

# Análisis de la deforestación en la selva amazónica con técnicas de segmentación

---

Alexander Rueda Dueñas

Artículo recibido en mes Junio de 2025; artículo aceptado en mes Junio de 2025.

Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional y se referencia usando el siguiente formato: Rueda2025, C. C. (2025). Análisis de la deforestación en la selva amazónica con técnicas de segmentación, vol. (1).

---

## Resumen

El presente artículo tiene por fin analizar la deforestación en la selva amazónica utilizando técnicas de segmentación. Se parte de un set de imágenes que presentan las condiciones naturales de una zona de la selva amazónica ubicado en el bosque Jamanxim en Brasil entre los años 2000 al 2019.

Al implementar técnicas de transformación de intensidad, se modifican los valores de brillo o color de los píxeles con el fin de optimizar el análisis de la imagen. Por otro lado, los beneficios obtenidos destacan el mejoramiento del contraste, corrección de la iluminación, reducción del ruido y facilita la identificación de objetos. Los filtros espaciales operan directamente sobre los píxeles de la imagen, con el objetivo de obtener suavizado, reducción del ruido y detección de detalles. Las técnicas de segmentación dividen una imagen en regiones o componentes relevantes, para buscar un mejor análisis e interpretación de su contenido.

Un histograma es la representación gráfica de la repartición de frecuencia utilizando barras, en donde sus alturas hacen hincapié a las respectivas frecuencias. Por ende, al utilizar la técnica del procesamiento del histograma en el análisis de imágenes se obtiene mejora del contraste, resultado de detalles y corrección de iluminación.

El documento expone veinte escenarios comparativos para determinar por medio de un análisis como se ha comportado el proceso de deforestación en el transcurso del tiempo estudiado.

**Palabras clave:** ruido, histograma, calidad, contraste, pixel, segmentación, calidad visual, intensidad, deforestación.

---

## Introducción

Implementar técnicas de segmentación en las imágenes es fundamental para dividirla en regiones significativas que permitirán facilitar su respectivo análisis. Con estas técnicas se pueden identificar y separar áreas determinadas dentro de una imagen, por medio de bordes o texturas.

Por medio de la segmentación basada en umbral se pueden separar regiones según la presencia de intensidad en los píxeles.

La segmentación de crecimiento de regiones, se encarga de agrupar píxeles vecinos con características similares para detectar discontinuidades en la imagen.

Por otro lado se dispone de la segmentación aplicando clustering y modelos de aprendizaje profundo, para obtener resultados interesantes en cuanto al reconocimiento facial y la interpretación médica.

La deforestación es considerada como la reducción o eliminación de selvas y bosques debido a causas

naturales o por intervención humana. Al implementar técnicas de segmentación de imágenes, puede analizarse este problema con el fin de identificar y cuantificar la afectación por la pérdida de superficie vegetal tomando como referencia una serie de imágenes satelitales.

Un pixel es la unidad más pequeña de una imagen digital, con el cual se representa un punto de color en una matriz de datos.

El ruido en imágenes hace referencia a distorsiones o variaciones no deseadas en los valores de los píxeles causadas por condiciones de iluminación. Es de suma importancia que por medio de técnicas de transformación se reduzca al máximo los niveles de ruido en las imágenes.

El contraste en imágenes puede definirse como la diferencia en luminosidad entre los píxeles más claros y los más oscuros, lo que conlleva a la afectación en la calidad visual.

El presente artículo estudia la implementación de técnicas de segmentación y transformación de imágenes para dividirlas en regiones homogéneas para facilitar distinción entre zonas boscosas y áreas taladas. Con lo anterior se contará con una base de conocimiento para monitorear los cambios en la zona sufridos durante el periodo en estudio comprendidos entre 2000 y 2019.

### Material y métodos

Para llevar a cabo el laboratorio de mejora de imagen, se ha utilizado la herramienta Google Colab, la cual permite el procesamiento de imágenes. Esta herramienta se basa en un entorno en la nube y no requiere configuraciones avanzadas. Además se utilizaron las siguientes bibliotecas Python:

- CV2: Es una biblioteca que permite tareas de visión por computadora.
- Matplotlib: Es una biblioteca que proporciona herramientas de interfaz gráfica de usuario.

El set de imágenes utilizado para llevar a cabo el laboratorio se encuentra compuesto por una galería de imágenes satelitales del bosque Jamanxim en Brasil entre los años 2000 al 2019.

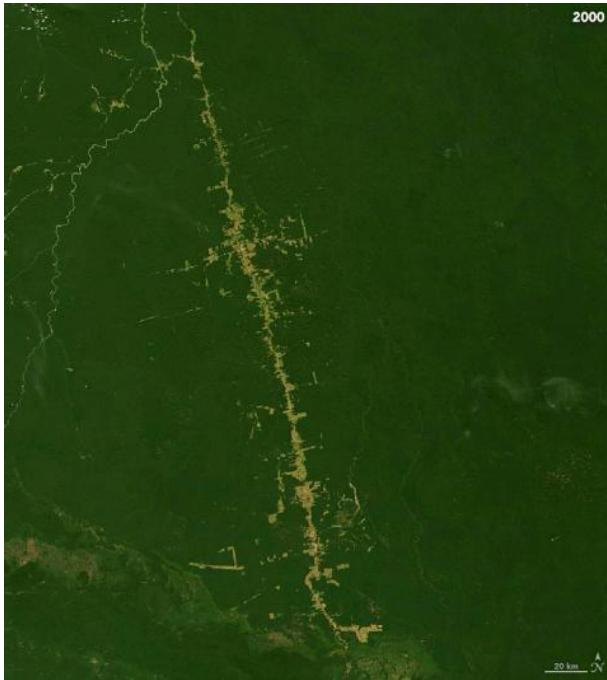


Figura 1. (Imagen satelital Bosque Jamanxim en Brasil del año 2000)



Figura 2. (Imagen satelital Bosque Jamanxim en Brasil del año 2010)



Figura 3. (Imagen satelital Bosque Jamanxim en Brasil del año 2019)

Las imágenes presentadas, hacen parte de la galería satelital utilizada. Se asigna un nombre técnico para las imágenes que se utilizaran en el desarrollo del laboratorio, se presenta a continuación una tabla

descriptiva (Tabla 1) que analiza el nivel de ruido de cada una de ellas:

Nombre imagen	Nivel de ruido
Bosque2000	Bajo
Bosque2001	Bajo
Bosque2002	Alto
Bosque2003	Bajo
Bosque2004	Alto
Bosque2005	Medio
Bosque2006	Alto
Bosque2007	Bajo
Bosque2008	Alto
Bosque2009	Alto
Bosque2010	Alto
Bosque2011	Medio
Bosque2012	Medio
Bosque2013	Medio
Bosque2014	Alto
Bosque2015	Bajo
Bosque2016	Bajo
Bosque2017	Medio
Bosque2018	Alto
Bosque2019	Medio

Tabla 1. Nombre imagen y nivel de ruido respectivo.

En general, las imágenes presentan buen nivel de luminosidad. Esto conlleva a poder apreciar detalles esenciales para el análisis visual.

Las técnicas aplicadas para la segmentación en imágenes seleccionadas para realizar el laboratorio son las siguientes:

- Segmentación por umbral.
- Segmentación basada en color.

### Segmentación por umbral

Tiene por finalidad convertir una imagen en escala de grises en una imagen binaria para separar los píxeles de tal forma que se encuentren divididos en aquellos que se encuentren por encima de un umbral o por debajo. Se basa en las siguientes técnicas:

- Otsu: Se encarga de determinar el umbral óptimo para separar los píxeles que se encuentran en una imagen en dos grupos, el

objeto y fondo. Toma como referencia el histograma de la imagen en escala de grises y obtiene el umbral que determina la dispersión en cada grupo. Diagrama de flujo para su implementación (Figura 4):

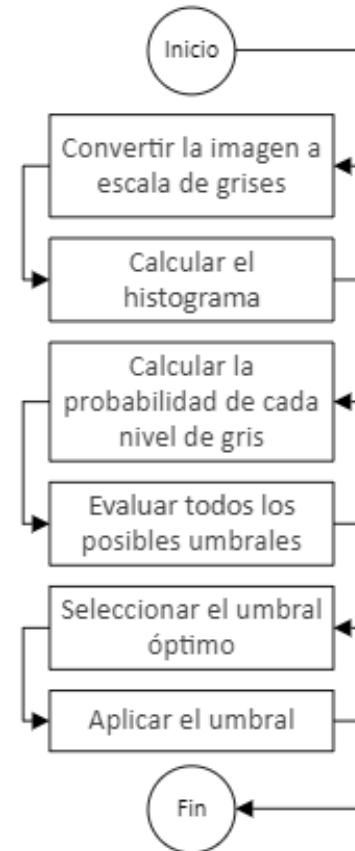


Figura 4. Diagrama de flujo implementación Otsu.

### Segmentación basada en color

Utiliza la información de color de los píxeles para dividir una imagen en regiones relevantes. Permite identificar elementos con colores determinados. Es sumamente utilizada en aplicaciones como robótica, biomedicina y visión artificial. Se basa en las siguientes técnicas:

- LAB: Se es una técnica que saca provecho de la percepción humana del color para lograr separar las regiones en una imagen. Se representa el color en tres componentes: luminosidad (L), verde a rojo (A) y azul a amarillo (B). Cuando la luminosidad es variable esta técnica es muy útil.

Diagrama de flujo para la implementación de LAB (Figura 5):

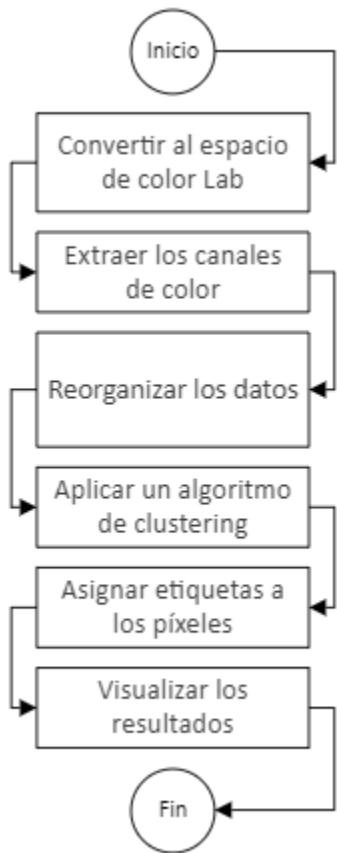


Figura5. Diagrama de flujo implementación LAB.

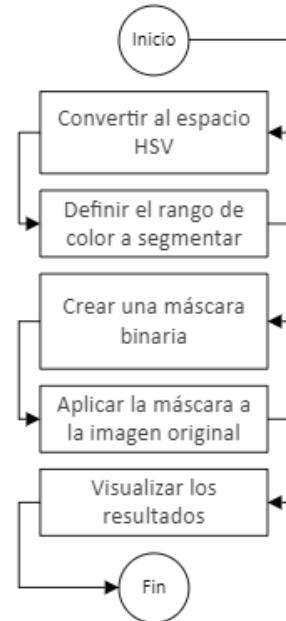


Figura6. Diagrama de flujo implementación HSV.

## Resultados

Antes de iniciar el proceso de cálculo de deforestación en el Bosque Jamanxim en Brasil, se realiza una tarea de limpieza en las imágenes para retirar elementos como por ejemplo los números, líneas y nubes presentes en las tomas satelitales. Para este fin, se aplica un proceso que detecta el umbral de estos elementos incluyendo las nubes. El paso siguiente es aplicar una máscara inversa para eliminar las nubes. Al aplicar una segmentación por umbral por medio de "cv2.threshold" en una imagen en escala de grises, se detectan zonas claras que para este caso contemplaría las nubes dentro de la imagen y los elementos numéricos y convenciones referentes a la toma satelital. Una vez detectadas se aplica "cv2.bitwise\_not" con el fin de retirar estos elementos de la imagen.

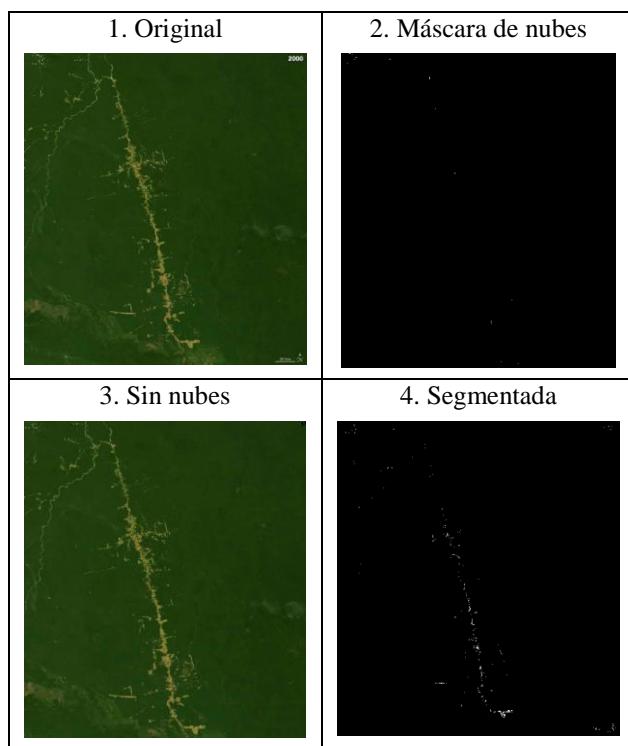
Para llevar a cabo el cálculo de la zona deforestada en el Bosque Jamanxim en Brasil, se parte de la premisa de que 20 Km equivalen aproximadamente a 51 píxeles. Siendo así, el objetivo es lograr conseguir una vez se apliquen las respectivas transformaciones y segmentaciones el valor calculado de la zona deforestada en el año evaluado. Para este fin se utilizará la siguiente fórmula en metros cuadrados:

$$\text{deforestacionKm} = (\text{totalPixelEnBlanco} / 51) * 20$$

La sección se encuentra compuesta por imágenes satelitales desde el año 2000 al 2019, una por cada escenario y sus respectivos resultados:

- HSV: La segmentación HSV (Tono, saturación y brillo) permite separar en una imagen sus regiones tomando como referencia las características cromáticas. Para llevar a cabo la segmentación se toma un rango de valores en el grupo HSV que hace referencia al color esperado, luego se crea una máscara binaria para resaltar los píxeles dentro de ese rango. Mientras que HSV se encuentra diseñado para ser mas intuitivo separando el tono, intensidad y el brillo, el LAB está concebido para ser perceptualmente uniforme, lo que implica que las diferencias entre colores corresponden a percepciones del ojo humano. Diagrama de flujo para la implementación de HSV (Figura 6):

Escenario Bosque2000



Escenario Bosque2001

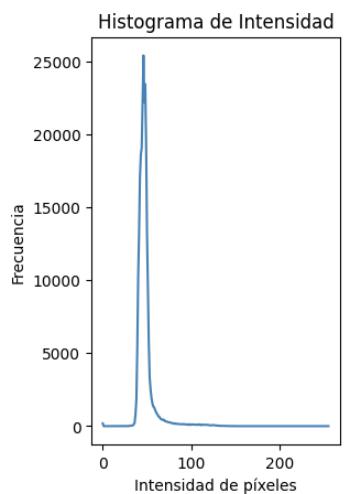
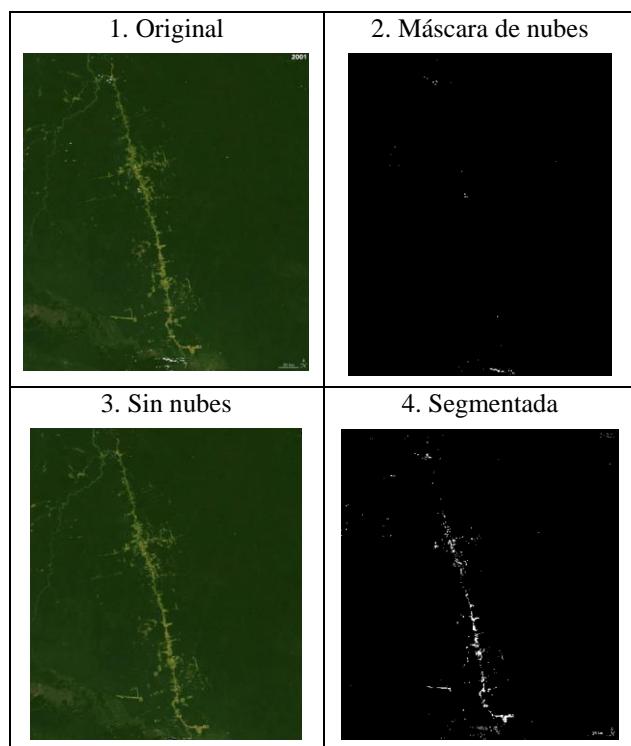


Figura 7. Histograma imagen en grises.

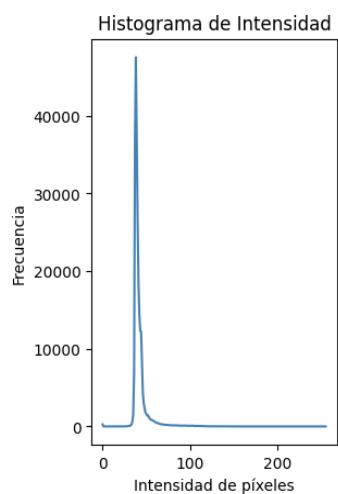
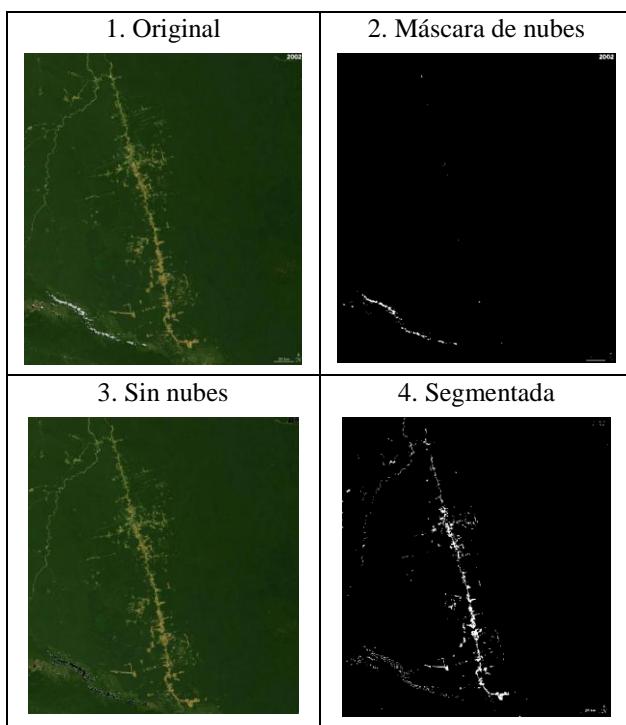


Figura 8. Histograma imagen en grises.

Año	2000
Intensidad mayor frecuencia	46
Zona deforestada en KM cuadrados	148.24

Año	2001
Intensidad mayor frecuencia	38
Zona deforestada en KM cuadrados	585.49

Escenario Bosque2002



Escenario Bosque2003

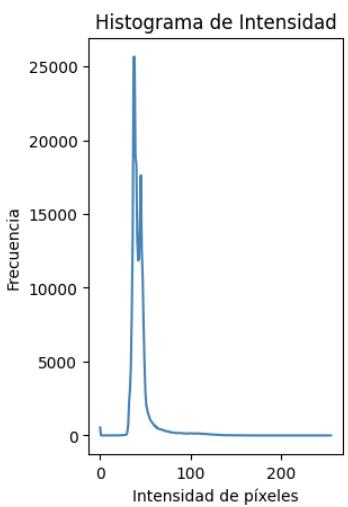
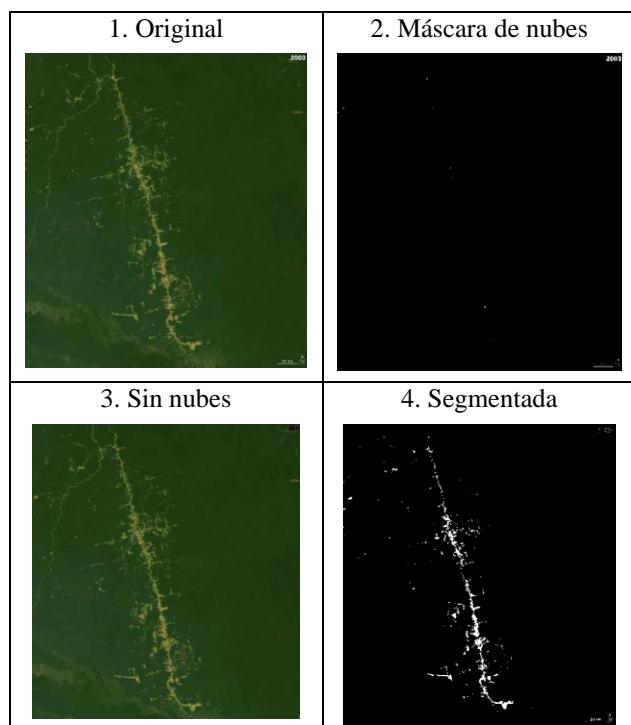


Figura 8. Histograma imagen en grises.

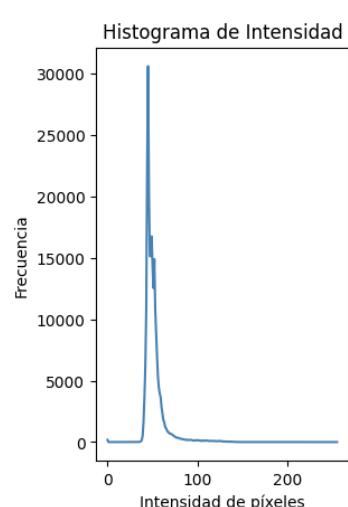
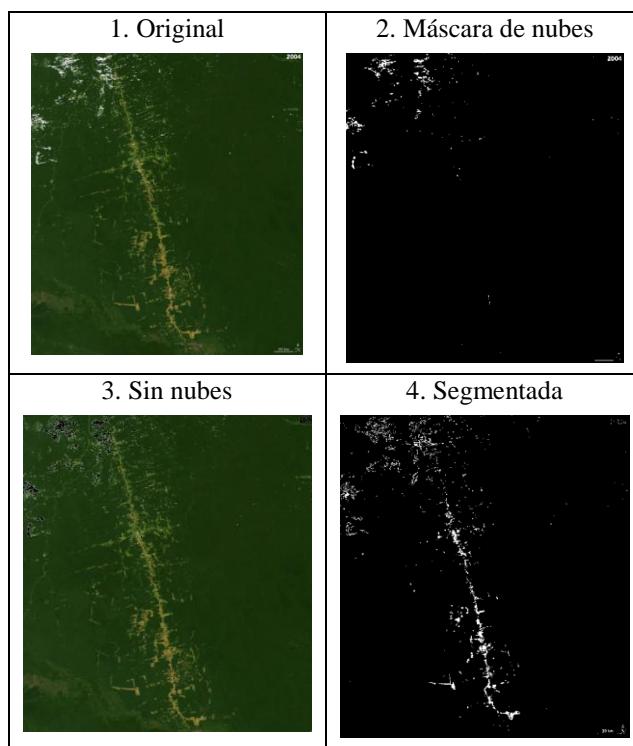


Figura 9. Histograma imagen en grises.

Año	2002
Intensidad mayor frecuencia	38
Zona deforestada en KM cuadrados	1269.8

Año	2003
Intensidad mayor frecuencia	45
Zona deforestada en KM cuadrados	1280.8

Escenario Bosque2004



Escenario Bosque2005

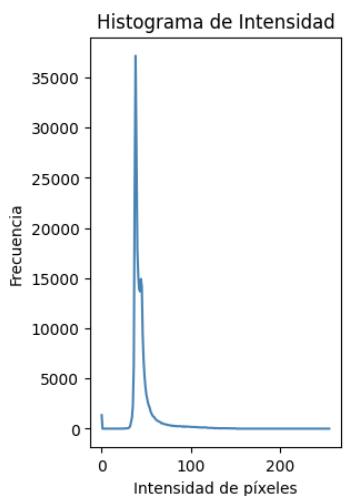
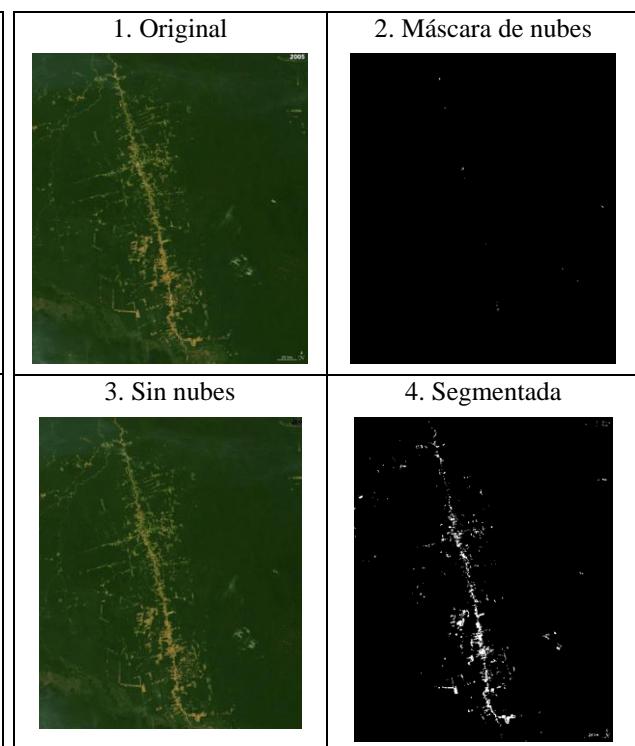


Figura 10. Histograma imagen en grises.

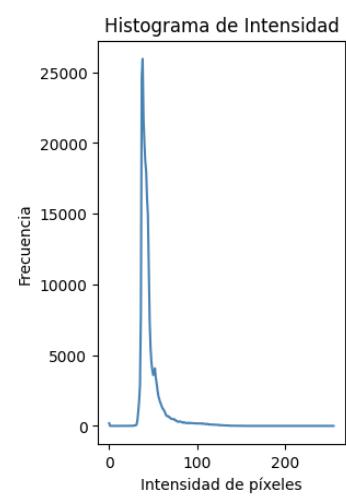
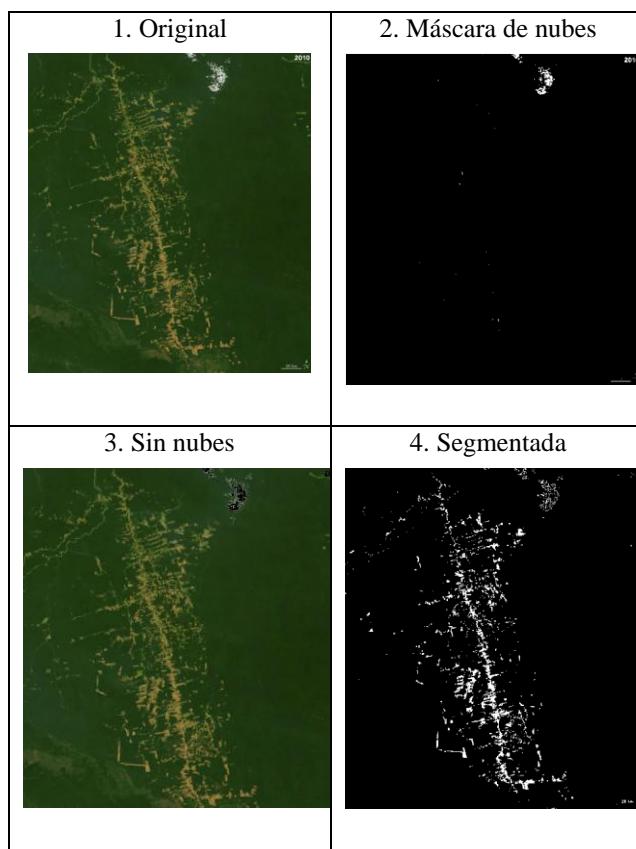


Figura 11. Histograma imagen en grises.

Año	2004
Intensidad mayor frecuencia	38
Zona deforestada en KM cuadrados	1528.63

Año	2005
Intensidad mayor frecuencia	38
Zona deforestada en KM cuadrados	1690.20

Escenario Bosque2010



Escenario Bosque2011

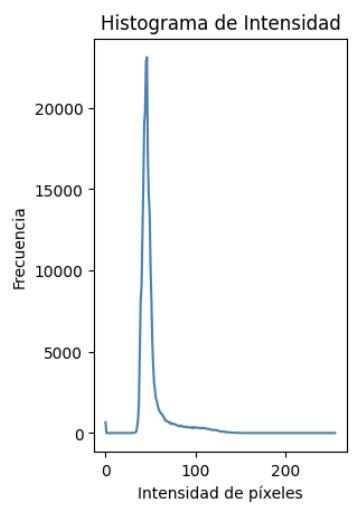
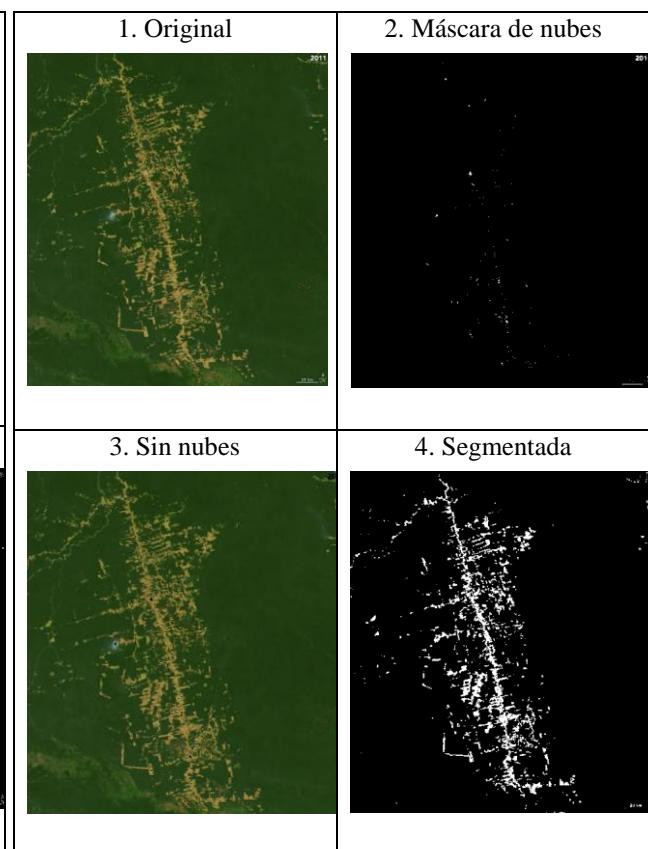


Figura 12. Histograma imagen en grises.

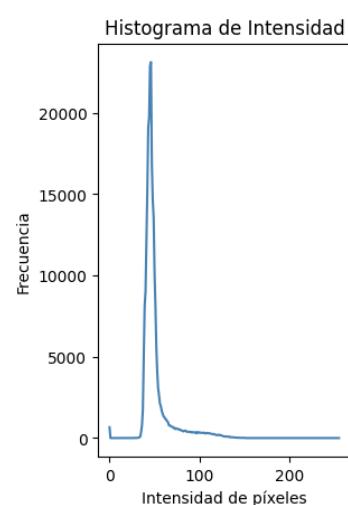
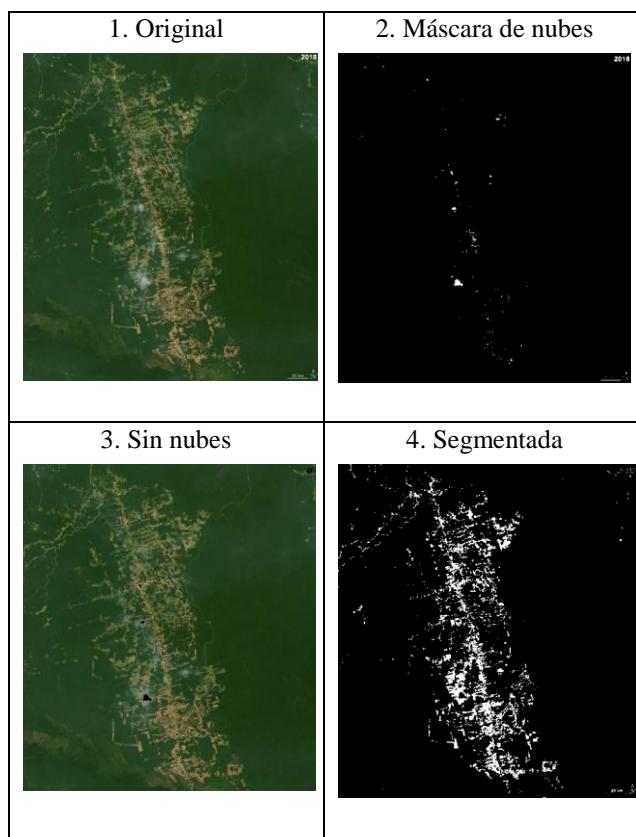


Figura 13. Histograma imagen en grises.

Año	2010
Intensidad mayor frecuencia	46
Zona deforestada en KM cuadrados	2968.24

Año	2011
Intensidad mayor frecuencia	49
Zona deforestada en KM cuadrados	4831.37

Escenario Bosque2018



Escenario Bosque2019

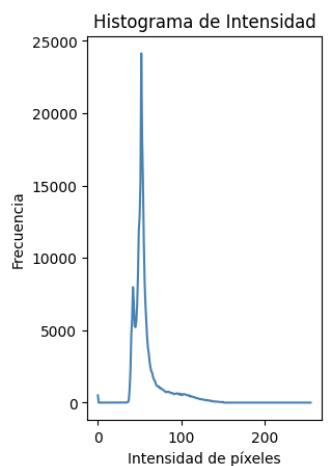
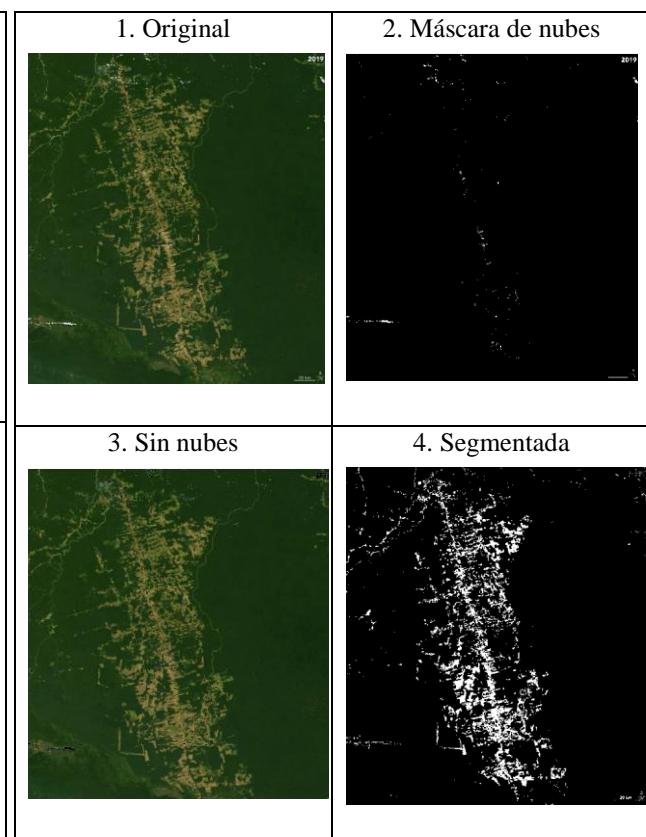


Figura 14. Histograma imagen en grises.

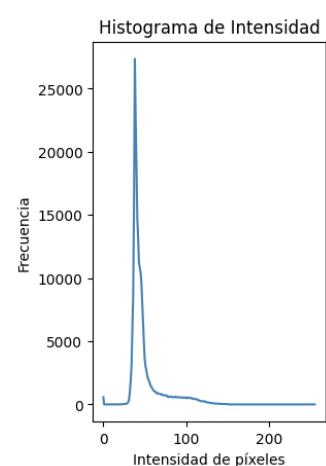


Figura 15. Histograma imagen en grises.

Año	2018
Intensidad mayor frecuencia	52
Zona deforestada en KM cuadrados	5067.84

Año	2019
Intensidad mayor frecuencia	38
Zona deforestada en KM cuadrados	6399.61

Se ha utilizado la segmentación por umbral sobre la imagen, la cual parte de estar en escala de grises y se aplica una umbralización binaria resaltando las regiones más claras y poder así detectar las zonas deforestadas en las imágenes satelitales analizadas.

### Conclusiones

A continuación se presenta una tabla de resultados que expone los valores obtenidos año tras año analizado referente a la deforestación evidenciada en las imágenes satelitales:

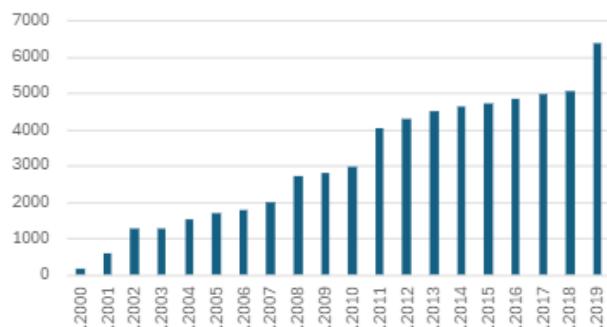
Escenario	Zona deforestada en KM cuadrados
Bosque2000	148.24
Bosque2001	585.49
Bosque2002	1269.8
Bosque2003	1280.8
Bosque2004	1528.63
Bosque2005	1690.20
Bosque2006	1780.15
Bosque2007	1985.1
Bosque2008	2701.05
Bosque2009	2800.21
Bosque2010	2968.24
Bosque2011	4043.37
Bosque2012	4300.16
Bosque2013	4500.29
Bosque2014	4650.32
Bosque2015	4710.51
Bosque2016	4831.11
Bosque2017	4960.74
Bosque2018	5067.84
Bosque2019	6399.61

Tabla 1. Resultados niveles de deforestación por año

Aplicando transformaciones en las imágenes y las segmentaciones por umbral, se ha logrado realizar el cálculo por año indicando el nivel de deforestación creciente en el bosque Jamanxim en Brasil. Por medio de la segmentación se logró también la umbralización binaria para resaltar las regiones más claras y poder así detectar las zonas deforestadas.

Se presenta a continuación una tabla resumen gráfica en donde se expone el nivel de deforestación y por ende

activa alarmas por las consecuencias de no mantener un control en el medio ambiente:



Promedio	3110
Mediana	2884
Desviación estándar	1775

Deben activarse los mecanismos de control respectivos para regular este tipo de actividades en zonas selváticas en donde no hay controles precisos en diferentes partes del mundo. La tecnología aporta en gran manera herramientas para poder detectar actividades o procesos que pueden afectar la integridad del ser humano como tal en unos años, es clave continuar desarrollando este tipo de instrumentos para no solo detectar como se hizo en este caso el crecimiento de deforestación en esta zona sino poder contribuir con el progreso entero de la humanidad.

### Anexos

A continuación se relacionan los archivos utilizados para llevar a cabo el laboratorio:

- codigoActividad.txt
- m0.jpg
- m1.jpg
- m2.jpg
- m3.jpg
- m4.jpg
- m5.jpg
- m6.jpg
- m7.jpg
- m8.jpg
- m9.jpg
- m10.jpg
- m11.jpg
- m12.jpg
- m13.jpg
- m14.jpg

- m15.jpg
- m16.jpg
- m17.jpg
- m18.jpg
- m19.jpg

## Referencias

- Fernandez Montoro, Arturo. (2Ed.). (2013). *Python 3 al descubierto*. Madrid, España. Editorial Alfaomega.
- Gonzalez, Rafael. (1Ed.).(2018). Digital Image Processing. Editorial Pearson.
- Bernd, Jahne. (1Ed.).(2005). Image Processing and Computer Vision. Editorial Springer.
- Richard, Szeliski. (1Ed.).(2022). Computer Vision: Algorithms and Applications. Editorial Springer.
- Richard, Szeliski. (1Ed.).(2022). Computer Vision: Algorithms and Applications. Editorial Springer.
- Pajares, Gonzalo. (1Ed.).(2015). Procesamiento digital de imágenes. Editorial Alfaomega.
- Gómez, Juan Carlos. (1Ed.).(2017). Fundamentos del procesamiento de imágenes digitales. Editorial McGraw-Hill.
- Rojas, Luis Fernando. (1Ed.).(2020). Técnicas avanzadas de mejora de imágenes. Editorial Springer.

## Videos:

- UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Recursos audiovisuales. 06-Detección de bordes.
- UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Recursos audiovisuales. 07-Elementos estructurales y morfológicos.
- UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Recursos audiovisuales. 08-Active contour.
- UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Accede a las clases. Clase 2025-06-05.
- UNIR. Maestría en inteligencia artificial. Accede a las clases. Clase 2025-06-06.

## Páginas web:

- Aprende cómo leer un histograma.
- <https://www.adobe.com/es/creativecloud/photography/discover/how-to-read-a-histogram.html>

## Entender el histograma.

<https://www.youtube.com/watch?v=awE0SRnz5R4>

Segmentación: binarización y umbralización.

[https://www.youtube.com/watch?v=KVd\\_bzsvau0](https://www.youtube.com/watch?v=KVd_bzsvau0)

Visión artificial con python, segmentación

<https://www.youtube.com/watch?v=3BJRwLS3hsM>

Segmentación de color con OpenCV

<https://www.youtube.com/watch?v=jPlMSrks0RU>