

Tema 8: Color

1. Fundamentos del Color
2. Modelos del Color
3. Adquisición de Imágenes en Color
4. Procesamiento de Imágenes en Color

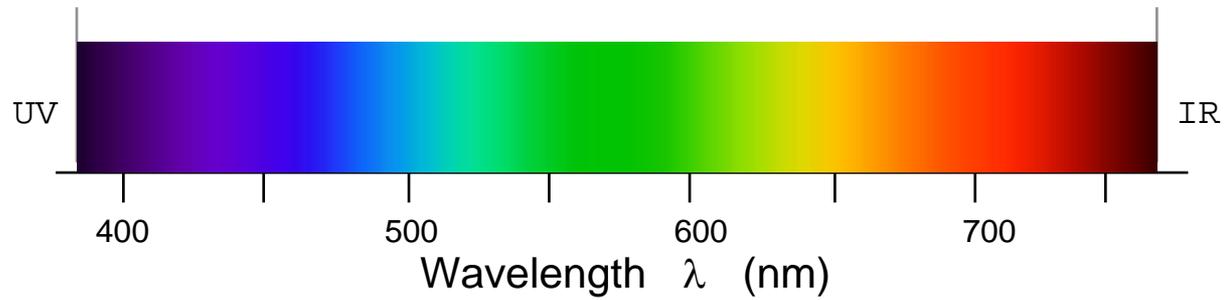
Bibliografía:

RC Gonzalez, RE Woods: **Digital Image Processing, 2nd ed.**, Prentice Hall, 2002

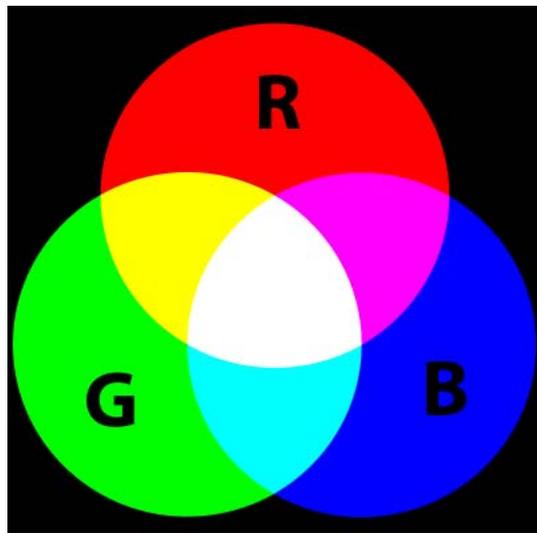


1. Fundamentos del Color

- Espectro visible, longitudes de onda: 380-780 nm

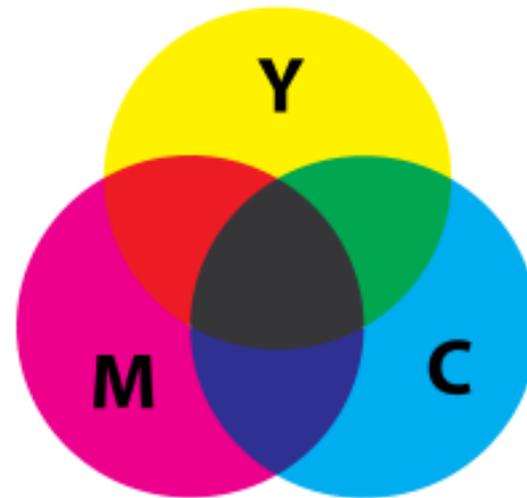


Colores Primarios de Luz:
Red, Green, Blue



Mezcla de colores aditiva

Colores Primarios de Pigmentos:
Cyan, Magenta, Yellow

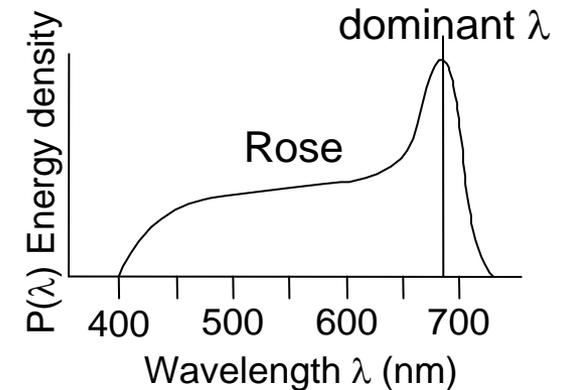
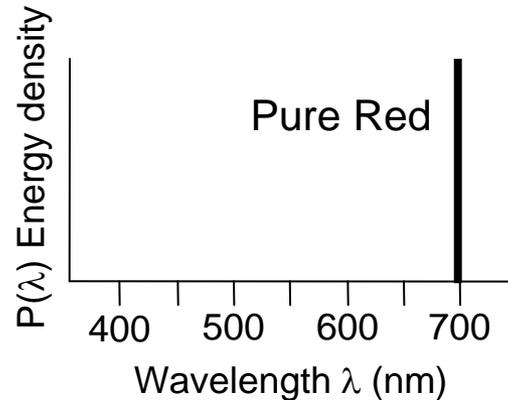
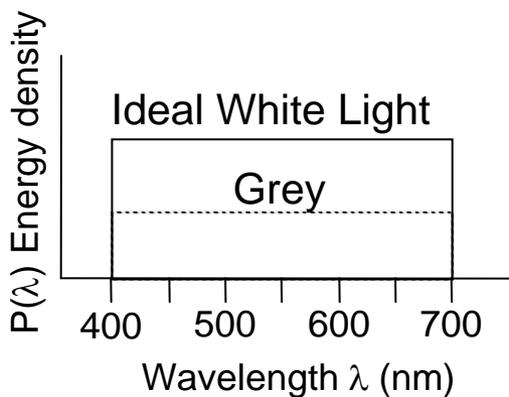


Mezcla de colores sustractiva



Fundamentos del Color

- La luz reflejada por un objeto habitualmente contiene diferentes longitudes de onda



- Luz acromática (TV en blanco y negro)
 - Intensidad: cantidad de luz
- Luz Coloreada
 - Tono (Hue): longitud de onda dominante
 - Saturación: pureza del color (mezclado con blanco?)
 - Intensidad: cantidad de luz

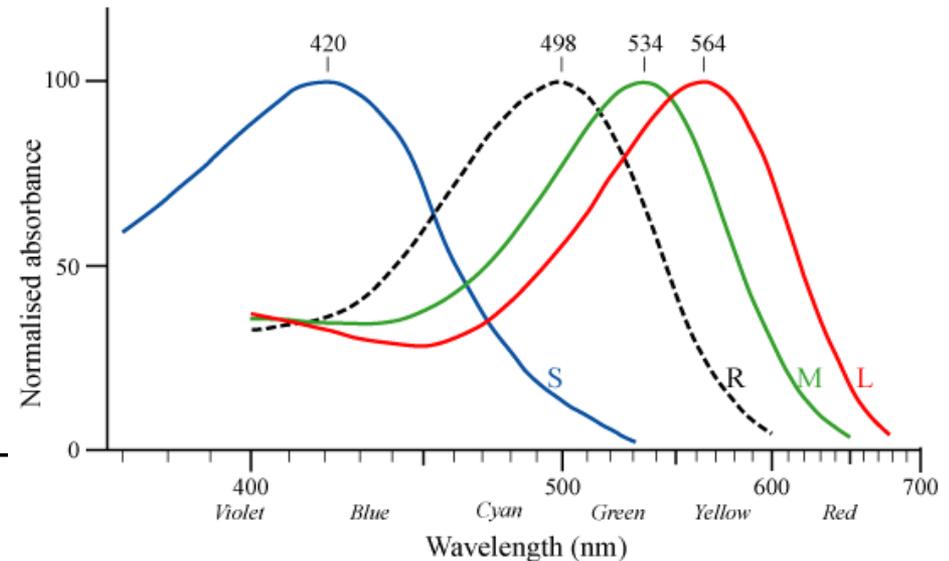
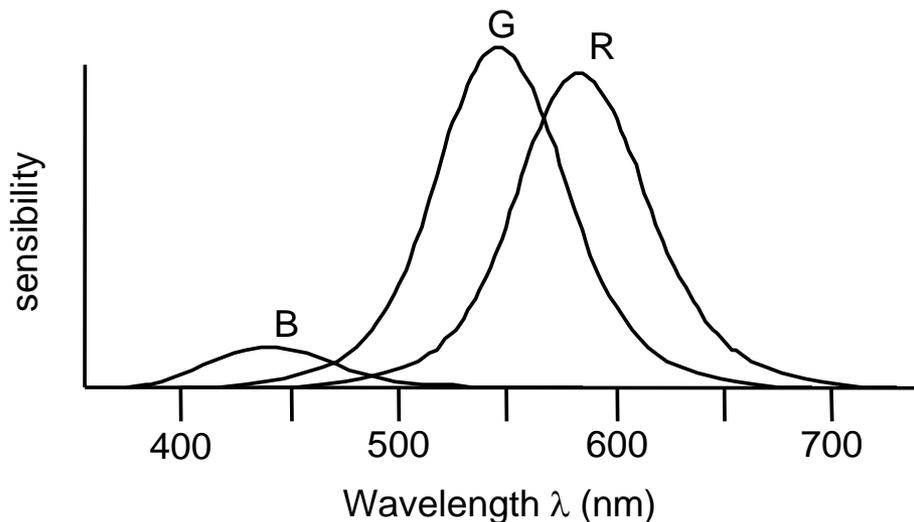
Rojo Puro: 100% Saturación
Blanco: 0% Saturación
Rosa: Saturación intermedia



Fundamentos del Color

- La retina humana tiene tres tipos de conos, sensibles a diferentes longitudes de onda, con sensibilidad máxima en:

- B (azul) 440 nm
- G (verde-amarillo) 545 nm
- R (rojo-amarillo) 580 nm



- Nuestros ojos distinguen miles de colores
- Menos sensibles al azul que al verde, rojo o amarillo



Fundamentos del Color

- Un color puede ser definido por:
 - Tono (Hue), Saturación e Intensidad
 - Valores tri-estímulo: cantidad de Rojo, Verde y Azul (RGB)
 - » ***Depende de la definición usada para R, G y B***
- XYZ: valores tri-estímulo de la CIE
 - » ***CIE: Commission Internationale de l'Éclairage***
 - » Basados en medidas directas del ojo humano
 - » X - rojo, Y - verde-amarillo, Z - azul
- Coeficientes tricromáticos de la CIE:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

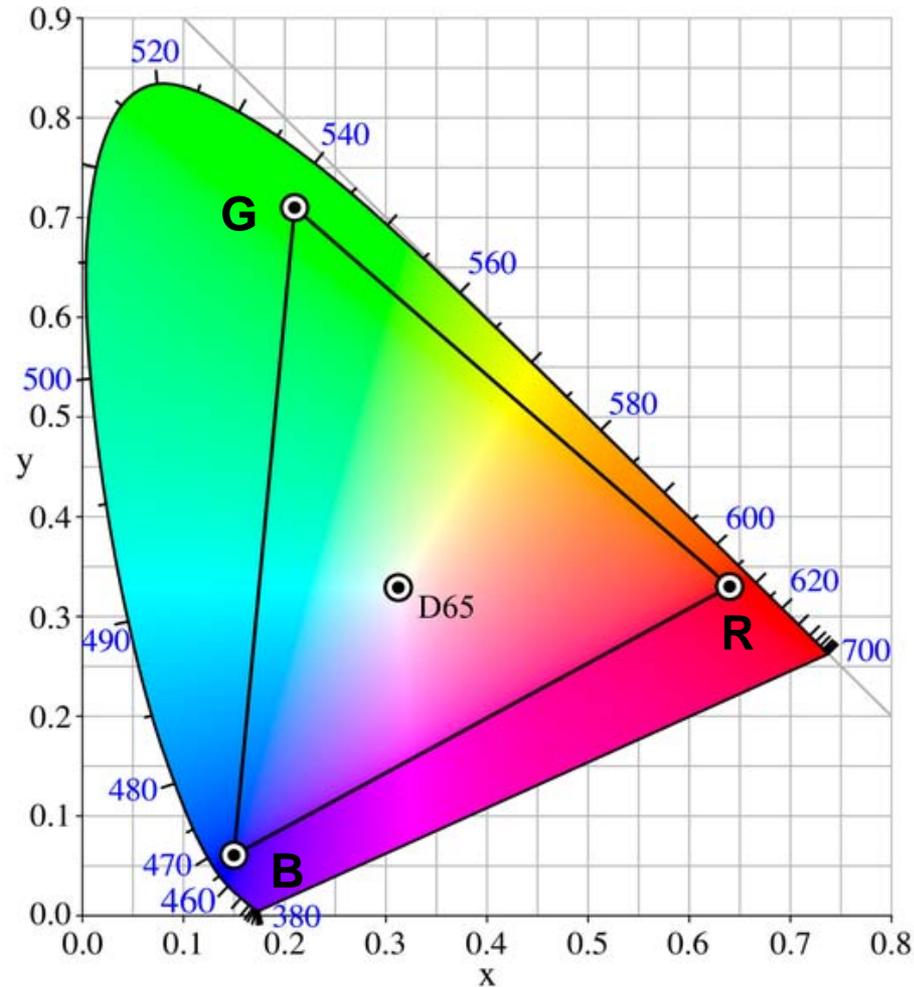
$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z} = 1 - x - y$$

- x e y definen la cromaticidad (tono y saturación) independientemente de la intensidad



Diagrama de Cromaticidad de la CIE



- Sumar dos colores da colores a lo largo de la línea que los une
- Sumar tres colores da colores dentro del triángulo que forman
- Un monitor o TV no puede mostrar todos los colores visibles al ojo



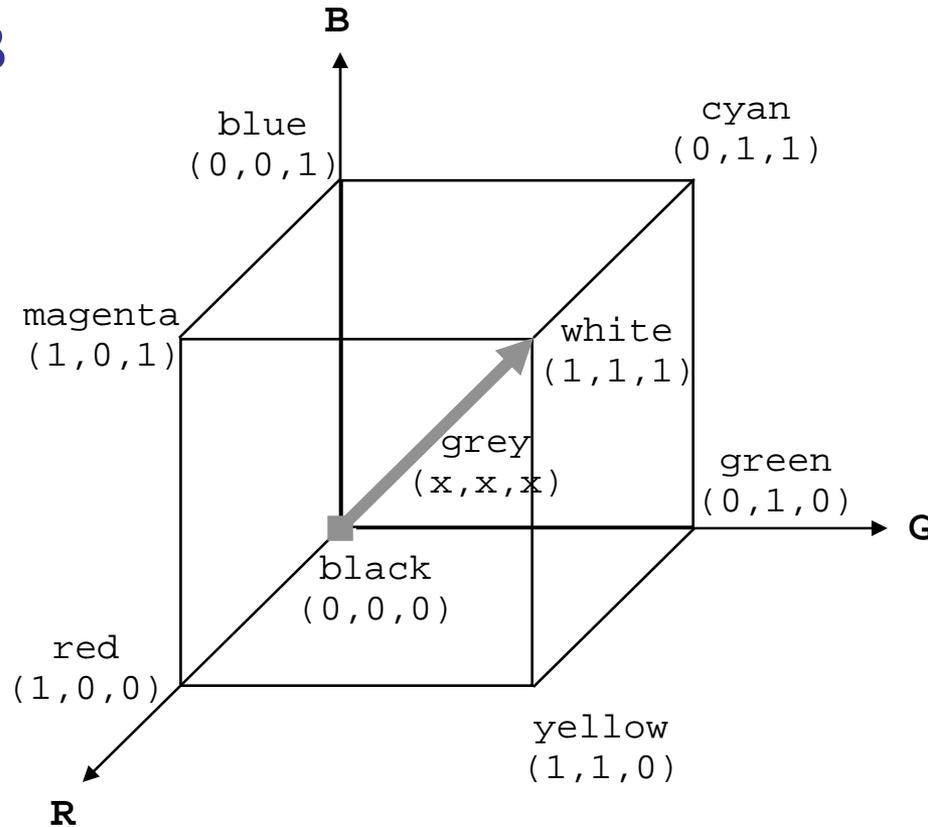
2. Modelos del Color

- Objetivo: especificación normalizada de colores
- Un modelo del color es un sistema de coordenadas 3D y un subespacio en el que cada color viene definido por un punto
- Modelos diferentes para diferentes aplicaciones:
 - XYZ: standard CIE
 - » Valores Tri-estímulo (ojo humano)
 - RGB: monitores, cámaras (sRGB, Adobe RGB,...)
 - » Red, Green, Blue
 - CMY or CMYK: impresoras, pinturas
 - » Cyan, Magenta, Yellow (and Black)
 - YIQ: NTCS televisión (USA)
 - » luminancia (Y), In-phase, Quadrature
 - YUV: PAL televisión y S-VHS
 - » luminancia (Y), tono (U), saturación (V)
 - HSI: Procesamiento de Imágenes
 - » Tono (Hue), Saturación, Intensidad



Modelos del Color: RGB y CMY

- Modelo RGB



- Modelo CMY

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



Modelos del Color: Televisión

- YIQ (NTCS U.S.A.)

- Y (luminancia): televisión BN
- I (in-phase) and Q (quadrature) define la cromaticidad (con menor ancho de banda)

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ 0,596 & -0,275 & -0,321 \\ 0,212 & -0,523 & 0,311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

- YUV (PAL, Europe)

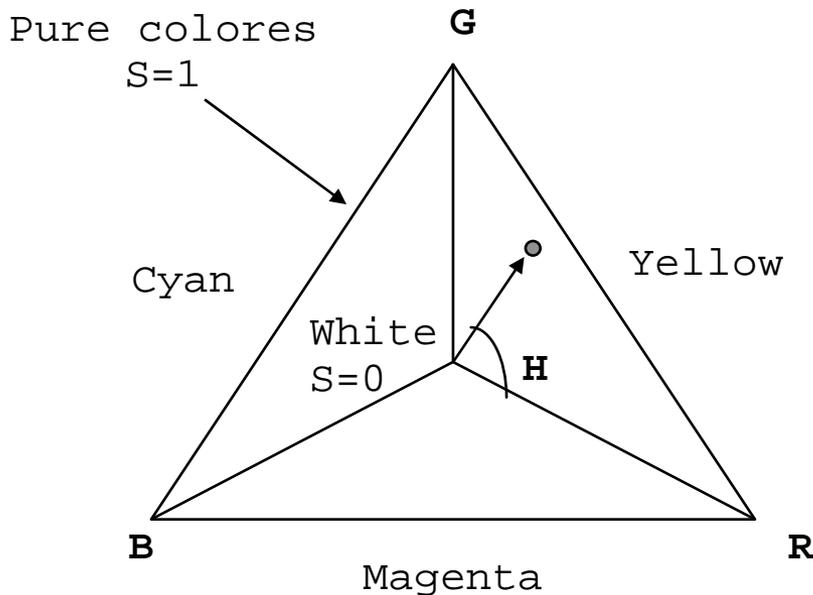
- Y (luminancia): televisión BN
- U y V definen la cromaticidad

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,148 & -0,289 & 0,437 \\ 0,615 & -0,515 & -0,100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$



Modelo HSI

- Hue, Saturation, Intensity
 - H está indefinido para S=0 (gris)



$$I = \frac{R + G + B}{3}$$

$$H = \cos^{-1} \left[\frac{(R - G) + (R - B)}{2\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right]$$

if $B > G$, $H = 360 - H$

$$S = 1 - \frac{3 \min(R, G, B)}{R + G + B}$$

Modelo HSI

Sector RG ($0 < H \leq 120$)

$$B = I(1 - S)$$

$$R = I \left(1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60 - H)} \right)$$

$$G = 3I - R - B$$

Sector GB ($120 < H \leq 240$)

$$H = H - 120$$

$$R = I(1 - S)$$

$$G = I \left(1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60 - H)} \right)$$

$$B = 3I - R - G$$

Sector BR ($240 < H \leq 360$)

$$H = H - 240$$

$$G = I(1 - S)$$

$$B = I \left(1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60 - H)} \right)$$

$$R = 3I - G - B$$



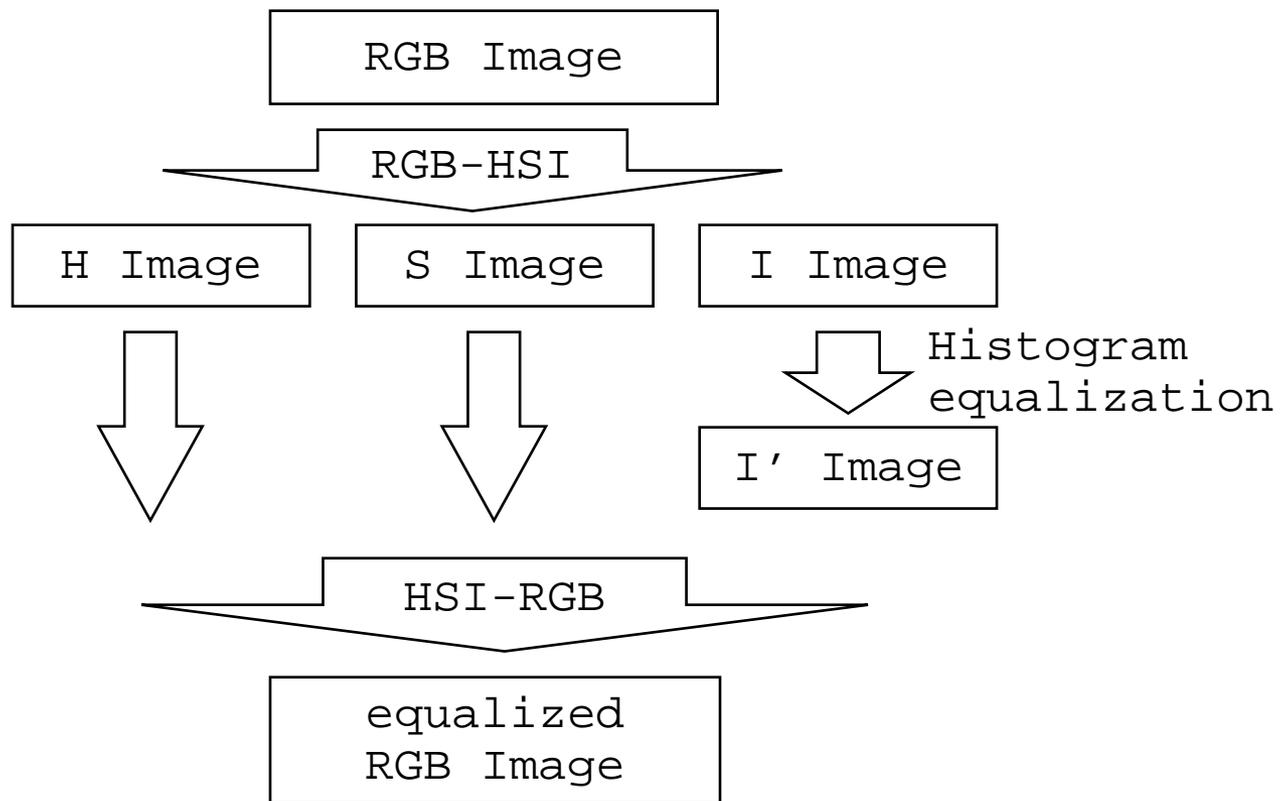
3. Adquisición de Imágenes en Color

- Cámaras en color:
 - Cámaras analógicas antiguas: NTCS, PAL, S-VHS
 - » Necesitan tarjeta de adquisición
 - Cámaras digitales:
 - » 1 CCD (con matriz de filtros de color) ó 3 CCDs
 - » USB 2.0, IEEE 1394 (Firewire), Camera-Link, GigaEthernet



4. Procesamiento en Color

- Normalmente se usa el modelo HSI
- El procesamiento básico se aplica a la imagen I
- Ejemplo: Ecuación del histograma



Procesamiento en Color

- La cromaticidad está definida por Tono y Saturación, independientemente de la Intensidad
- Segmentación de colores:
 - Puede realizarse usando H
 - Pixels semilla: regiones con: $\text{umbral1} \leq H \leq \text{umbral2}$
 - Los pixels con S bajo no pueden etiquetarse correctamente
 - » (para $S=0$, H no está definido)
 - Para pixels con I muy baja, S y H no son fiables

