormente. la carpeta de cada sistema contiene cada uno de los paquetes y módulos necesarios para su correcta

ejecución, pudiéndose llevar a cualquier plataforma sin sufrir deterioro o fallos en el sistema.

#### 10.2.7 Compatibilidad

Morfology contiene todos los archivos propios en la carpeta de preferencia del sistema operativo, dado a esto no tener complicaciones ni interferencias en el momento de ejecución del software, garantizando la vigencia con los demás procesos ejecutados.

#### 10.2.8 Mantenibilidad

Morfology está constituido principalmente en su totalidad por paquetes que a su vez tienen funciones que se ejecutan por medio de python. por lo tanto, en caso de ser requerida una intervención, es posible ir al script principal y ver el funcionamiento de la estructura de los algoritmos para corregir o adicionar de manera satisfactoria la necesidad presentada

#### 10.2.9 Documentación

Morfology contiene un manual de usuario con el hecho de orientar a la persona que acuda a él, como en su funcionamiento, el uso adecuado del software, requerimientos, como también el proceso de abrir de manera correcta el ejecutable, información como estas que ayudan y asesoran a una comprensión óptima del usuario.

#### 10.2.10 Grado de invención o de innovación

Morfology contiene una metodología que permite obtener las detecciones de Sigatoka negra en cultivos productivos de banano por medio de algoritmos de visión computacional. Estos modelos pueden ser mejorados en cualquier momento para obtener una mejor eficiencia. Además, esta aplicación permita transformar las visualizaciones a formato de información geográfica para convertirse en una herramienta de apoyo para los agricultores de banano y plátano.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura." Banano - Análisis del Mercado 2021. Roma",2022.
- [2] Ministerio de agricultura y desarrollo rural, "CADENA DE BANANO.", Colombia, 2021.
- [3] L. P. Moreno, "Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. Una revisión," Bogotá, 2009.
- [4] H. C. Oliveira, V. C. Guizilini, I. P. Nunes, and J. R. Souza, "Failure Detection in Row Crops from UAV Images Using Morphological Operators," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 15, no. 7, pp. 991–995, Jul. 2018, doi: 10.1109/LGRS.2018.2819944.
- [5] V. B. C. Calou, A. dos S. Teixeira, L. C. J. Moreira, C. S. Lima, J. B. de Oliveira, and M. R. R. de Oliveira, "The use of UAVs in monitoring yellow sigatoka in banana," *Biosyst Eng*, vol. 193, pp. 115–125, May 2020, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2020.02.016.
- [6] N. M. Al-Shakarji, Y. M. Kassim, and K. Palaniappan, "Unsupervised Learning Method for Plant and Leaf Segmentation," in *2017 IEEE Applied Imagery Pattern Recognition Workshop (AIPR)*, 2017, pp. 1–4. doi: 10.1109/AIPR.2017.8457935.
- [7] A. Triki, B. Bouaziz, J. Gaikwad, and W. Mahdi, "Deep leaf: Mask R-CNN based leaf detection and segmentation from digitized herbarium specimen images," *Pattern Recognit Lett*, vol. 150, pp. 76–83, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.PATREC.2021.07.003.
- [8] A. Triki, B. Bouaziz, W. Mahdi, and J. Gaikwad, "Objects Detection from Digitized Herbarium Specimen based on Improved YOLO V3," in *VISIGRAPP 2020 - Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, SciTePress, 2020, pp. 523–529. doi: 10.5220/0009170005230529.
- [9] J. R. R. Uijlings, K. E. A. van de Sande, T. Gevers, and A. W. M. Smeulders, "Selective Search for Object Recognition," *Int J Comput Vis*, vol. 104, no. 2, pp. 154–171, 2013, doi: 10.1007/s11263-013-0620-5.
- [10] B. R. Kang, H. Lee, K. Park, H. Ryu, and H. Y. Kim, "BshapeNet: Object detection and instance segmentation with bounding shape masks," *Pattern Recognit Lett*, vol. 131, pp. 449–455, Mar. 2020, doi: 10.1016/J.PATREC.2020.01.024.
- [11] X. Lin *et al.*, "Self-Supervised Leaf Segmentation under Complex Lighting Conditions," *Pattern Recognit*, vol. 135, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.patcog.2022.109021.
- [12] IEEE Communications Society. and Institute of Electrical and Electronics Engineers, *CCNC 2020: 2020 IEEE 17th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)*.
- [13] M. D. I. Diana, A. Urdinola Serna, I. M. Andres, and V. Escobar, "INTERVENCIÓN MORFOLÓGICA DE LA HOJA DE BANANO. AUTORES SEBASTIÁN DUQUE ARBOLEDA PAULINA MONSALVE CASTAÑEDA CAMILA RESTREPO TABARES Monografía para optar al título de Diseñador Industrial. ASESORES."
- [14] C. Florido Bacallao and B. Fundora, "Cultivos Tropicales," *Cultivos Tropicales*, vol. 35, no. 3, pp. 70–88, 2014, [Online]. Available: <http://ediciones.inca.edu.cu>
- [15] M. D. I. Diana, A. Urdinola Serna, I. M. Andres, and V. Escobar, "INTERVENCIÓN MORFOLÓGICA DE LA HOJA DE BANANO. AUTORES SEBASTIÁN DUQUE ARBOLEDA PAULINA MONSALVE CASTAÑEDA CAMILA RESTREPO TABARES Monografía para optar al título de Diseñador Industrial. ASESORES."
- [16] L. P. Altamirano, P. F. Guía Rodrigo Salas, and P. M. Co-Guía Daira Velandia Dra, "Deep Learning aplicado a la Segmentación Semántica de Imágenes aéreas."
- [17] J. Kaur and W. Singh, "Tools, techniques, datasets and application areas for object detection in an image: a review," *Multimed Tools Appl*, vol. 81, no. 27, pp. 38297–38351, Nov. 2022, doi: 10.1007/s11042-022-13153-y.
- [18] B., N. J., H. T. Dwyer, "Roboflow." Accessed: Aug. 08, 2024. [Online]. Available: <https://roboflow.com>.
- [19] A. Carrasquilla-Batista, A. Chacón-Rodríguez, K. Núñez-Montero, O. Gómez-Espinoza, J.

Valverde-Cerdas, and M. Guerrero-Barrantes, "Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal," *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 29, no. 8, p. 33, Dec. 2016, doi: 10.18845/tm.v29i8.2983.

- [20] J. Gómez - Rojas, A. E. Espinosa - Valdez, and J. J. Velez - Urieles, "Distanciamiento social controlado mediante video vigilancia usando código abierto," *Respuestas*, vol. 28, no. 3, Sep. 2023, doi: 10.22463/0122820x.4273.
- [21] H. M and S. M.N, "A Review on Evaluation Metrics for Data Classification Evaluations," *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process*, vol. 5, no. 2, pp. 01–11, Mar. 2015, doi: 10.5121/ijdkp.2015.5201.
- [22] T. and R. R. Ch. V. Sohan Mupparaju and Sai Ram, "A Review on YOLOv8 and Its Advancements," in *Data Intelligence and Cognitive Informatics*, S. and F.-G. P. Jacob I. Jeena and Piramuthu, Ed., Singapore: Springer Nature Singapore, 2024, pp. 529–545.
- [23] E.V. Alexander "Detección de Sigatoka negra implementando técnicas de aprendizaje de máquina mediante imágenes multispectrales en cultivos productivos de banano en el departamento del Magdalena, Colombia". *Universidad del Magdalena - Maestría en Ingeniería*. 2023.