

# Procesamiento de Imágenes y Visión Artificial (con un toque de Aprendizaje Automático)

Departamento de Procesamiento de Señales

Instituto de Ingeniería Eléctrica

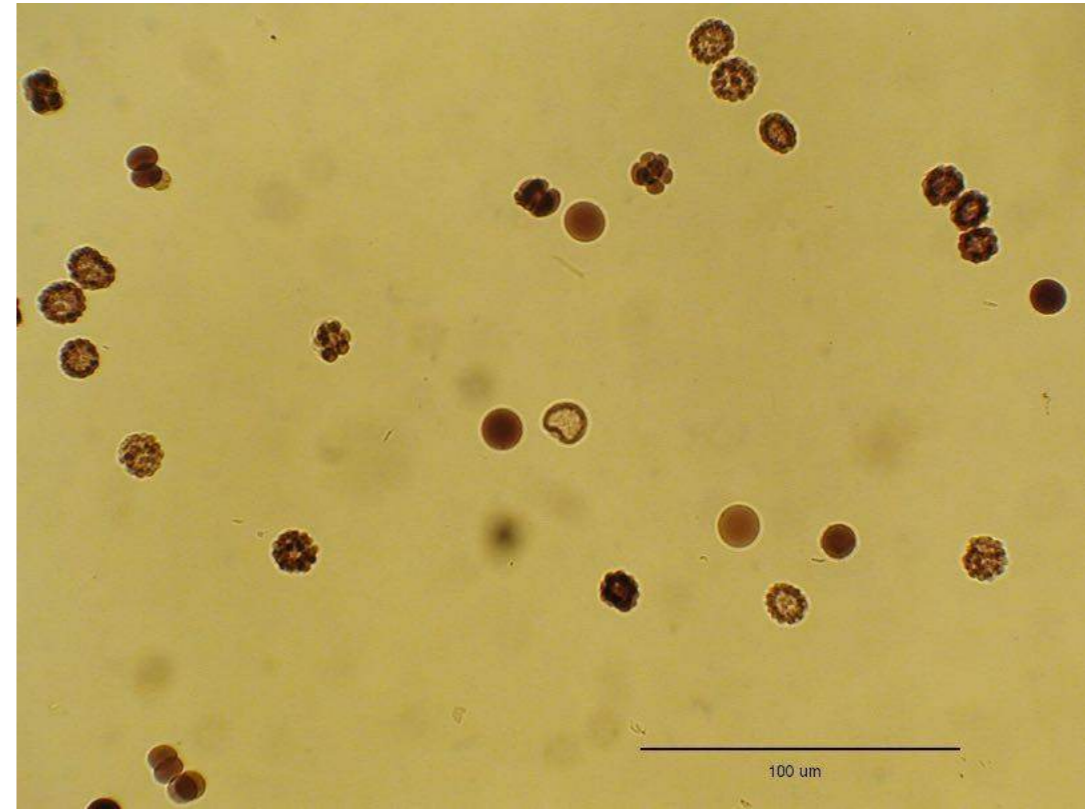
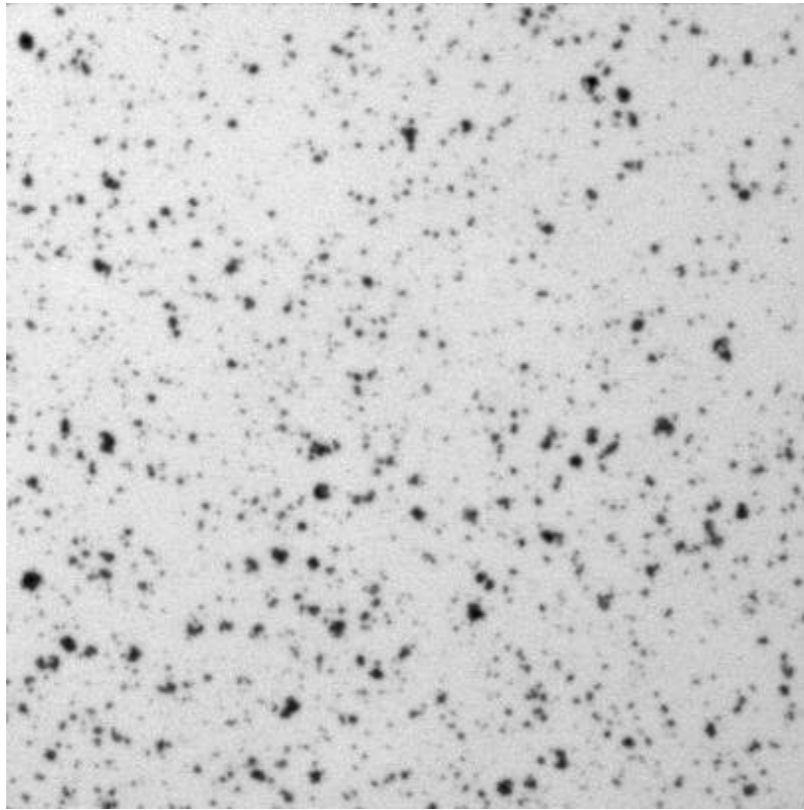


# Segmentación

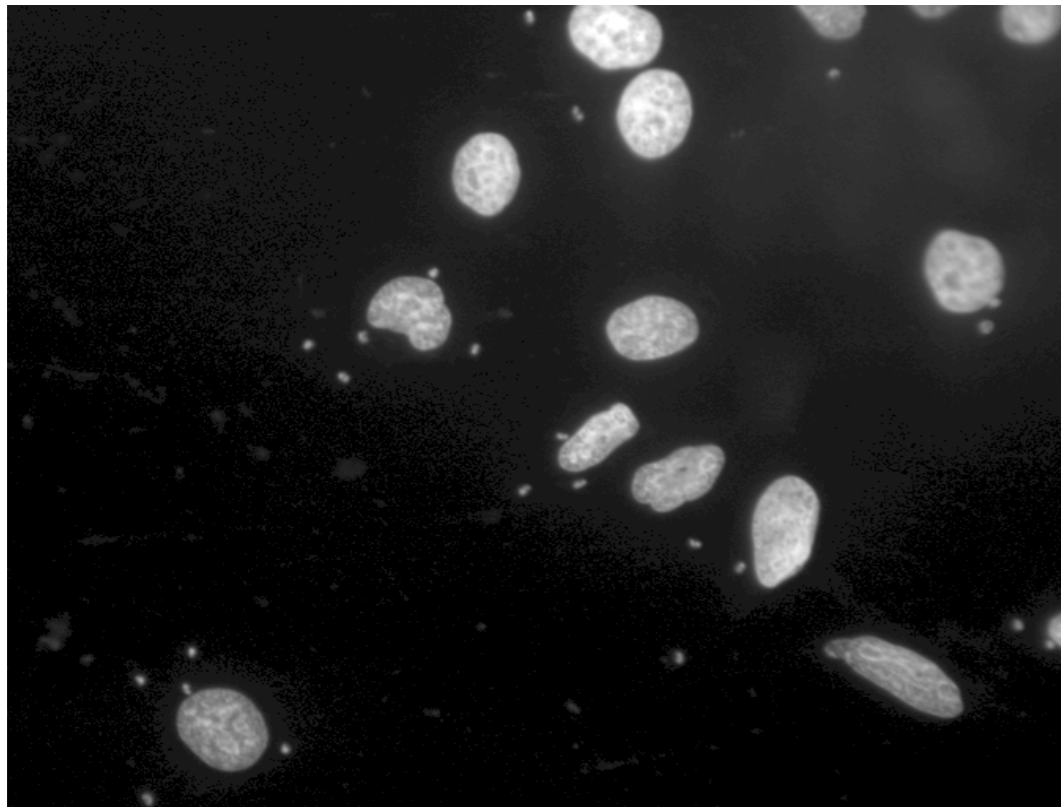
- Partir la imagen en grupos de píxeles diferentes según algún criterio.
  - Similitud → regiones que comparten propiedades.
  - Diferencia → fronteras entre las regiones.
- Es un problema dual: las regiones tienen fronteras y las fronteras separan regiones.

- Histograma de la imagen y exploración: en la imagen de ejemplo leaf.jpg
- Analyze → histogram
- Explorar, con log y sin log y por canales RGB
- ¿Es mono, bi, trimodal?
- ¿Tienen componentes en qué rangos?
- Descomponer la imagen en tres o convertirla a grises.

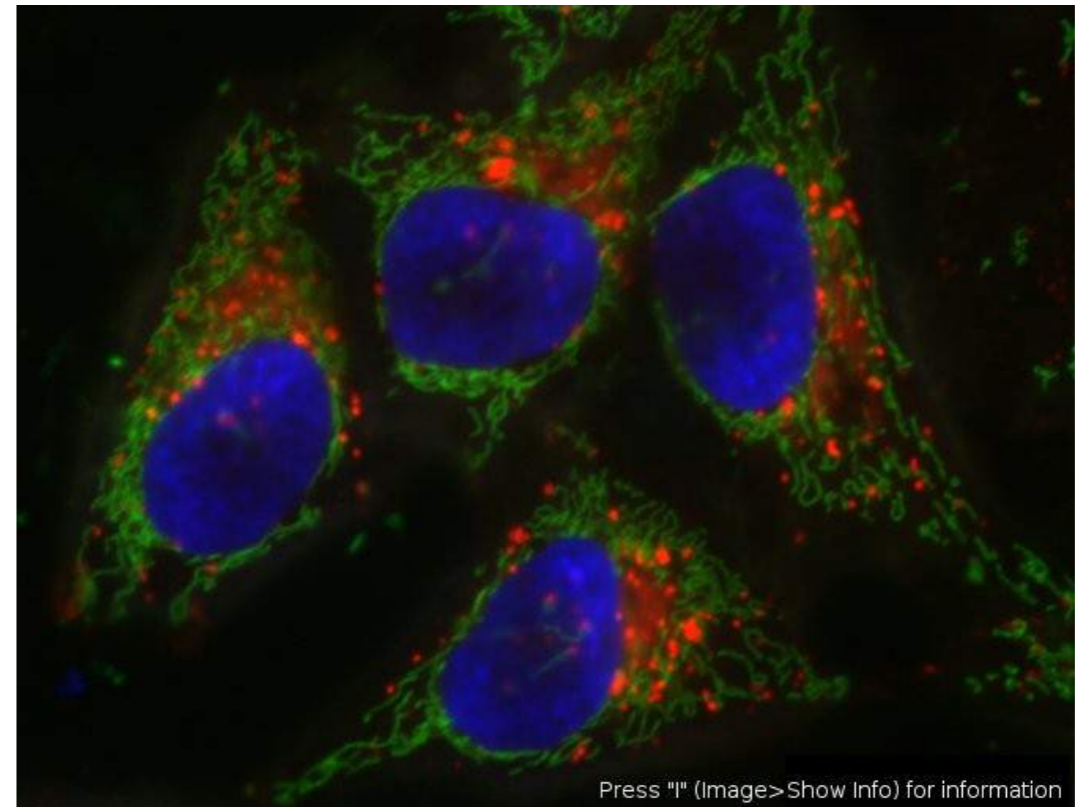
Cell colony



parásitos



hela



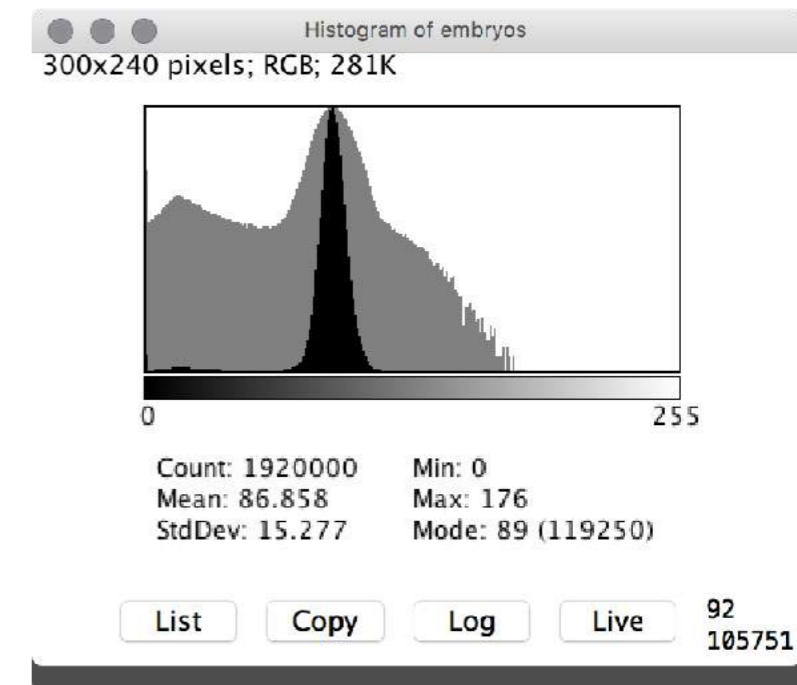
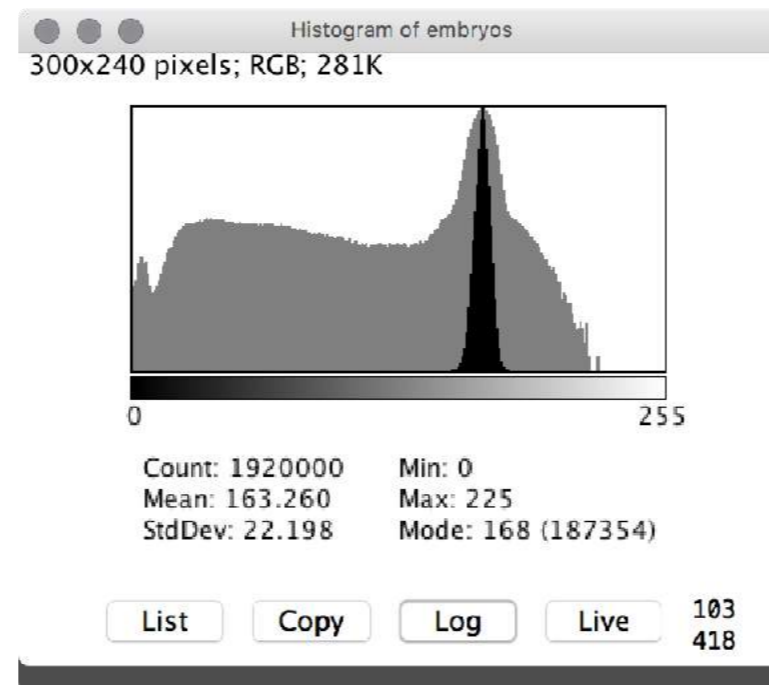
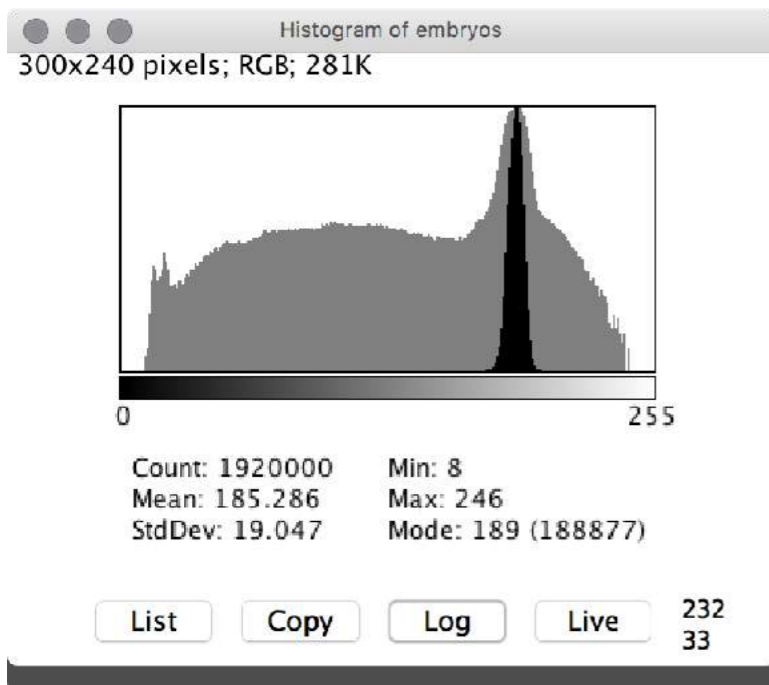
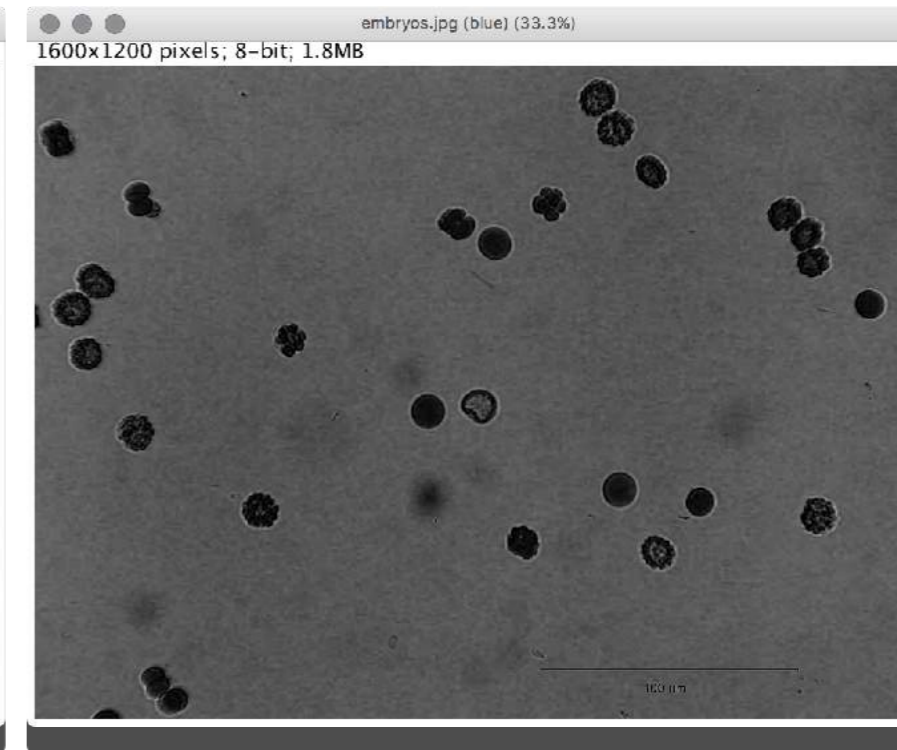
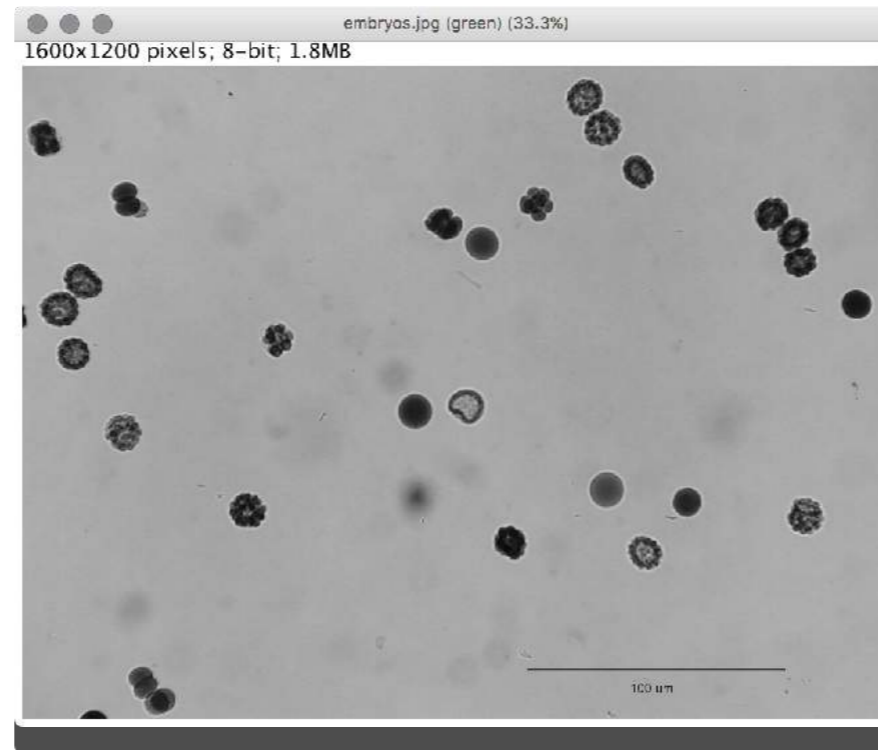
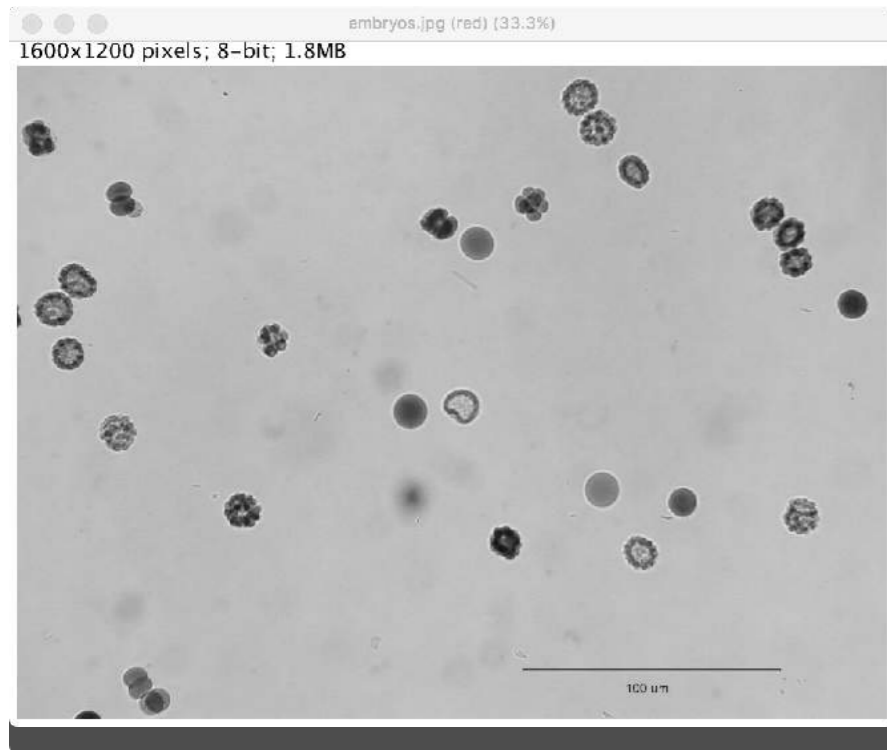
embryos

Press "I" (Image>Show Info) for information

- En general trabajaremos en niveles de gris.
  - Convertir la imagen
  - Dividir en 3 imágenes, una por cada color.
- Image → Color → Split Channels
- Ver el histograma de cada canal

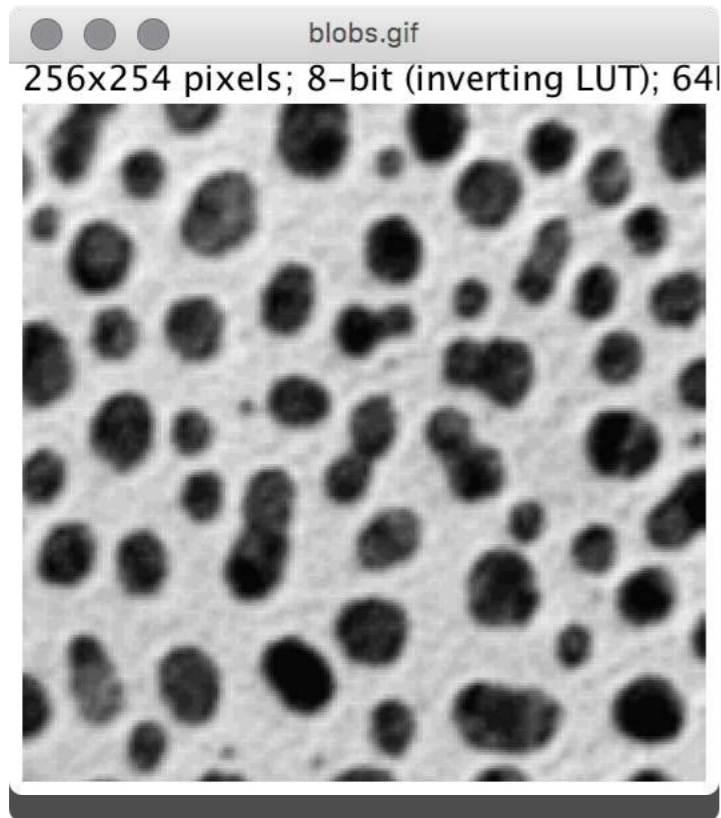


# Canales rojo, verde y azul

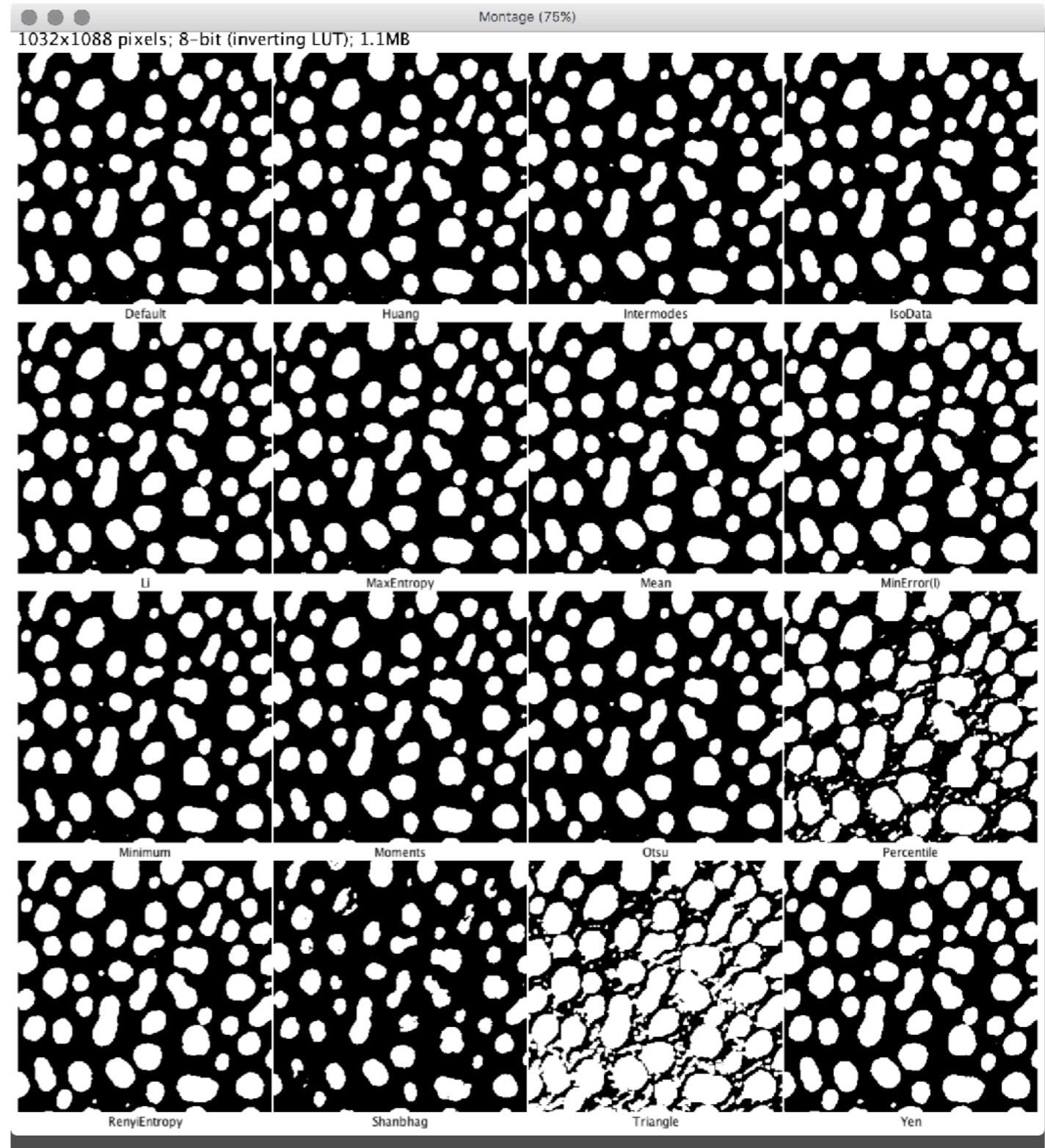


# Umbralizar (Binarizar)

- Definir un umbral y dar a la imagen un valor si está por arriba y otro por debajo del umbral.
- Image → Adjust → Threshold

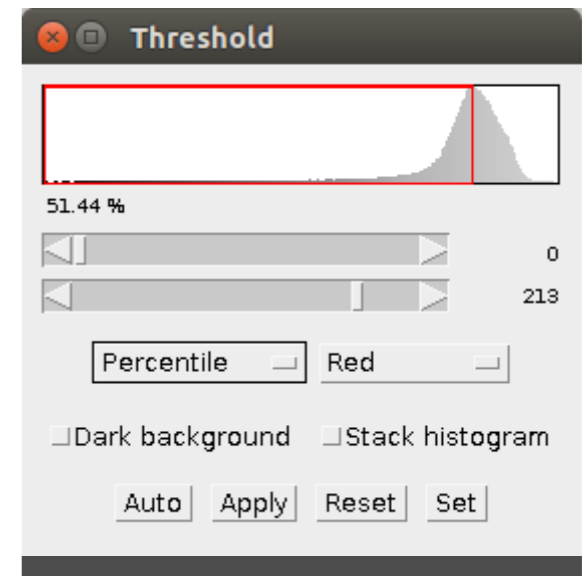
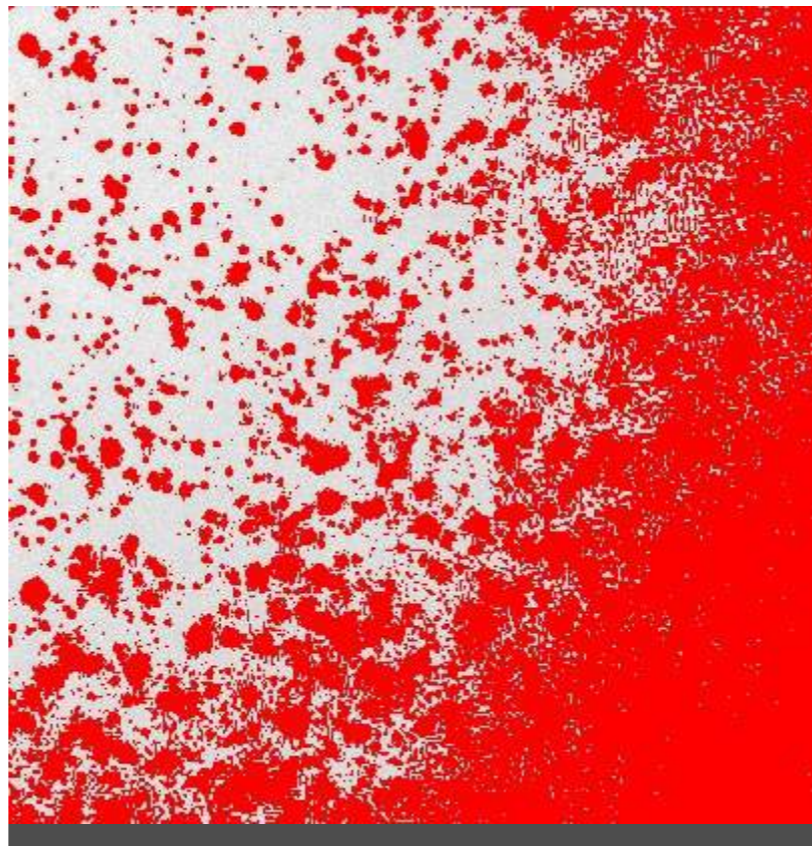
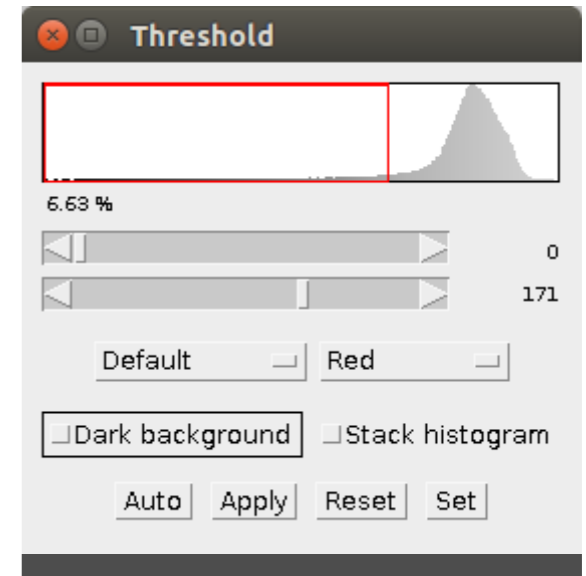
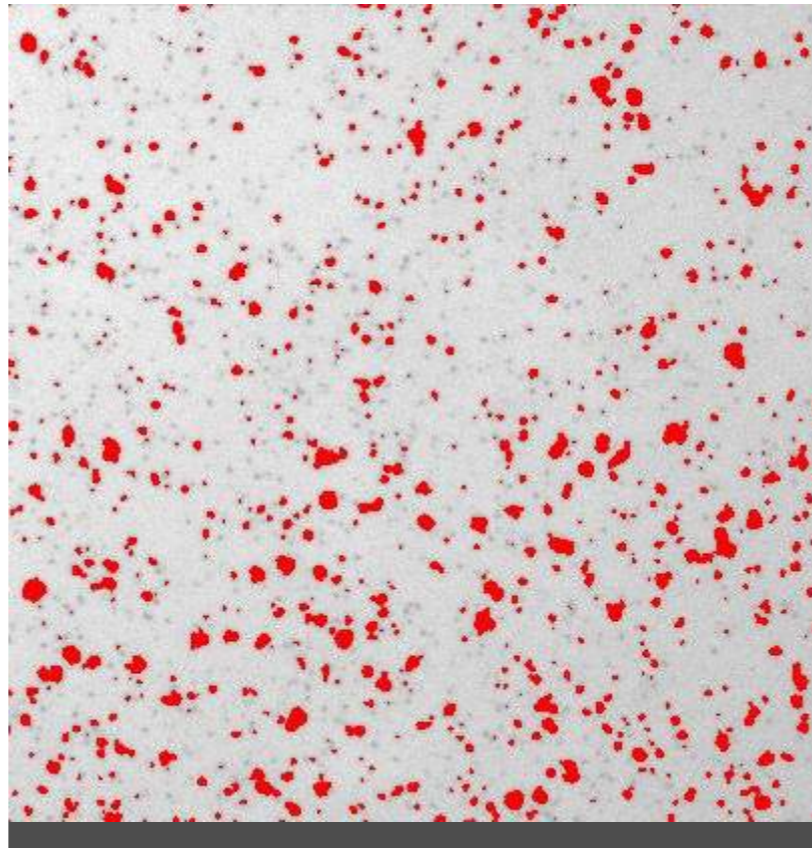
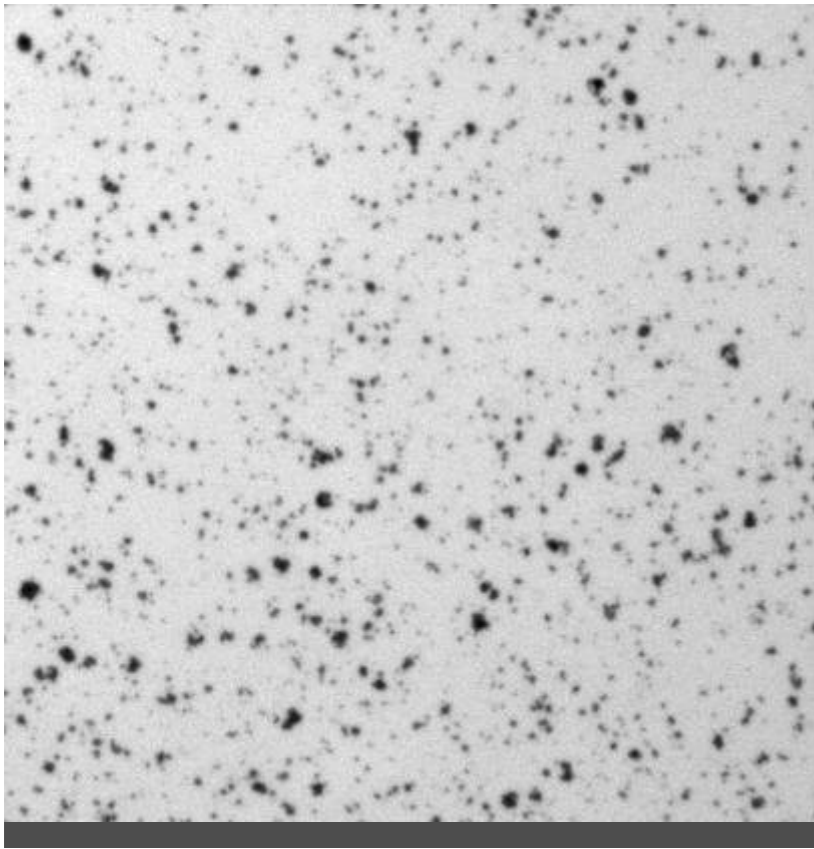


Method	Threshold
Default	125
Huang	120
Intermodes	129
IsoData	125
Li	106
MaxEntropy	112
Mean	103
MinError(I)	80
Minimum	124
Moments	128
Otsu	127
Percentile	56
RenyiEntropy	100
Shanbhag	168
Triangle	50
Yen	88

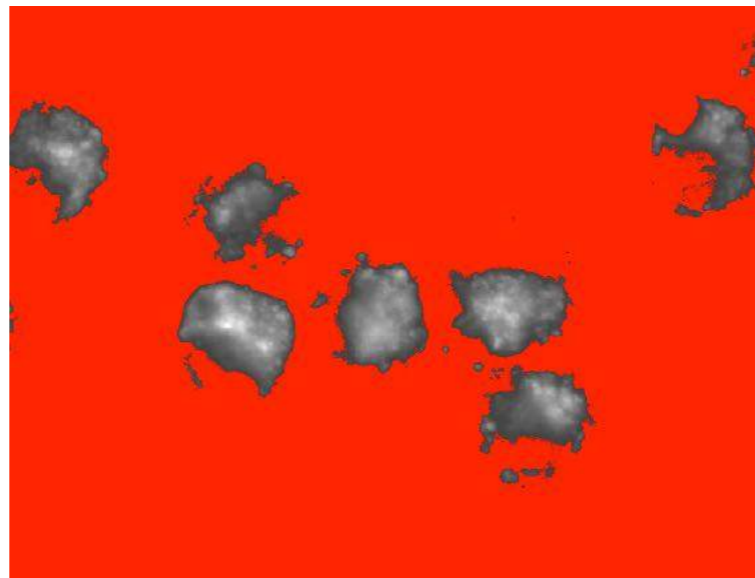
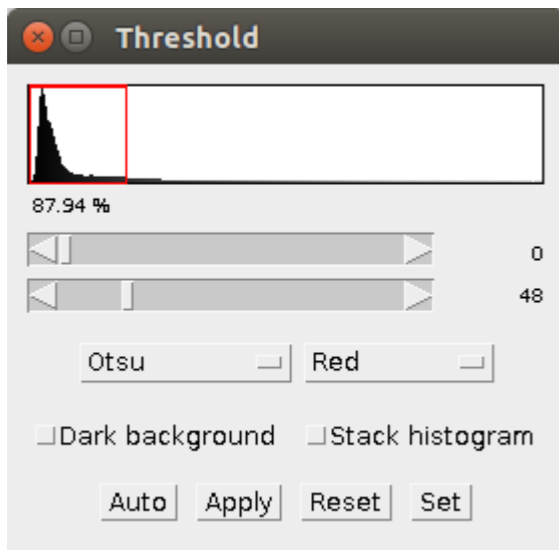
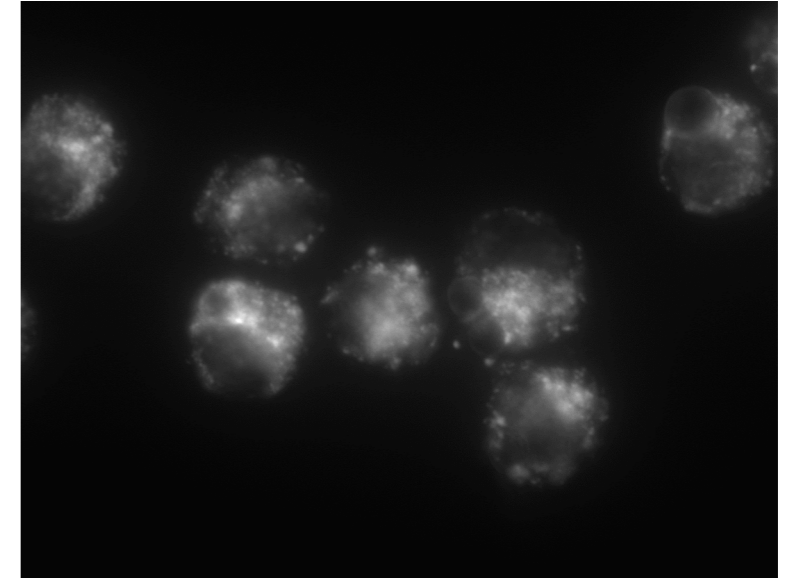
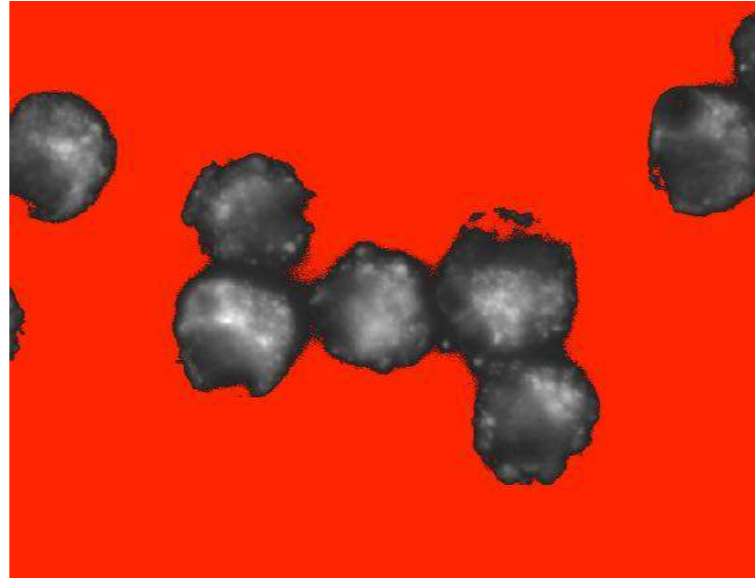
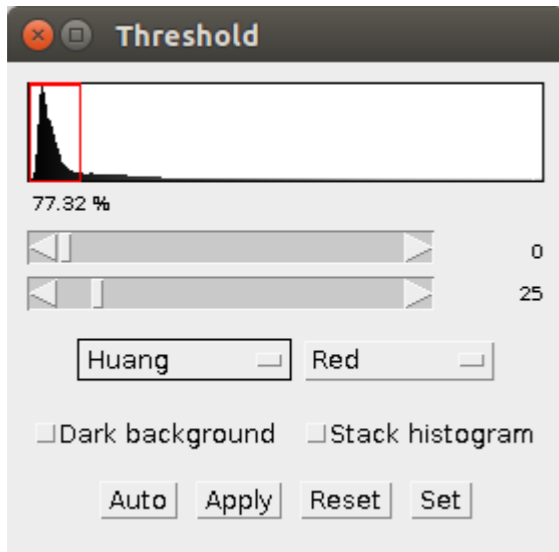




# Umbralizar (Binarizar)



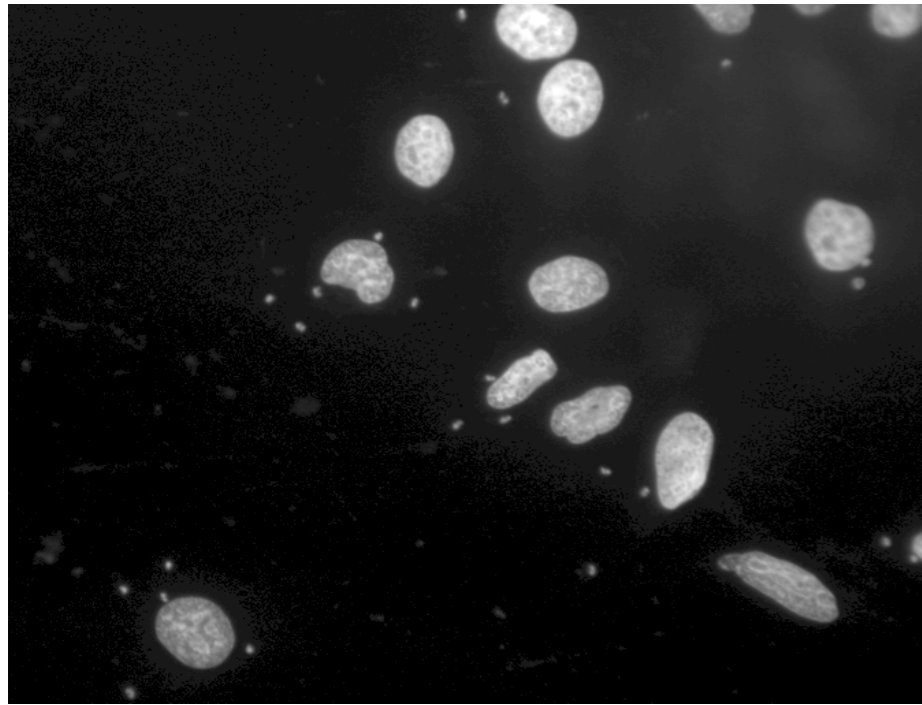
# Umbralizar (Binarizar)



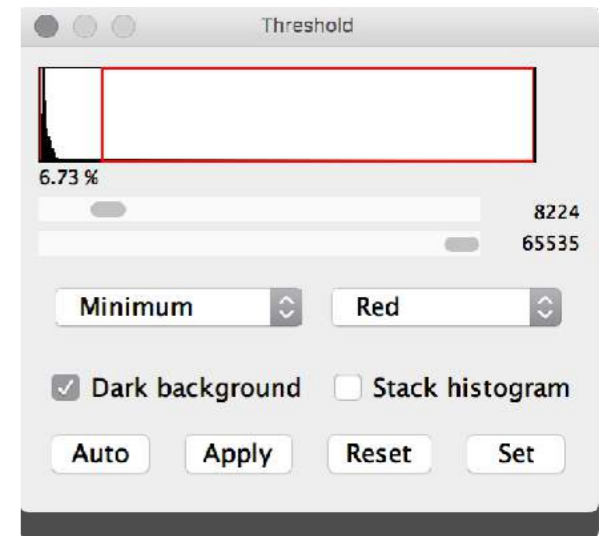
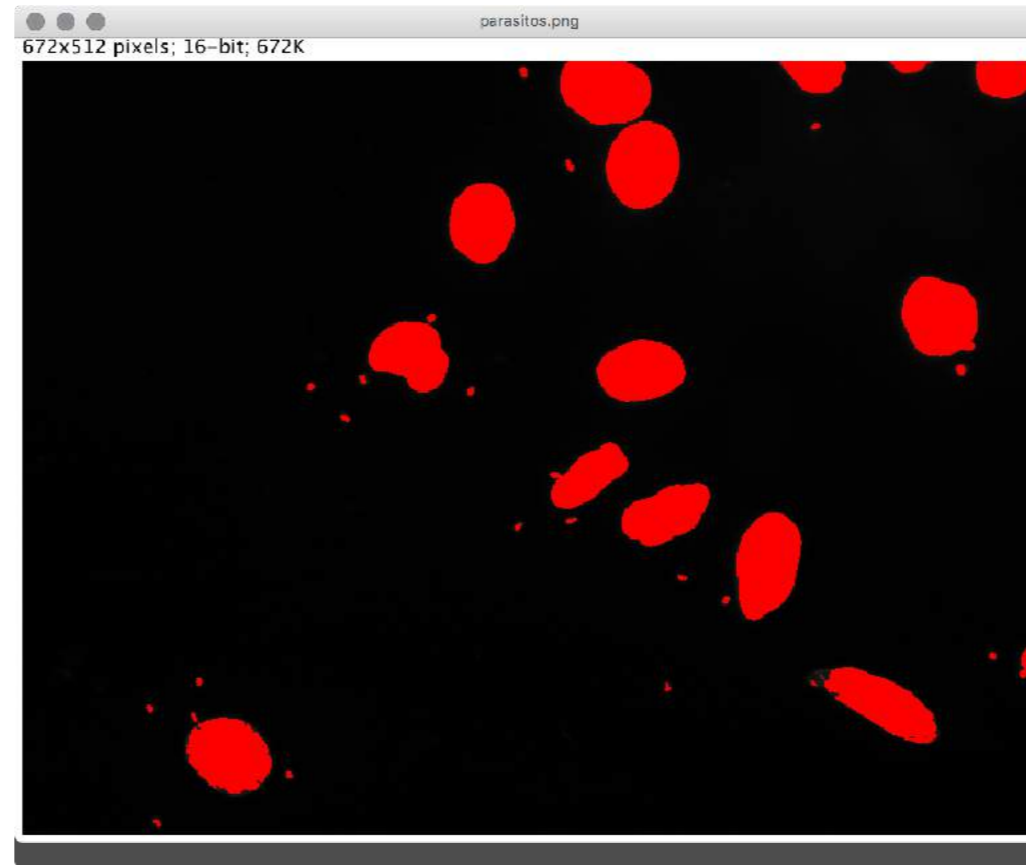
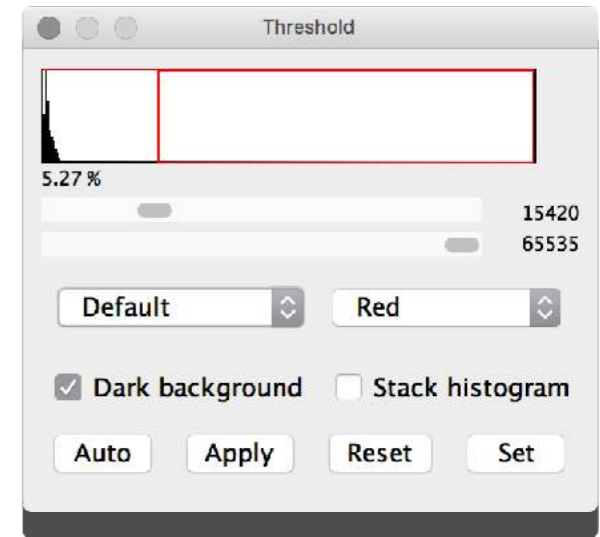
Macrófagos



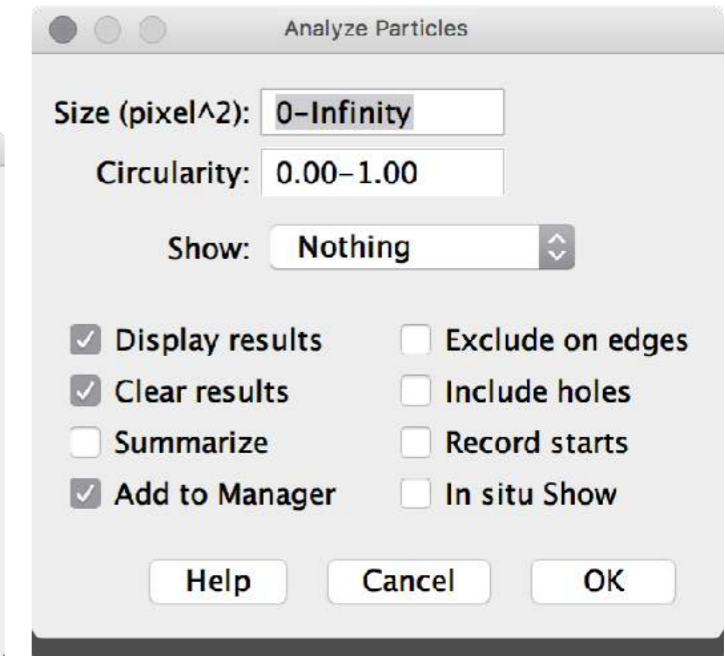
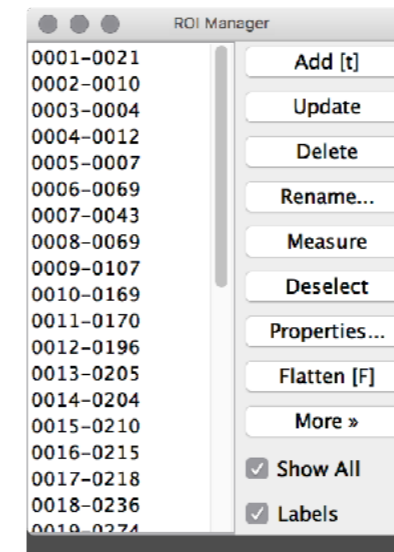
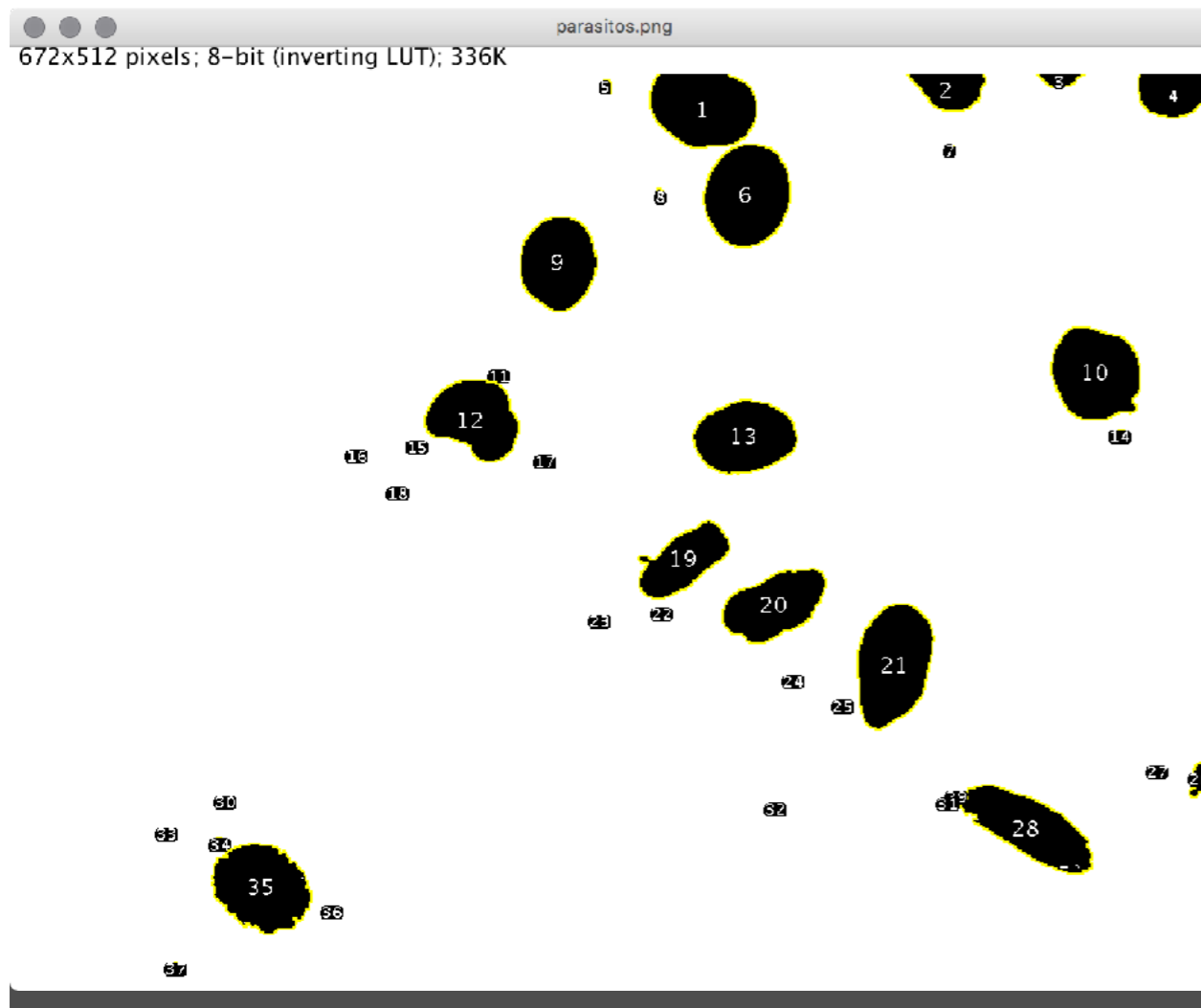
# Umbralizar (Binarizar)



parásitos

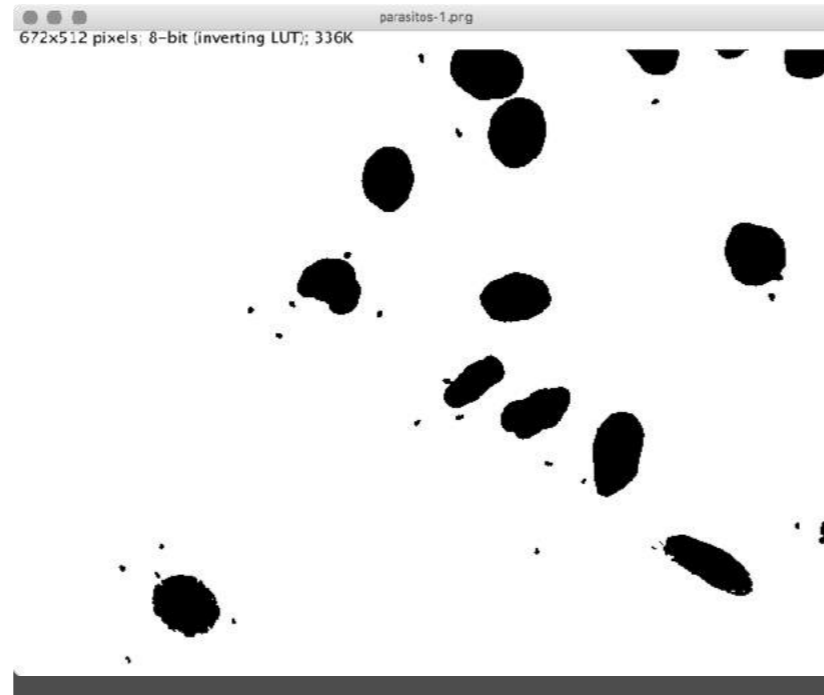
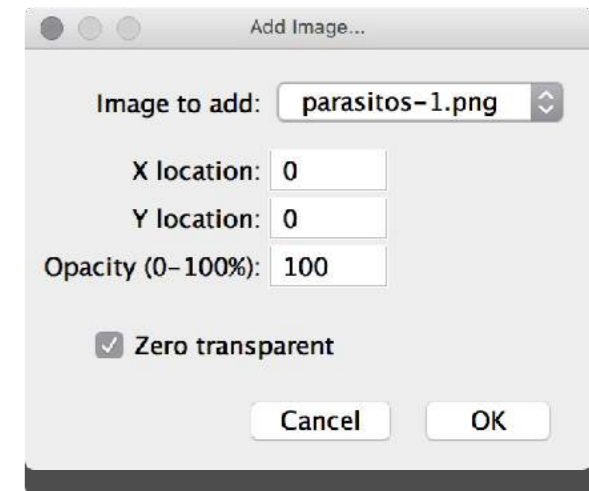


- Umbral, método minimum, Dark Background, B&W.
- Analyze → Set Measurements y seleccionar
- Analyze → Analyze Particles...
- Analyze → Summarize



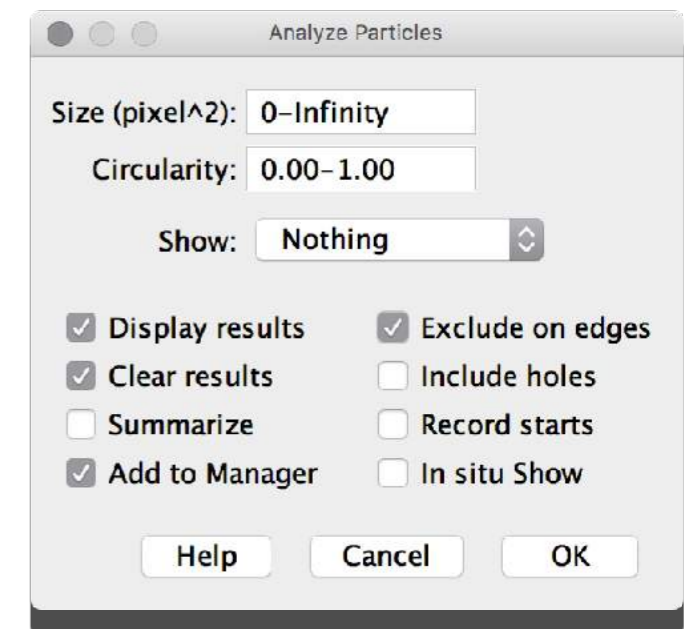
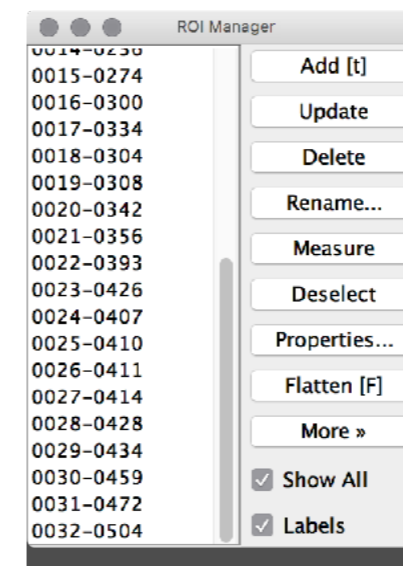
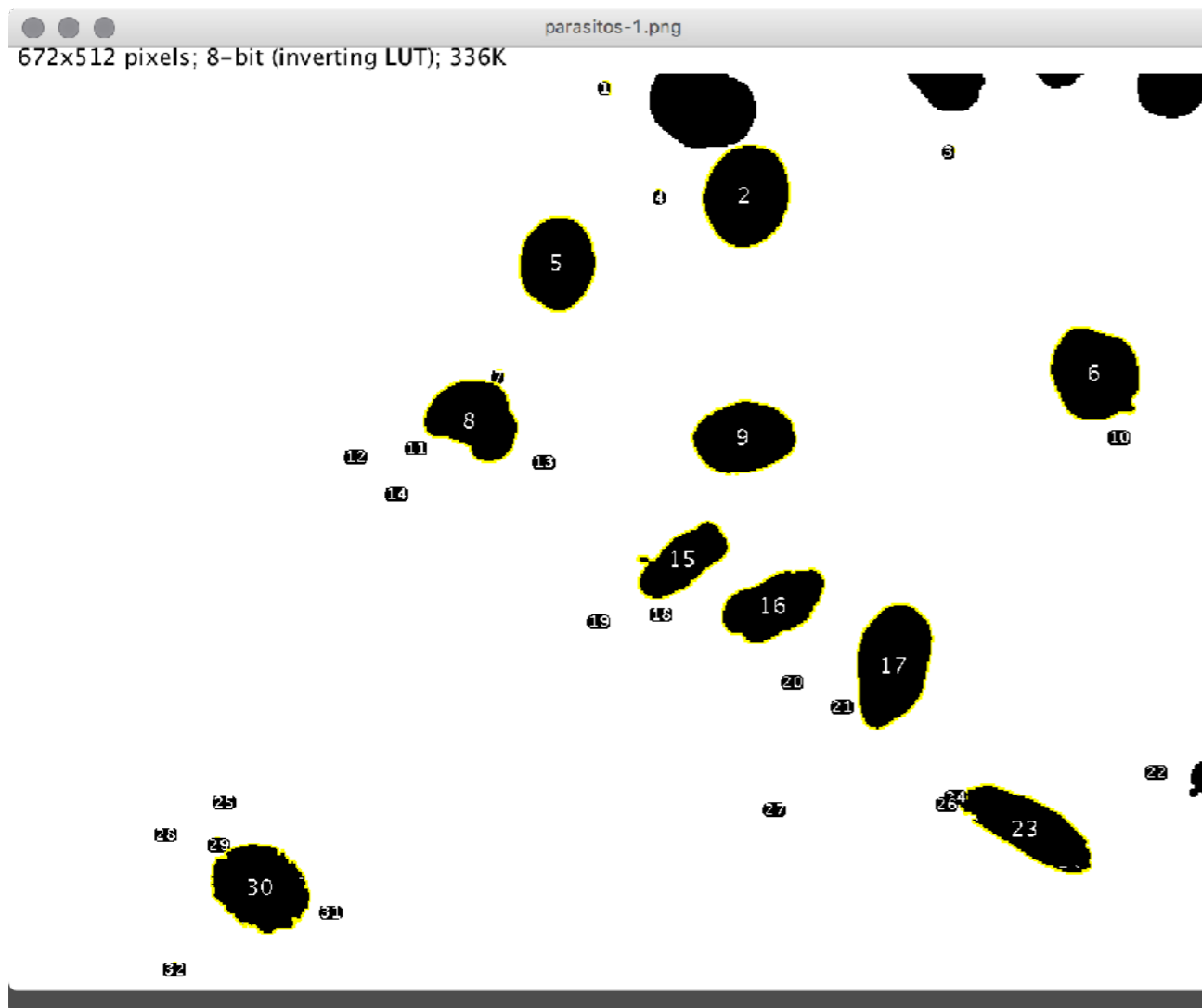
	Label	Area	Mean	StdDev	Min	Max	XM	YM
1	parasitos.png	2096	255	0	255	255	386.135	19.619
2	parasitos.png	674	255	0	255	255	525.217	8.930
3	parasitos.png	144	255	0	255	255	586.826	3.243
4	parasitos.png	833	255	0	255	255	650.313	11.033
5	parasitos.png	28	255	0	255	255	331.821	7.393
6	parasitos.png	2203	255	0	255	255	410.939	68.717
7	parasitos.png	18	255	0	255	255	525.000	43.111
8	parasitos.png	26	255	0	255	255	362.231	69.192
9	parasitos.png	1774	255	0	255	255	304.326	106.968
10	parasitos.png	2091	255	0	255	255	607.179	169.343
11	parasitos.png	26	255	0	255	255	270.808	170.038
12	parasitos.png	1718	255	0	255	255	257.366	194.519

- Tengo la imagen original.
- Tengo la máscara creada por la binarización, que salvo con un nombre.
  - Eventualmente: Edit → Invert
- Las superpongo, debo tener ambas imágenes abiertas:
  - Image → Overlay → Add Image
- Marcar Zero Transparent, seleccionar la imagen y fijar el origen.
- Flatten, crea una imagen nueva con la original y la máscara superpuesta.





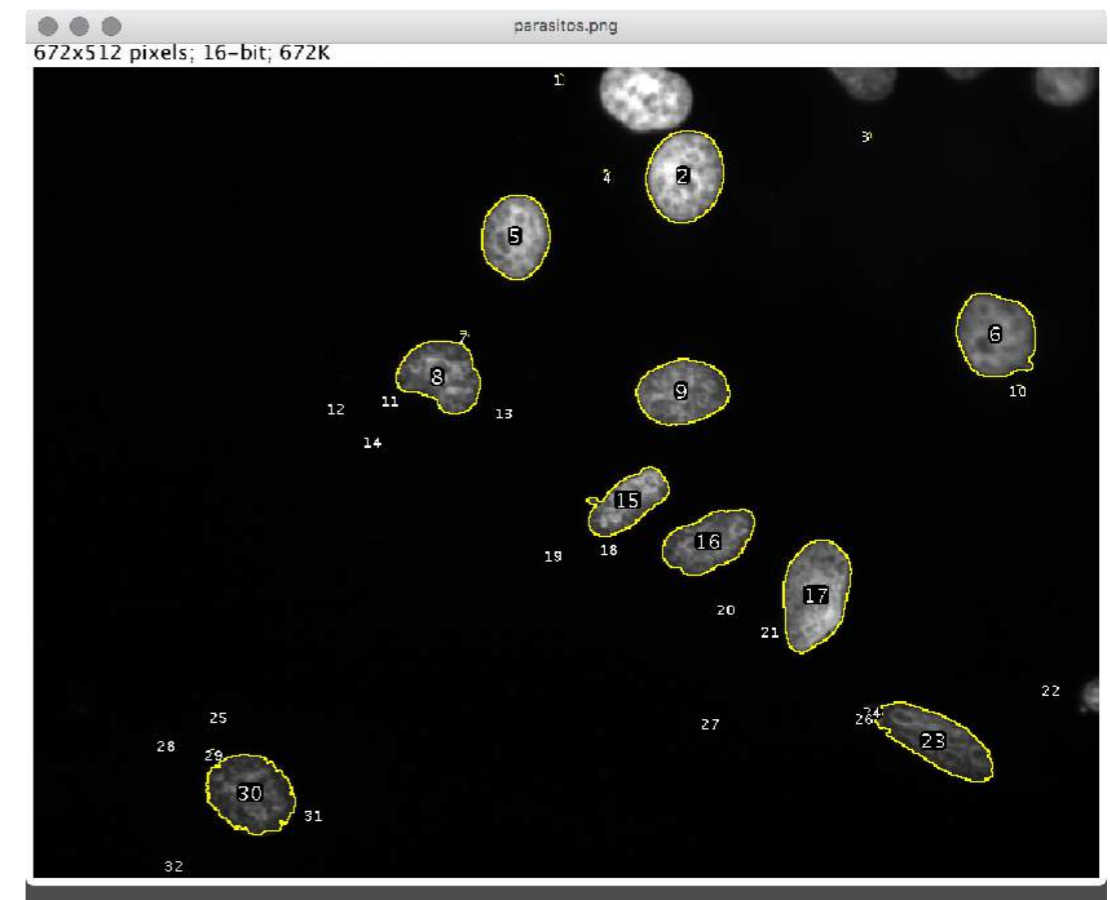
- Abrir parasitos.png
- Duplicarla
- Umbralizar eligiendo el umbral (seleccionar Dark Background)
- Usar Analyze Particles con las siguientes elecciones:



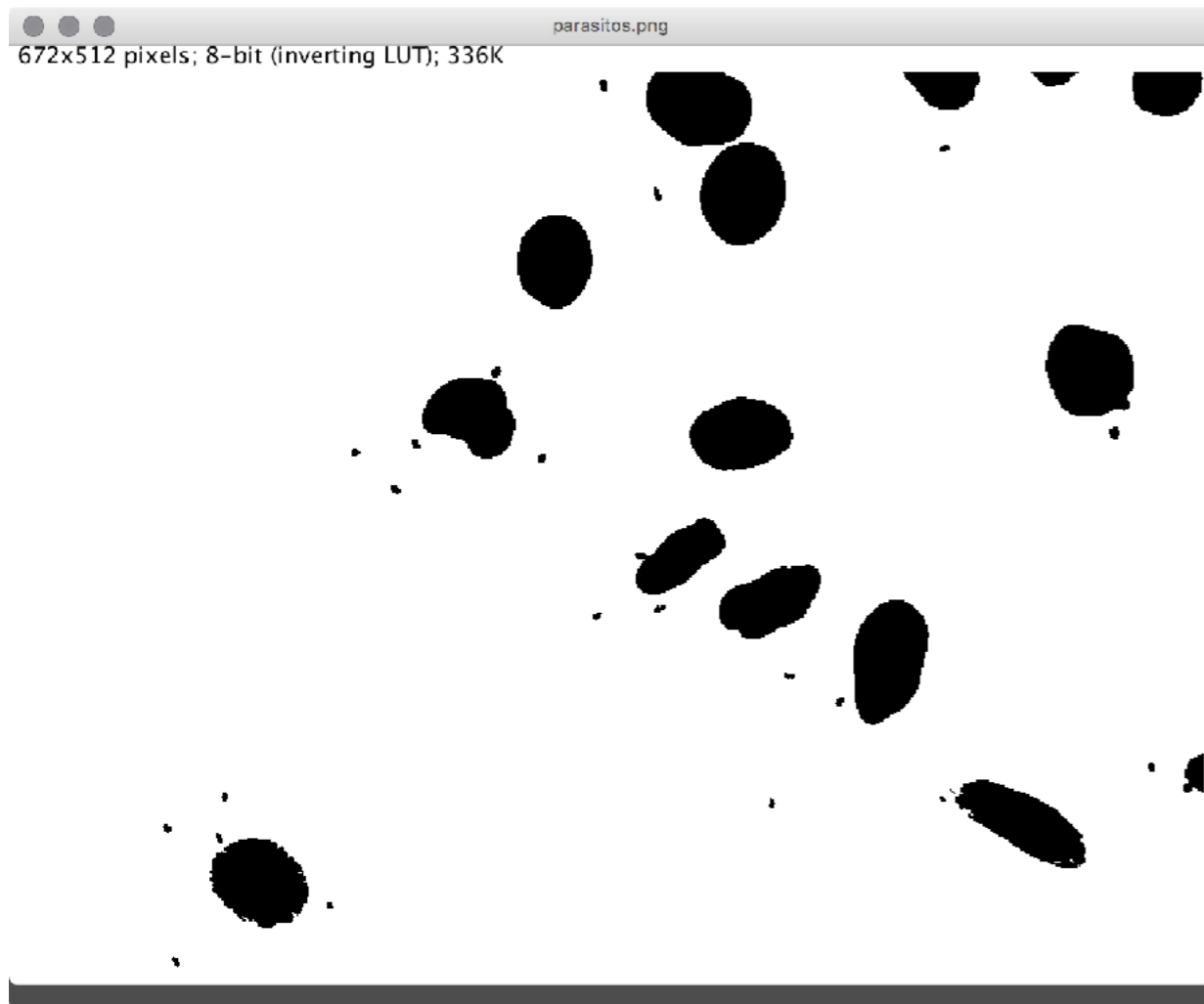
	Label	Area	Mean	StdDev	Min	Max	XM	YM
1	parasitos-1.png	28	255	0	255	255	331.821	7.393
2	parasitos-1.png	2203	255	0	255	255	410.939	68.717
3	parasitos-1.png	18	255	0	255	255	525.000	43.111
4	parasitos-1.png	26	255	0	255	255	362.231	69.192
5	parasitos-1.png	1774	255	0	255	255	304.326	106.968
6	parasitos-1.png	2091	255	0	255	255	607.179	169.343
7	parasitos-1.png	26	255	0	255	255	270.808	170.038
8	parasitos-1.png	1718	255	0	255	255	257.366	194.519
9	parasitos-1.png	1836	255	0	255	255	409.338	205.192
10	parasitos-1.png	32	255	0	255	255	621.094	204.406
11	parasitos-1.png	20	255	0	255	255	225.400	210.500
12	parasitos-1.png	18	255	0	255	255	191.056	215.611

- Seleccionar parasitos.png
- Incorporar a parasitos.png las regiones determinadas anteriormente desde el ROI Manager mediante Image > Overlay > From ROI Manager
- Seleccionar en el ROI Manager todas las regiones
- Presionar el botón Measure
  - Las medidas a realizar se seleccionan en Analyze > Set Measurements y se despliegan en la ventana Results.

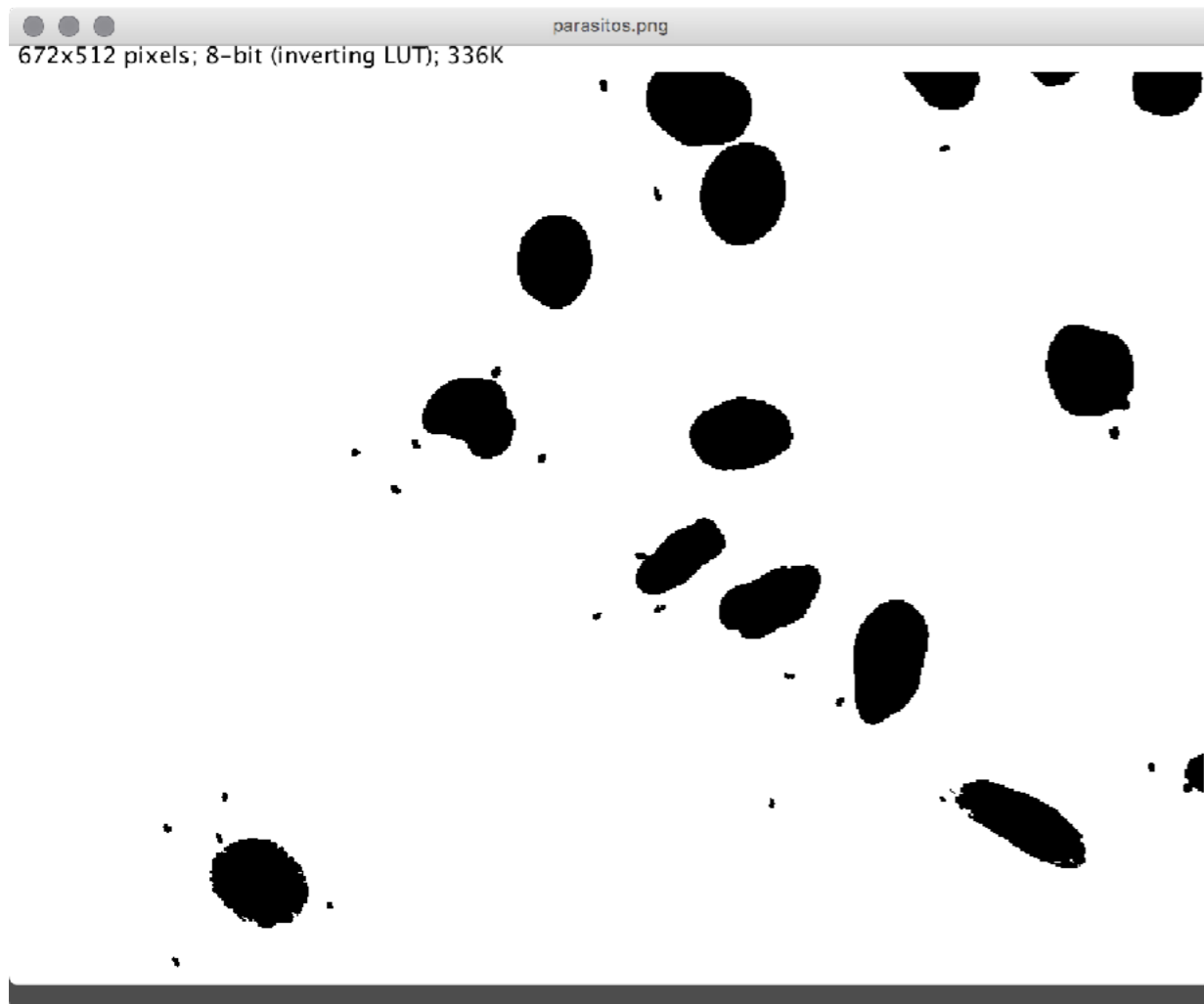
Results							
	Label	Area	Mean	StdDev	Min	Max	X
22	parasitos.png:0022-0393	17	10599.000	1725.873	8404	14091	6
23	parasitos.png:0023-0426	1959	15580.128	4563.928	7189	30547	5
24	parasitos.png:0024-0407	3	8734.000	738.547	8276	9586	5
25	parasitos.png:0025-0410	14	16209.143	5606.574	8276	25978	1
26	parasitos.png:0026-0411	8	10628.375	1218.852	9330	12557	5
27	parasitos.png:0027-0414	13	11068.000	1655.570	8691	13516	4
28	parasitos.png:0028-0428	17	13863.706	5010.710	8276	23294	8
29	parasitos.png:0029-0434	16	13088.688	2467.959	8308	18565	1
30	parasitos.png:0030-0459	2075	14976.321	4653.358	7733	33646	1
31	parasitos.png:0031-0472	14	14862.571	4404.543	8404	22878	1
32	parasitos.png:0032-0504	15	10333.600	1430.494	8308	12941	8



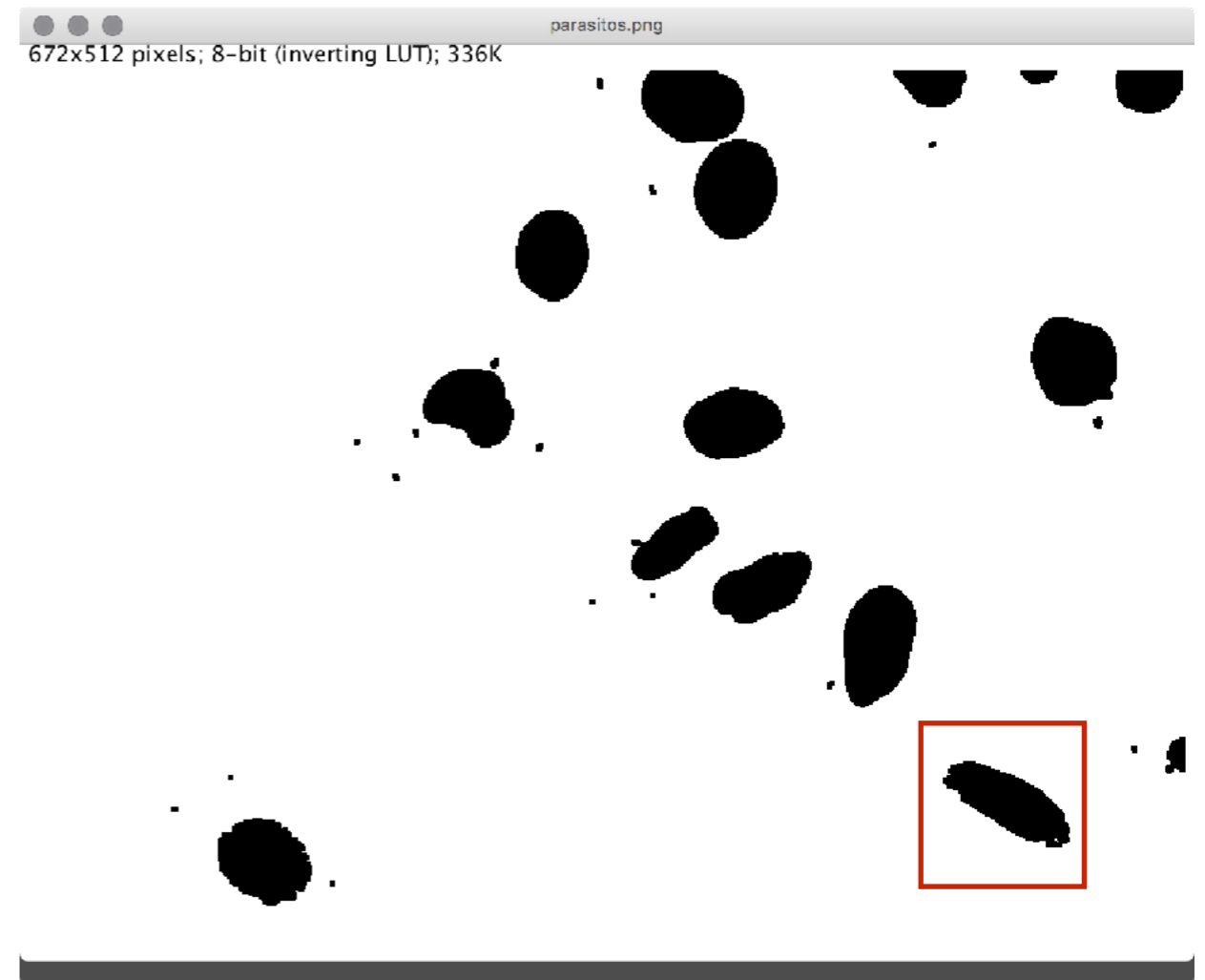
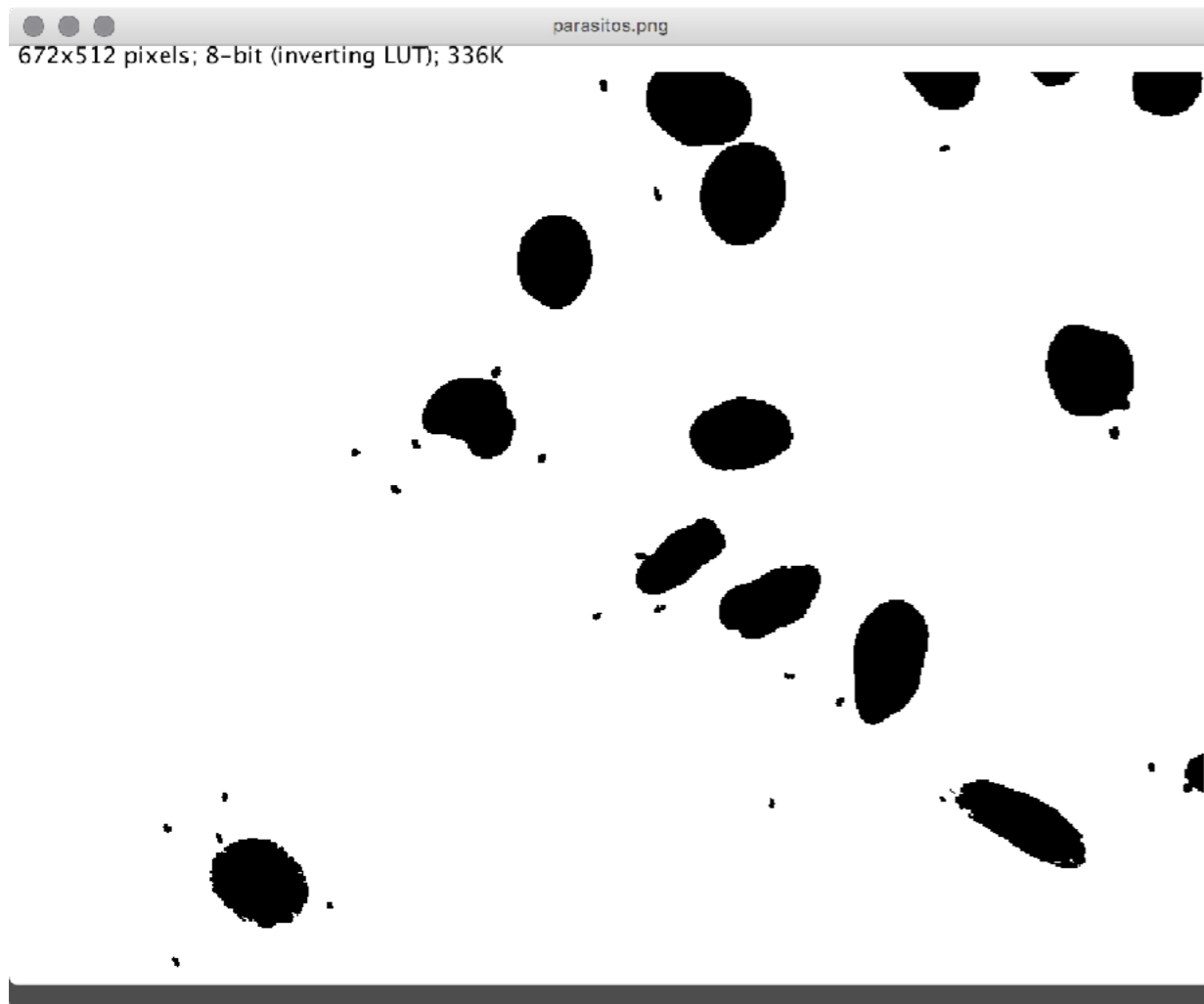
- Binarizar: Process → Binary → Convert to Mask
- Elemento Estructurante (ES): por ejemplo, un disco de radio  $r$
- Erosión: saca pixeles del borde (1 si ES está incluido en el objeto):
  - Process → Binary → Erode



- Dilatación: agrega píxeles al borde (1 si ES intersecta al objeto):
  - Process → Binary → Dilate

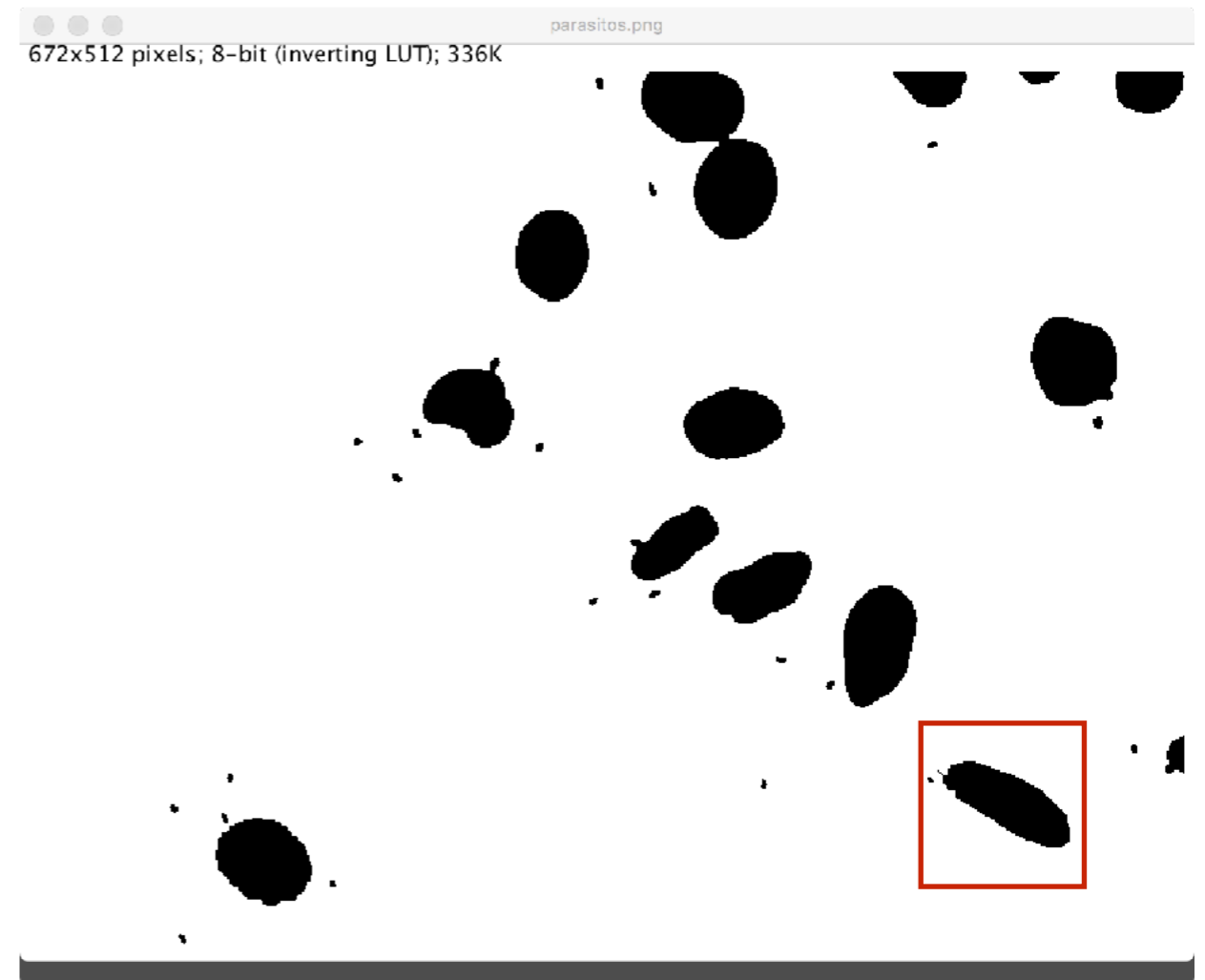


- Apertura: dilatación de la erosión (Process → Binary → Open).
- Suaviza el borde. Elimina islas y penínsulas.
- Erosiona y dilata

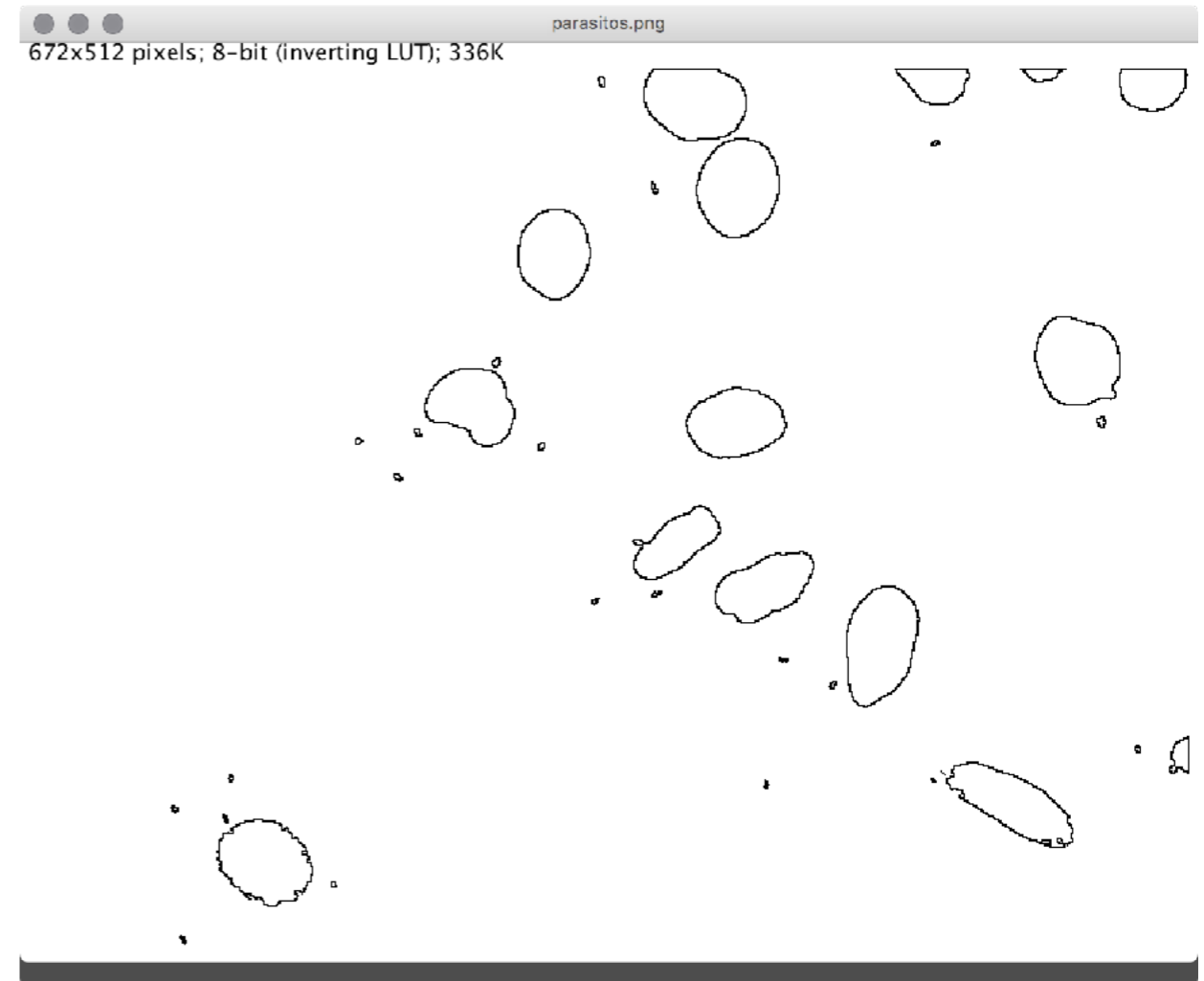




- Cerradura: erosión de la dilatación (Process → Binary → Close).
- Suaviza el borde. Elimina huecos y bahías.
- Dilata y erosiona.

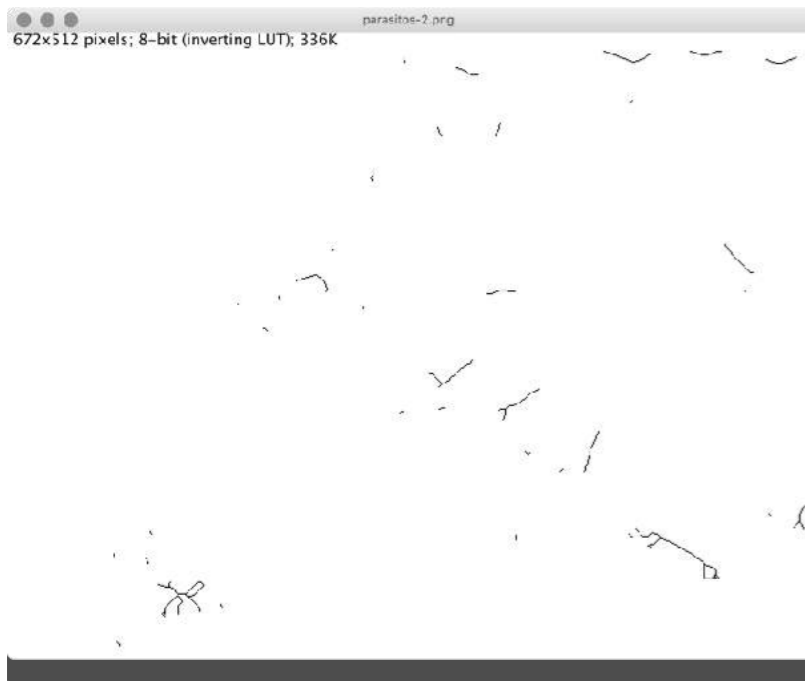


- Bordes: los bordes por sustracción de dilatado - erodado
  - Process → Binary → Outline



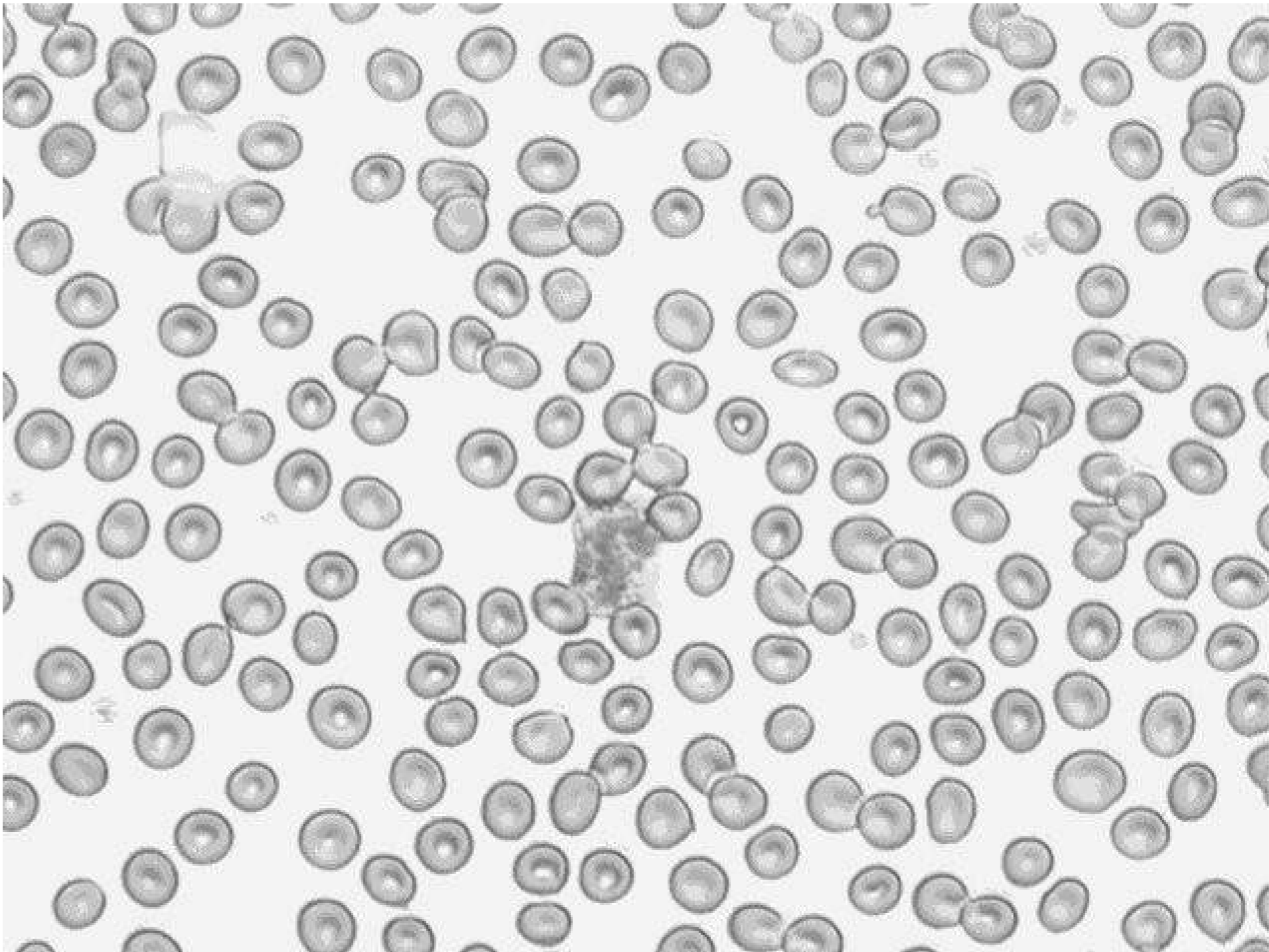
- Sobre la imagen binarizada.
- Método morfológico para separar partículas.
  - Process → Binary → Fill Holes
  - Process → Binary → Watershed
- Calcula el mapa de distancia euclidiana (EDM)
- Busca los máximos del EDM que son los Ultimate Eroded Points (UEP)
- Dilata los UEP hasta que tocan los bordes de la partícula o de otro UEP en crecimiento.

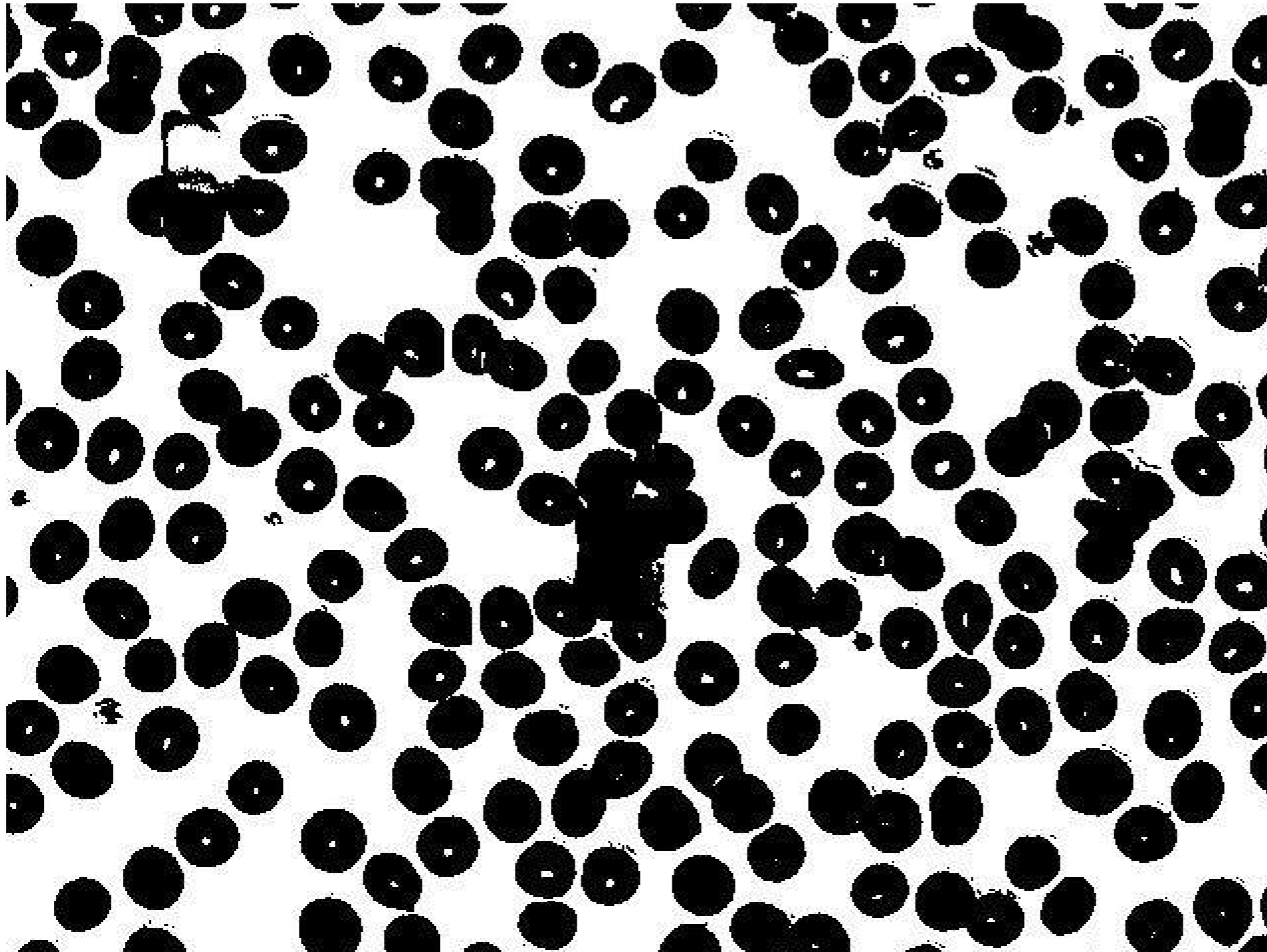
- Esqueleto (puntos que tienen al menos dos puntos en la frontera a la misma distancia)
  - Process → Binary → Skeletonize
- Mapa de distancia euclidiana (función distancia de cada pixel al borde)
  - Process → Binary → Distance Map
- Ultimate points (erosiona hasta que queda un último punto)
  - Process → Binary → Ultimate Points

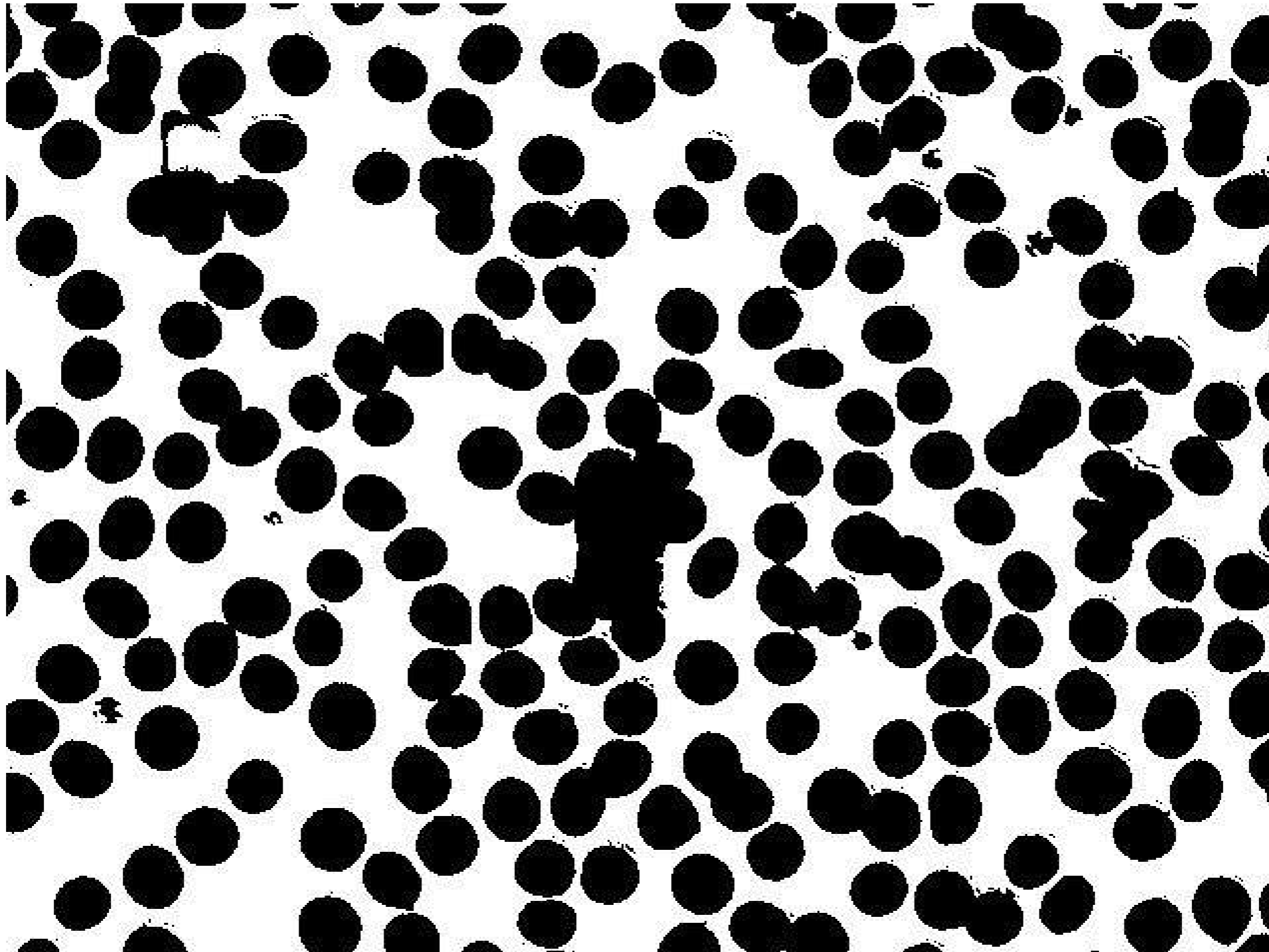


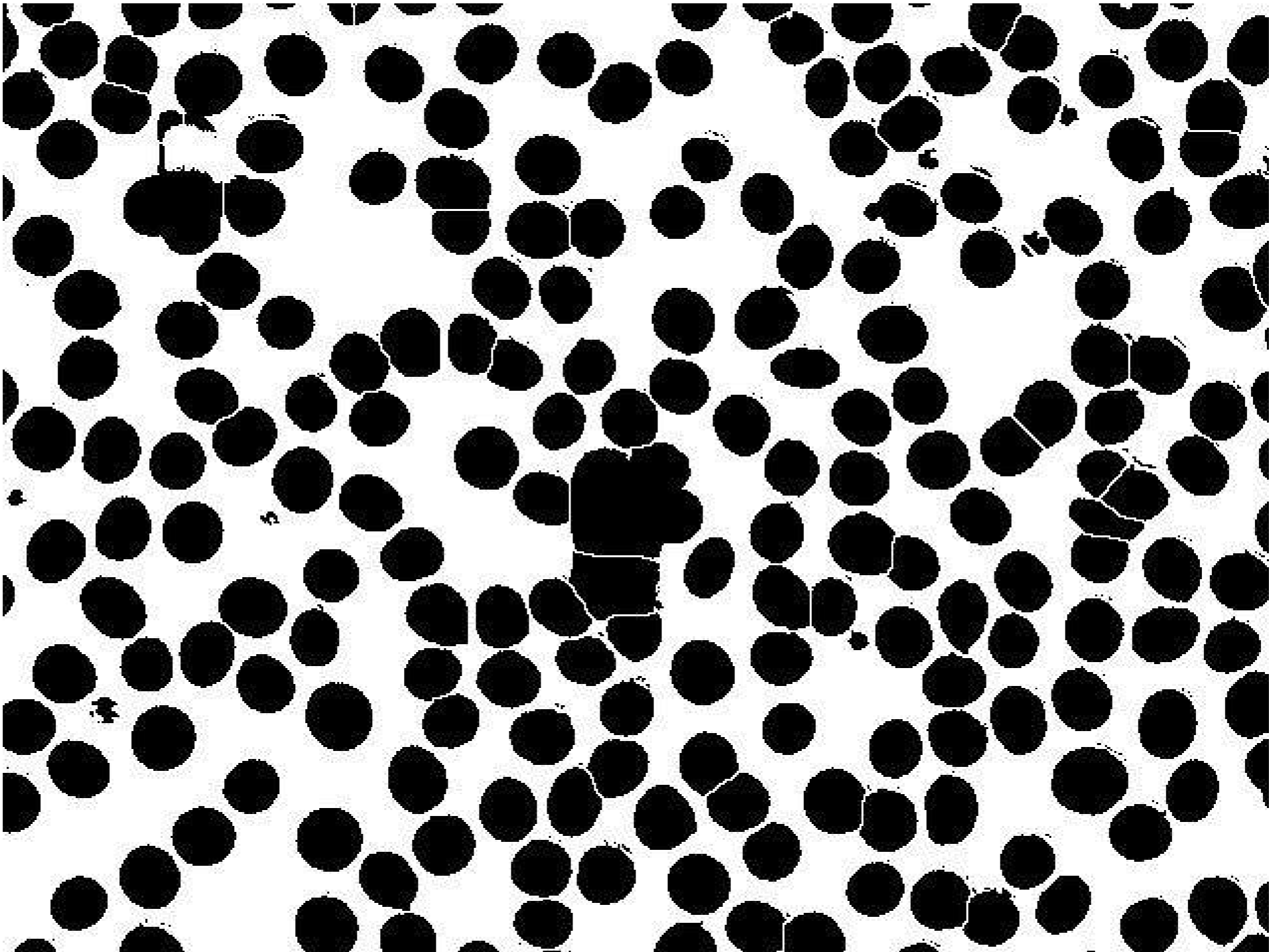






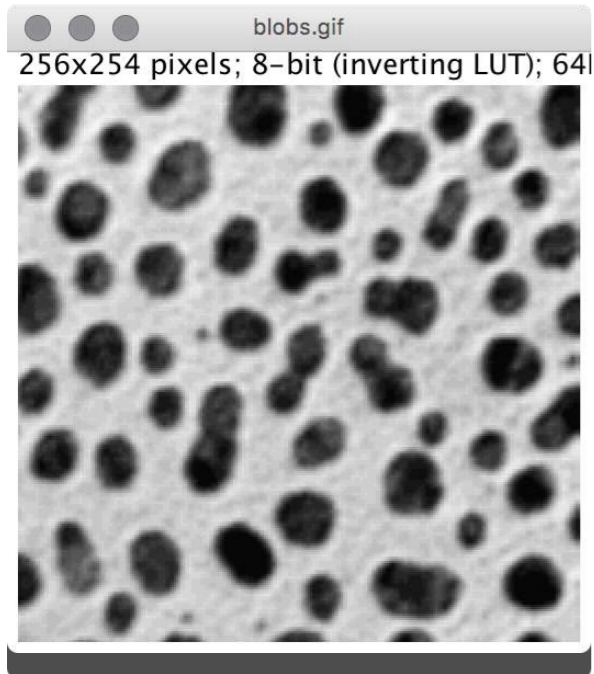




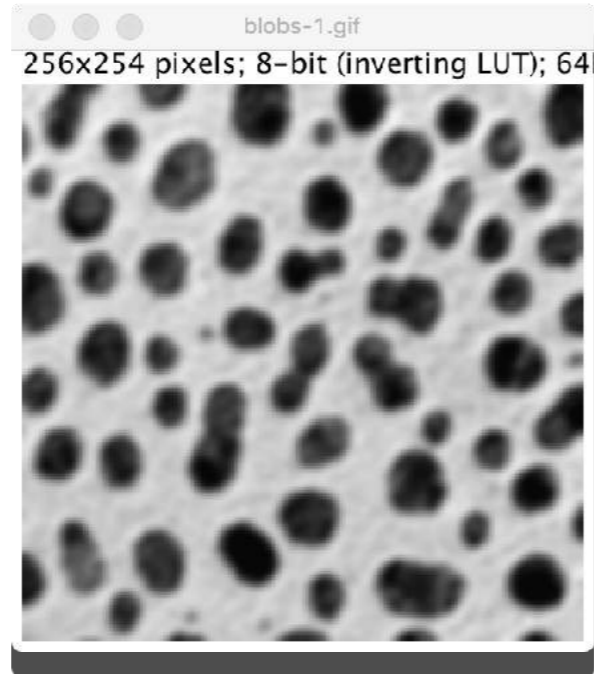


- Regiones uniformes vs. frontera entre regiones.
- Las regiones uniformes vs. el ruido...
- Ruido y bordes tienen naturaleza similar (cambios bruscos, alta frecuencia): carácter dual de “sacar ruido” y “detectar bordes”
- Filtrado isotrópico pasa bajo (promedio): Process → Filter → Mean y fijar parámetro.
- Filtrado isotrópico pasa bajo (mediana): Process → Filter → Median y fijar parámetro.

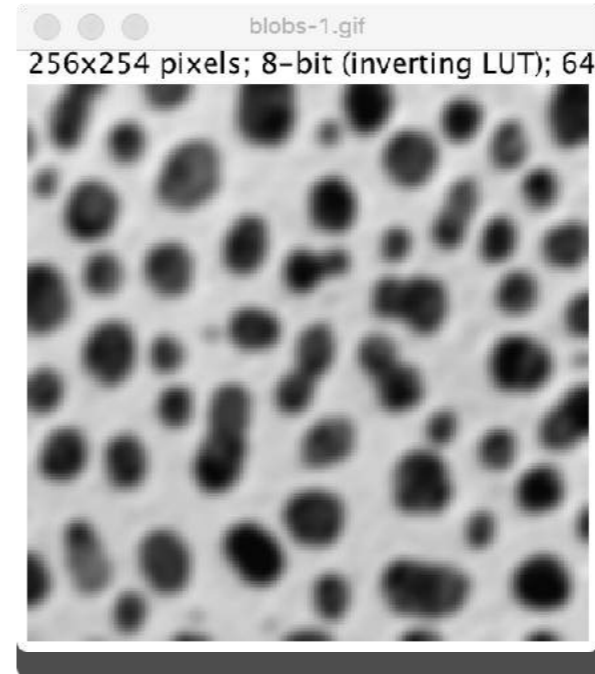
Original



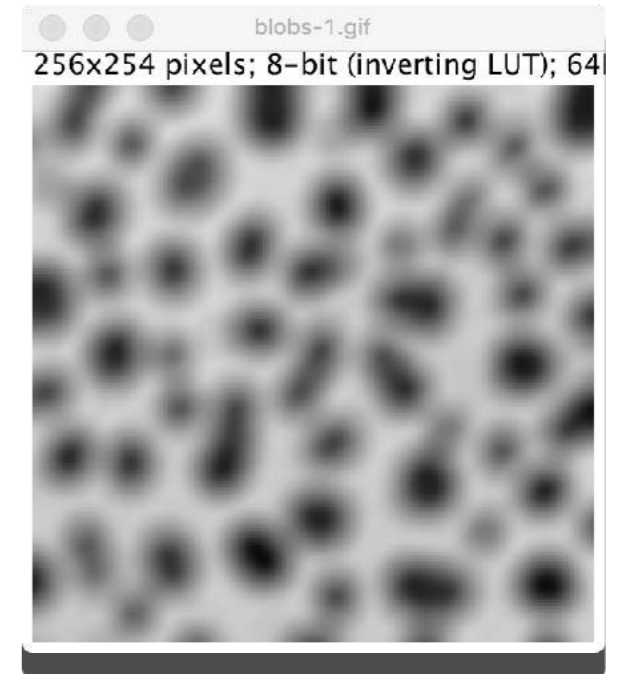
Filtro promedio (r=2)



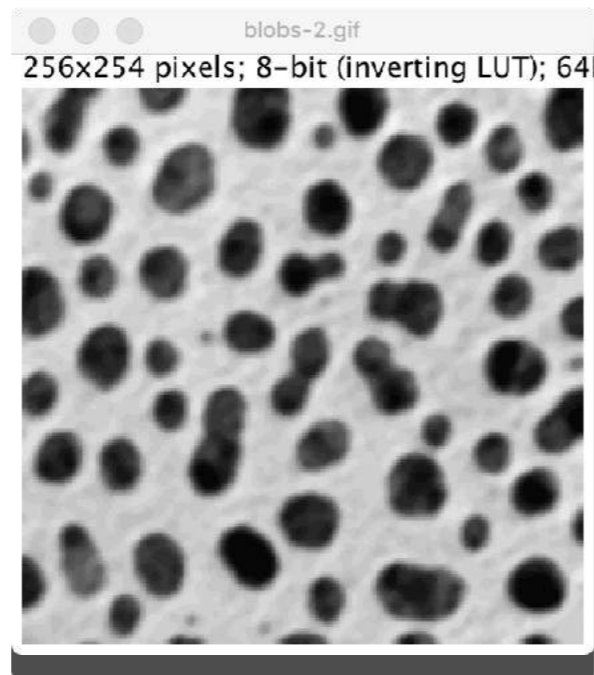
Filtro promedio (r=4)



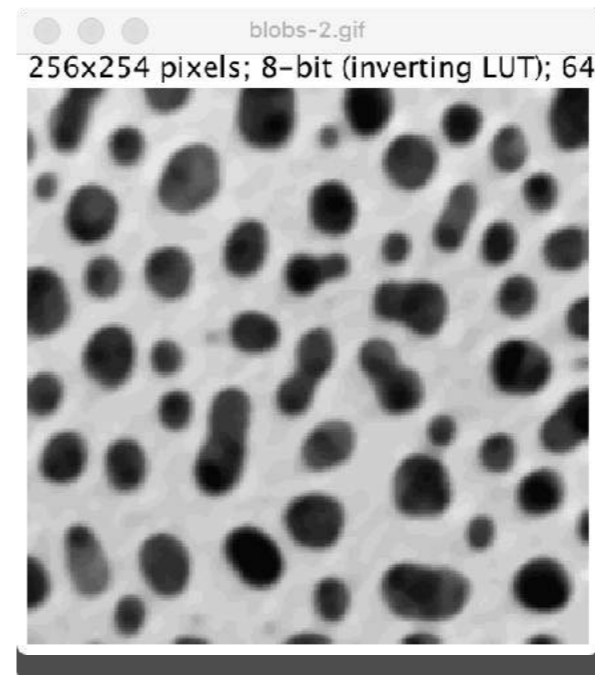
Filtro promedio (r=10)



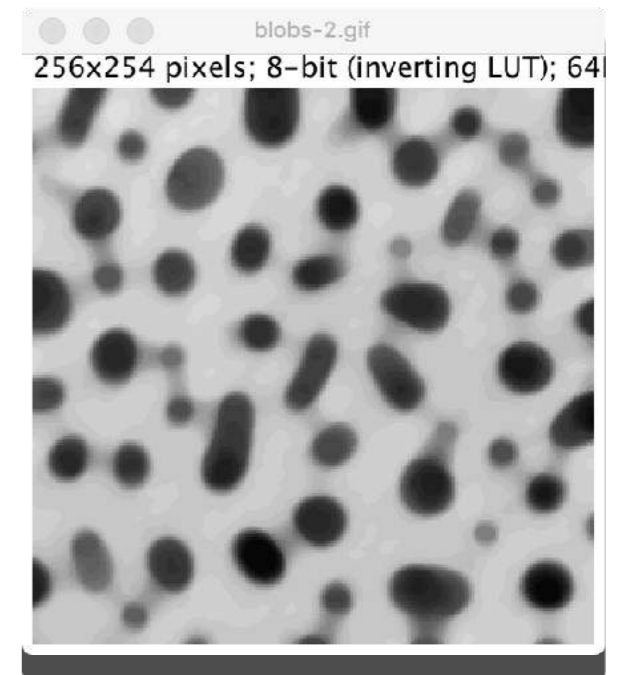
Filtro mediana (r=2)



Filtro mediana (r=4)

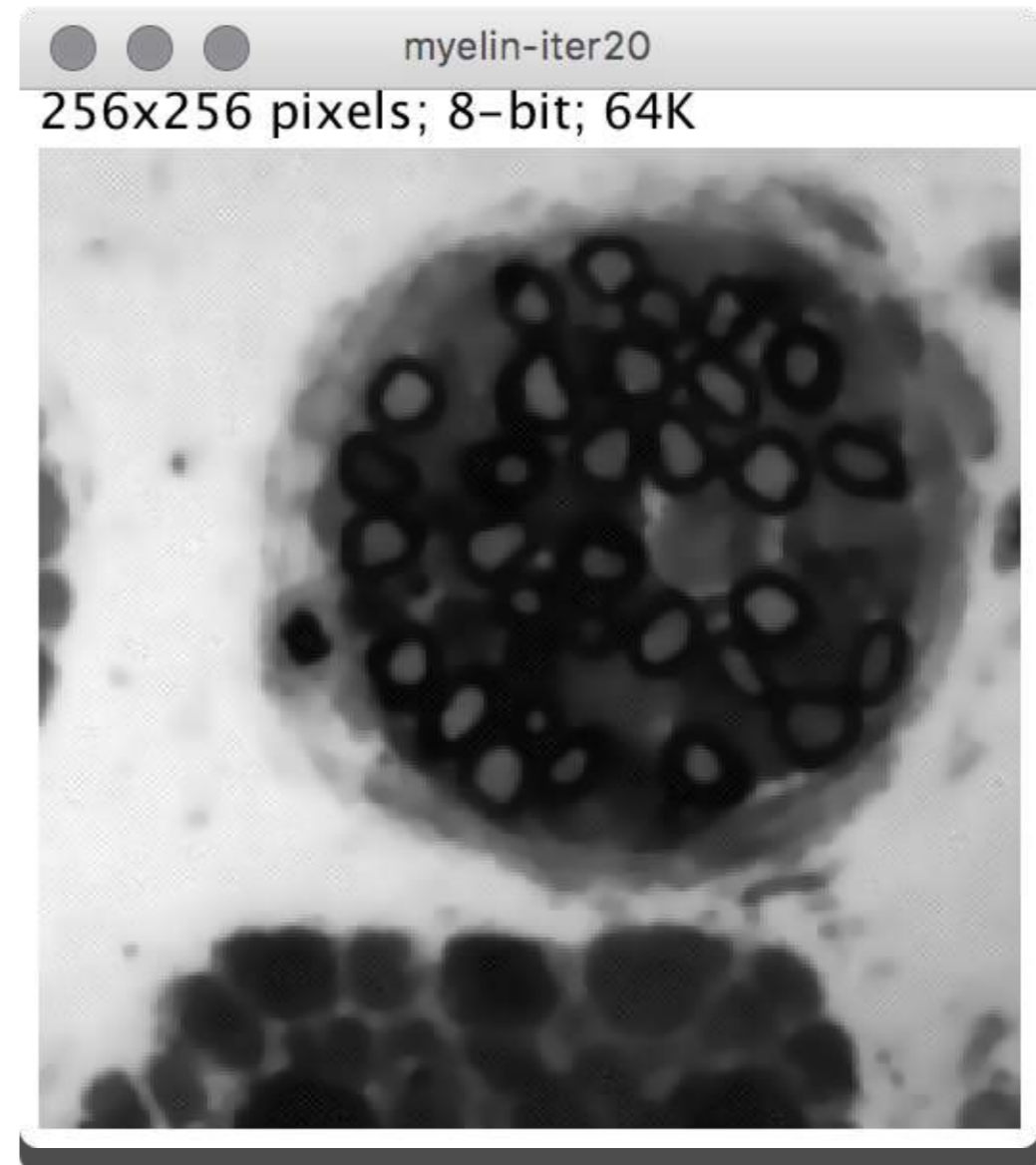
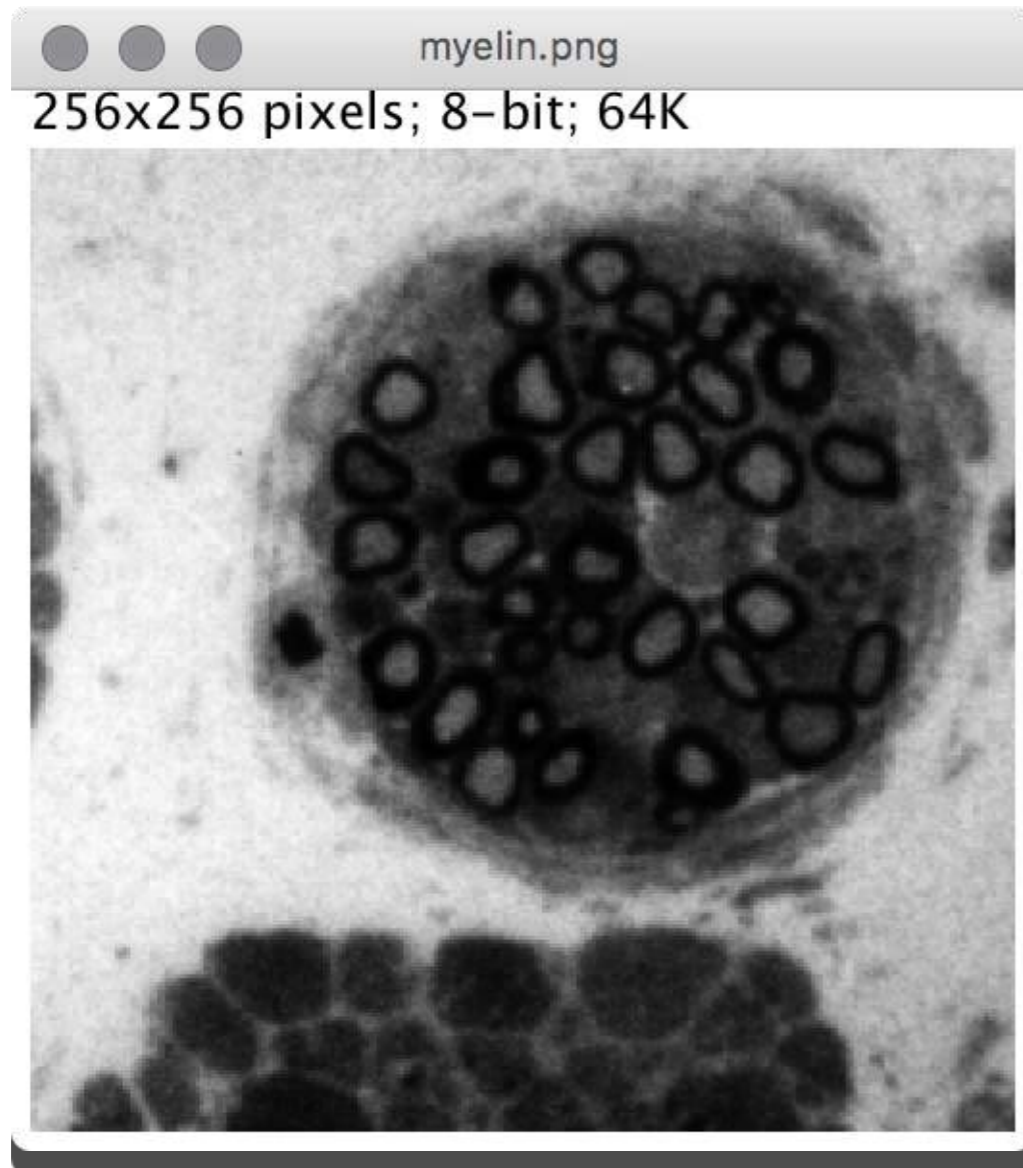


Filtro mediana (r=10)



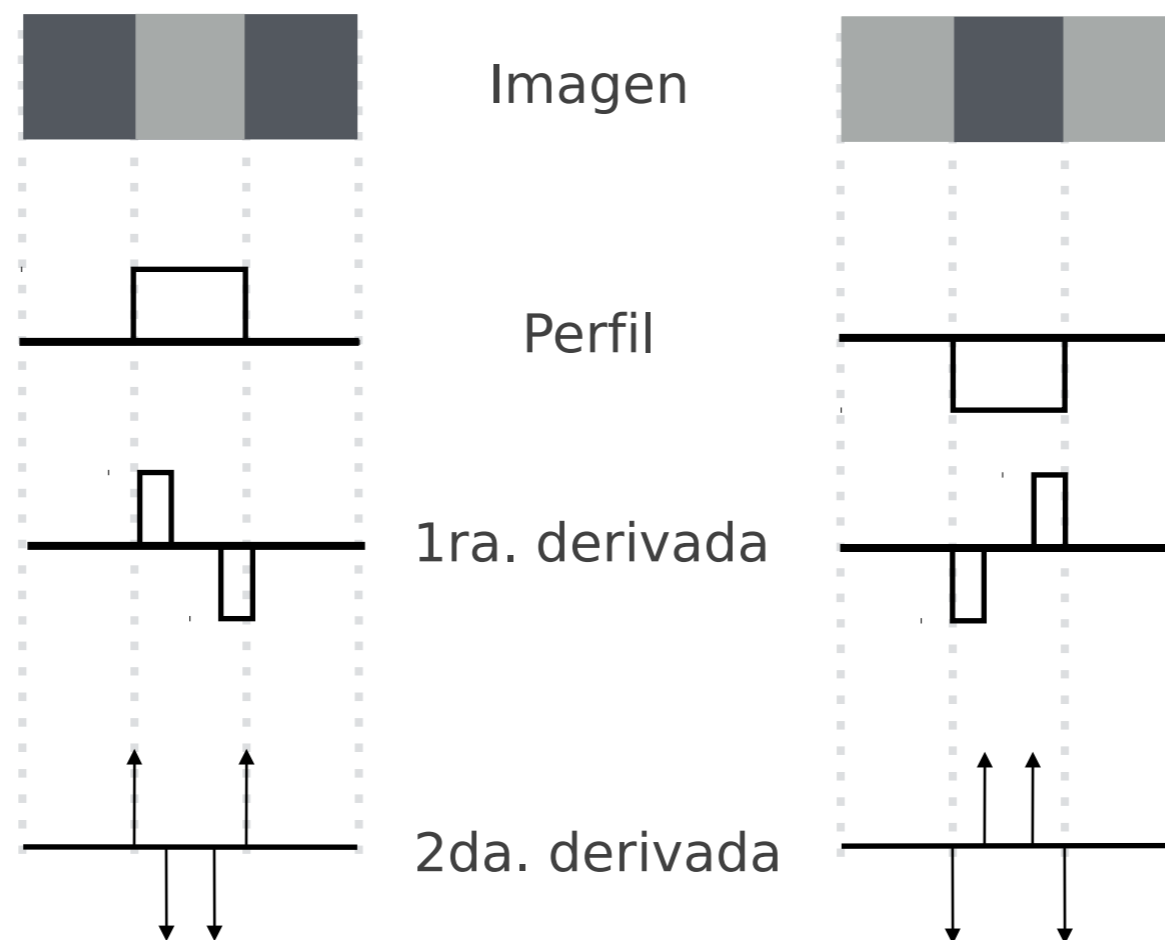


- Filtrado anisotrópico pasa bajo: Plugins → Process → Anisotropic Diffusion
- Preserva bordes.





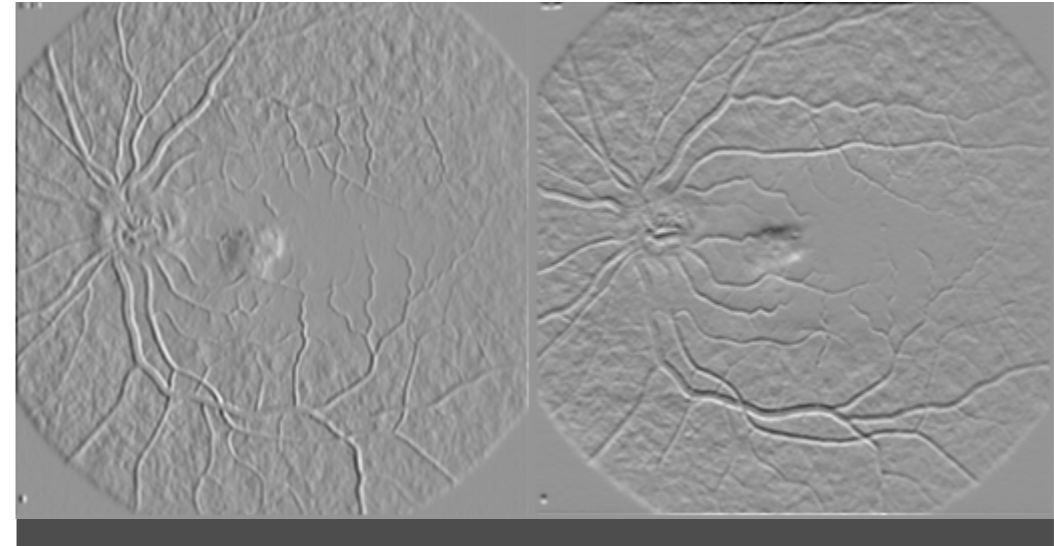
- Un borde definido como el límite entre dos regiones con *propiedades* diferentes.
- A veces se puede modelar como una discontinuidad en el nivel de gris (en este caso la propiedad de cada región está representada por el nivel de gris).
- La derivada local da cuenta de estas variaciones.



- Operador que aproxima el gradiente (primera derivada)
- Separable: una máscara da la componente X y otra la componente Y del gradiente.

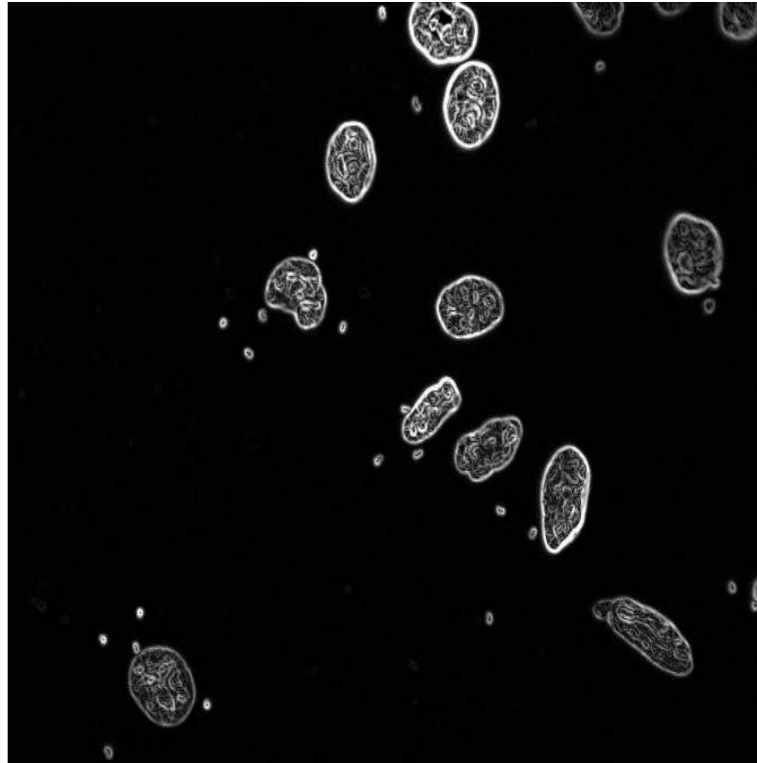
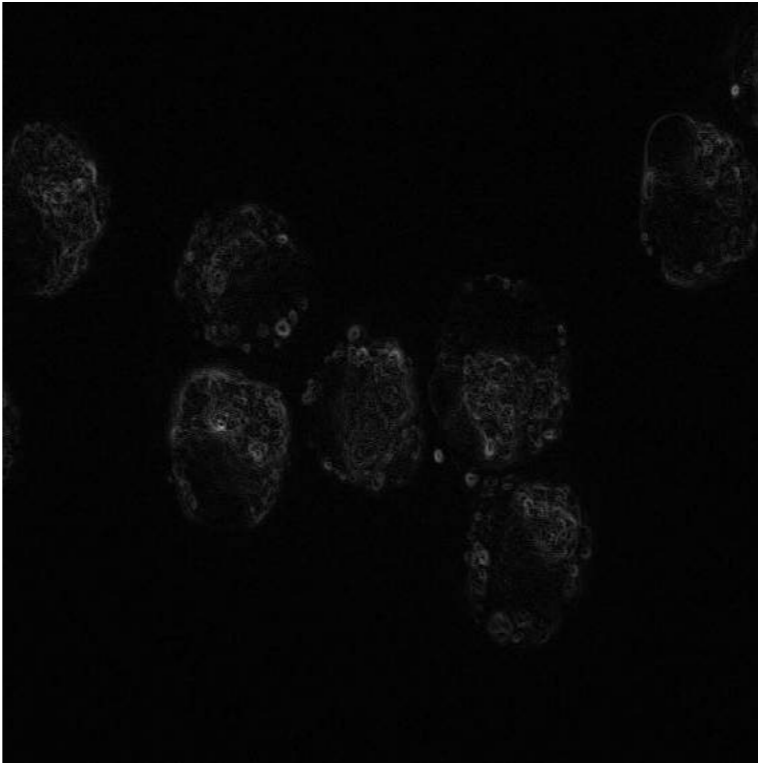
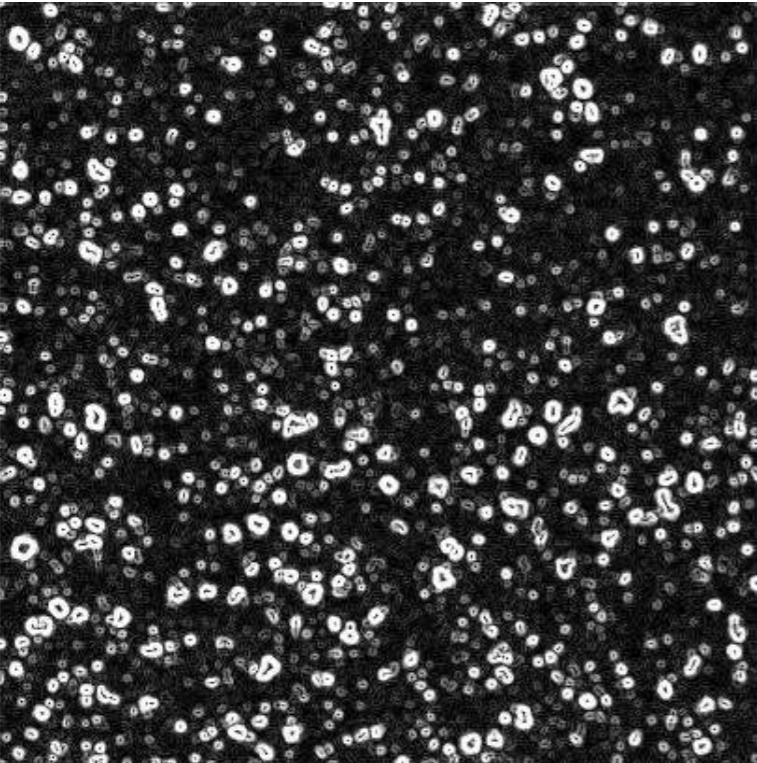
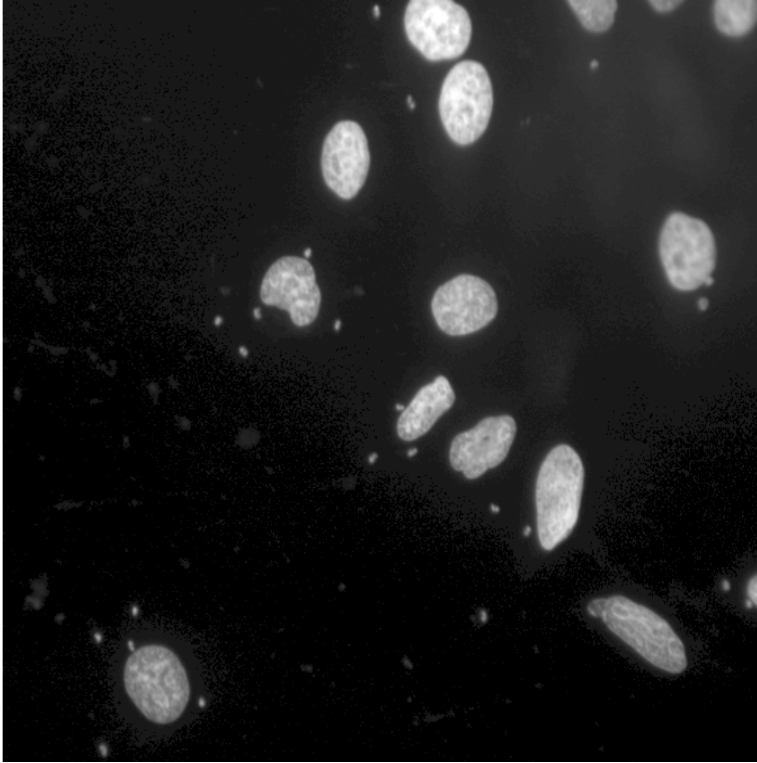
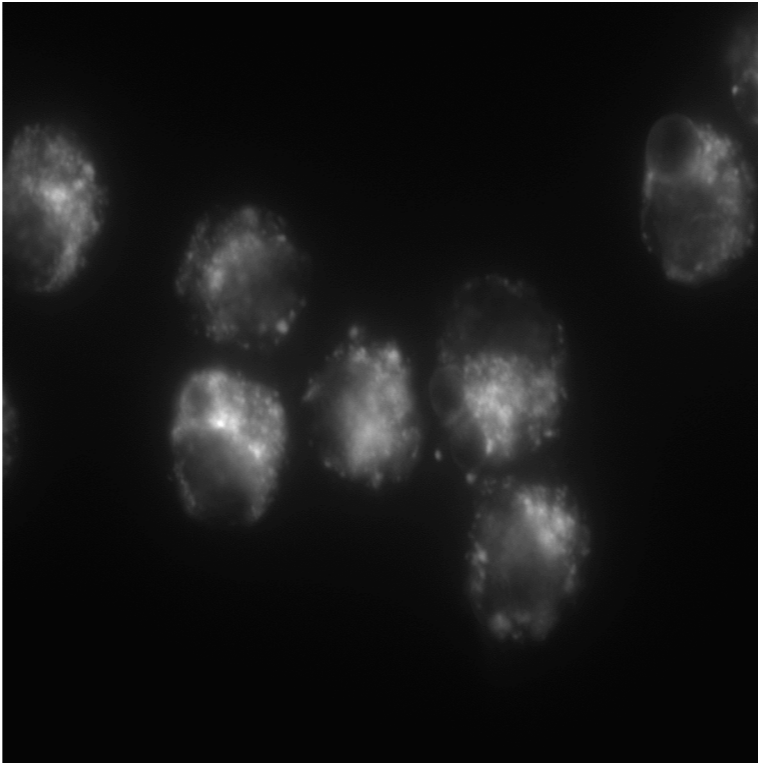
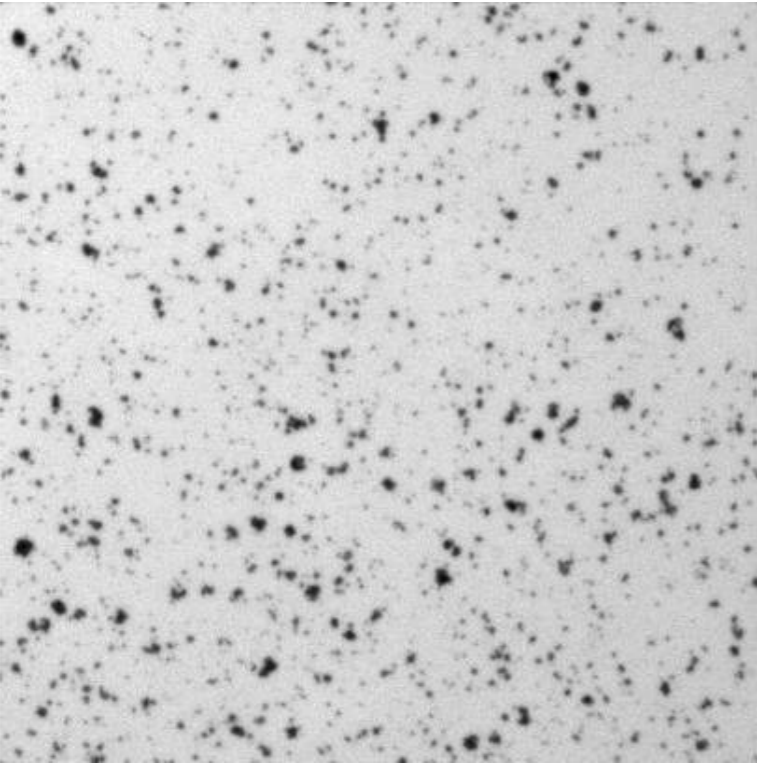


- Se puede ver el módulo del gradiente en cada píxel

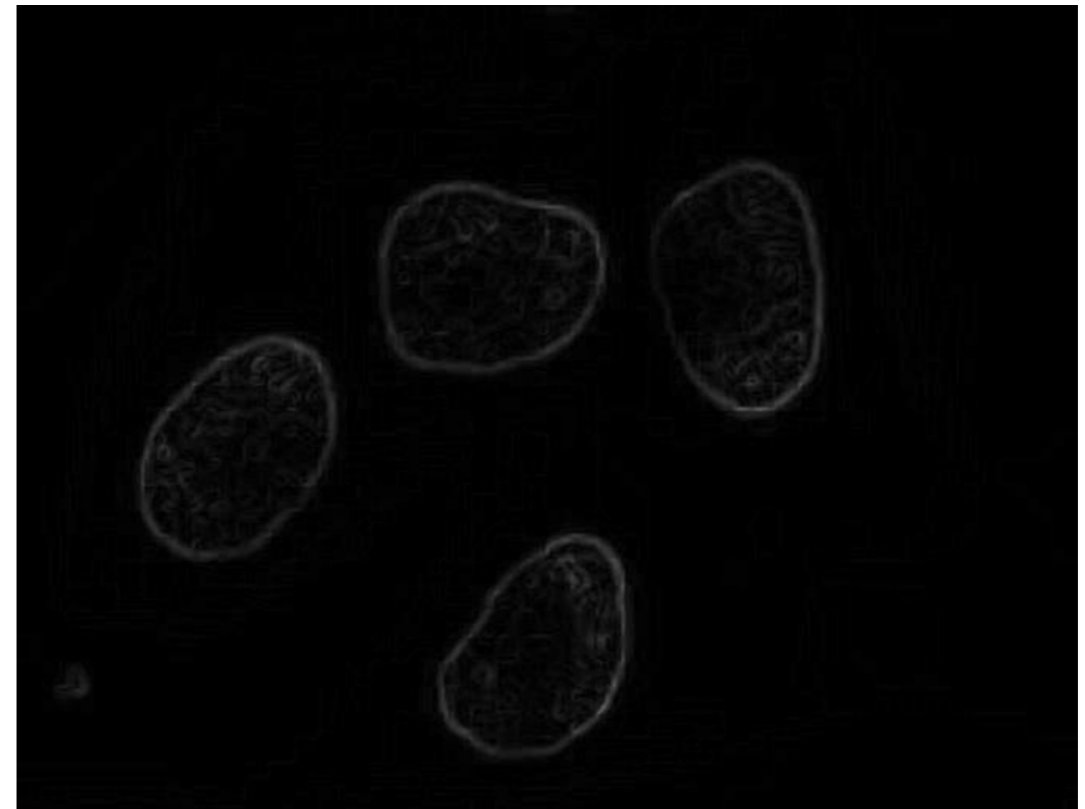
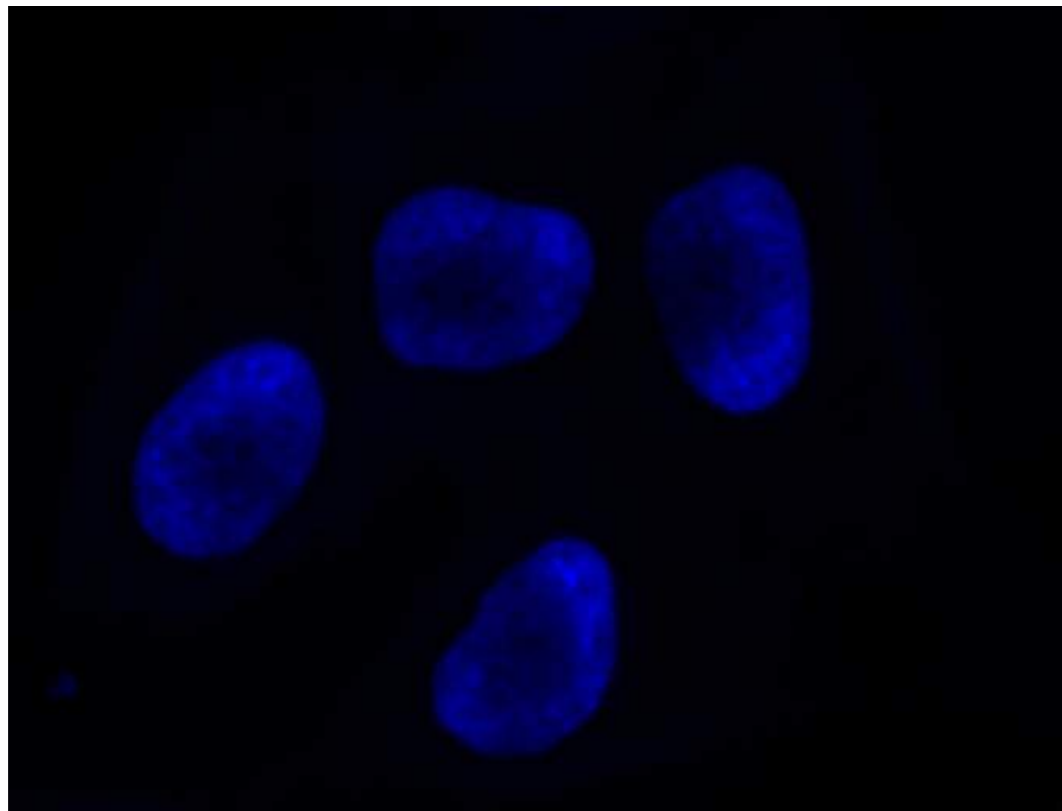


- Process → Find Edges
- Esto entrega en cada píxel el valor del gradiente
- Se visualiza el módulo del gradiente
- También puede ser útil ver la dirección del gradiente (perpendicular al borde en el punto)

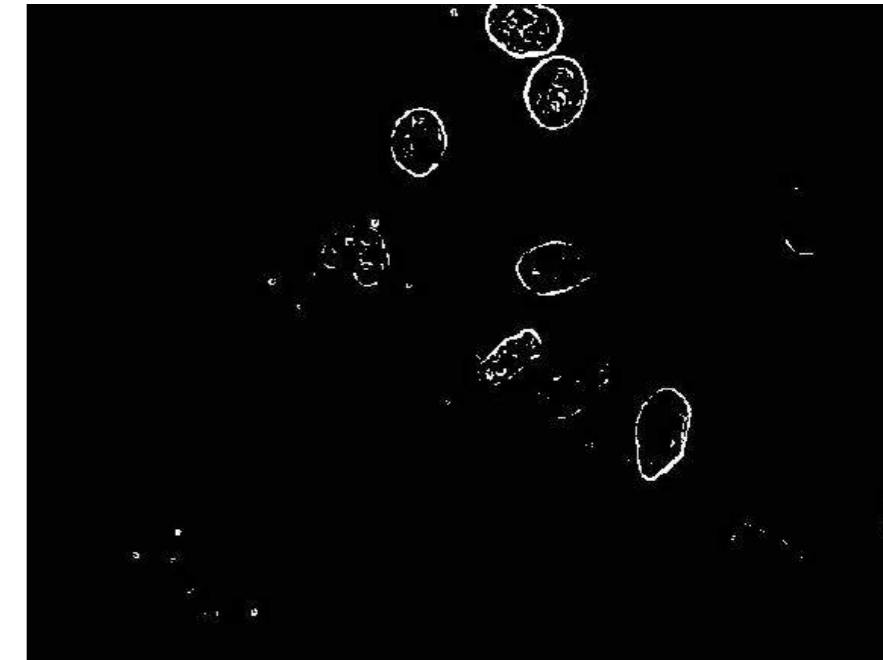
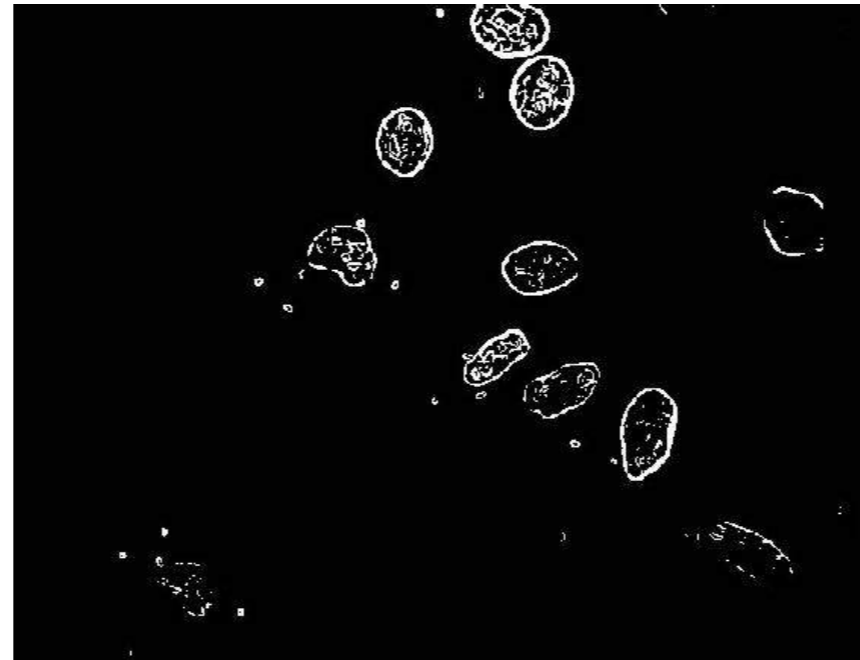
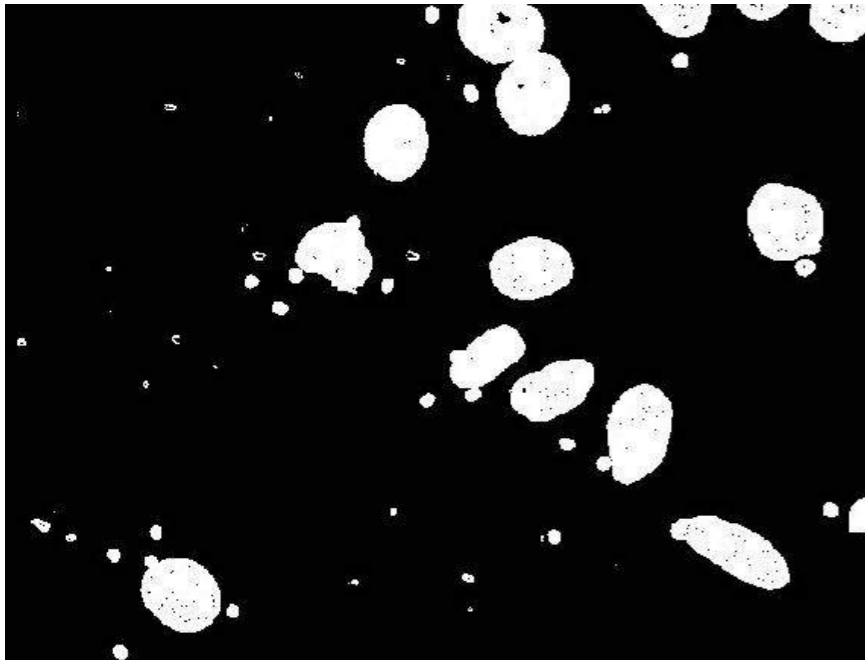
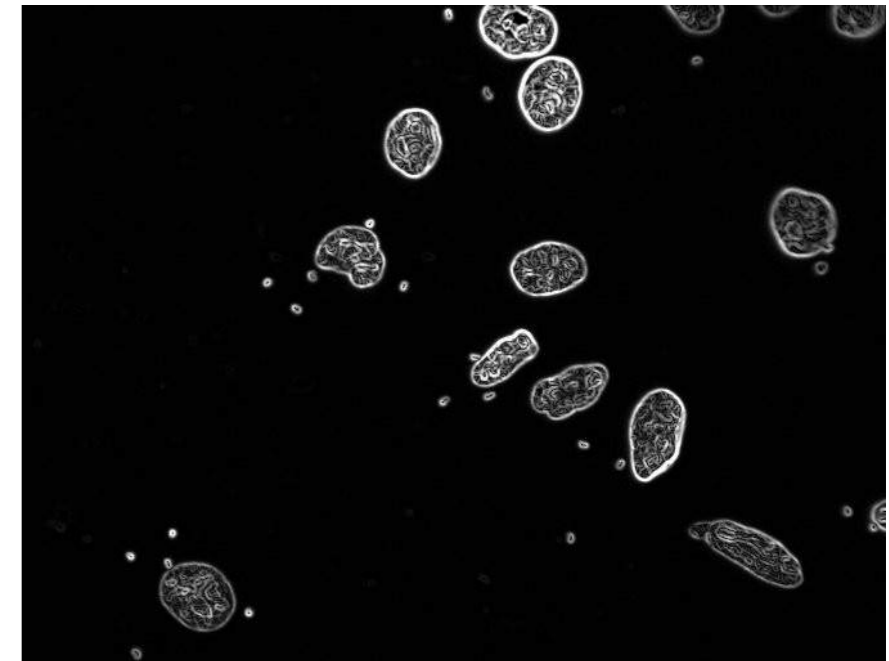
# Sobel sobre imágenes originales





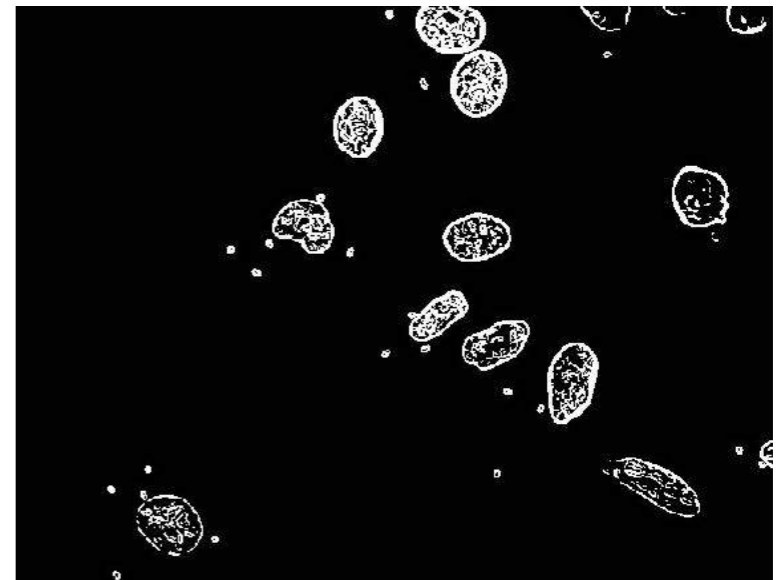
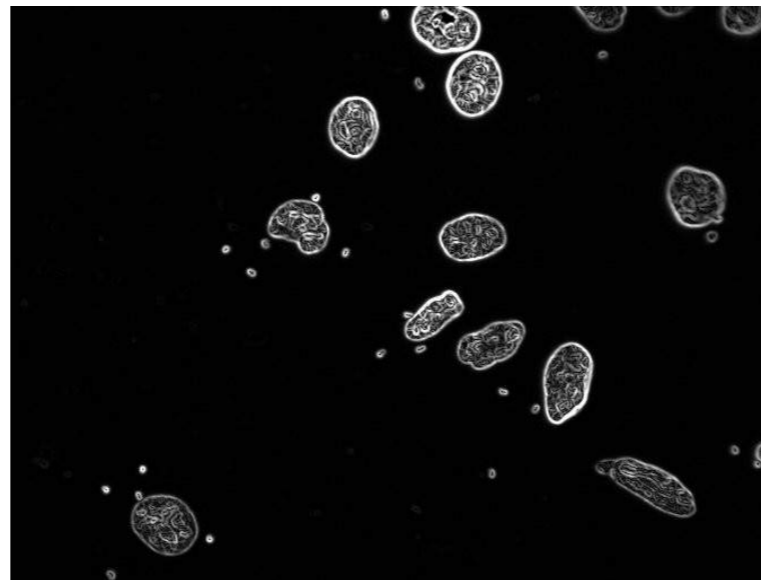
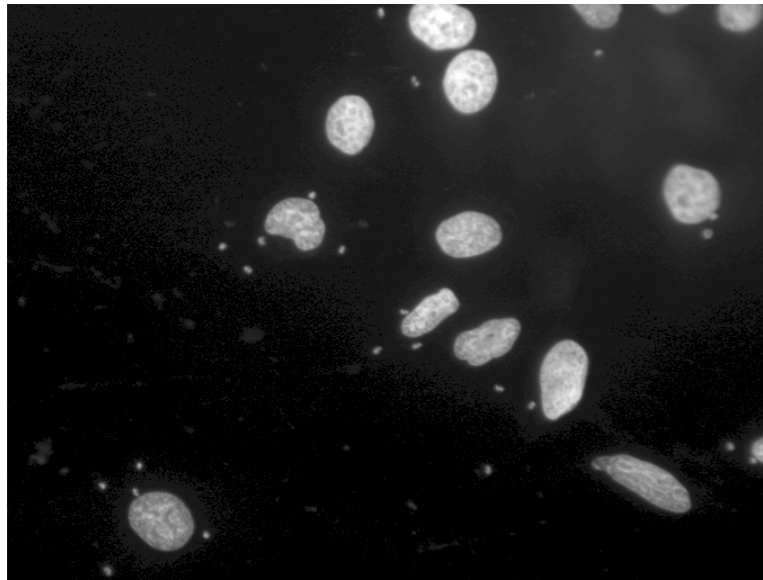
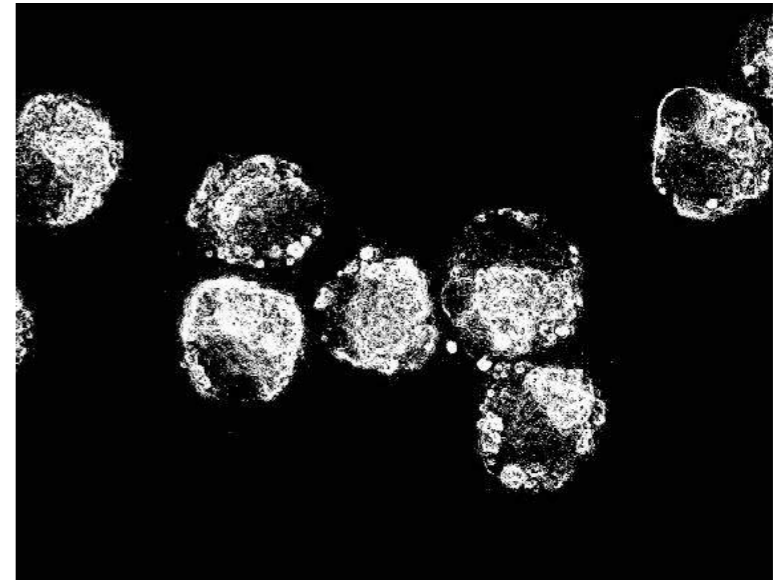
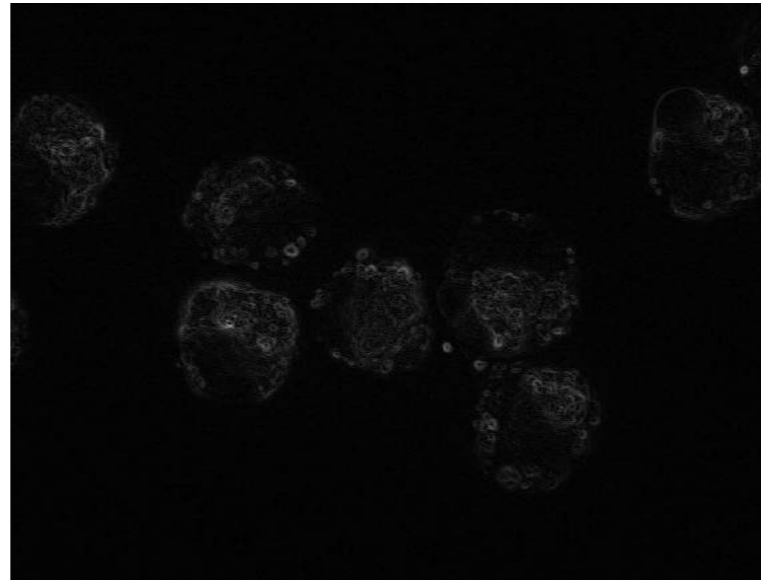
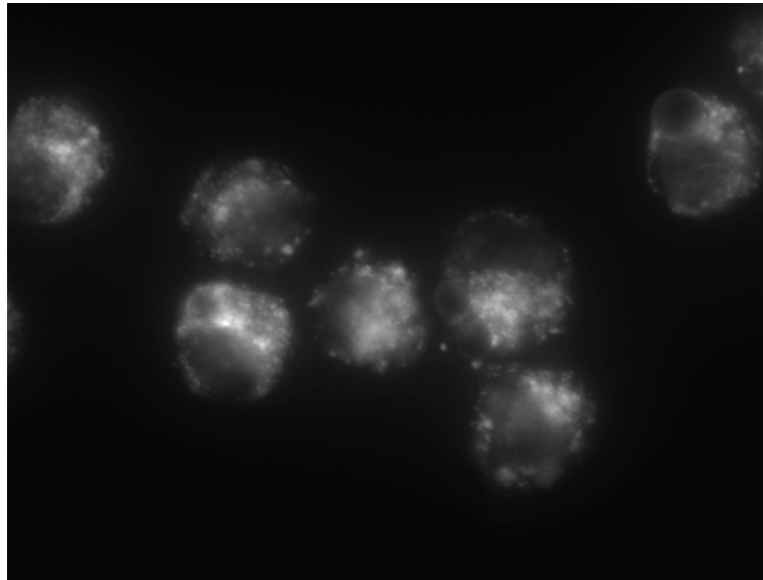


- Problema de un umbral global:
- Arriba: salida módulo del gradiente
- Izq.: 10% de los puntos con gradiente mayor.
- Ce.: 2% de los puntos con gradiente mayor
- Der.: 1% de los puntos con gradiente mayor.





- El módulo del gradiente debe ser un máximo local en el sentido perpendicular al borde.... y estar conectado con otro píxel que sea máximo local en el mismo sentido.
- Se utilizan dos umbrales con histéresis sobre el módulo del gradiente:
- Marco los puntos tengan un módulo del gradiente mayor al umbral alto y
- Los que tengan un módulo del gradiente mayor al umbral bajo y estén conectados a otro ya marcado.
- Luego de haber aplicado un detector de módulo de gradiente (Sobel por ejemplo):
- Plugins → Image Edge → Conn Threshold







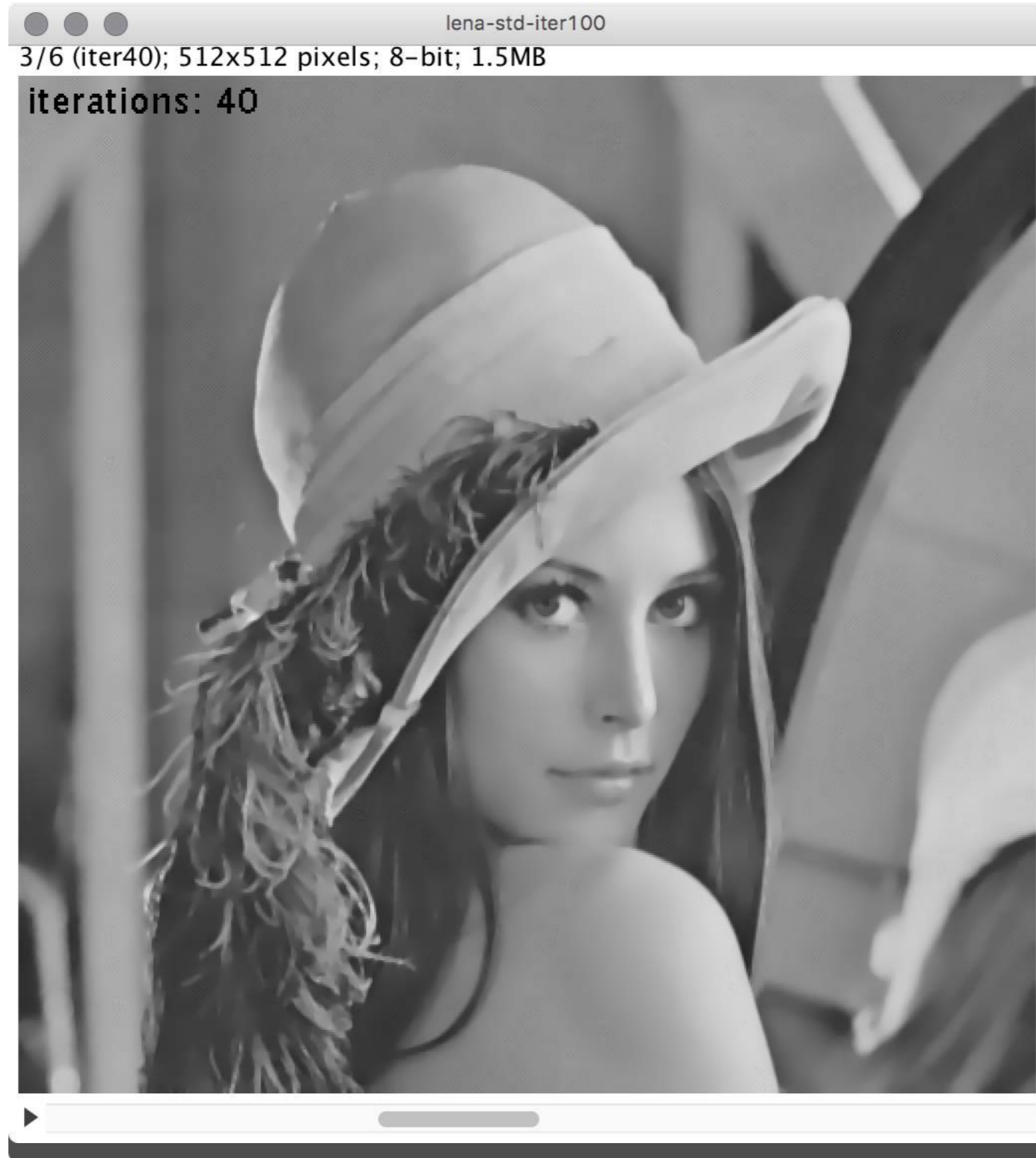


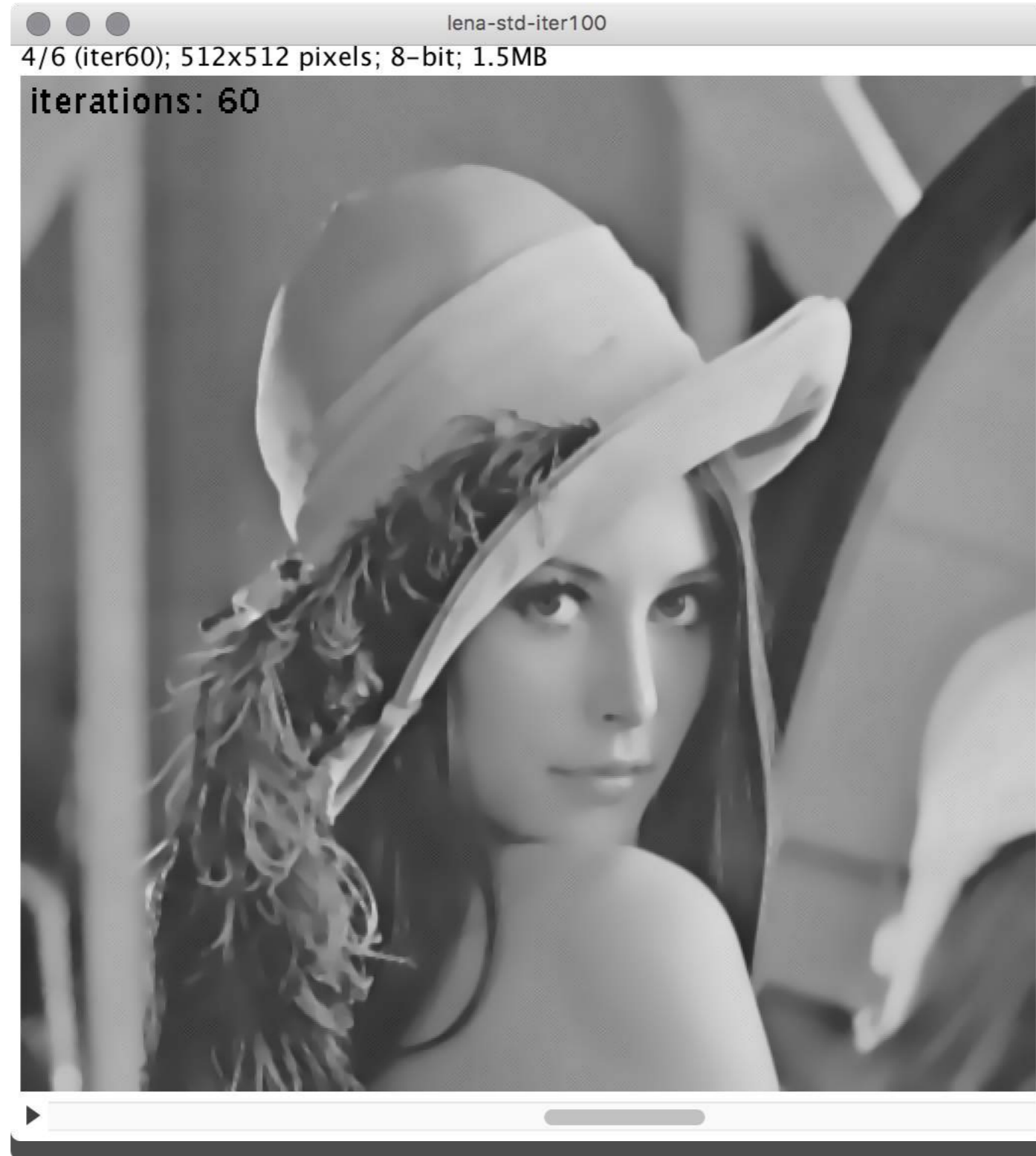


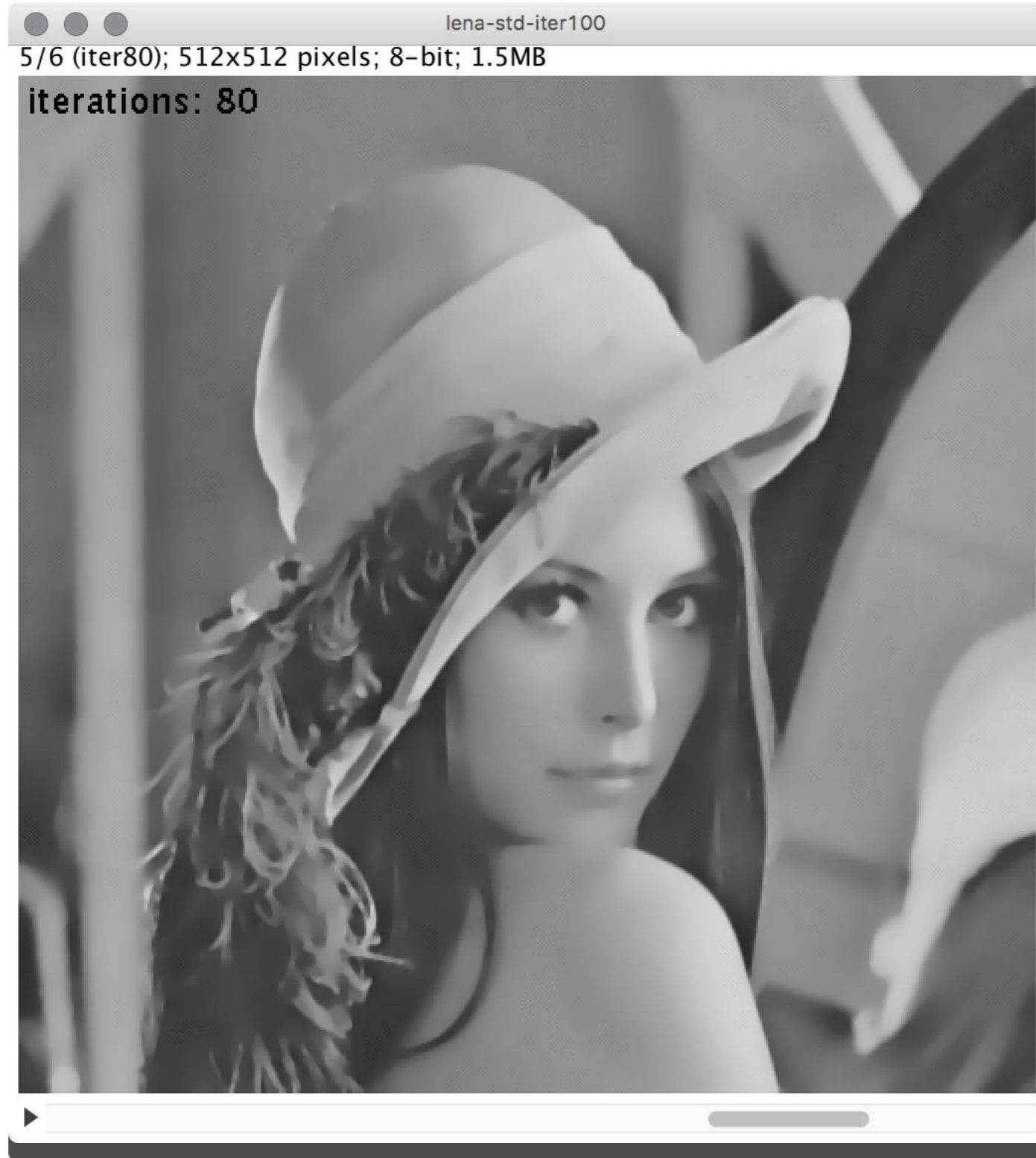


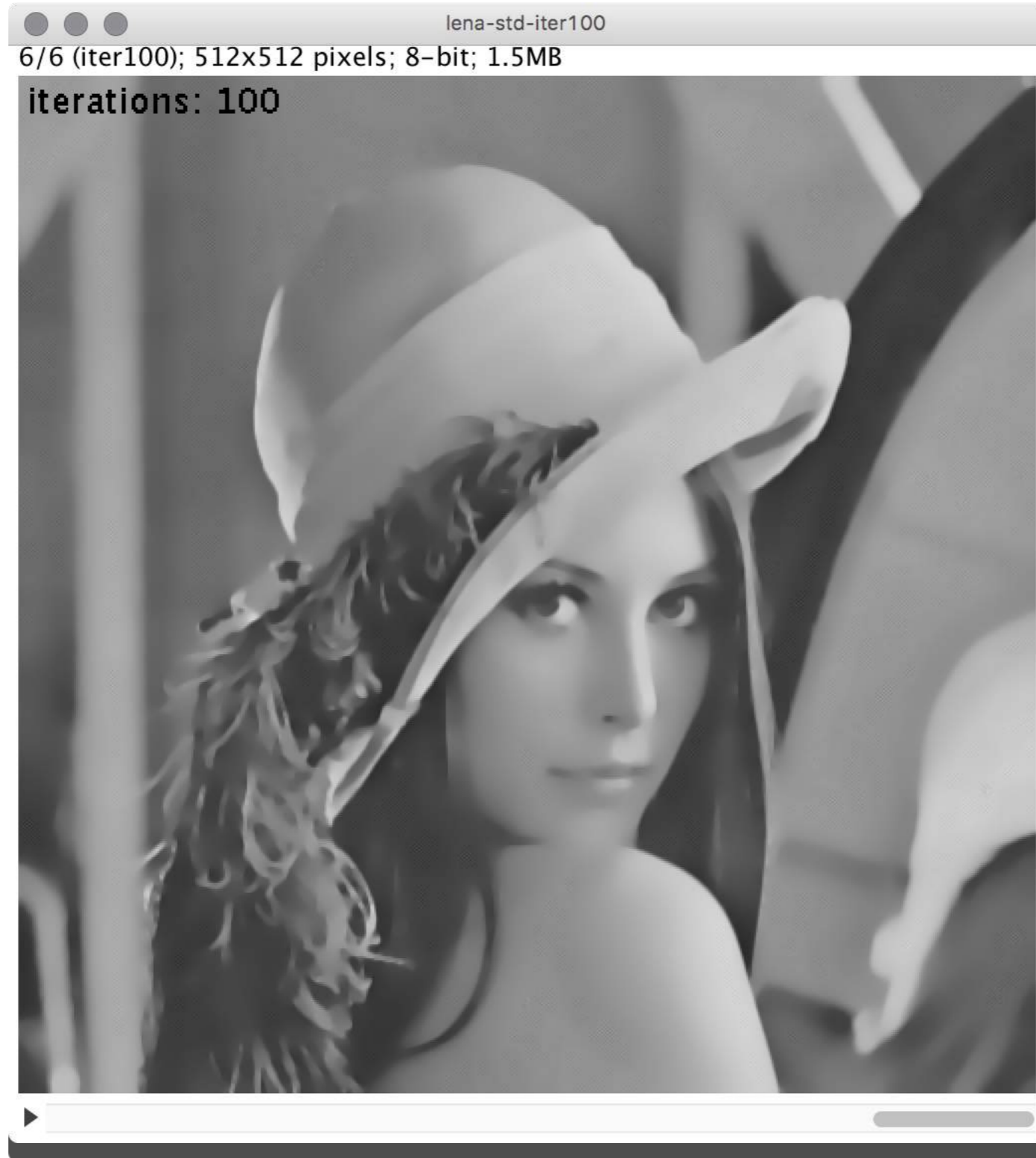










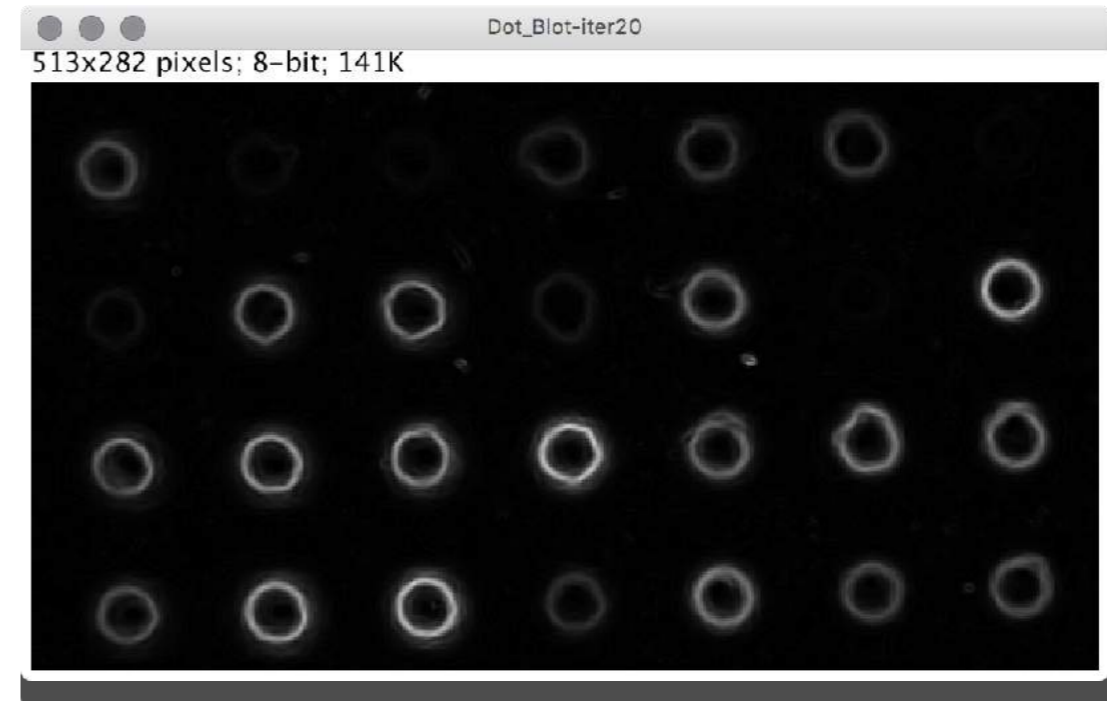
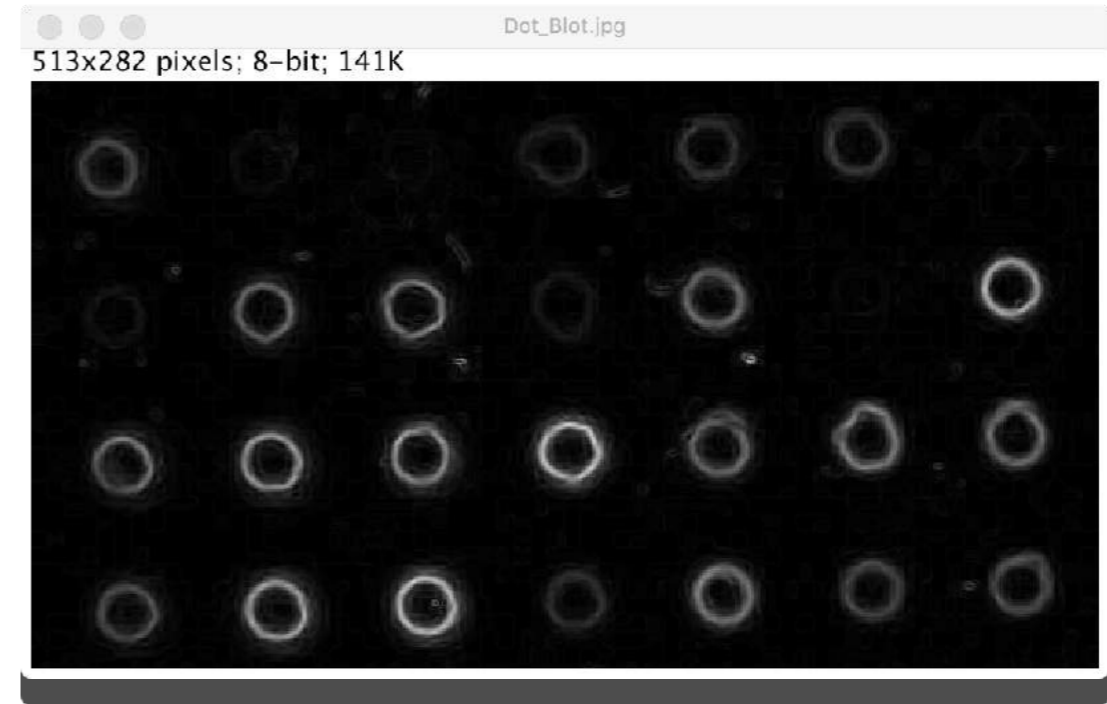
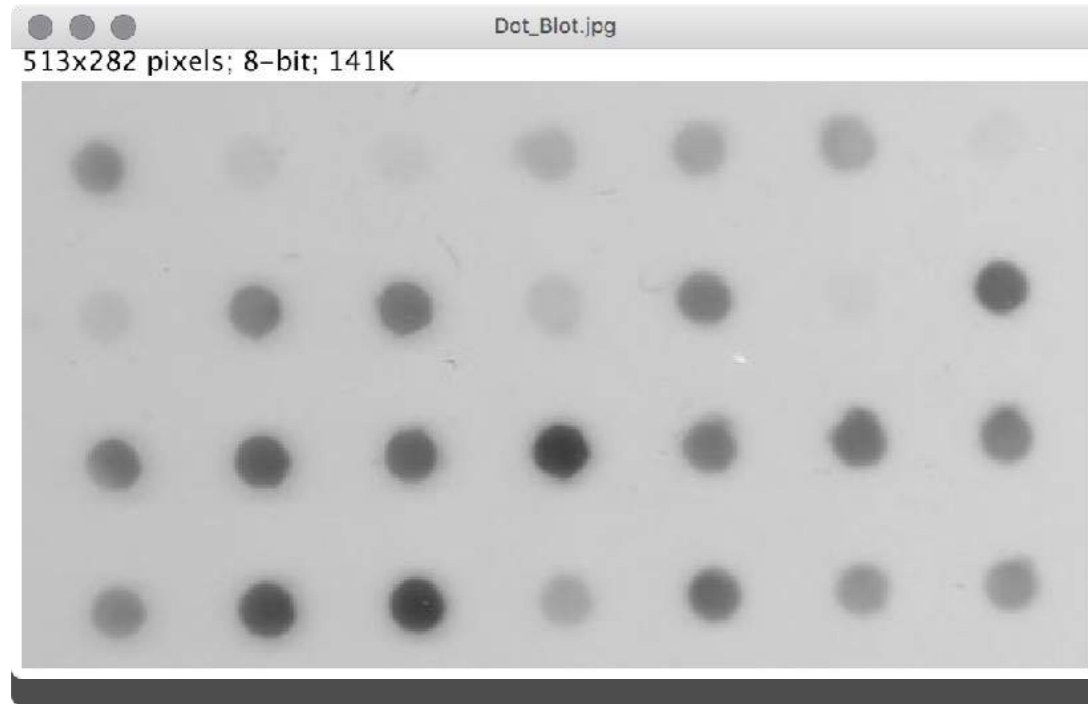




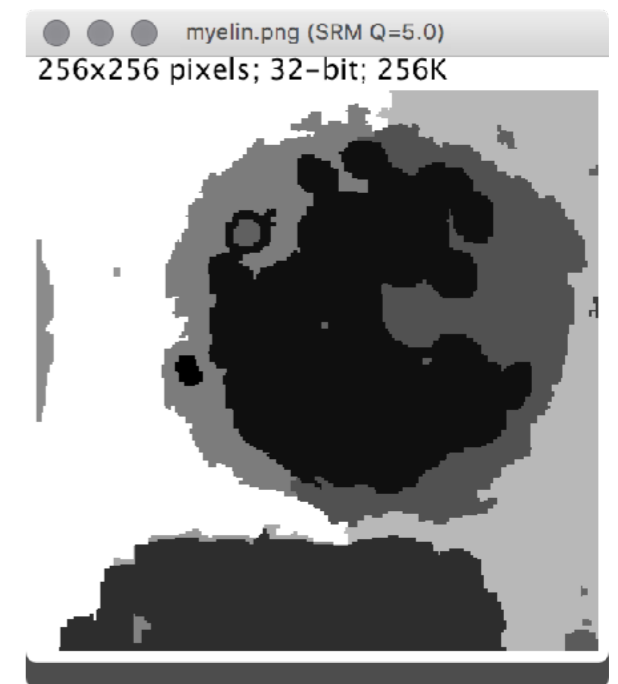
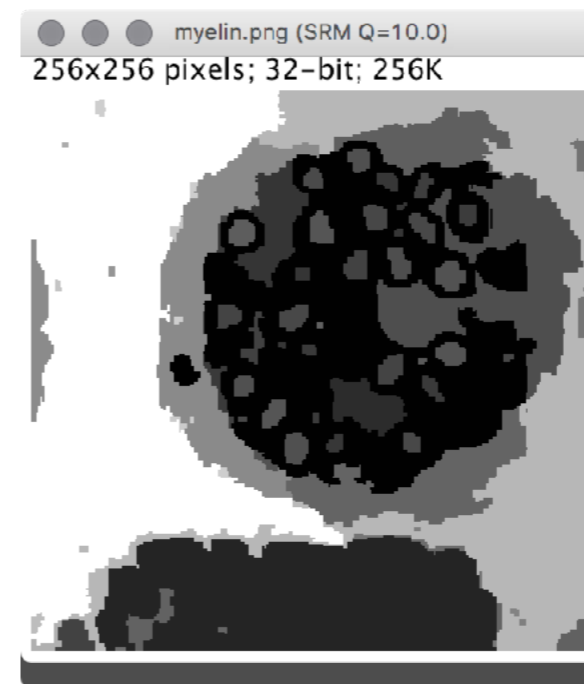
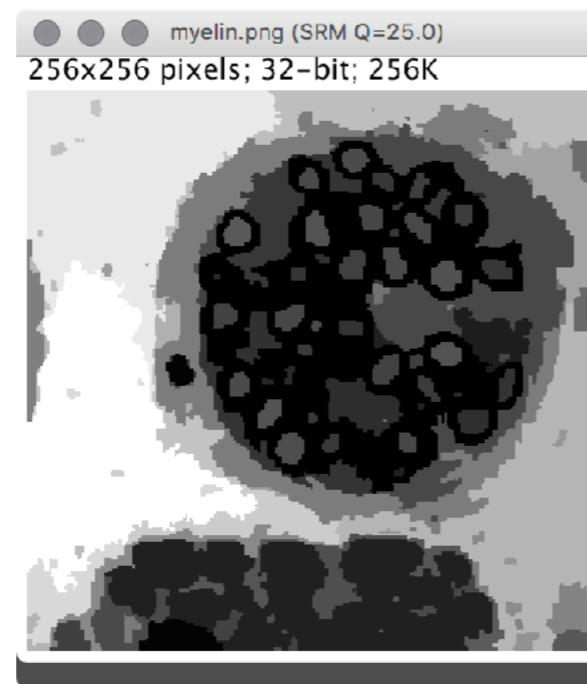
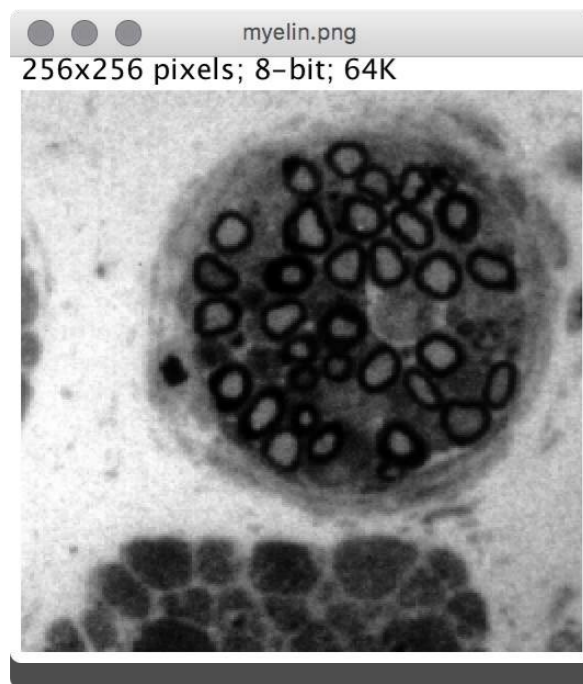
# Bordes sobre difusión isotrópica y anisotrópica



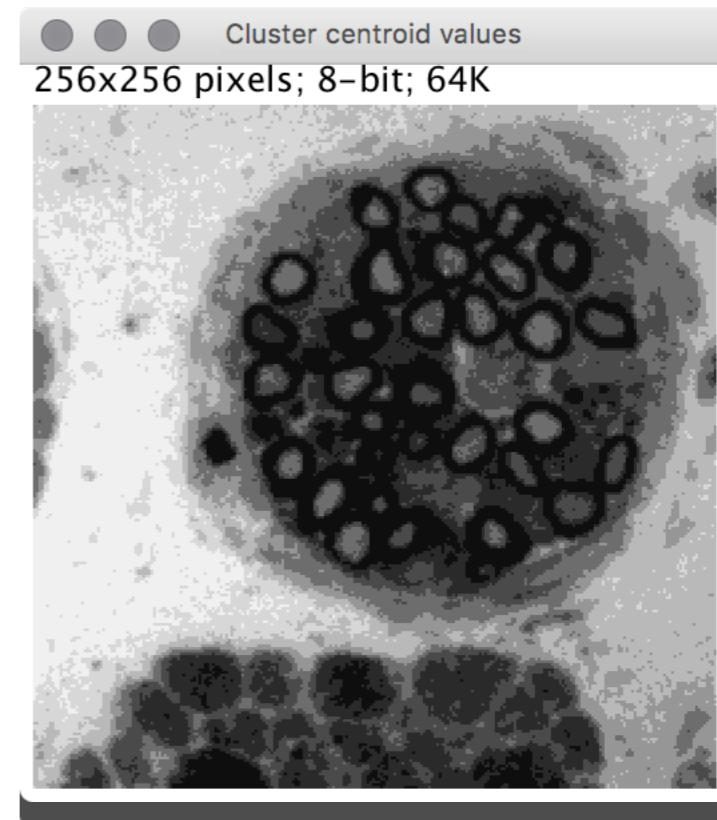
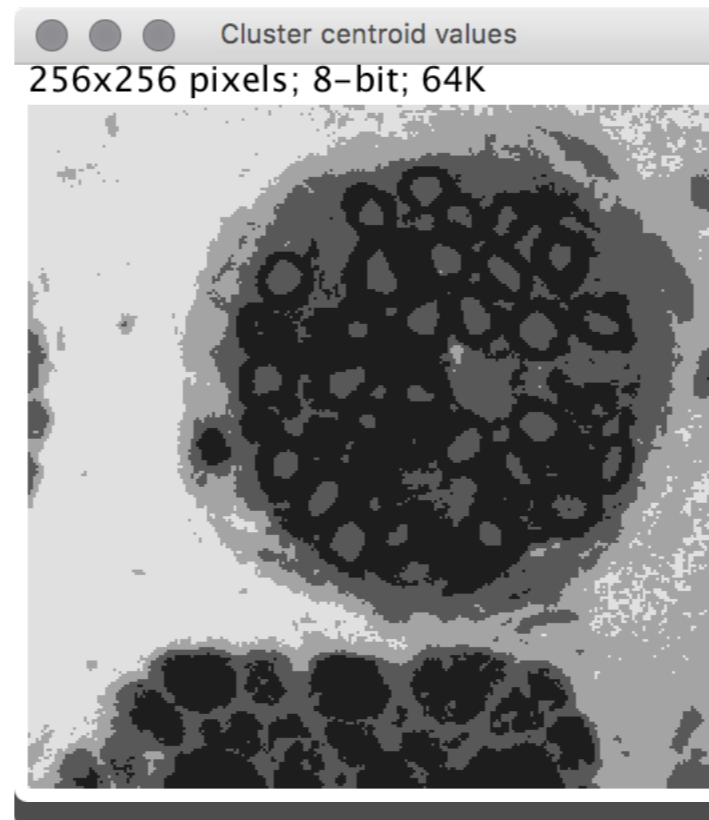
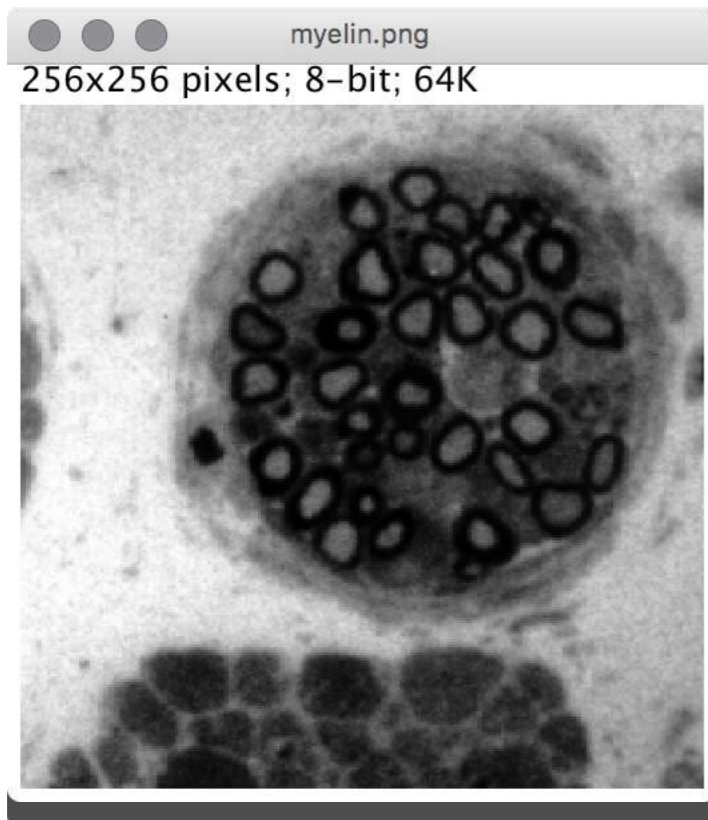
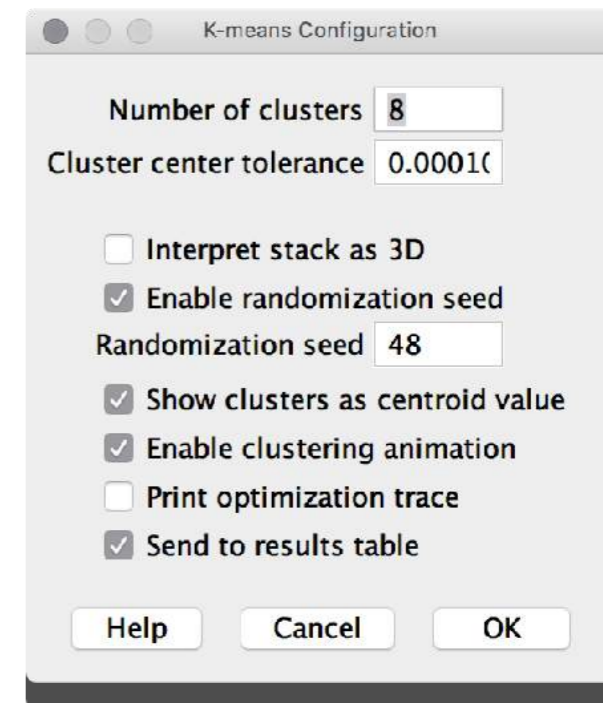




- Plugins → Segmentation → Statistical Region Merging
- Se parte de que cada píxel es una región y se van juntando regiones vecinas mientras se cumpla un criterio de similitud entre regiones vecinas. En este caso el nivel medio de gris. Parámetro: número final de regiones.
- Original, 25 regiones, 10 regiones, 5 regiones:



- Plugins → Segmentation → K-Means Clustering
- Particiona el conjunto de píxeles en k grupos
- Cada píxel pertenece al grupo a cuya media está más cerca.



- Marcar una región de origen, que se deformará hacia los bordes.
  - Plugins → Segmentation → Level Set
- Dejar los parámetros, salvo desmarcar fast marching y verificar que crece hacia adentro.
  - Los parámetros son delicados.

