



# 2<sup>nd</sup> International Symposium on Master Engineering

## Booklets



RENIECYT - LATINDEX - EBSCO - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

# Title: Subsegmentation concepts and applications in image processing

Author: QUINTANILLA-DOMÍNGUEZ, Joel

Editorial label ECORFAN: 607-8695  
 BIMES Control Number: 2022-10  
 BIMES Classification (2022): 231122-0010

Pages: 29  
 RNA: 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
 143 – 50 Itzopan Street  
 La Florida, Ecatepec Municipality  
 Mexico State, 55120 Zipcode  
 Phone: +52 1 55 6159 2296  
 Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
 E-mail: contacto@ecorfan.org  
 Facebook: ECORFAN-México S. C.  
 Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

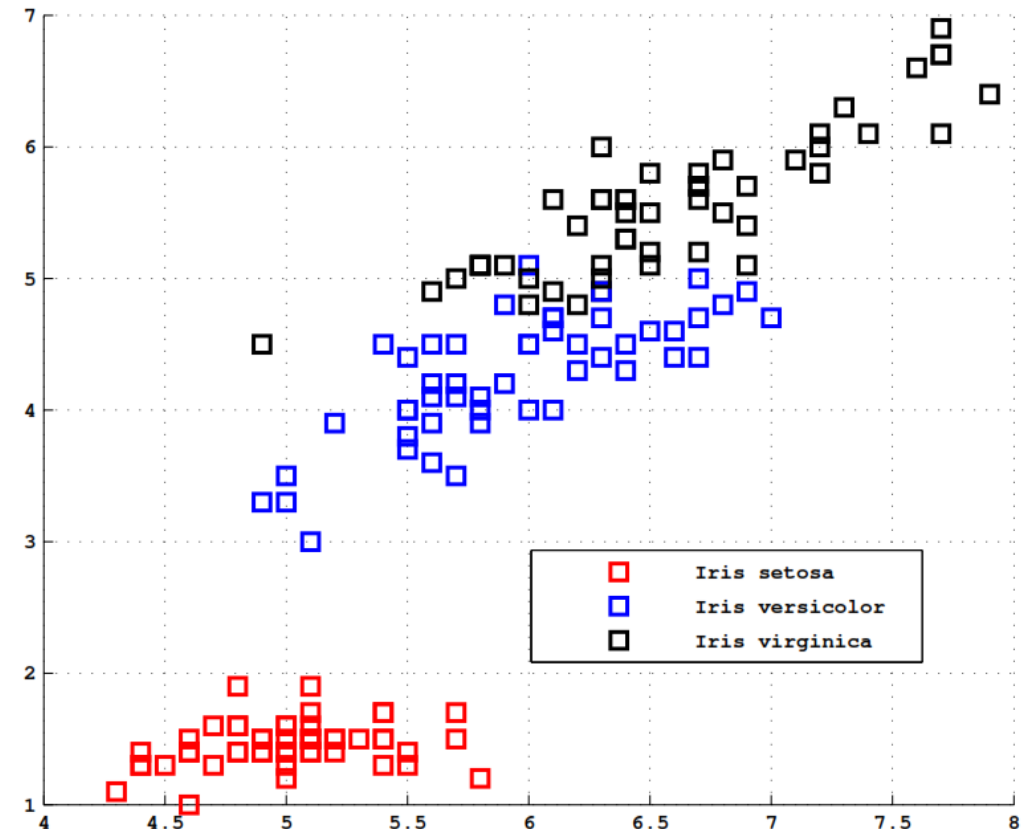
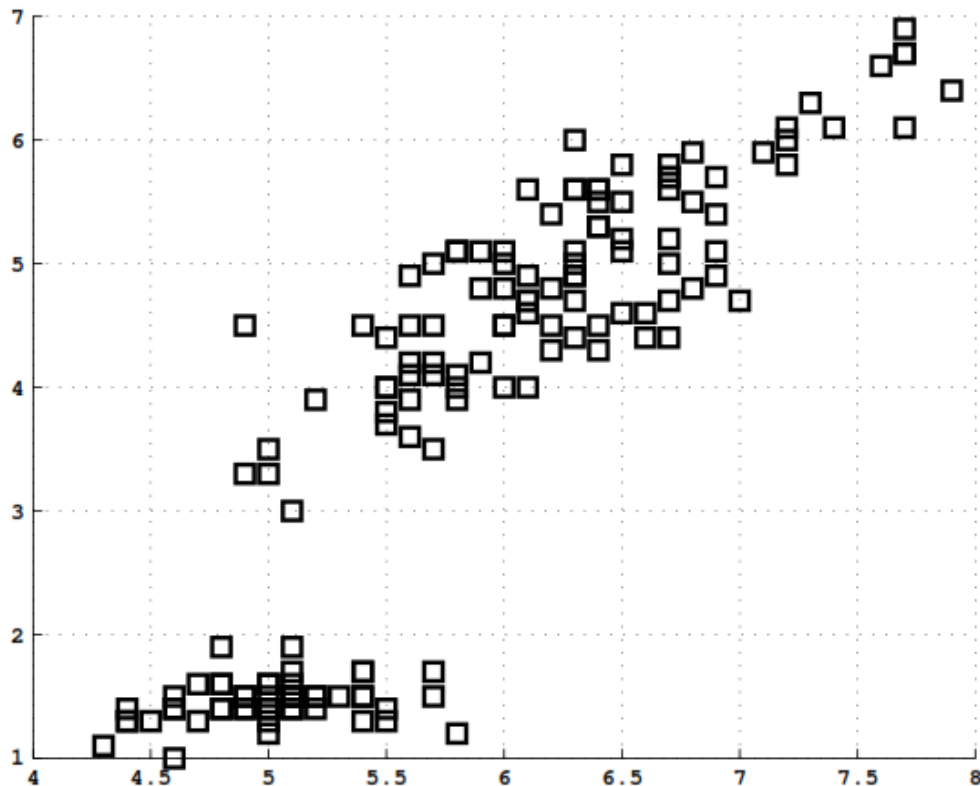
# Agenda



- **Agrupamiento**
- **Algoritmos de agrupamiento de la familia k-medias**
  - k-medias, k-medias difuso, k-medias posibilista
  - Posibilista-difuso k-medias (híbridos)
- **Segmentación**
- **Sub-segmentación basada en algoritmos de agrupamiento, PFCM**
- **Aplicaciones de la Sub-segmentación en el procesamiento de imágenes**
- **Proyectos de tesis**
- **Publicaciones**
- **Referencias**

# Agrupamiento

Es un proceso de organización de una colección de datos sin etiquetar en grupos a través de una medida de similitud (representados en un espacio de características n-dimensional). El objetivo principal es, obtener un grupo de datos que sean lo más similar u homogéneos entre ellos y a la vez diferentes con respecto a los datos de otros grupos, con la finalidad de obtener alguna información de interés.

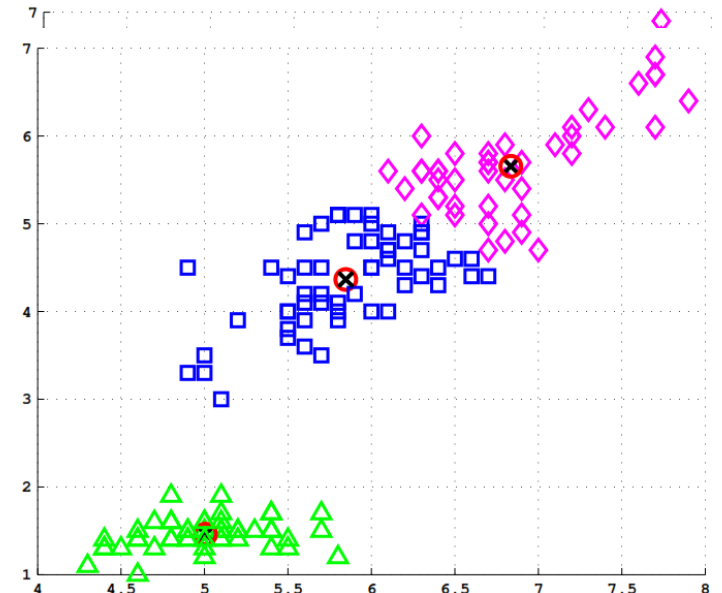
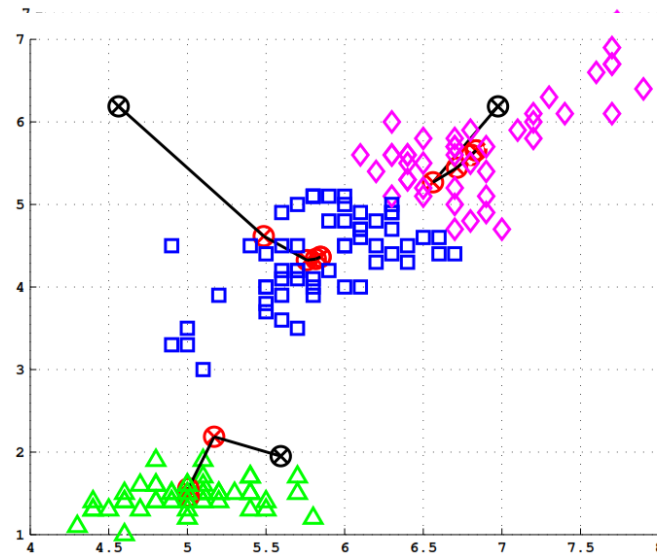
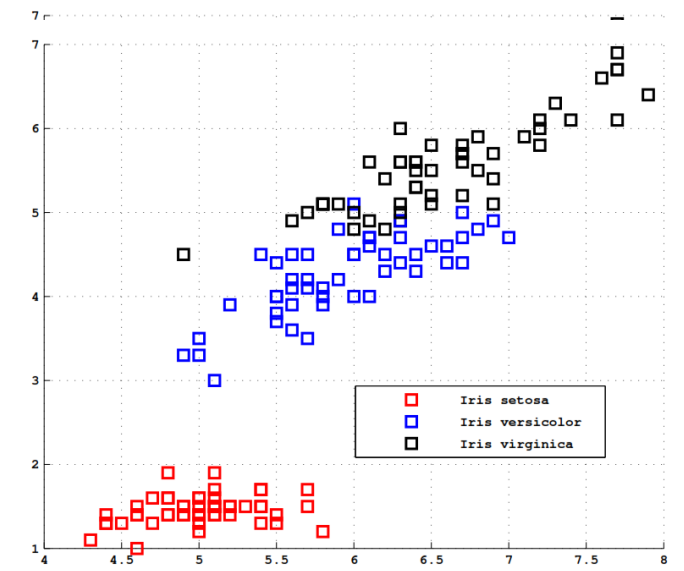
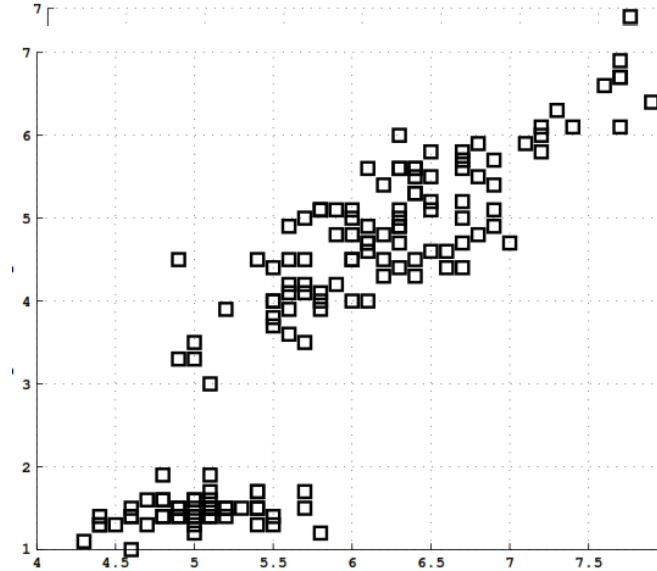


# Algoritmos de Agrupamiento

## ➤ k-medias

Algoritmo iterativo que se utiliza para dividir un conjunto de datos en  $k$  grupos.

1. Seleccionar los  $k$  centros de cada grupo (aleatoria).
2. Asignar cada dato del conjunto a un grupo de acuerdo a una medida de similitud (distancia).
3. Recalcular los centros de los grupos haciendo la media de todos los datos del grupo.
4. Repetir los pasos 2 y 3 hasta que se consigue la convergencia (por ejemplo, los datos de los grupos no cambian o la diferencia entre los centros se lo más próxima a 0).

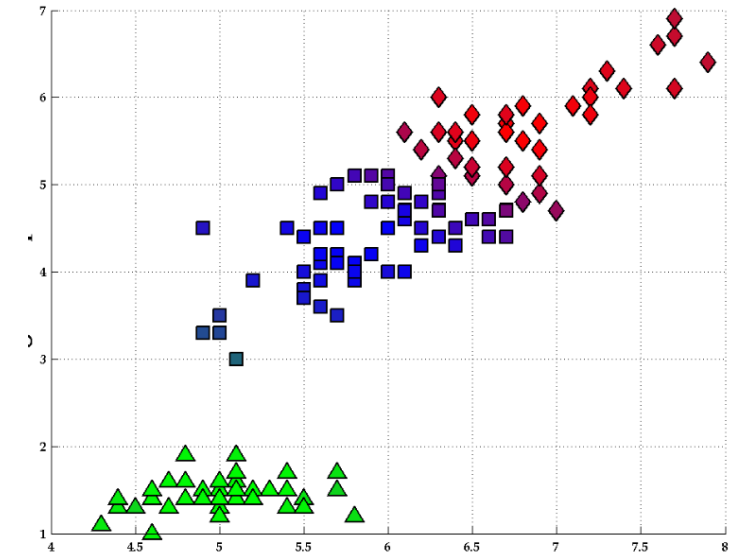
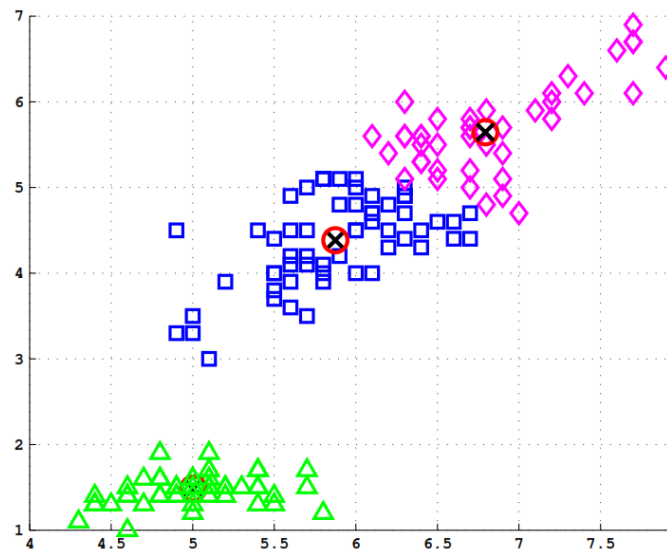
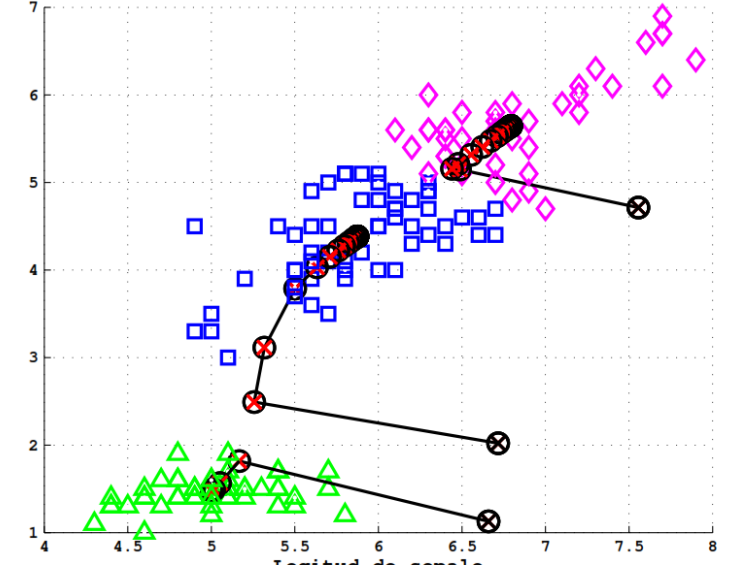
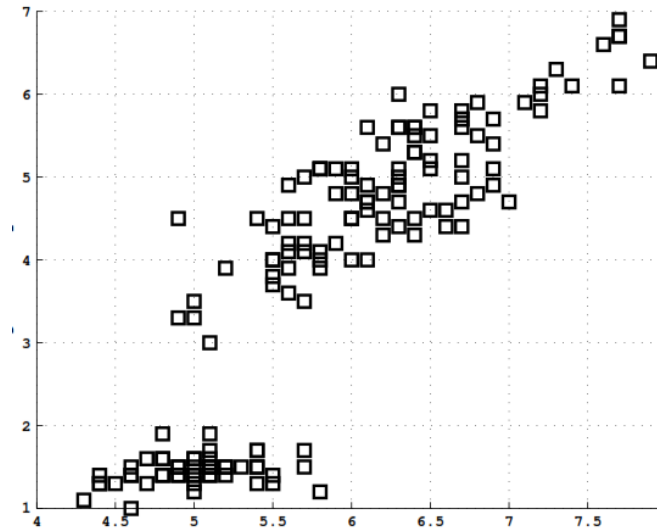


# Algoritmos de Agrupamiento

## ➤ k-medias difuso (Fuzzy c-means)

Es una versión difusa del k-medias, donde cada dato tiene un grado difuso o valor de pertenencia difuso a cada grupo.

La suma del grado de pertenencia difuso de los datos a cada grupo es 1.

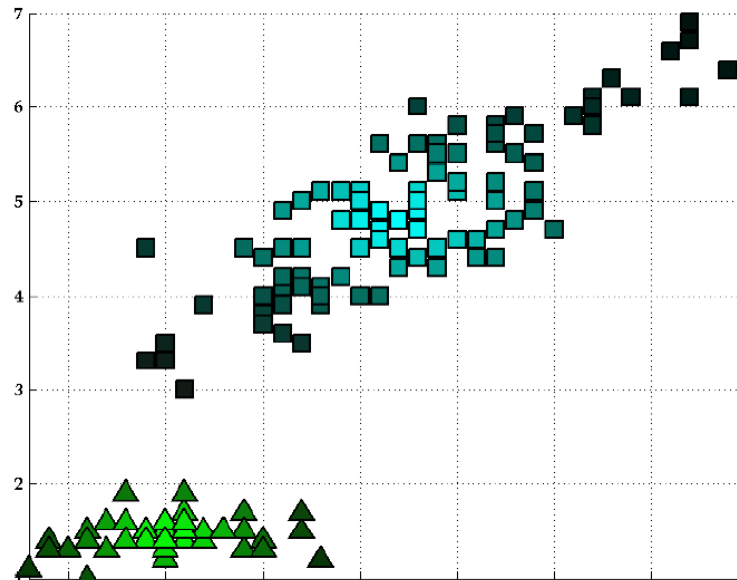
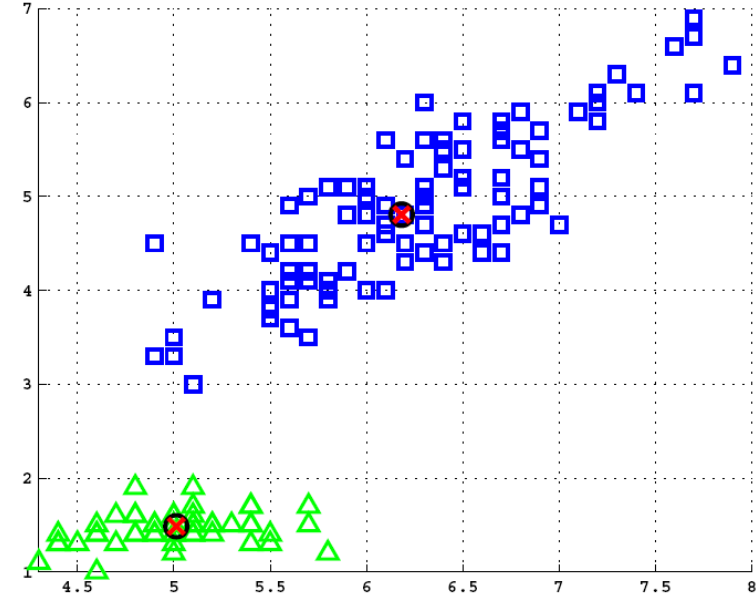
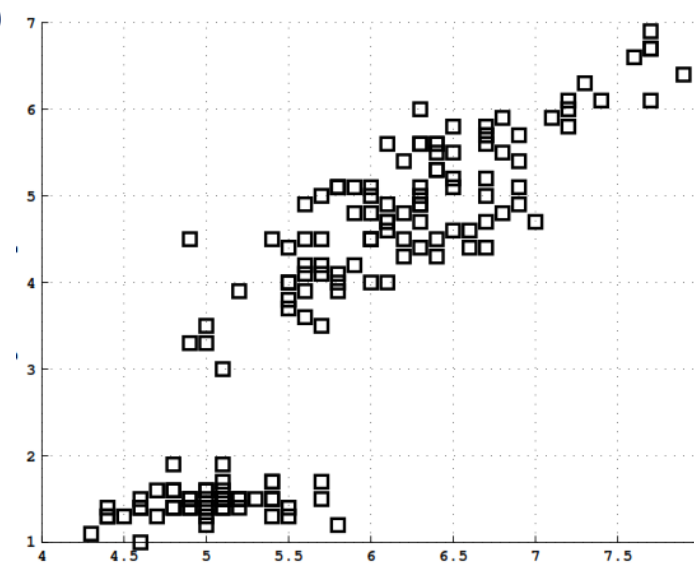


# Algoritmos de Agrupamiento

## ➤ k-medias posibilista (Posibilistic c-means)

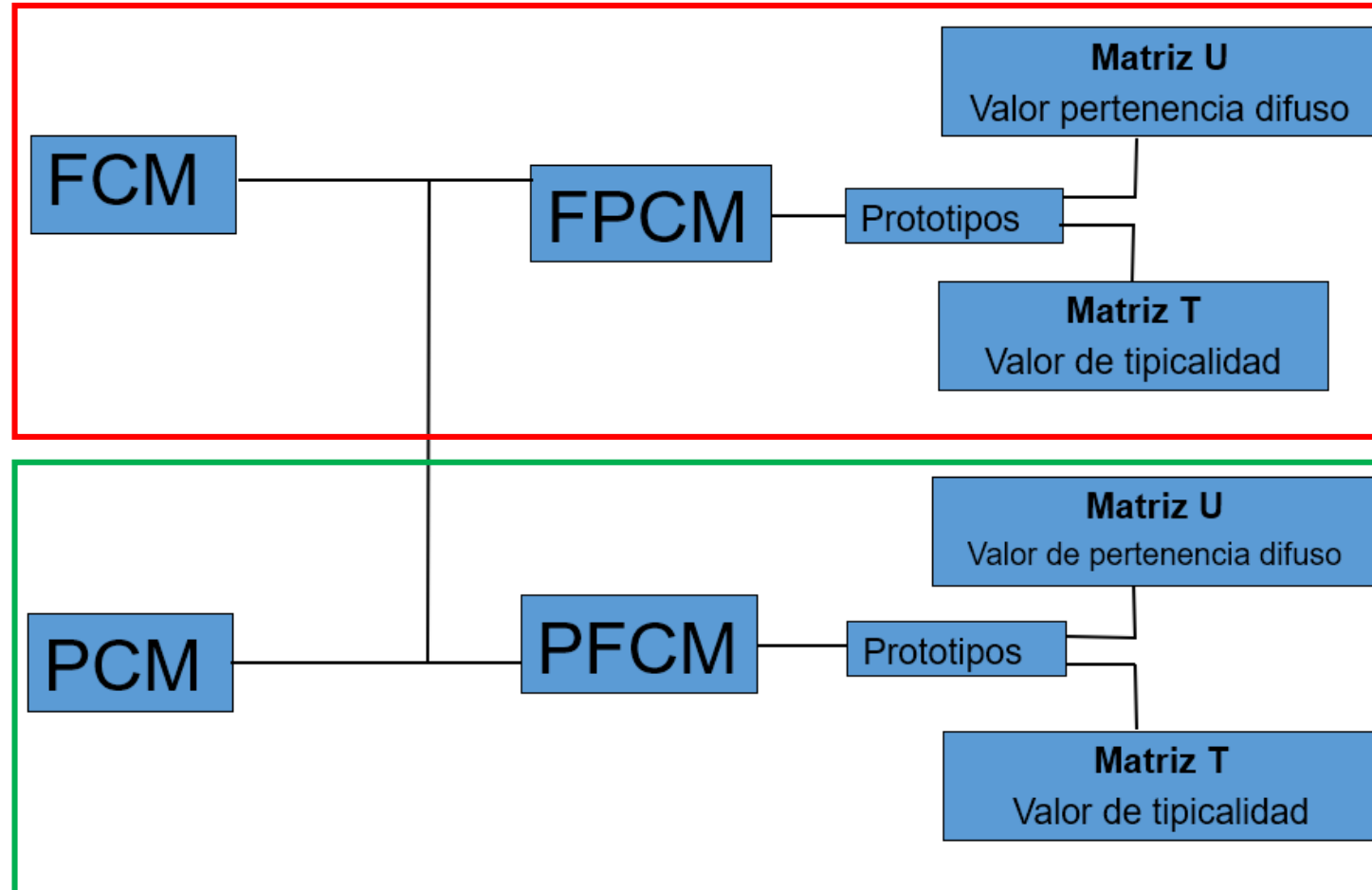
Es una versión modificada del FCM. Cada dato tiene un grado de pertenencia típico o atípico o valor de pertenencia posibilista a cada grupo.

Relaja la restricción de la suma del grado de pertenencia de cada uno de los datos hacia los grupos sea igual 1.



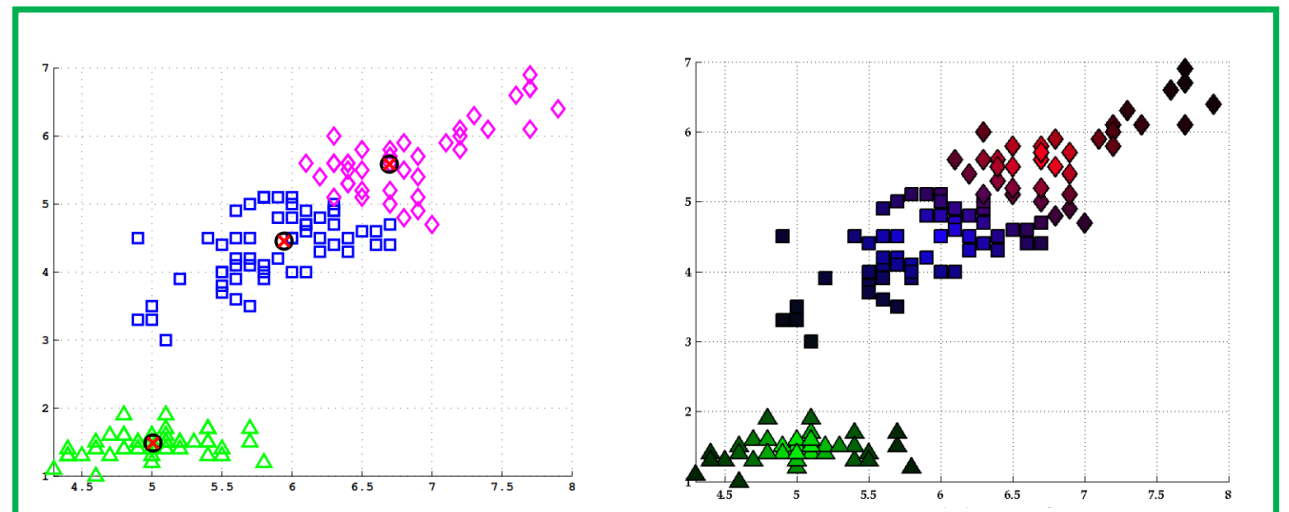
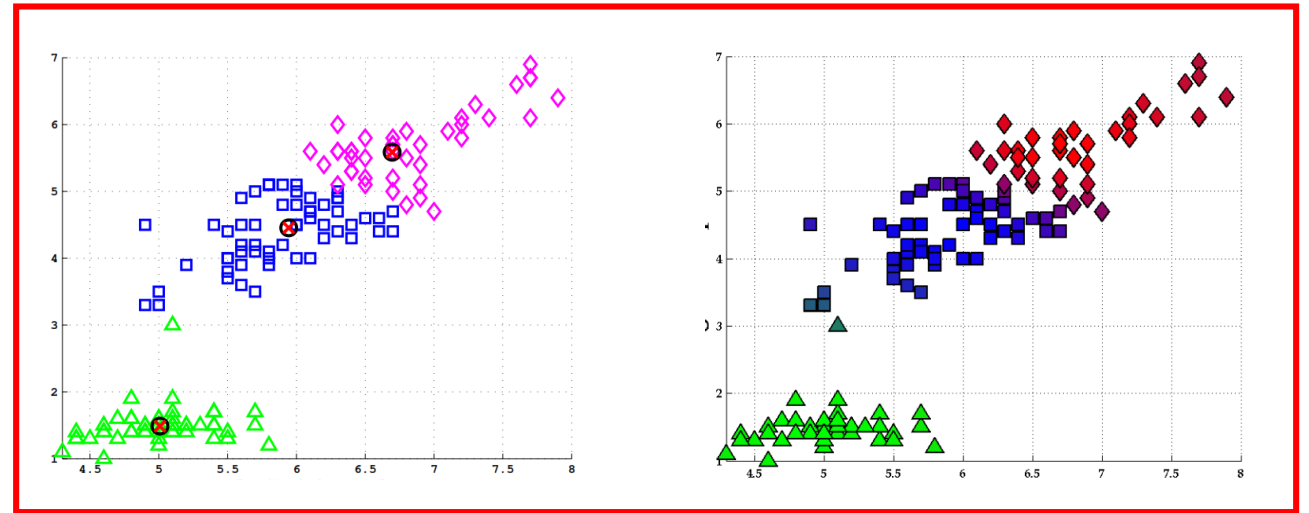
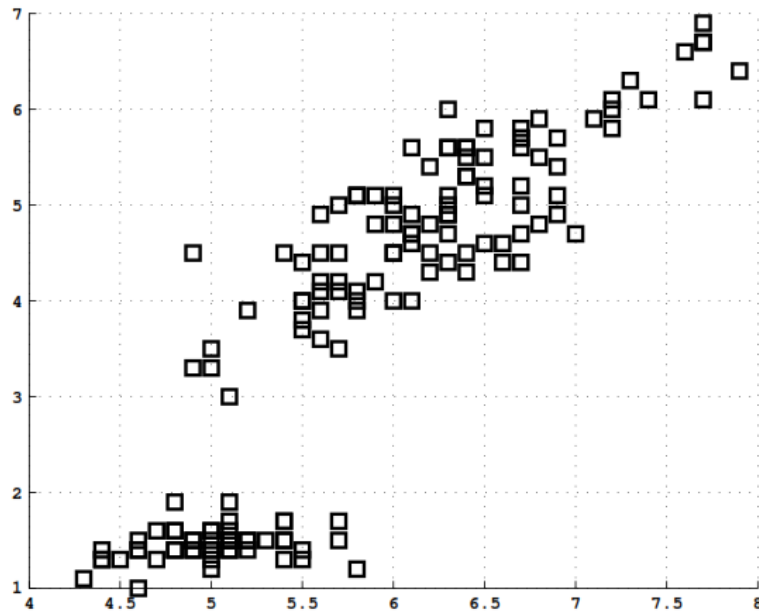
# Algoritmos de Agrupamiento

- Algoritmos Híbridos **FPCM** (Pal *et al.* 1997) y **PFCM** (Pal *et al.* 2005)



# Algoritmos de Agrupamiento

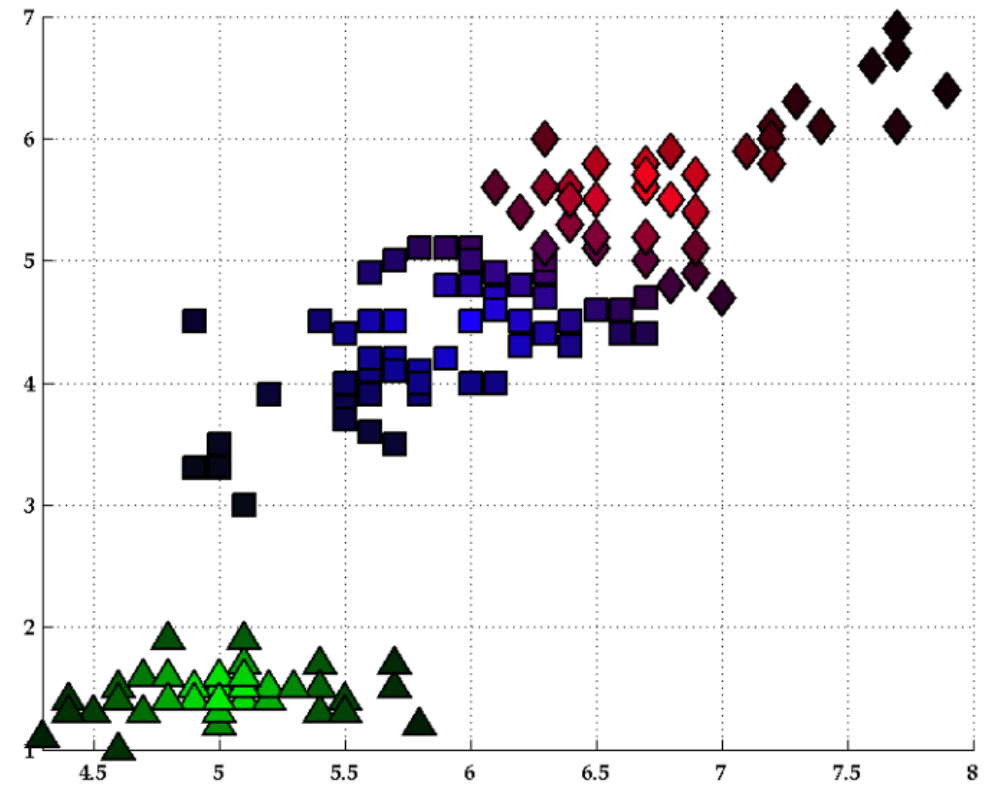
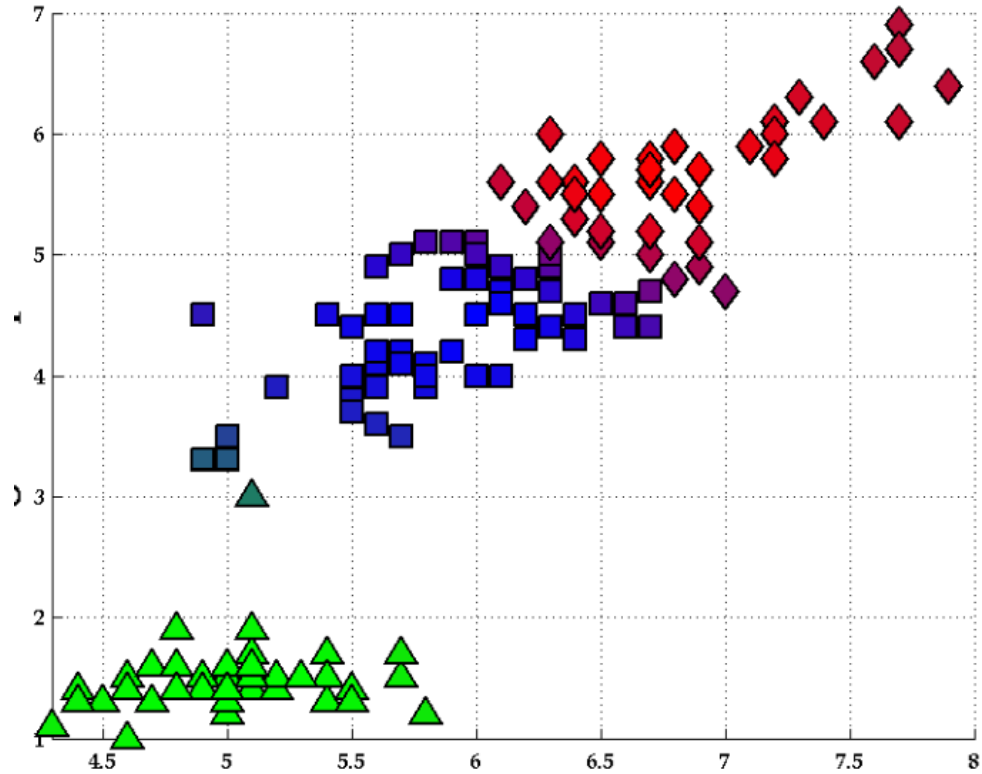
## ➤ Posibilista Difuso k-medias (PFCM)





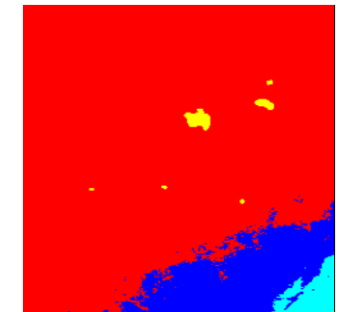
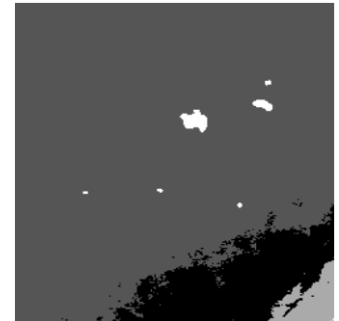
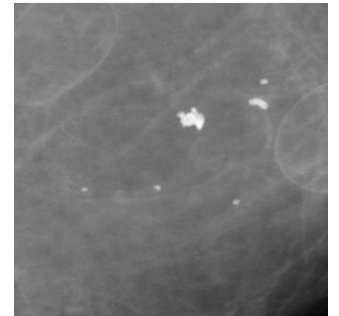
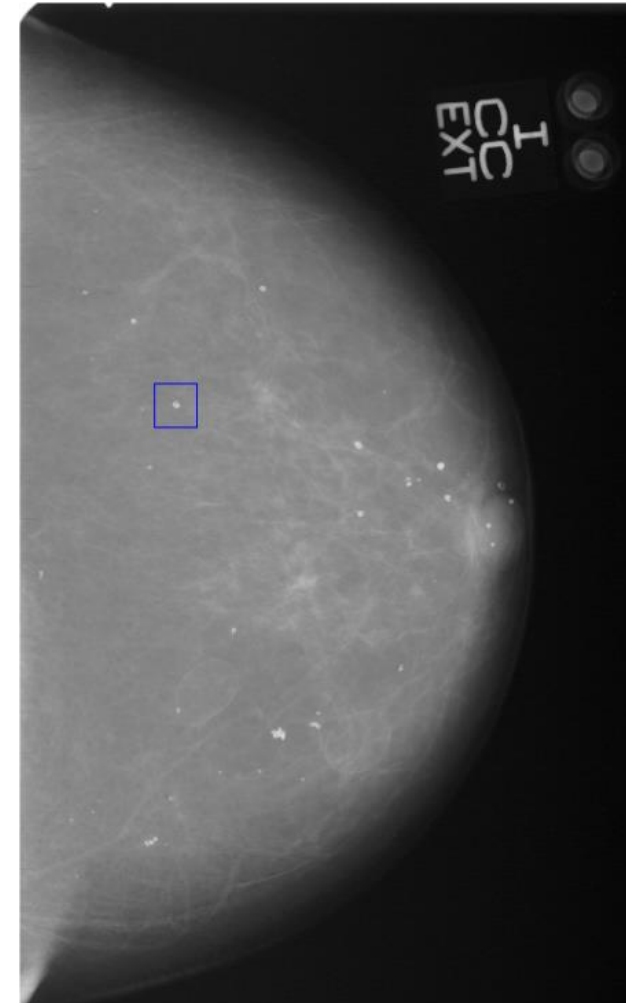
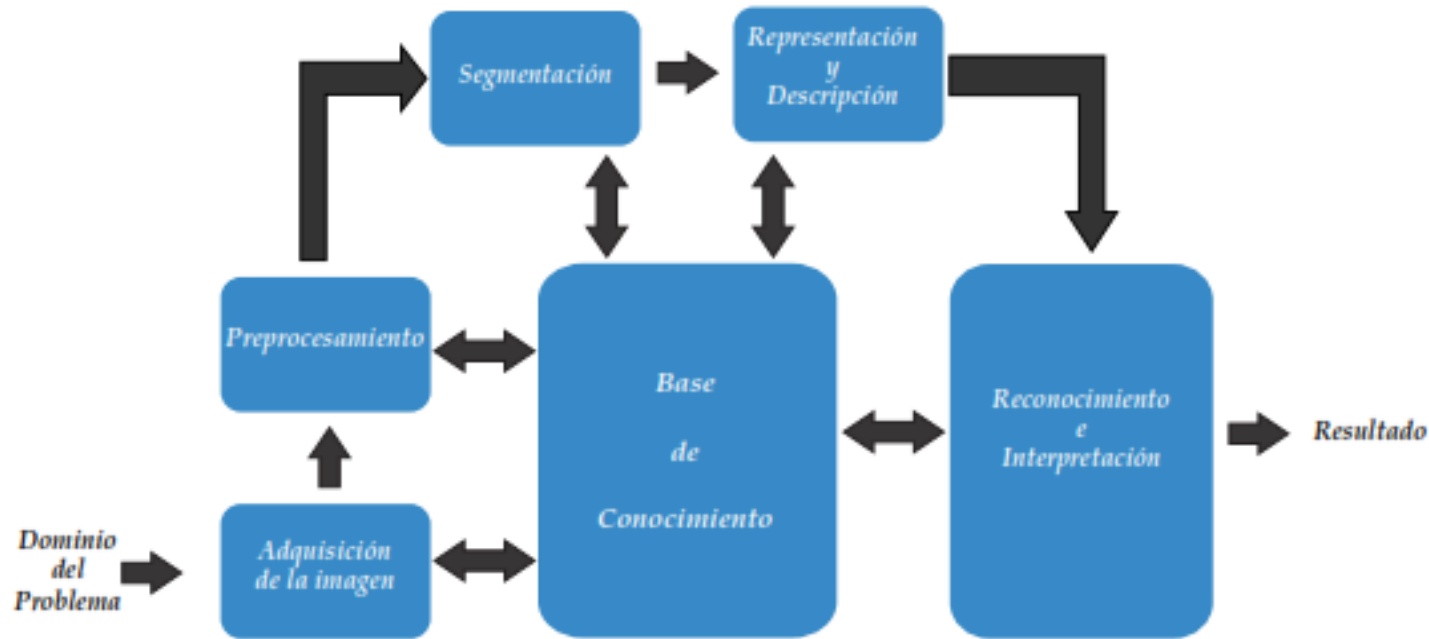
# Algoritmos de Agrupamiento

## ➤ Posibilista difuso k-medias (PFCM)



# Segmentación

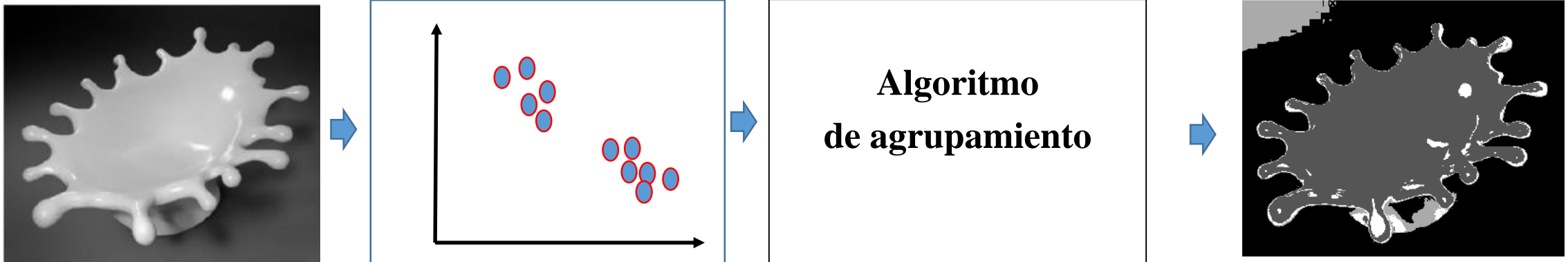
La **segmentación** es una de las etapas más importante **procesamiento de imágenes** y que, de manera general consiste en **particionar** o **dividir** la imagen en objetos o grupos de píxeles, respecto a una o más características como: **intensidad del nivel de gris**, color o textura.



# Segmentación

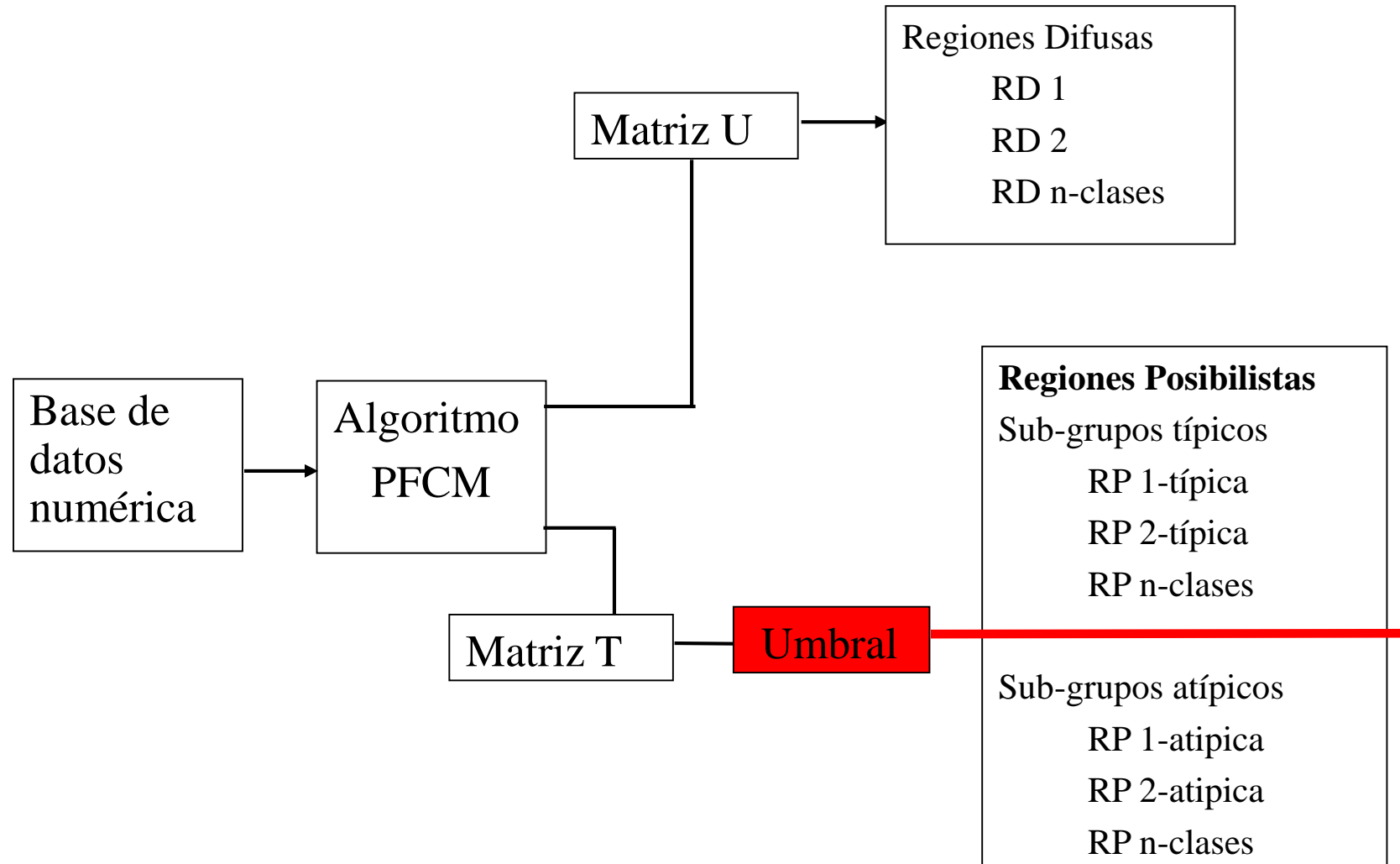
Las técnicas de segmentación de imágenes, generalmente están basadas en una de las dos propiedades básicas de los valores del nivel de gris: discontinuidad y similitud. De acuerdo con estas propiedades, las técnicas de segmentación se pueden clasificar:

- Técnicas basadas en discontinuidad. La segmentación se realiza de acuerdo a cambios bruscos de nivel de gris.
- **Técnicas basadas en similitud.** La umbralización, el **agrupamiento**, crecimiento de región así como división y fusión de regiones.



# Sub – segmentación basada en el PFCM

- Sub-segmentación basada en el PFCM, (Ojeda Magaña *et al.* 2009)



# Sub – segmentación basada en el PFCM

## ➤ Sub-segmentación basada en el PFCM

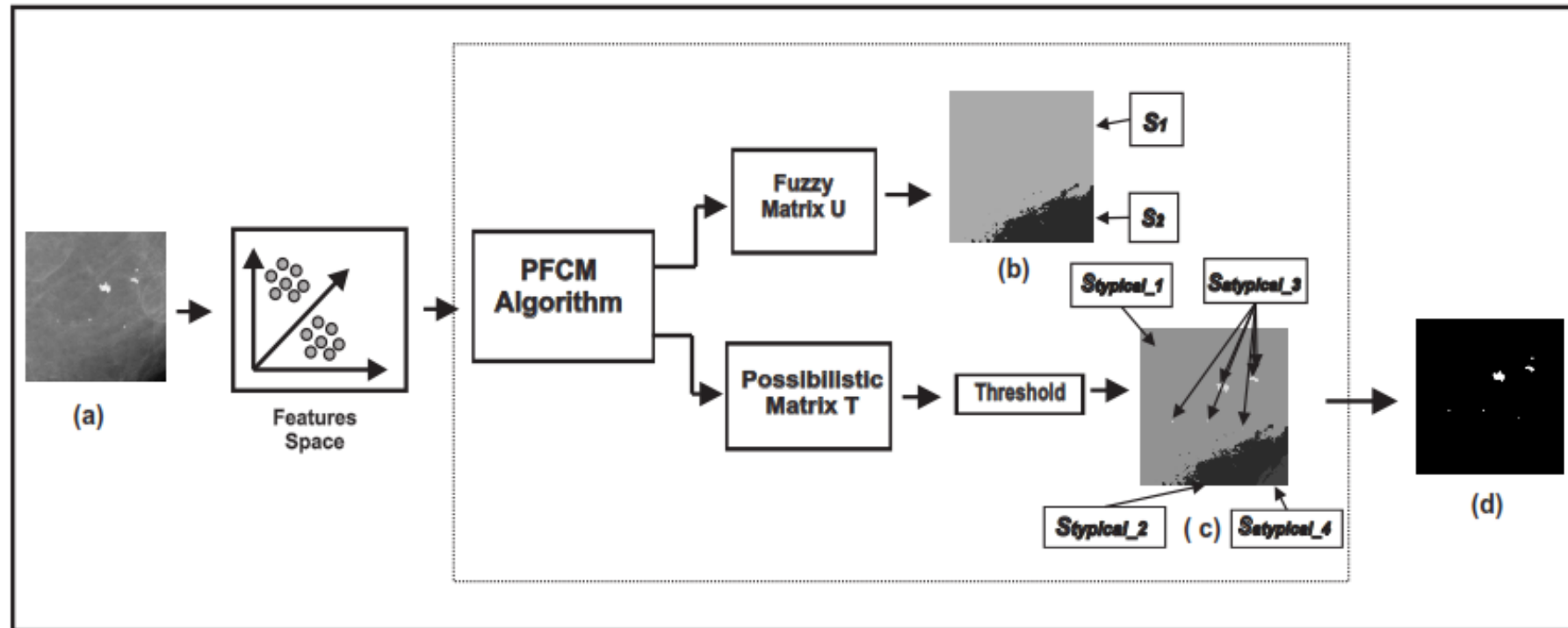
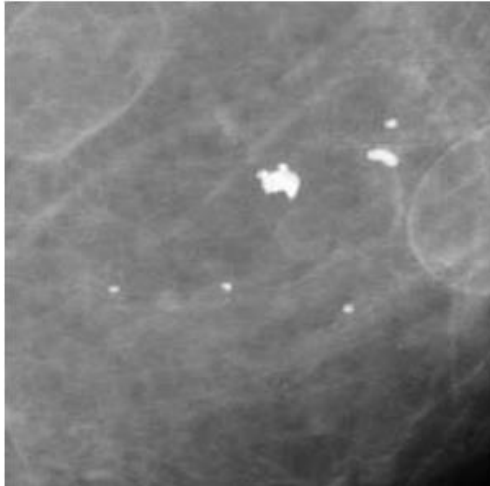


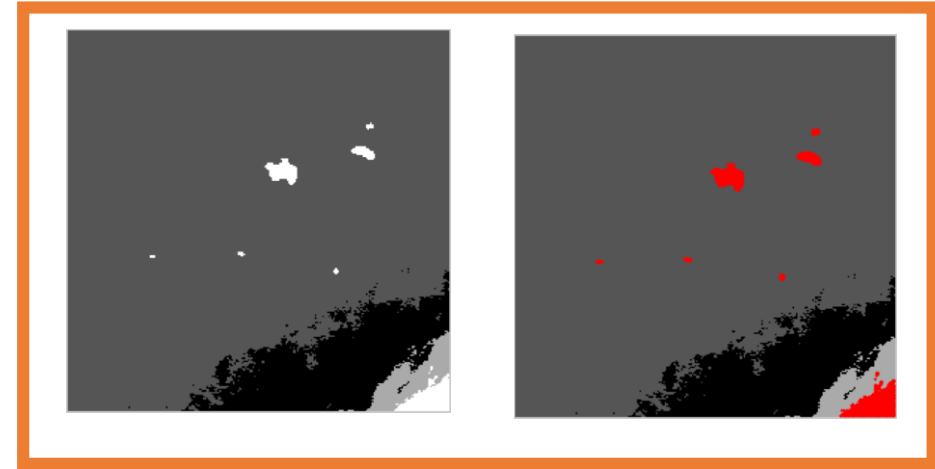
Diagrama del proceso de la sub-segmentación de imagen.

# Sub – segmentación basada en el PFCM

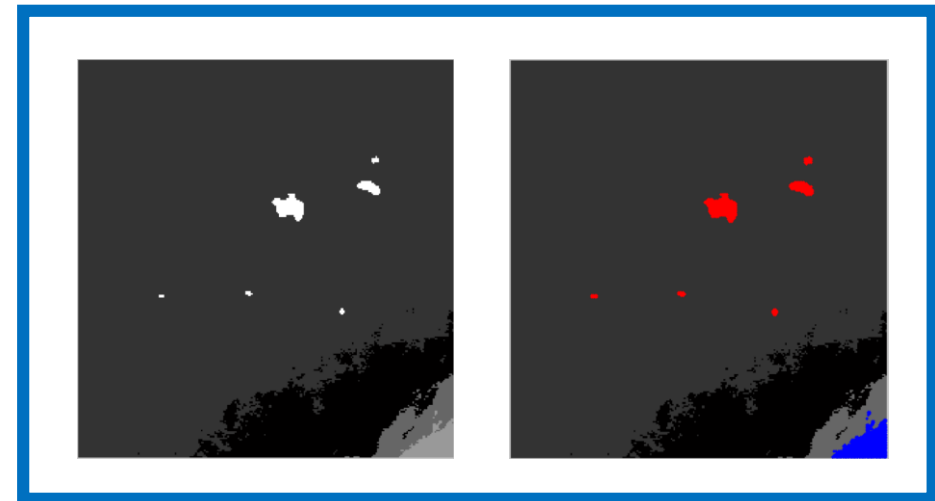
## ➤ Sub-segmentación basada en el PFCM



**Sub-segmentación**  
(Ojeda Magaña *et al.* 2009)



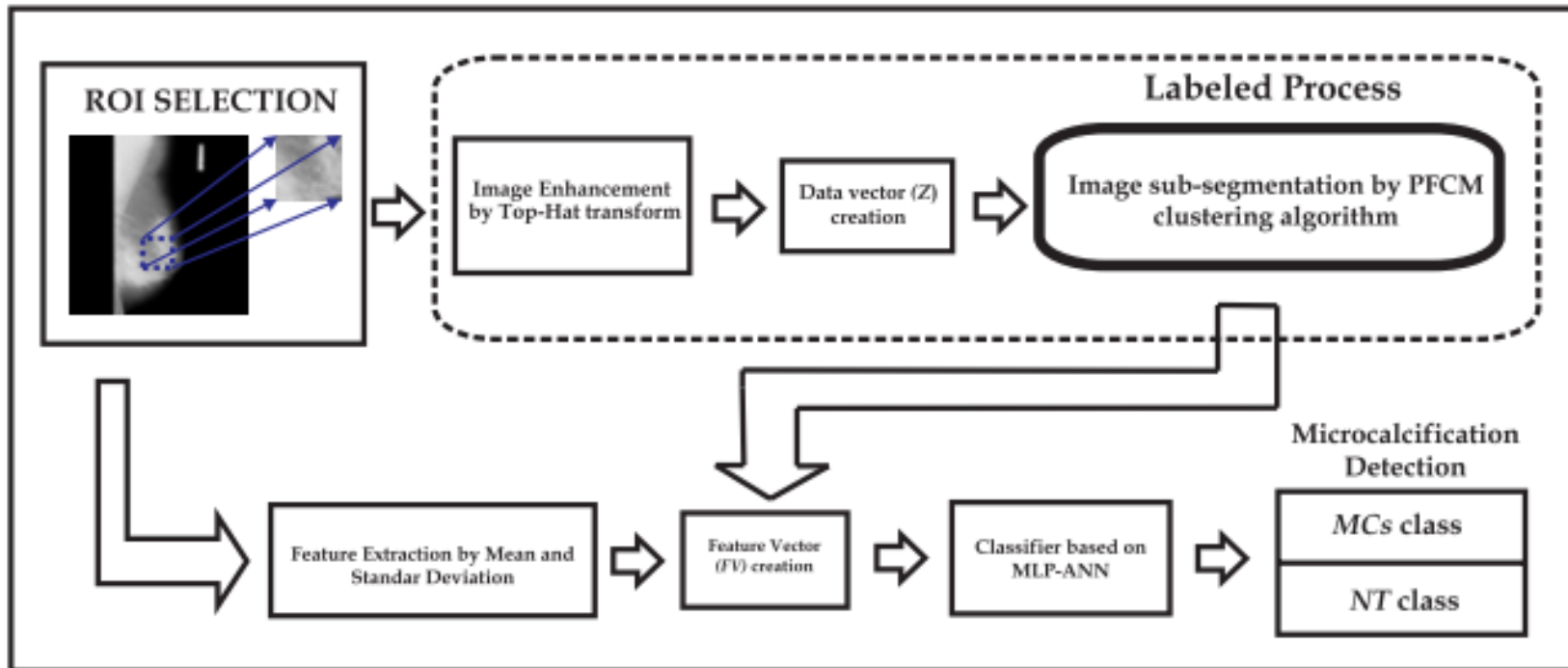
**Mejora de la  
Sub-segmentación**  
(Ojeda Magaña *et al.* 2018)



# Aplicaciones de la Sub-segmentación

Segmentación de imágenes médicas

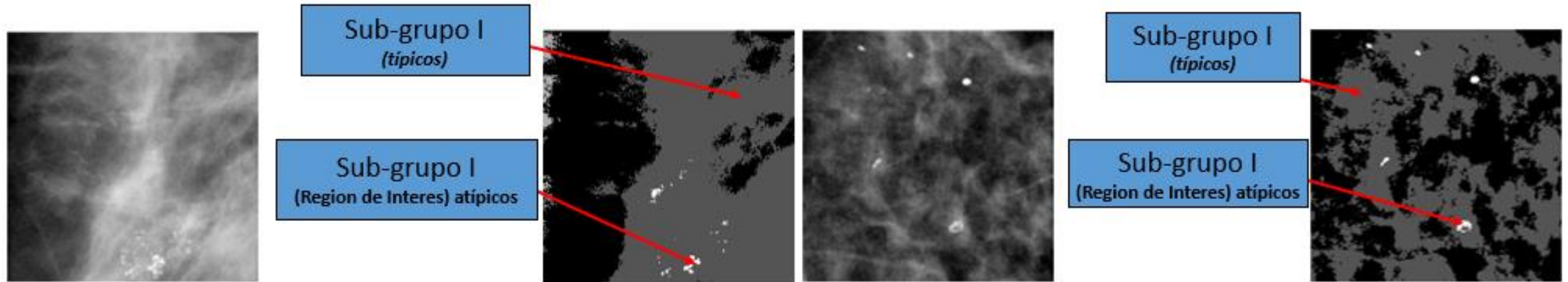
➤ Detección de microcalcificaciones (Quintanilla Domínguez *et al.* 2011)



**Figure 1** Block diagram of the proposed method.

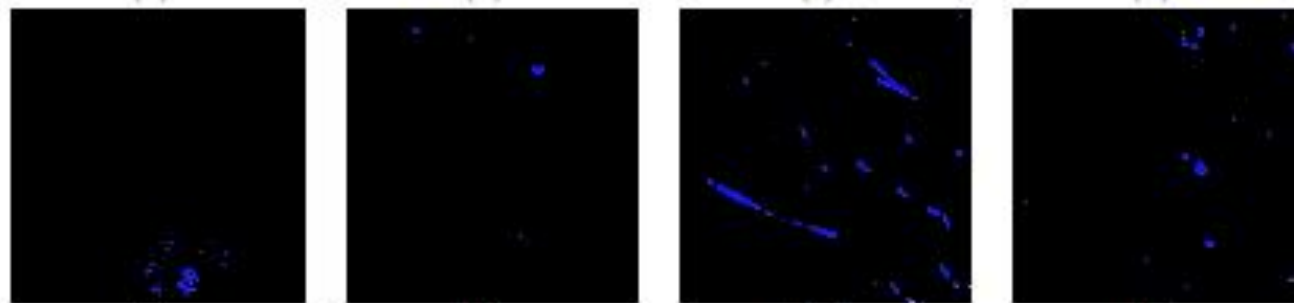
# Segmentación basada en Modelos (*sub-segmentación*)

- Sub-segmentación basada en el PFCM

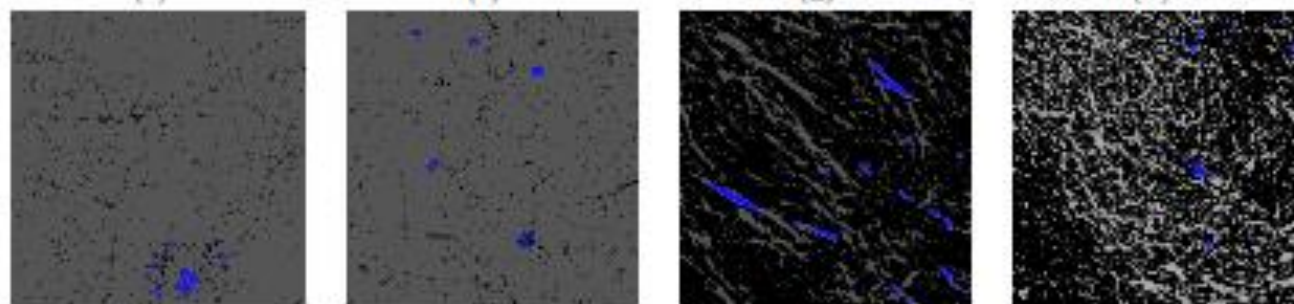




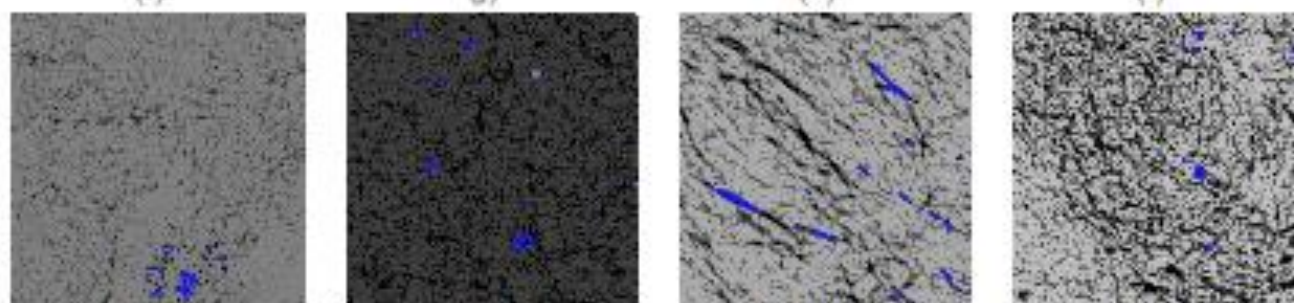
# k-medias



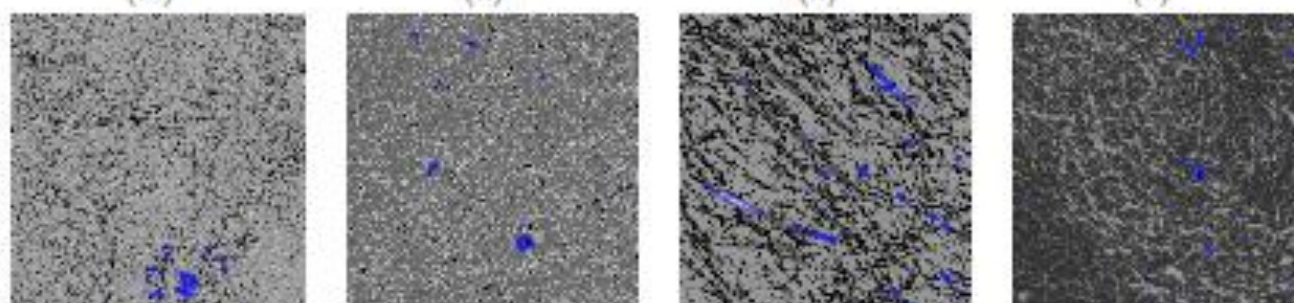
(e) (f) (g) (h)



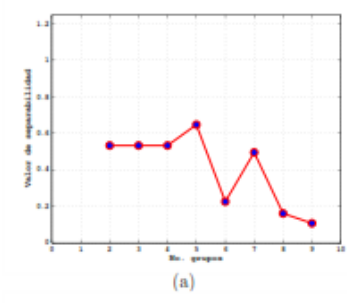
(i) (j) (k) (l)



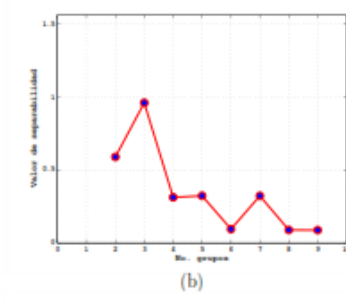
(m) (n) (o)



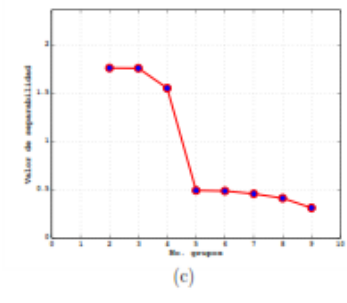
(p) (q) (r) (s)



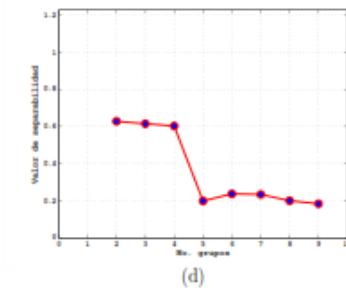
(a)



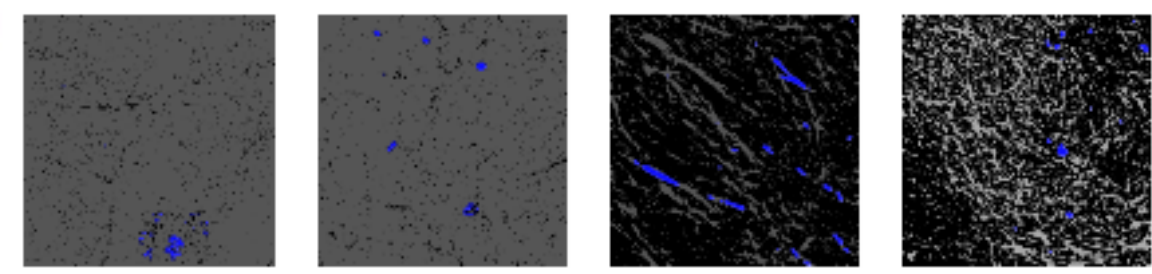
(b)



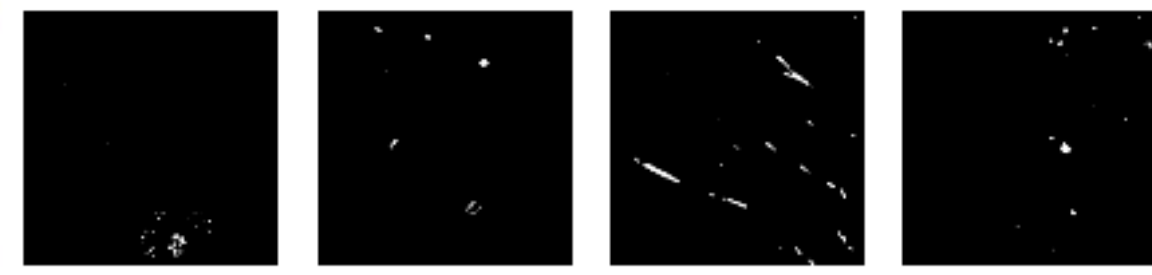
(c)



(d)

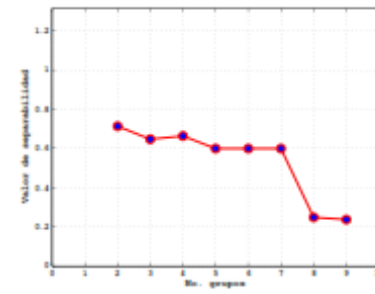
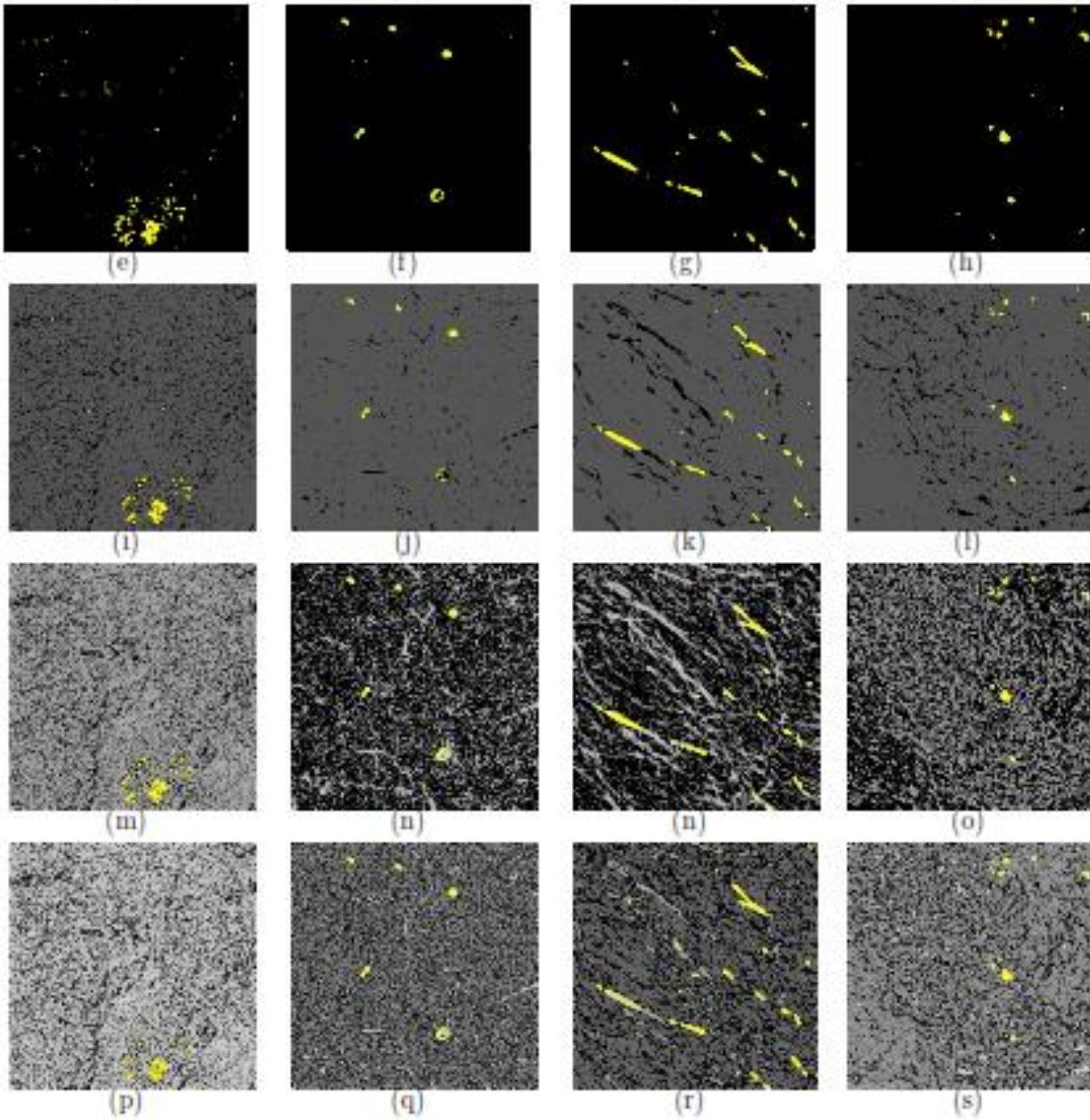


(a) (b) (c) (d)

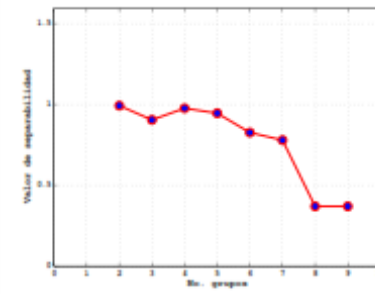


(e) (f) (g) (h)

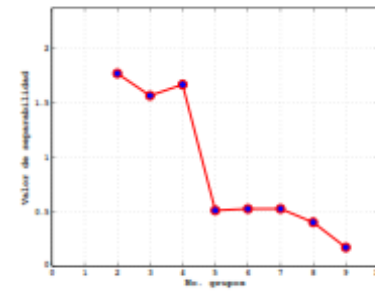
# FCM



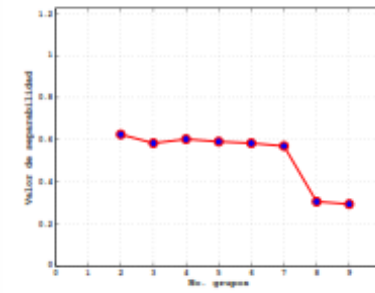
(a)



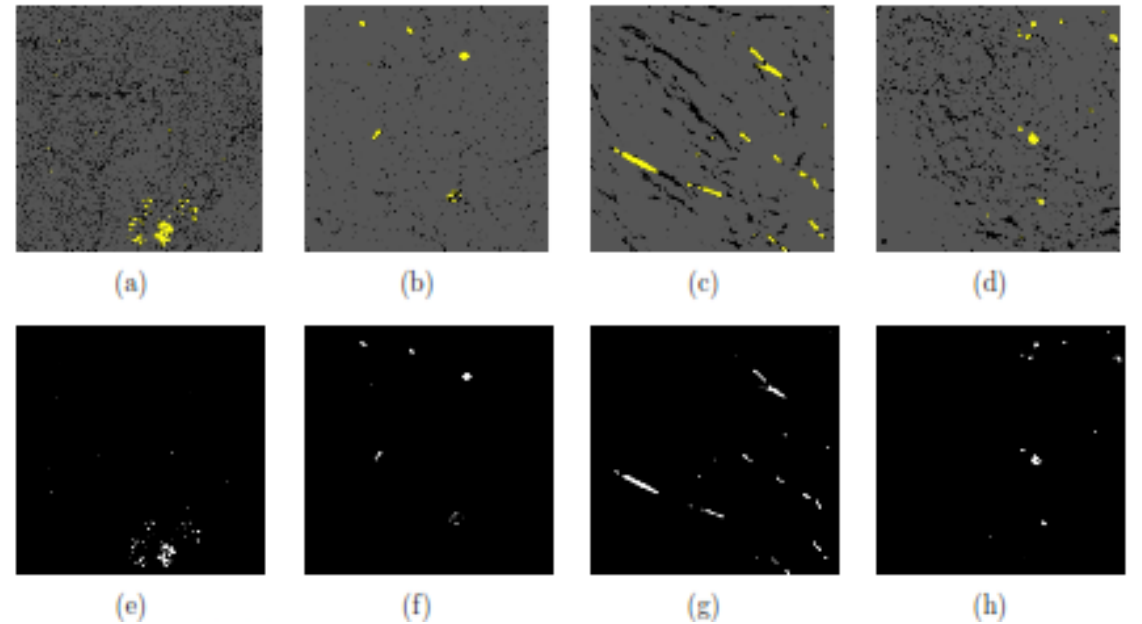
(b)



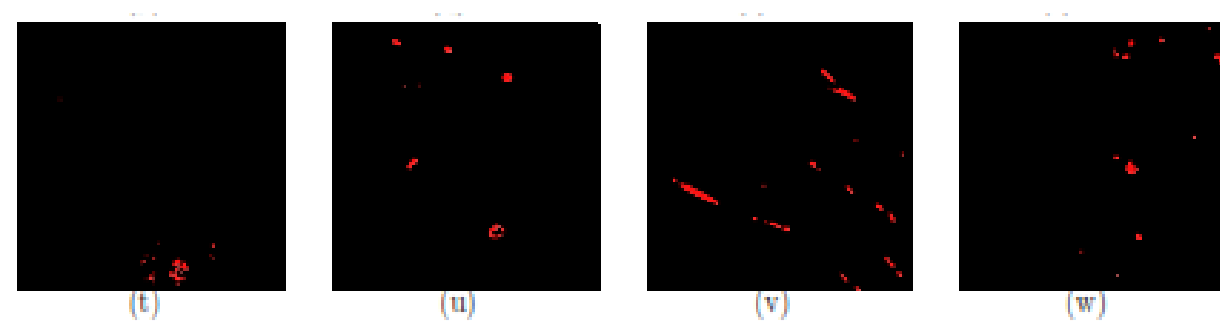
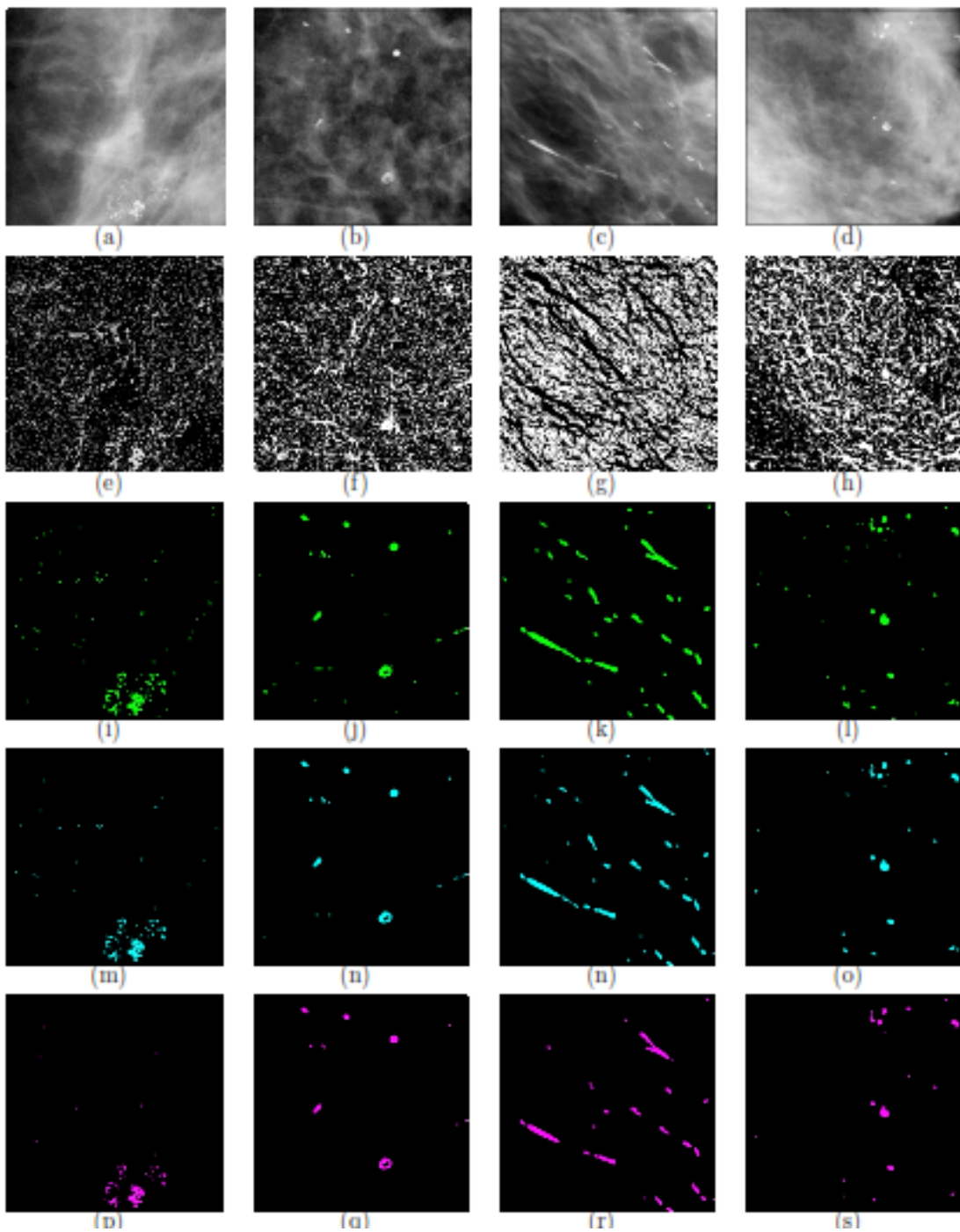
(c)



(d)



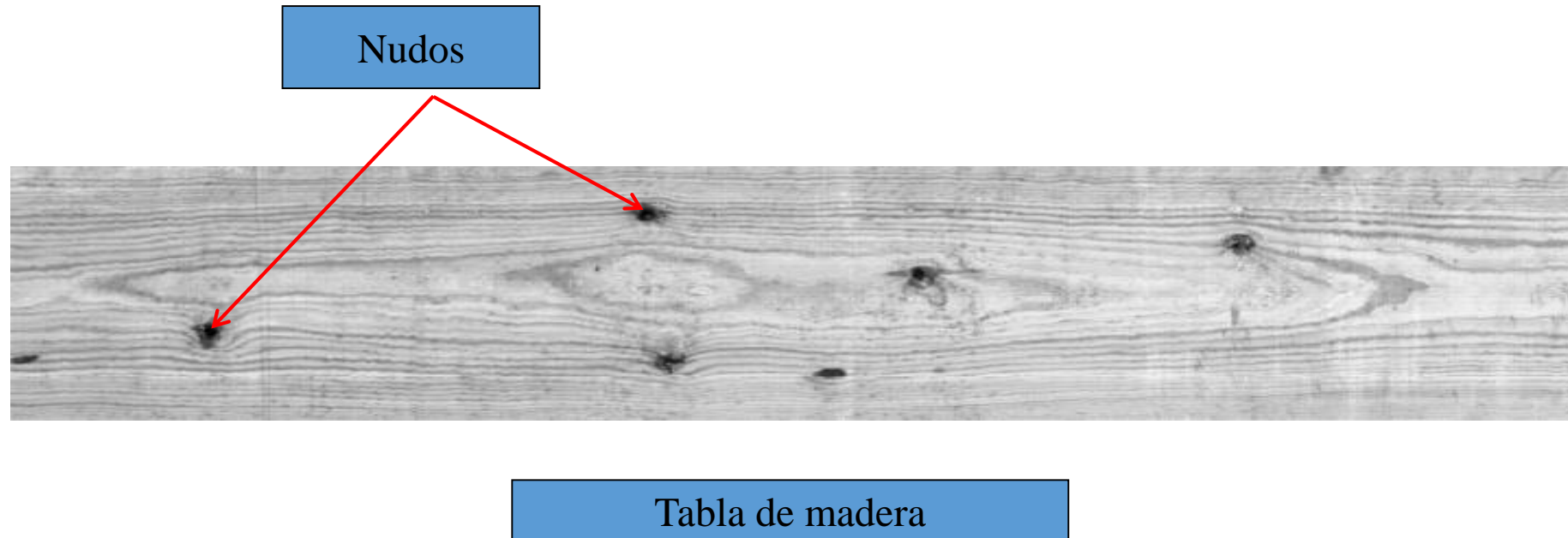




# Aplicaciones de la Sub-segmentación

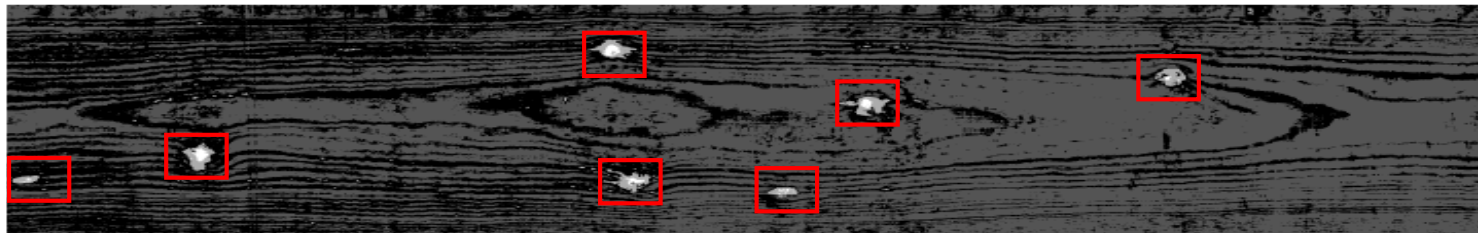
- Detección de nudos en la madera (Ojeda Magaña et al. 2009)

El valor de una tabla de madera está directamente relacionado con la calidad de la misma. La calidad de la madera está determinada por el número de defectos y su distribución.

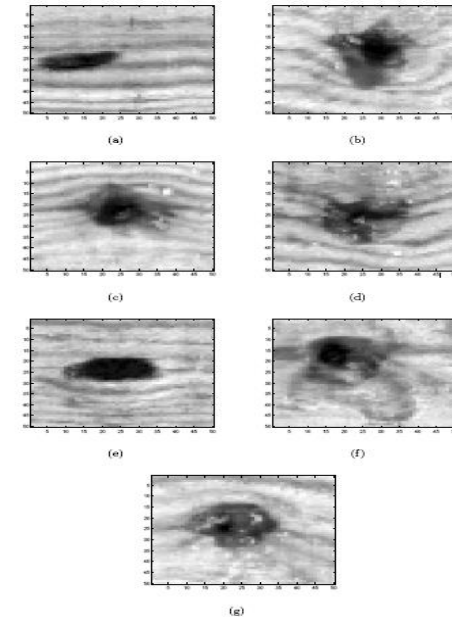


# Aplicaciones de la Sub-segmentación

Detección de nudos en la madera (Ojeda Magaña *et al.* 2009)



Nudos detectados



Sub-segmentación de la imagen de la tabla de madera

# Aplicaciones de la Sub-segmentación

- Detección del espacio de poro en imágenes de suelo (Ojeda Magaña B. *et al.* 2014,2018)

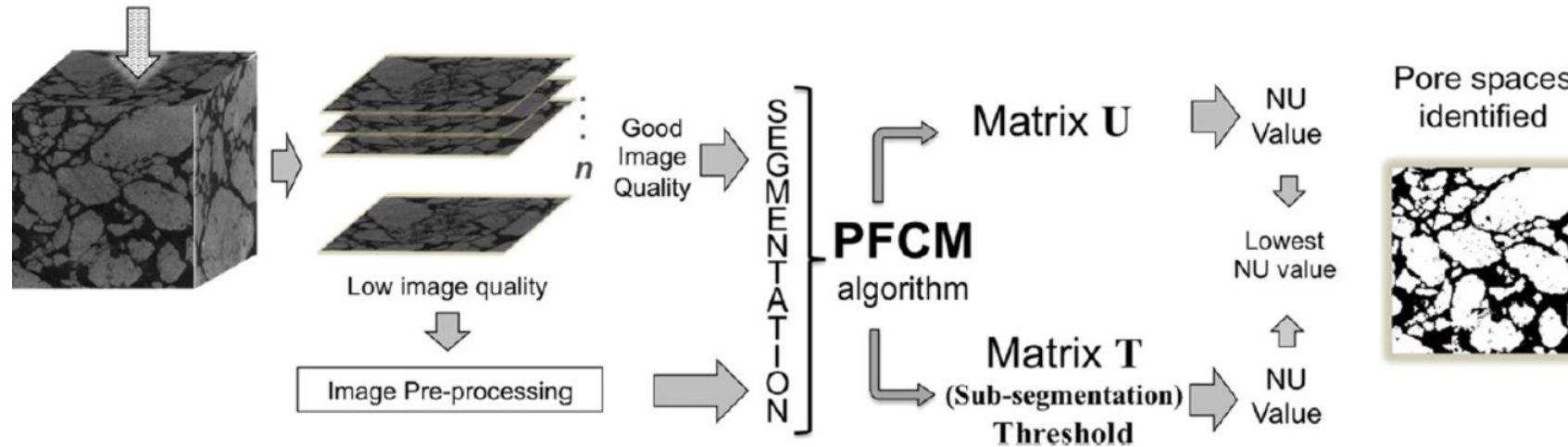


Fig. 3. Sub-segmentation method for pore and solid identification.

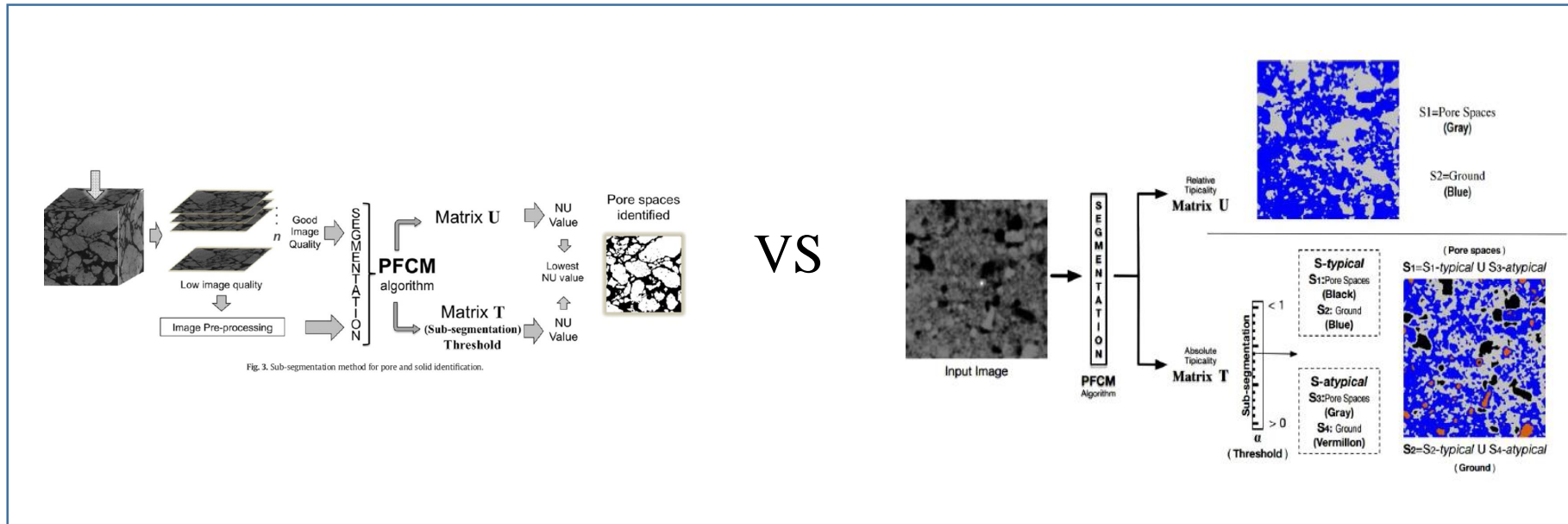


Fig. 3. Sub-segmentation method for pore and solid identification.



# Aplicaciones de la Sub-segmentación

- Detección del espacio de poro en imágenes de suelo (Ojeda Magaña B. *et al.* 2014,2018)

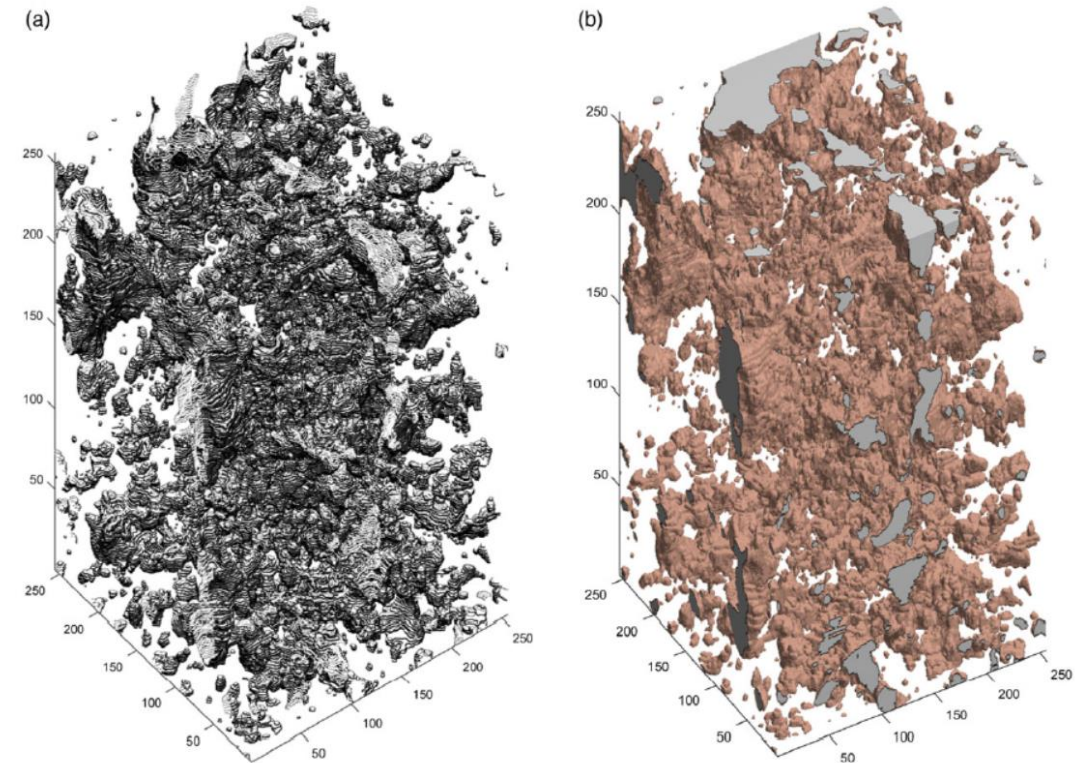
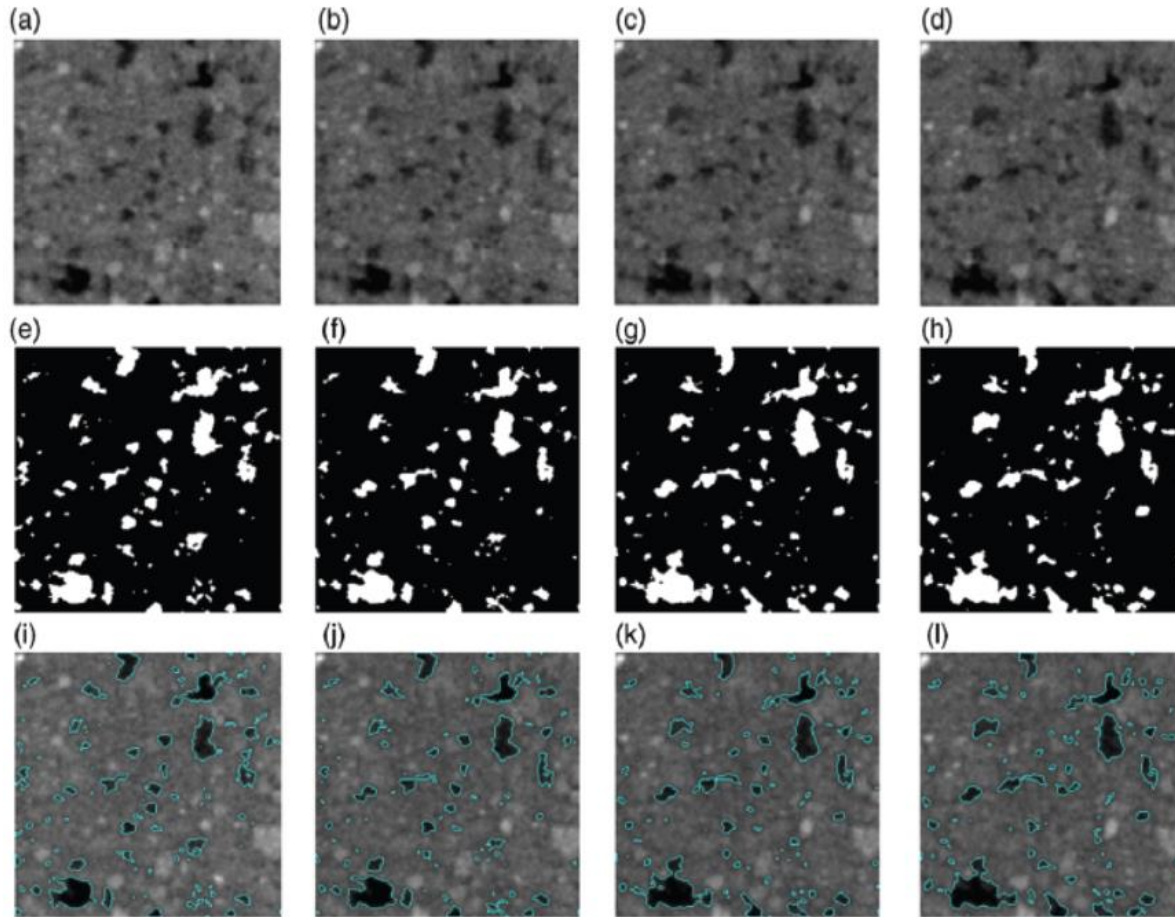


Figure 14 (a) Pores identified in the set of 255 2-D real images using the improved sub-segmentation method and (b) 3-D reconstruction of the pore spaces.

# Proyecto de Tesis



Detección y clasificación de espacios porosos en imágenes TC de suelo aplicando técnicas de segmentación y redes neuronales artificiales

**Maestrando:**

Ing. Miguel Arreguin Juárez

**Asesores de tesis:**

Dr. Joel Quintanilla Domínguez

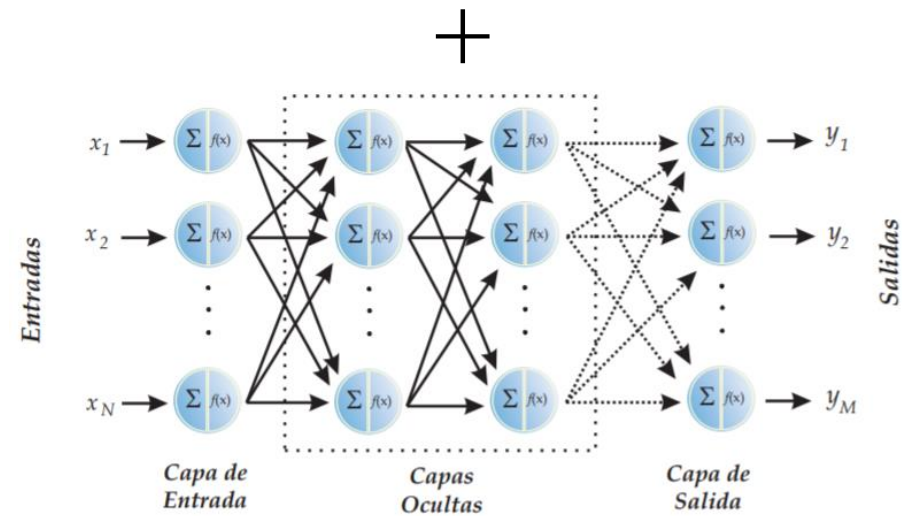
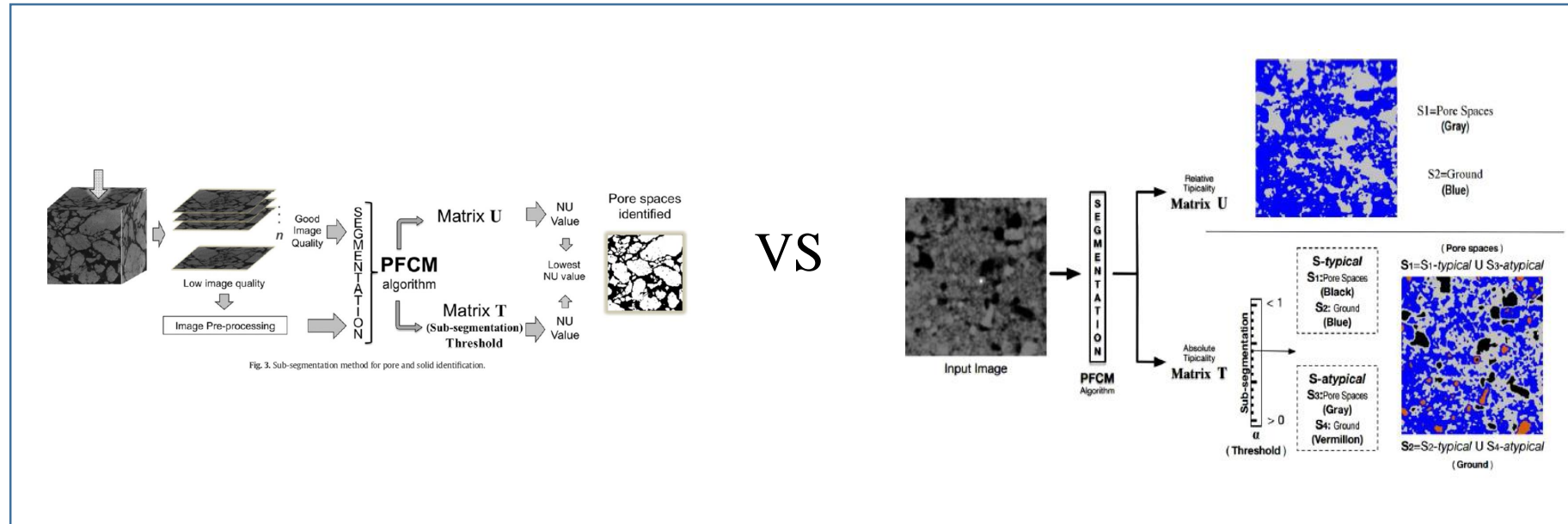
Dr. Benjamín Ojeda Magaña

Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. 14 de noviembre de 2022





# Proyecto de Tesis



# Publicaciones

## Images sub-segmentation with the PFCM clustering algorithm



B. Ojeda-Magaña \*, J. Quintanilla-Domínguez †, R. Ruelas \* and D. Andina †.

\*Departamento de Ingeniería de Proyectos-CUCEI

Universidad de Guadalajara.

José Guadalupe Zuno No. 48. C.P. 45101 Zapopan, Jalisco, México.

†Departamento SSR E.T.S.I Ingenieros de Telecomunicación

Universidad Politécnica de Madrid.

7<sup>th</sup> IEEE International Conference on Industrial Informatics  
INDIN 2009

*INDIN 2009 prize for best paper*

Images sub-segmentation with the PFCM clustering algorithm

B. Ojeda-Magaña, J. Quintanilla-Domínguez, R. Ruelas and D. Andina

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Duc Pham".

Professor DT. Pham,  
General Chair, INDIN 2009



Geoderma 217–218 (2014) 90–101



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Geoderma

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/geoderma](http://www.elsevier.com/locate/geoderma)



## Identification of pore spaces in 3D CT soil images using PFCM partitional clustering



B. Ojeda-Magaña<sup>a,b,d,\*</sup>, J. Quintanilla-Domínguez<sup>b</sup>, R. Ruelas<sup>a</sup>, A.M. Tarquis<sup>b,c</sup>, L. Gómez-Barba<sup>d</sup>, D. Andina<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería de Proyectos, Universidad de Guadalajara, Jalisco, Mexico

<sup>b</sup> Grupo de Automatización en Señal y Comunicaciones (GASC), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Madrid, Spain

<sup>c</sup> CEIGRAM, ETSI Agrónomos, UPM, Madrid, Spain

<sup>d</sup> Doctorado en Tecnologías de Información, CUCEA, Universidad de Guadalajara, Jalisco, Mexico

Applied Mathematical Modelling 85 (2020) 360–377



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Applied Mathematical Modelling

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/apm](http://www.elsevier.com/locate/apm)



## Detection and quantification of pore, solid and gravel spaces in CT images of a 3D soil sample



B. Ojeda-Magaña<sup>a,\*</sup>, R. Ruelas<sup>a</sup>, J. Quintanilla-Domínguez<sup>b</sup>, J.G. Robledo-Hernández<sup>a</sup>, C.J. Sturrock<sup>c</sup>, S.J. Mooney<sup>c</sup>, A.M. Tarquis<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería de Proyectos, Universidad de Guadalajara, José Guadalupe Zuno No. 48, Zapopan, C.P. 45150, Jalisco, México

<sup>b</sup> Departamento de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Juventino Rosas, Hidalgo No. 102, Santa Cruz de Juventino Rosas, Gro., Comunidad de Valencia, C.P. 38253, México

<sup>c</sup> School of Biosciences, University of Nottingham, Sutton Bonington Campus, Loughborough, Leicestershire, LE12 5RD, UK

<sup>d</sup> GSC & CEIGRAM, ETSIAB, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Ciudad Universitaria, C.P. 28040, Madrid, España

European Journal of Soil Science

European Journal of Soil Science, 2018

doi: 10.1111/ejss.12728

## Special issue article

## Pore detection in 3-D CT soil samples through an improved sub-segmentation method

B. OJEDA-MAGAÑA<sup>a</sup>, J. QUINTANILLA DOMÍNGUEZ<sup>b</sup>, R. RUELAS<sup>a</sup>, J. J. MARTÍN-SOTOCA<sup>c</sup> & A. M. TARQUIS<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería de Proyectos, Universidad de Guadalajara 45150, Zapopan, Mexico, <sup>b</sup>Ingeniería en Telemática, Universidad Politécnica de Juventino Rosas, Guanajuato, Mexico, <sup>c</sup>Departamento de Ciencias y TIC, Universidad Europea de Madrid, Madrid, Spain, and <sup>d</sup>Grupo de Sistemas Complejos (GSC), ETSIAB, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Ciudad Universitaria, Madrid, Spain

International Journal of Pattern Recognition  
and Artificial Intelligence  
Vol. 32, No. 1 (2018) 1860011 (26 pages)  
© World Scientific Publishing Company  
DOI: 10.1142/S021800141860011X



## Improvement of the Image Sub-Segmentation for Identification and Differentiation of Atypical Regions

B. Ojeda-Magaña<sup>a,\*</sup>, J. Quintanilla-Domínguez<sup>b,†</sup>, R. Ruelas<sup>a</sup>, L. Gómez Barba<sup>a</sup> and D. Andina<sup>b,‡</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería de Proyectos  
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
de la Universidad de Guadalajara

José Guadalupe Zuno No. 48, C.P. 45150, Zapopan, Jal., México

<sup>b</sup>Ingeniería en Telemática

Universidad Politécnica de Juventino Rosas

Hidalgo No. 102 Comunidad de Valencia

C.P. 38253, Santa Cruz de Juventino Rosas, Gro., México

<sup>†</sup>Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

Universidad Politécnica de Madrid

Av. Complutense No. 30, C.P. 28040, Madrid, España

<sup>‡</sup>Benjamin.Ojeda@academico.udg.mx

joel Quintanilla79@yahoo.com.mx

l.andina@upm.es

Received 30 October 2016

Accepted 27 June 2017

Published 3 August 2017

# Referencias



O. M. Benjamin *et al.*, “Improvement of the image sub-segmentation for identification and differentiation of atypical regions,” *International Journal of Pattern Recognition*, vol. 32, pp. 1 860 011–1–1 860 011–26, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1142/S021800141860011X>

B. O. M. Benjamin and J. Q. D., “Identification of pore spaces in 3d ct soil images using pfcM partitional clustering,” *Geoderma*, vol. 217–218, pp. 90–101, 2014. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.11.005>

M. S. R. Ruelas, “Pore detection in 3-d ct soil samples through an improved sub-segmentation method,” *European Journal of Soil Science*, vol. 70, pp. 1–16, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1111/ejss.12728>

J. MacQueen, “Some methods for classification and analysis of multivariate observations,” *Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, vol. 5.1, pp. 281–297, 1967. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/0031-3203\(93\)90135-J](https://doi.org/10.1016/0031-3203(93)90135-J)



# Referencias



J. Dunn, “A fuzzy relative of isodata process and its use in detecting compact well-separated clusters,” *Journal of Cybernetics*, vol. 3, pp. 32–57, 1973. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/01969727308546046>

J. Bezdek, *Pattern Recognition With Fuzzy Objective Function Algorithms*. Springer, 01 1981. ISBN: 978-1-4757-0452-5.

P. S. Pal N., “A possibilistic fuzzy c-means clustering algorithm,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 13, pp. 517–530, 2005. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2004.840099>

B. Pal, N., “On cluster validity for the fuzzy c-means model,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 3, pp. 370–379, 1995. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/91.413225>

R. Krishnapuram and J. Keller, “A possibilistic approach to clustering,” *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 1, no. 2, pp. 98–110, 1993. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/91.227387>

O. M. Benjamin, Q.-D. J, R. R, and A. D., “Images sub-segmentation with the pfcM clustering algorithm,” in *2009 7th IEEE International Conference on Industrial Informatics*, 2009, pp. 499–503. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/INDIN.2009.5195854>

# Referencias



J. Q. Dominguez, B. O. M. Benjamin, M. C. Januchs, R. Ruelas, A. Vega-Corona, and D. Andina, “Image segmentation by fuzzy and possibilistic clustering algorithms for the identification of microcalcifications,” *Scientia Iranica*, vol. 18, no. 3, pp. 580–589, 2011. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scient.2011.04.009>

Q. Joel, O. M. Benjamin, M. C. Alexis, C. J. Guadalupe, V. C. Antonio, and A. Diego, “Improvement for detection of microcalcifications through clustering algorithms and artificial neural networks,” *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, vol. 91, 01 2011.



**ECORFAN®**

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BIMES is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/booklets](http://www.ecorfan.org/booklets))