

QC-RX v2.02

Tutorial

**Macros en ImageJ para el nuevo Protocolo Español de Control de Calidad
en Radiodiagnóstico**

**J. Cortés Rodicio, M. A. Rivas Ballarín, P. Ruiz Manzano
Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa”, Zaragoza.**

Introducción

Tras la implantación del nuevo Protocolo de Control de Calidad de Radiodiagnóstico de 2011¹ surge la posibilidad de desarrollar macros en el entorno del software libre ImageJ² para facilitar la realización de algunos de los procedimientos en él incluidos. Se conseguiría con esto un gran ahorro de tiempo si se tienen en cuenta la cantidad de equipos de radiodiagnóstico en las unidades asistenciales, el posicionamiento de áreas de interés en cada una de las imágenes y la evaluación de los parámetros relevantes en cada caso.

Material y Métodos

El software ha sido desarrollado como macros de ImageJ e incluye cinco procedimientos del control de calidad en radiodiagnóstico en los que se trata de automatizar el dibujado de las ROIs que en cada caso sean necesarias y su posterior análisis. En primer lugar, y tras instalar la macro, se habilita un botón de QC-RX en la barra de herramientas de ImageJ con un menú desplegable que permite elegir entre los diferentes procedimientos (Fig. 1).

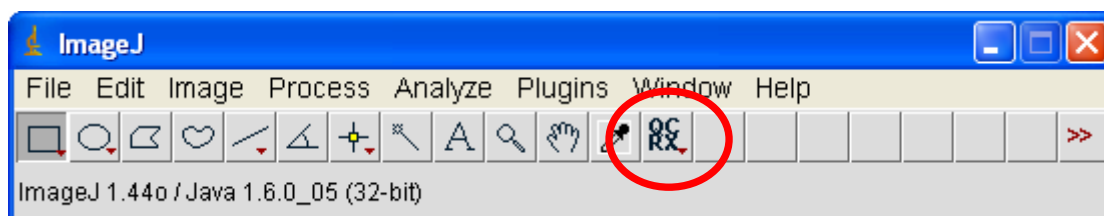


Fig. 1 Interfaz gráfica de ImageJ con la macro QC-RX_v2.02 instalada.

Los procedimientos contemplados en la versión QC-RX v2.02 incluyen cuatro correspondientes a mamografía digital (MD) y uno a los equipos de grafía (DG). A continuación se describen brevemente cada uno de ellos:

- DG028. Uniformidad de los equipos de grafía

Según el protocolo se deberán medir los valores medios de píxel (VMP) y las desviaciones estándar (DTP) de una ROI de 4cm x 4cm en el centro de la imagen y cuatro ROIs situadas en el centro de cada cuadrante de la imagen preprocesada. De esta manera se puede evaluar la máxima desviación de los

VMP de cada ROI individual respecto al VMP promedio de las cinco ROIs, así como la máxima desviación de la relación señal-ruido (RSR) de cada ROI respecto a la RSR promedio de las cinco ROIs.

La macro dibuja las ROIs correspondientes y las evalúa. Finalmente muestra un cuadro resumen de los resultados de VMP y RSR obtenidos (Fig. 2)

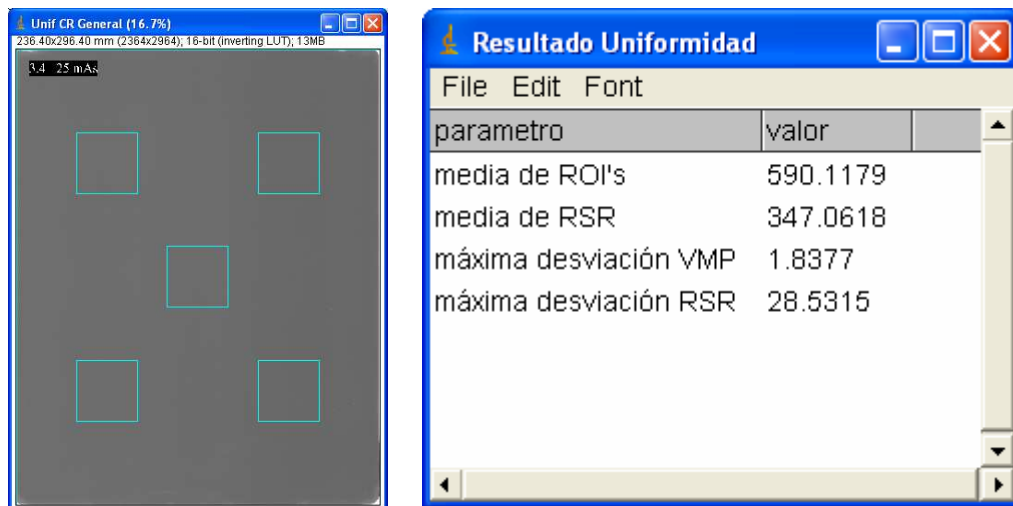


Fig. 2 Uniformidad en los equipos de grafía (DG028) y la ventana de resultados.

- MD016. Compensación del CAE con el espesor y composición de la mama

La compensación del control automático de exposición (CAE) se verifica evaluando la relación contraste-ruido (RCR) asociada a las imágenes de una lámina de aluminio de 0,2 mm de espesor y 99% de pureza centrada a 6 cm del borde de pared costal con espesores variables de PMMA. Inicialmente se coloca la lámina sobre un maniquí de 2 cm de espesor. Y se van añadiendo placas de PMMA hasta alcanzar un máximo de 7cm. De esta forma se verifica que la RCR es estable y se mantiene dentro de unos márgenes, independientemente de las características de la mama. El cálculo de la RCR se hará dibujando cinco ROIs de 5 mm x 5 mm, una centrada en la lámina de aluminio y cuatro a 10 mm del centro del aluminio a cada uno de los lados del mismo (Fig. 3).

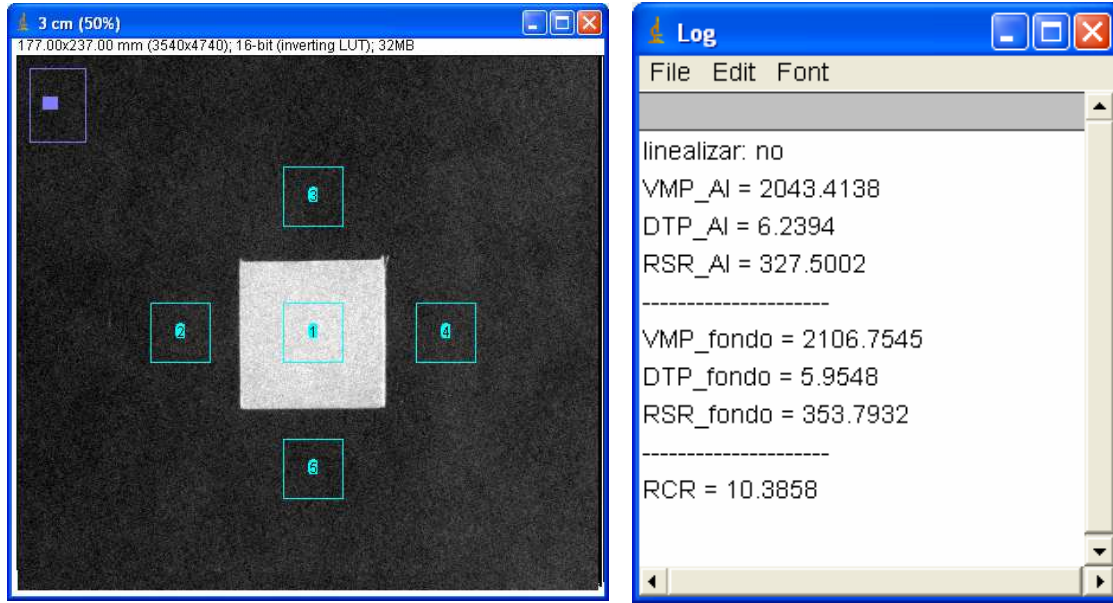


Fig. 3 Compensación del CAE con el espesor y composición de la mama (MD016) y la ventana de resultados.

La RCR se calcula siguiendo la siguiente fórmula:

$$RCR = \frac{|VMP_{AI} - VMP_F|}{\sqrt{\frac{(DTP_{AI}^2 - DTP_F^2)}{2}}} \quad (1)$$

siendo VMP_{AI} y DTP_{AI} el valor medio de píxel y la desviación estándar de la ROI centrada en la lámina de aluminio, mientras que VMP_F y DTP_F son los promedios del valor medio de píxel y la desviación estándar del resto de las ROIs, correspondientes al fondo de imagen.

En caso de usar dispositivos de CR, el protocolo recomienda usar el valor de RCR linealizada en tanto que la respuesta de estos dispositivos no es lineal respecto de la dosis. Se ha facilitado por tanto la opción de aplicar la linealización de la imagen, siguiendo estas expresiones para el valor medio de píxel y desviación estándar:

$$VMP' = \exp\left(\frac{VMP - b}{a}\right) \quad DTP' = \frac{DTP}{a} \exp\left(\frac{VMP - b}{a}\right) \quad (2)$$

siendo a y b la pendiente y la ordenada en el origen de la curva de respuesta logarítmica del detector:

$$\text{VMP} = a \cdot \ln(\text{Kerma}) + b \quad (3)$$

Cabe comentar que para situar las ROIs se usa la función de ImageJ “setAutoThreshold(“Default dark”)” que trata de encontrar de forma automática la posición de la lámina de aluminio. Es éste el paso del programa que resulta más débil en cuanto al buen funcionamiento del mismo puesto que “setAutoThreshold(“Default dark”)” se basa en las diferencias de valor de píxel para determinar las diferentes regiones. En caso de que, debido al bajo contraste aluminio-fonde, no se encuentre de forma automática la ROI central (ERROR: The ROI Manager is empty) se ha habilitado la opción de establecer umbrales de contraste de forma manual, con lo que surge la ventana de “setThreshold” (Fig. 4). Para que el umbral establecido sea adecuado debe aparecer el cuadro de aluminio de color rojo y aislado tal y como se muestra en la Fig. 4. En ese momento y sin necesidad de pulsar el boton “Apply” de la ventana “setThreshold” se puede continuar con el análisis pulsando “OK” en la ventana emergente (Fig. 5).

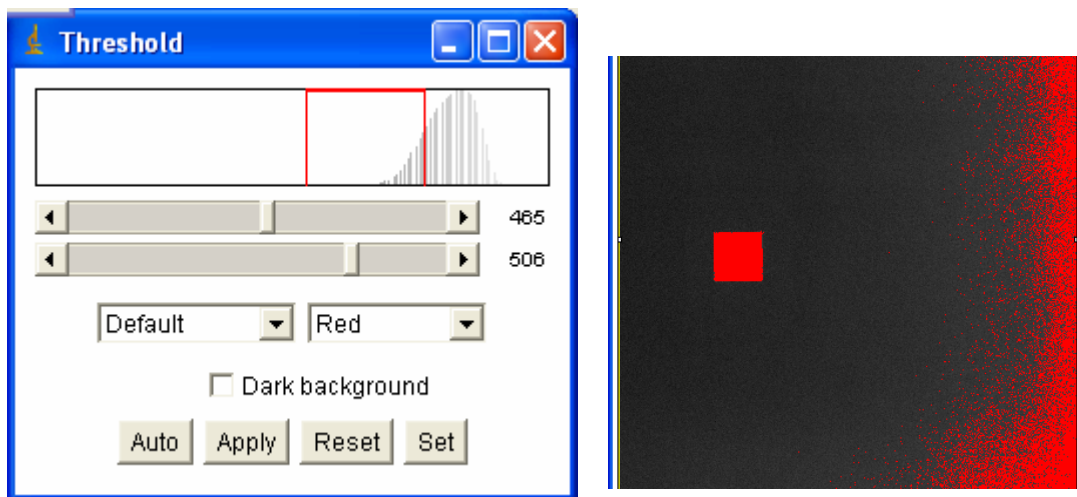


Fig. 4 Ventana de SetThreshold en modo manual y apariencia de la imagen con el umbral adecuado.

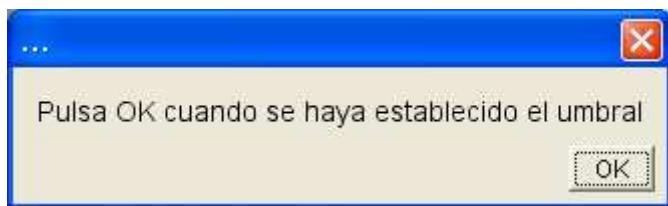
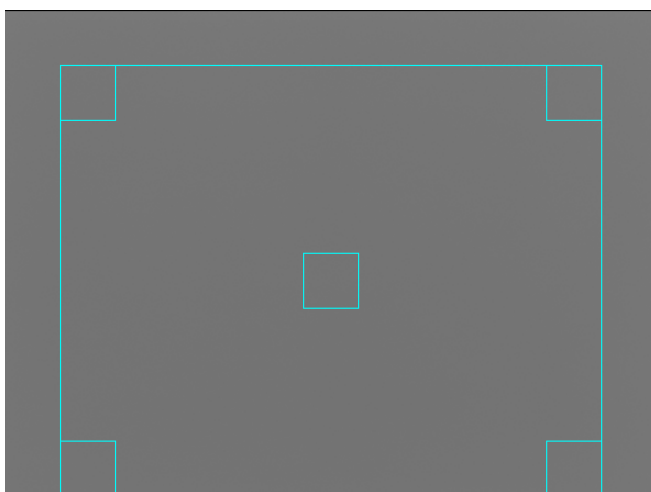


Fig. 5 Pulsar OK para continuar la ejecución del programa.

- MD024. Uniformidad de la imagen en mamografía digital

El protocolo recomienda verificar la uniformidad evaluando cinco ROIs de 2 cm x 2 cm, una situada en el centro de la imagen y cuatro en las esquinas. Ante la posibilidad de encontrar falta de uniformidad (por efecto anódico, fallo de aplanamiento del campo) se recomienda situar las ROIs a 2 cm de los márgenes laterales y el posterior (opuesto a la pared costal).

La macro adquiere como parámetros de entrada el tamaño de las ROIs así como los márgenes que se darán a la hora de situarlas. Se evalúa en primer lugar la máxima desviación entre los VMP de cada ROI individual respecto al VMP de toda la imagen (recortada si fuese el caso). También se obtiene la máxima desviación entre los VMP de cada ROI individual respecto al VMP de la ROI central y, finalmente, se obtiene la máxima desviación entre la relación señal-ruido (RSR) de cada ROI individual respecto de la RSR promedio de las cinco ROIs (Fig. 6).



Resultado Uniformidad	
File Edit Font	
parametro	valor
promedio de los VMP de las cinco ROI	2206.9061
promedio de la RSR de las cinco ROI	325.5295
maxima desviación VMP respecto del VMP de imagen recortada (%)	1.8528
maxima desviación VMP respecto del VMP de la ROI central (%)	2.3627
maxima desviación RSR respecto del promedio (%)	20.9649

Fig. 6 Uniformidad de la imagen en mamografía digital (MD024) y la ventana de resultados.

- MD025. Constancia en la uniformidad de la imagen en mamografía digital

Según el protocolo esta prueba, de frecuencia semanal, se realizará siguiendo las indicaciones que cada fabricante determina en su propio protocolo de control de calidad. Sin embargo propone un método alternativo que se procede a describir. Cabe decir que si se realizase esta prueba a un equipo DR el análisis se podría hacer con el mismo procedimiento MD024. Sin embargo, en el caso de utilizar CRs el procedimiento consiste en situar tres ROIs en una línea paralela a la pared del tórax a 6 cm de dicha pared y equiespaciados entre sí (Fig. 7).

La macro MD025 realiza esta prueba sólo para el caso de CRs. Una vez introducidos los parámetros de las ROIs (tamaño y distancias entre sí) se encuentra automáticamente la posición de la pared costal (aprovechando el efecto anódico) y sitúa las tres ROIs convenientemente. Finalmente se muestra en la ventana de resultados la máxima desviación entre los valores medios de píxel entre las tres ROIs, así como la máxima desviación en la relación señal-ruido (Fig. 7).

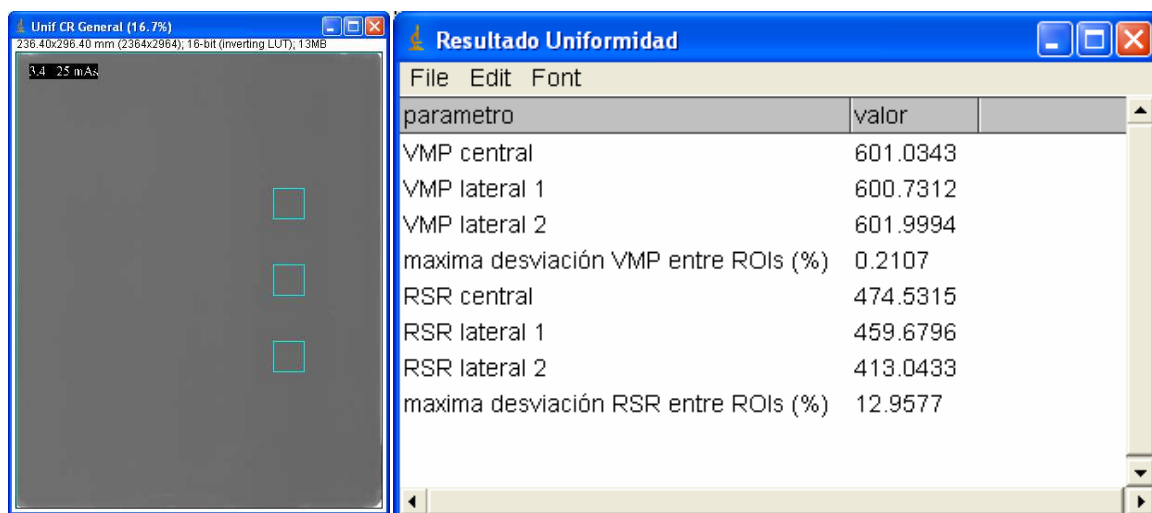


Fig. 7 Constancia de la uniformidad de la imagen en mamografía digital (MD025) y la ventana de resultados.

- MD035. Remanencia de la imagen previa

Se recomienda realizar la siguiente prueba tomando, en primer lugar, una imagen del maniquí estándar ocupando únicamente la mitad del detector. Tras dejar pasar 1 minuto y repitiendo las mismas condiciones de exposición se tomará otra imagen con el maniquí ocupando toda la superficie de detección y

con una lámina de aluminio (1 mm de espesor) en la parte superior y centrada. Se adquieren los datos de tres ROIs ubicadas según la Fig. 8 y se evalúa el factor de remanencia (FR) según la siguiente expresión:

$$FR = \frac{VMP(3) - VMP(2)}{VMP(1) - VMP(2)} \quad (4)$$

La macro desarrollada encuentra de forma automática la posición de la lámina de aluminio para, a partir de ésta, situar las tres ROIs descritas en el protocolo. Finalmente evalúa el factor de remanencia según la expresión antes indicada.

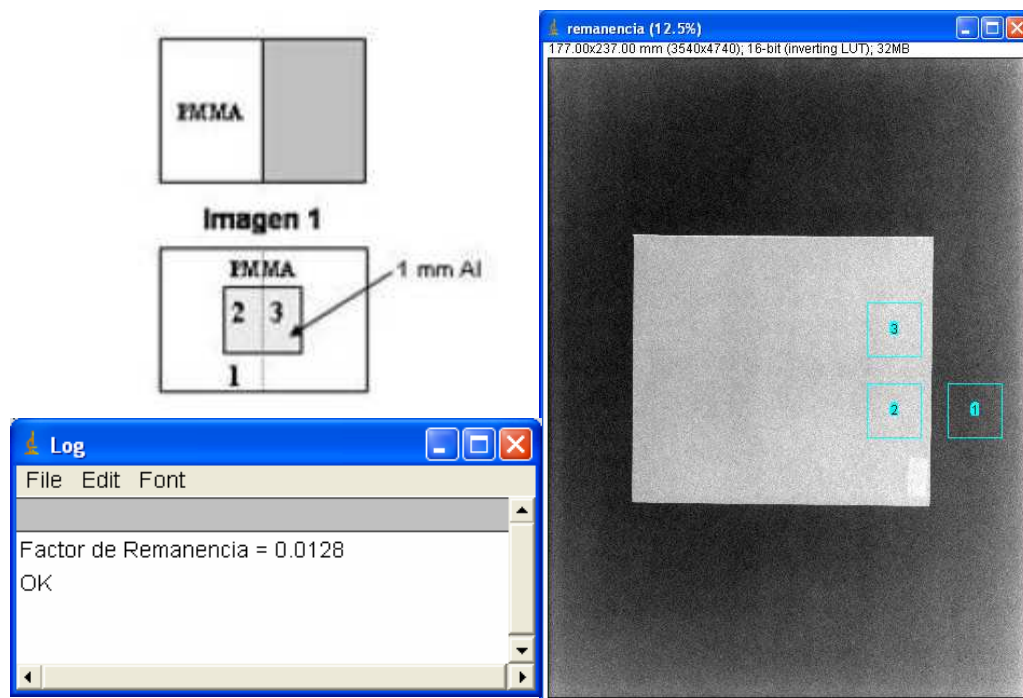


Fig. 8 Remanencia de la imagen previa (MD035) y la ventana de resultados.

Bibliografía

1. Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico 2011 (SEFM, SEPR, SERAM).
2. W. S. Rasband, ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/> (1997-2011).