

Desarrollo de una *app* para Android que calcula el grado de enfermedad de hojas de cebada

Emiliano David^{1*}, Luisa Cabezas³[0000-0002-5593-4439], Bruno Lara²[0000-0002-5267-1522],
Liliana Monterroso¹ and Alberto Lencina⁴[0000-0002-4834-7543]

¹ Cátedra de Fitopatología, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Av. República de Italia 780, 7300 Azul, Argentina
*edavid@azul.faa.unicen.edu.ar

² Instituto de Biología Funcional y Biotecnología (BIOLAB)-CICBA-INBIOTEC-CONICET, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Av. República de Italia 780, 7300 Azul, Argentina

³ Grupo Energías, Facultad de Ingeniería, Unidad Central del Valle del Cauca, Carrera 27A n.º 48-144 Kilómetro 1 Salida Sur, 763022 Tuluá, Colombia

⁴ Laboratorio de Análisis de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, CONICET, Av. República de Italia 780, 7300 Azul, Argentina

Resumen. Se presenta el desarrollo de una aplicación para dispositivos Android que calcula el grado de enfermedad (Severidad) de una muestra de hojas de cebada afectadas por mancha en red y/o mancha borrosa. Las hojas de la muestra deben estar colocadas sobre un fondo blanco. La aplicación permite tomar una foto de la muestra o utilizar una imagen almacenada en la galería del dispositivo. El procesamiento de la imagen segmenta el fondo de las hojas y a su vez segmenta la porción de las hojas sanas respecto de las enfermas. La Severidad se calcula como el cociente entre el número de píxeles de las porciones de hojas enfermas respecto del total de píxeles de las hojas, expresado en forma porcentual. La aplicación se escribió en Python basándose en las librerías *Toga*, *taTogaLib*, *Pillow*, *OpenCV*, *OpencvRollingBall* y *NumPy*. La compilación para Android se realizó con *Briefcase*.

Palabras clave: Aplicación Android, Cebada, Severidad.

Leaf severity calculator

Abstract. An application for Android devices which calculates the disease Severity of a sample of barley leaves affected by net blotch and/or spot blotch is presented. The sample leaves must be placed on a white background. The application allows users to take a photo of the sample or use an image stored in the device's gallery. Image processing segments the background of the leaves and, in turn, segments the portion of healthy leaves from the diseased ones. The disease Severity is calculated as the ratio of diseased leaf pixels to the total leaf pixels, expressed as a percentage. The application was written in Python based on the *Toga*, *taTogaLib*, *Pillow*, *OpenCV*, *OpencvRollingBall*, and *NumPy* libraries. It was compiled for Android using *Briefcase*.

Keywords: Android app, Barley, Severity.

1 Introducción

La evaluación de enfermedades en cultivos comerciales cumple un rol clave ya que su estimación influye en la toma de decisiones, la predicción de pérdidas de rendimiento y la evaluación de diferentes tratamientos (Campbell & Neher, 1994). Las estimaciones visuales de “Incidencia” o “Severidad” son el método más utilizado para la evaluación de enfermedades. La Severidad es la que mejor expresa la intensidad de las enfermedades foliares ya que las pérdidas que éstas generan están directamente relacionadas con el área foliar afectada (Bock et al., 2022). Para la cebada (*Hordeum vulgare*), los hongos representan la principal amenaza, destacándose enfermedades foliares como la mancha en red (*Pyrenophora teres*), la escaldadura (*Rhynchosporium commune*) y la mancha borrosa (*Bipolaris sorokiniana*) (Kiehr, 2016).

2 Materiales y métodos

Para obtener hojas de cebada enfermas, en 2023 y 2024 se realizaron ensayos en la Chacra experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Provincia de Buenos Aires, como se describe en David et al. (2024a). Los ensayos fueron de parcelas aleatorias con repeticiones (5 variedades de cebada y 4 repeticiones). A su vez cada parcela fue subdividida aleatoriamente en dos partes y a una de ellas se le aplicó fungicida. La identificación de las enfermedades fúngicas fue constatada por métodos morfológicos utilizando microscopio y lupa (David et al., 2024b).

Una vez desarrollado el cultivo se realizaron semanalmente muestreos (cuatro cada año). De todas las subparcelas sin fungicida y de la mitad con fungicida se tomaron, en cada una, 15 hojas al azar. Inmediatamente cada muestra de hojas fue pegada en papel A4 blanco y fotografiada con un celular (indistintamente Motorola e7 plus y Samsung A52s). Los únicos recaudos que se tuvieron al tomar las fotografías fueron que la iluminación fuese difusa (a la sombra, sin incidencia directa de la luz solar) y que no estuviesen saturadas. Luego, cada foto fue procesada con el algoritmo Rolling Ball (Balatsko, 2018) para corregir y estandarizar la iluminación.

La segmentación de las imágenes (fondo, porción de hojas sanas, porción de hojas enfermas) se realizó en dos pasos. En una primera instancia fue segmentado el fondo. Para ello sobre el canal B (Azul) se aplicó el algoritmo de Otsu para determinar el nivel que permitiese separar el papel A4 de las hojas de cebada. Posteriormente, sobre las hojas de cebada se calculó el Índice de verdor de diferencia normalizada (NDGI por sus siglas en inglés) $NDGI = (G - R) / (G + R)$ y se aplicó el algoritmo K-means para determinar el valor del índice que discrimine las regiones de las hojas sanas respecto de las enfermas. Así, para cada muestra, se generó una imagen en la que el fondo es negro, la porción de hojas sanas es verde y la correspondiente a hojas enfermas es roja. Finalmente, la Severidad se calculó como el cociente entre el número de píxeles correspondientes a las porciones de hojas sanas respecto del total de píxeles de las hojas, expresado en forma porcentual.

De los resultados de todas las muestras se observó que (descartando falsos positivos que aparecieron cuando la Severidad era menor al 1 % y aquellas muestras con presencia de senescencia) tanto para el conjunto de valores de segmentación entregados por el algoritmo Otsu, $\{B_{Otsu}\}$, como aquellos resultantes de la segmentación empleando el algoritmo K-means, $\{NDGI_{K-means}\}$, podían tomarse sus

valores medios ($\langle\{B_{otsu}\}\rangle$ y $\langle\{NDGI_{K-means}\}\rangle$) y realizar directamente las segmentaciones sobre cada imagen, sin necesidad de aplicar sendos algoritmos, manteniendo errores aceptables para estimaciones agronómicas.

Con los valores medios $\langle\{B_{otsu}\}\rangle$ y $\langle\{NDGI_{K-means}\}\rangle$ y considerando el preprocesamiento de las imágenes con el algoritmo Rolling Ball se desarrolló una aplicación para dispositivos Android. La aplicación fue implementada en Python y luego compilada para Android. Para el diseño de la GUI se empleó el paquete *Toga* (Keith-Magee, 2025) y la compilación se realizó con *Briefcase* (Keith-Magee, 2025). La aplicación utiliza los paquetes *taTogaLib* (Arn, 2024), *Pillow*, *OpenCV*, *OpencvRollingBall* y *NumPy* para el manejo y procesamiento de las imágenes.

3 Resultados y discusión

En la Figura 1a) se muestra una foto de una muestra típica resultante de la colecta de los ensayos. Allí puede observarse la presencia de mancha en red (*Pyrenophora teres*) y mancha borrosa (*Bipolaris sorokiniana*) en diferentes proporciones en cada hoja.

La Figura 1b) muestra el resultado de aplicar el algoritmo Rolling Ball a la imagen de la Figura 1a). Como resultado se obtiene una imagen donde la iluminación fue corregida obteniéndose un fondo uniforme.

El resultado de la segmentación con los algoritmos Otsu y K-means se presenta en la Figura 1c). La región identificada como “fondo” está coloreada con negro mientras que las “porciones de hojas sanas” son verdes y las “porciones de hojas enfermas” se ven rojas. Para la presente muestra se obtuvo un valor de Severidad de 7.87 %.

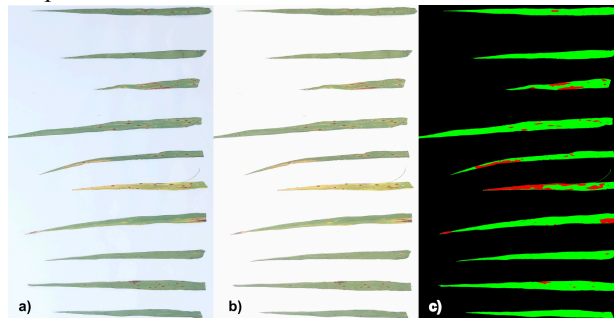


Fig. 1. Procesamiento de una muestra de hojas de cebada. a) Imagen original. b) Iluminación corregida. c) Segmentación en fondo (negro), porción de hojas sanas (verde) y porción de hojas enfermas (rojo).

La Figura 2a) muestra los valores obtenidos para la segmentación del canal B mediante el algoritmo Otsu, mientras que los valores de segmentación obtenidos con el algoritmo K-means para el NDGI son mostrados en la Figura 2b). Allí también se muestran los promedios de cada conjunto de valores, $\langle\{B_{otsu}\}\rangle$ y $\langle\{NDGI_{K-means}\}\rangle$, respectivamente. La correlación entre los valores de Severidad calculados con los algoritmos Otsu y K-means y aquellos calculados a partir de la segmentación con los valores medios $\langle\{B_{otsu}\}\rangle$ y $\langle\{NDGI_{K-means}\}\rangle$ se presenta en la Figura 2c). La recta roja representa la correlación perfecta mientras que la azul es el ajuste a los datos. De la gráfica puede verse que la estimación con valores medios presenta una ligera tendencia a subestimar la Severidad para valores bajos, mientras que para valores

superiores al 5 % la Severidad es sobrestimada. En todos los casos se observa que las desviaciones entre una metodología y otra son menores (en términos absolutos) al 3 %, siendo ésta una cota aceptable en las estimaciones de Severidad, en comparación con los métodos visuales tradicionales (Bock et al., 2022).

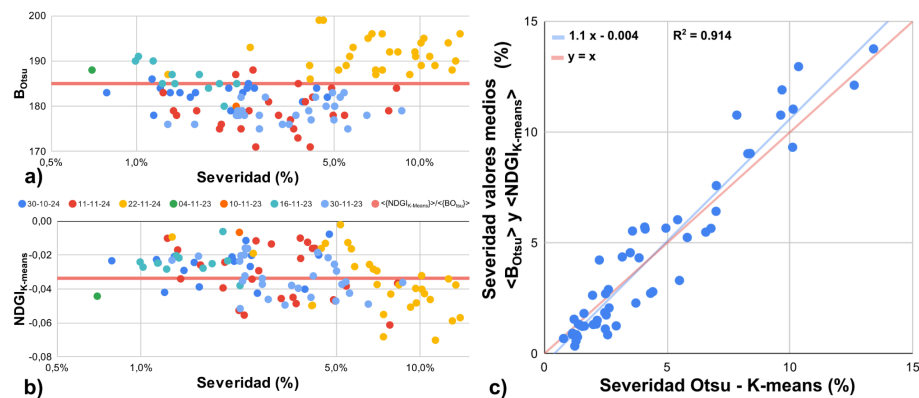


Fig. 2. a) correlación entre el cálculo de la Severidad empleando los algoritmos Otsu y Kmeans y el cálculo con los valores medios de los parámetros. b) captura de pantalla de la aplicación implementada en Android.

Los resultados previos motivaron el desarrollo de una aplicación para dispositivos Android. En el diagrama de flujo de la Figura 3a) puede observarse una comparación entre la secuencia de acciones realizadas durante la investigación y aquellas que ocurren en la aplicación. La *App* permite tomar una foto o seleccionar una imagen de la galería, procesarla y brindar el valor de la Severidad. La Figura 3b) muestra una captura de pantalla de la aplicación llamada “Calculadora de Severidad de Hojas”. La GUI y el acceso a la cámara del dispositivo (botón “TOMAR UNA FOTO”) es gestionado con la librería *Toga* mientras que el acceso a la galería de imágenes (botón “SELECCIONAR UNA IMAGEN”) lo provee *taTogaLib*. El paquete *OpencvRollingBall* se emplea para la corrección de la iluminación. La manipulación de la imagen es mediada por *Pillow* y *OpenCV* y los cálculos son realizados con *NumPy* (botón “CALCULAR LA SEVERIDAD”). Finalmente, el resultado es mostrado al pie de la imagen procesada con la leyenda “Severidad: $f\{\#\#:.2\% \}$ ”. Nótese en la Figura 3b) que el valor de Severidad reportado por la aplicación es 8.80 %, ligeramente superior al obtenido con los algoritmos Otsu y K-means en la Figura 1c) y en acuerdo con el comportamiento observado en la Figura 2c

Esta *App* fue concebida como una herramienta gratuita y de código abierto. El código completo está disponible en GitHub (Lencina, 2024) y la aplicación puede descargarse de la Play Store.

Agradecimiento

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por la CICPBA a través de la convocatoria RIDEE (Red de Investigación y Desarrollo en Ejes Estratégicos de la Provincia de Buenos Aires), dentro del eje “Maquinaria Agrícola y Transformación Digital”

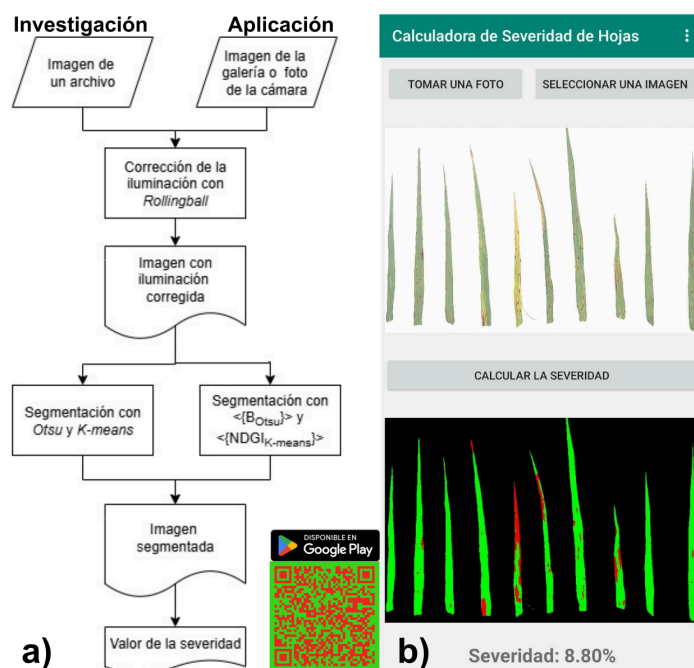


Fig 3. a) Diagrama de flujo de la secuencia de acciones realizadas durante la investigación (izquierda) y de la correspondientes a la aplicación (derecha). b) Captura de pantalla de la aplicación desarrollada.

Referencias

- Arn, T. (2024). “taTogaLib”, <https://www.tanapro.ch/products/taTogaLib/docs/html/index.html>, último acceso 2025/04/14.
- Balatsko, M. (2018), <https://github.com/mbalatsko/opencv-rolling-ball>, último acceso 2025/04/14
- Bock, C.H., Chiang, K.S. & Del Ponte, E.M. (2022). Plant disease severity estimated visually: a century of research, best practices, and opportunities for improving methods and practices to maximize accuracy. *Trop. plant pathol.* 47, 25–42 <https://doi.org/10.1007/s40858-021-00439-z>
- Campbell, C.L., Neher, D.A. (1994). Estimating Disease Severity and Incidence. In: *Epidemiology and Management of Root Diseases*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-85063-9_5
- David, E., Lara, B., Lencina, A., Monterroso, L. (2024a). Detección y cuantificación de enfermedades fúngicas en cebada empleando sensores remotos. *Nexo agropecuario*, (Edición Especial), 67-72.
- David, E., Lara, B., Lencina, A., Monterroso, L. (2024b). First steps towards spectral discrimination of diseases in barley (*Hordeum vulgare* L.). *RIA*, 50, 130-139.
- Keith-Magee, R. (2025), “BeeWare”, <https://beeware.org>, último acceso 2025/04/14.
- Kiehr, M. E., Wehrhahne, L. N., Daddario, J. F. F., Storm, A. C., Delhey, R. R., Carmona, M. A., Sautua, F. (2016). Enfermedades de cebada en Argentina: diagnóstico y manejo.
- Lencina, A. (2024), https://github.com/alencina-faa/Leaf-Severity-Calculator_android, último acceso 2025/04/14.