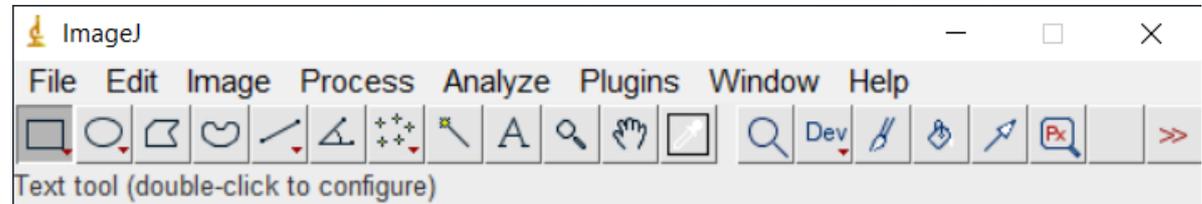


ImageJ es un programa de procesamiento de imagen digital de dominio público programado en Java y desarrollado en el National Institutes of Health. El programa puede descargarse de <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>

Se pueden hacer operaciones muy sencillas sobre imágenes como ajustar el contraste, transformar una imagen color en una imagen blanco y negro. Además se puede utilizar ImageJ para efectuar operaciones más sofisticadas sobre las imágenes como por ejemplo resaltar algunos detalles y ocultar otros.

En esta guía básica vamos a explicar una forma de medir el área de una hoja registrada con una cámara fotográfica. Por lo tanto, sólo describiremos las herramientas que utilizaremos para nuestra aplicación particular.

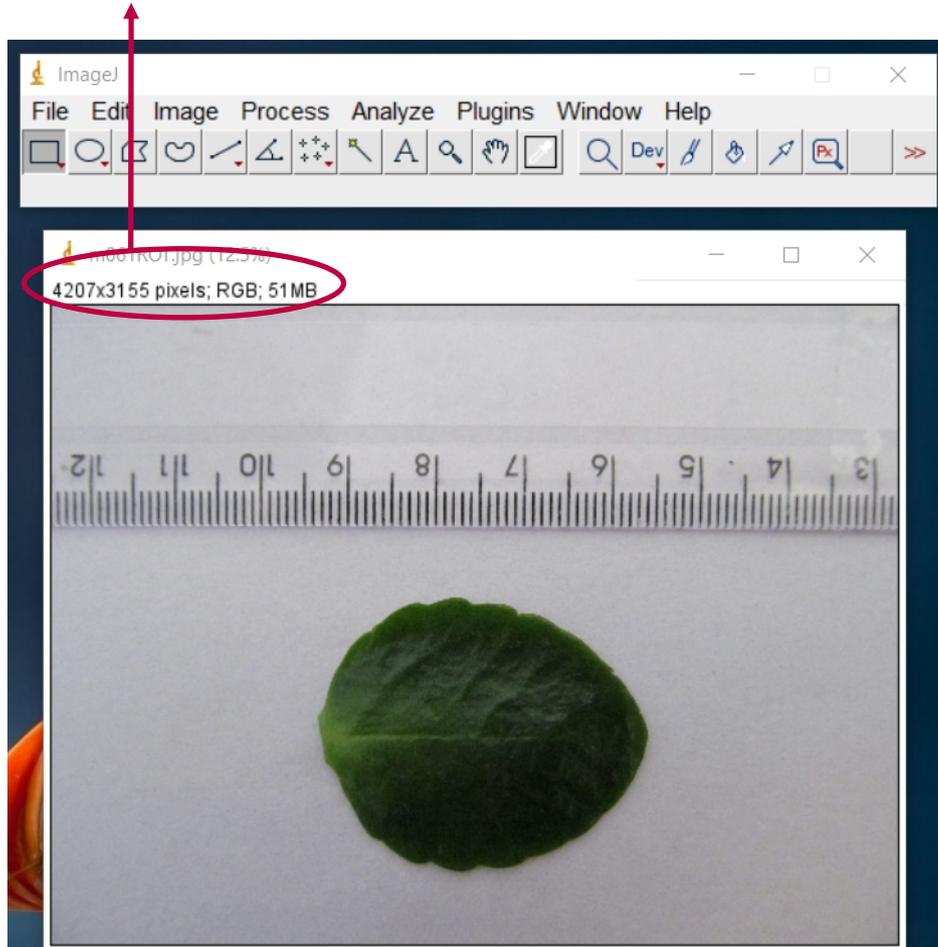
Menú y barra de herramientas



1- Abrir una imagen: ir **File** > **Open** y seleccionar el archivo.

4207x3155 píxeles indica el tamaño de la imagen en píxeles o cuadraditos.

La imagen está formada por una matriz de 4207x3155 números. 4207 en x (columnas) y 3155 en y (filas).

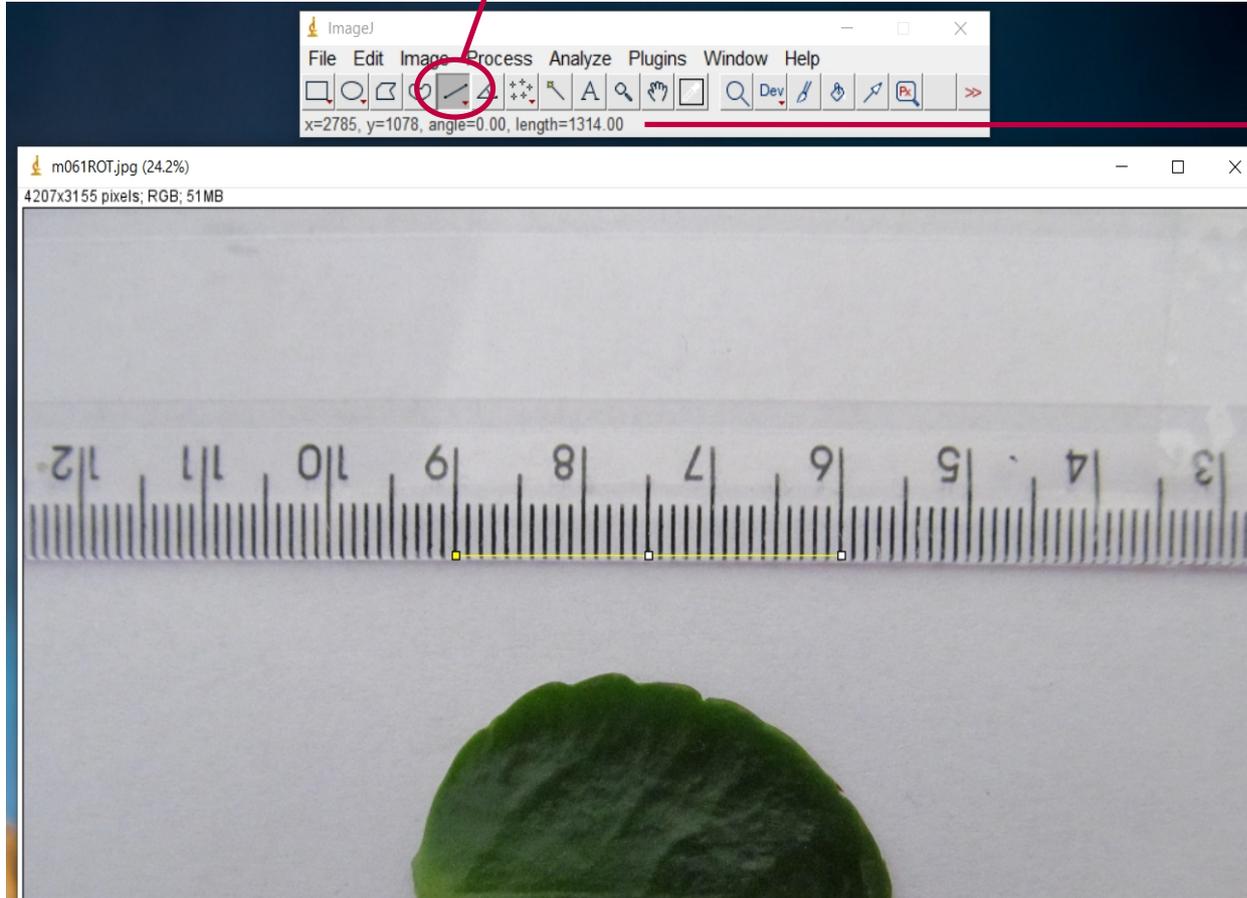


Cada pixel contiene información de tres valores numéricos que determinan el color del pixel: las componentes roja o R, verde o G, y azul o B. Cada una de estas componentes toma un valor entre 0 y 255, y la combinación de las tres componentes define el color del pixel.

2- Determinar factor de conversión de píxeles a distancia.

Queremos saber cuantos pixeles representan una distancia conocida:

Hacer click sobre la herramienta **Straight** y dibujar una línea de longitud conocida, basándose de la regla que figura en la fotografía.

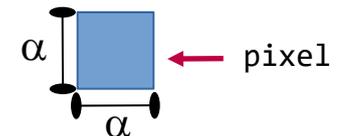


Length indica el número de pixels del segmento graficado (lo podemos ver siempre y cuando no soltemos el botón izquierdo del mouse).

length = 1314 pixels en este ejemplo.

$$\begin{array}{l} 1314 \text{ pixels} \longrightarrow 3 \text{ cm} \\ 1 \text{ pixel} \longrightarrow \frac{3}{1314} \text{ cm} \end{array}$$

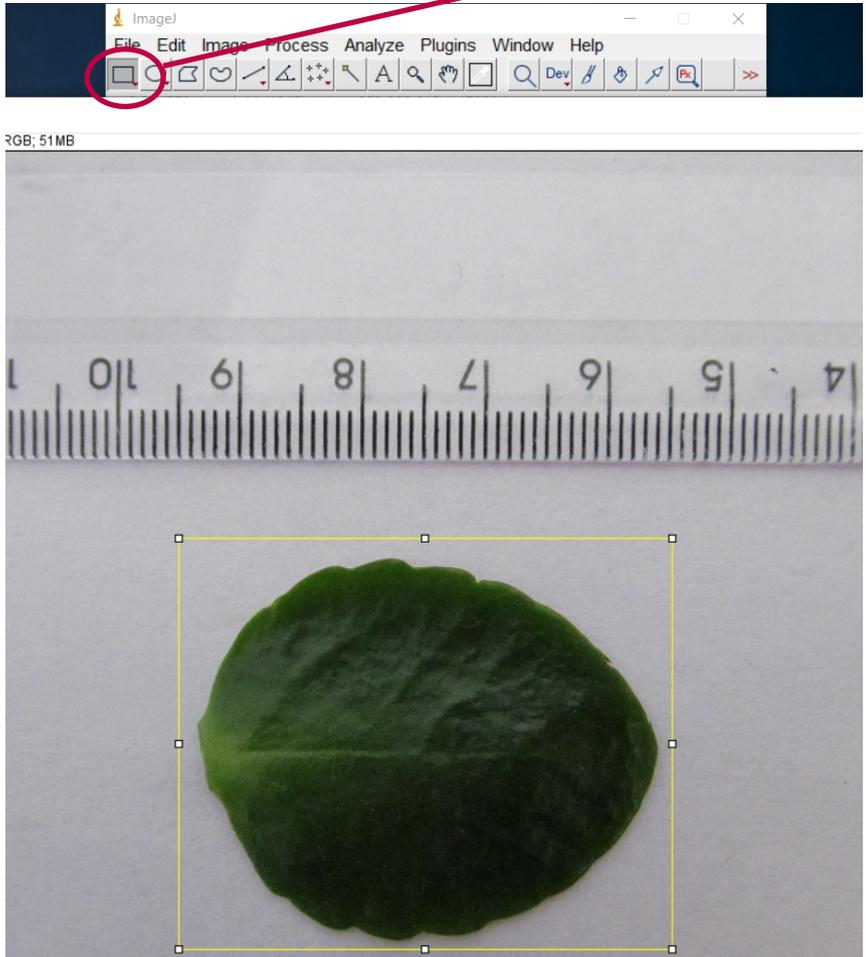
Con este ejemplo mostramos como obtener el tamaño de una arista α del píxel. Entonces el área del píxel será α^2 .



Incertezas: ver diapositiva 10.

3- Seleccionar la región de la fotografía que contenga únicamente a la hoja.

Hacer click sobre el a herramienta **Rectangle** y dibujar un recuadro como se muestra en el ejemplo.



Luego apretar botón derecho del mouse y seleccionar la opción **Duplicate**. Otra forma: ir a **Image > Duplicate**

elegir un nombre para la imagen recortada y hacer clic en **OK**.



Notar que la cantidad de pixeles de esta imagen es menor a la cantidad de pixeles en la imagen completa. 4

4- Convertir la imagen a escala de grises.

Ir a **Image** > **Type** > **8-bit**.

Resultado



Para poder medir el área de la hoja utilizando las herramientas del programa necesitaremos distinguir claramente la hoja (de color verde en este ejemplo) del fondo (blanco). Por lo tanto, con los pasos 4 y 5 vamos a transformar la imagen de color a una imagen en blanco y negro.



En la imagen hay 256 tonos de gris (de 0 a 255). El tono negro es el valor 0 y el blanco es el valor 255.

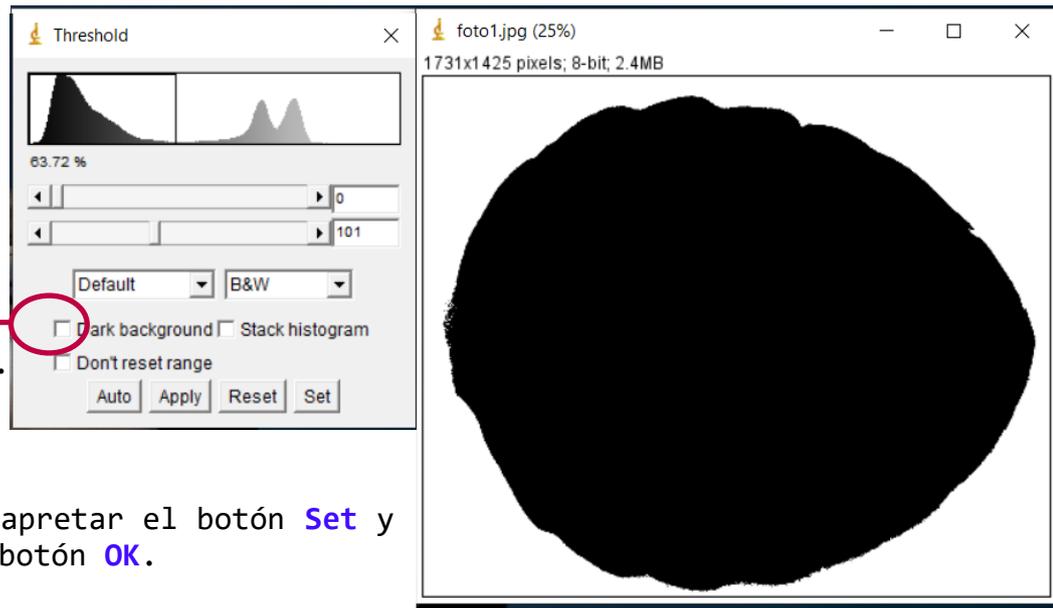
5- Binarizar la imagen.

Pasar la imagen a dos colores: blanco y negro.

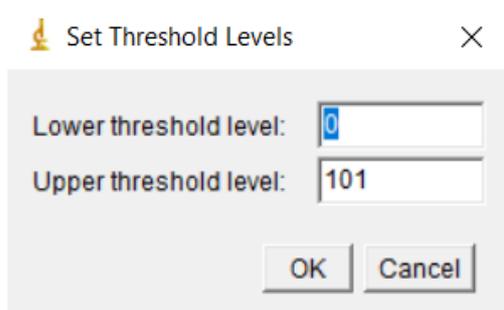
La imagen se binariza aplicando un umbral (threshold) de detección de la hoja respecto del fondo. La idea es que la hoja quede en color negro y el fondo en blanco.

Ir a **Image > Adjust > Threshold**

Verificar que esté desmarcada esta opción.



Al final apretar el botón **Set** y luego el botón **OK**.

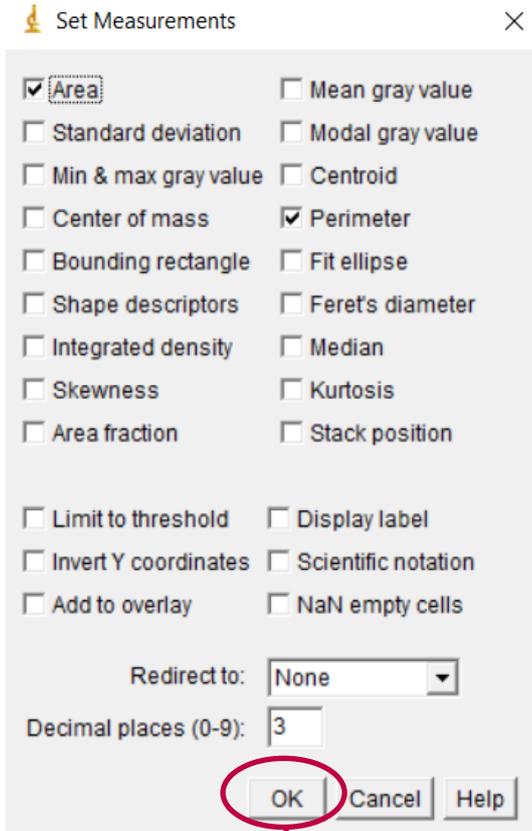


Los pixels cuyos valores de gris están entre **Lower threshold level** y **Upper threshold level** los transforma en pixels negros y el resto en pixels blancos.

6- Medición del área.

Ir a **Analyze > Set Measurements**

Se abre la siguiente ventana. Seleccionar Area y Perimeter (el perímetro puede ser útil para estimar la incerteza).

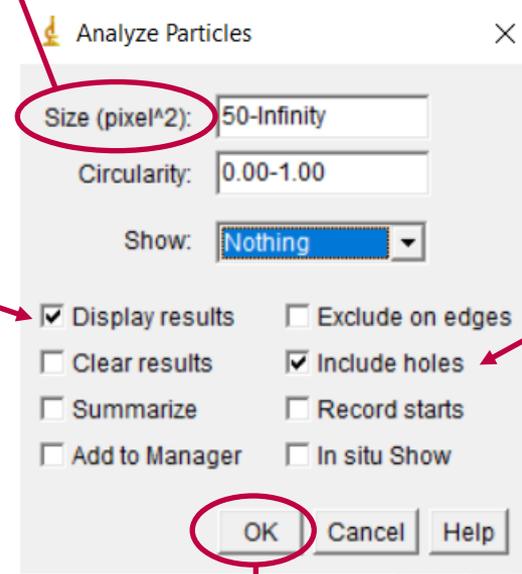


Al final apretar el botón **OK**

Luego ir a **Analyze > Analyze particles**

Indicar el tamaño del objetos que se quiere analizar (en este ejemplo se eligió un valor mínimo de 50). Así el programa no considera partículas cuya área sea menor (en pixeles) al valor mínimo elegido. Esto puede ser útil si quedaron pixeles de color negro dispersos por el fondo, fuera de la hoja.

Para que el programa muestre el resultado de la medición.



Para que el programa tenga en cuenta los pixeles blancos del interior de la hoja como parte del área de la misma.

Al final apretar el botón **OK**

Finalmente se obtiene una tabla con los resultados.

¿Cómo leo estos resultados?



Veamos esto con un ejemplo:

El área de la hoja es $A_h = N_A \times A_{pix}$

	Area	Perim.
1	2466675	6309.657

N_p : Número de pixels del perímetro.

N_A : Número de pixels dentro de la hoja.

$$A_h = 2466675 \times A_{pix} \quad (A_{pix} = \text{área de un pixel} \text{ y } A_h = \text{área de la hoja})$$

En la diapositiva 3 obtuvimos que la arista α de un pixel mide $(3/1314)$ cm, para el ejemplo analizado aquí. Entonces el área de un pixel será $A_{pix} = (3/1314)^2 \text{ cm}^2$.

$A_h = 2466675 \times (3/1314)^2 \text{ cm}^2 = 12,85771252 \text{ cm}^2$ (Cuidado: en el informe reportar el resultado con su incerteza y el número de cifras significativas apropiado).

El perímetro P se puede obtener a partir de: $P = N_p \times \alpha$

En este ejemplo, el perímetro en cm será: $P = 6309.657 \times (3/1314) \text{ cm} = 14,40560959 \text{ cm}$

7- Estimación de la incerteza.

Como el área de la hoja es $A_h = N_A \times A_{pix}$

A_{pix} = área de un pixel

N_A = número de pixels dentro de la hoja

Para estimar la incerteza ΔA_h del área de la hoja tenemos que considerar todas las fuentes de error. En este caso pueden provenir tanto del número de pixels (N_A) como del área del pixel (A_{pix}).

Error de N_A → la cantidad N_A depende de los valores de los umbrales **Lower threshold level** y **Upper threshold level** (ver diapositiva 6). Si se varían estos valores, el borde de la hoja que el programa considera para determinar el área puede cambiar. La elección de estos dos umbrales depende del criterio del usuario (con el objetivo de lograr que la hoja quede negra y el fondo sea blanco).

Entonces, si al variar los umbrales cambia el borde de la hoja, la variación de N_A será proporcional al número de pixels del perímetro de la hoja. Con este criterio, a primer orden podemos considerar:

$\Delta N_A = N_p$ donde N_p es el número de pixels del perímetro.

Error de A_{pix} → hay dos contribuciones importantes:

- 1- N_c el número de pixels del segmento graficado con la herramienta **Straight** en la calibración (ver dispositiva 3).
- 2- El instrumento que se utilizó como escala.

En el ejemplo:

1- el segmento graficado tiene $N_c = (1314 \pm 5)$ pixels.

2- El instrumento de referencia es una regla con una resolución de 1 mm. Si considero el error instrumental $\varepsilon_{\text{inst}} = 1 \text{ mm} = 0,1 \text{ cm}$, el segmento graficado corresponde a una distancia de calibración $D_c = (3,0 \pm 0,1) \text{ cm}$.

La arista del pixel mide $\alpha = \frac{D_c}{N_c}$

El área del pixel mide α^2

Propagando errores se obtienen las incertezas $\Delta\alpha$ de la arista del pixel y ΔA_{pix} del área del pixel.

