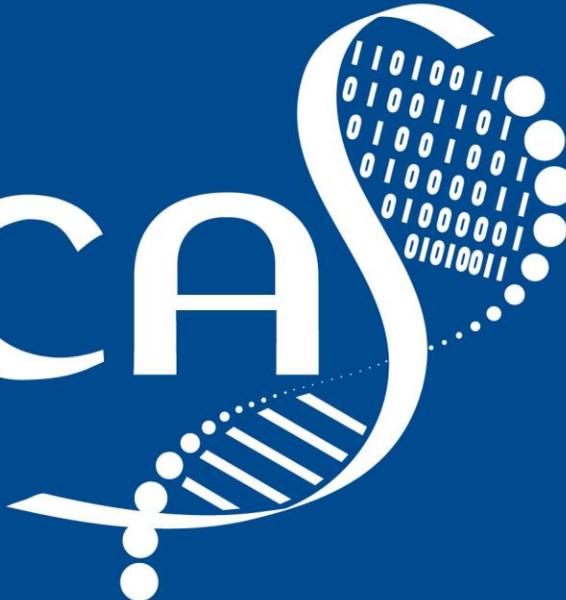


# ómica

A stylized graphic on the right side of the page. It features a white DNA double helix structure that curves upwards and to the right. The top of the helix is filled with a pattern of white binary code (0s and 1s) and white circles of varying sizes, suggesting a digital or data-driven theme.

El futuro  
es de todos

Gobierno  
de Colombia



# Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multiespectrales

**Andrés Felipe Duque Montenegro**, Ingrid Zulay Casallas Rodríguez,  
Diego Alejandro Patiño Guevara y Julián David Colorado Montaña.

**Pontificia Universidad Javeriana Bogotá**



Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multiespectrales



El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



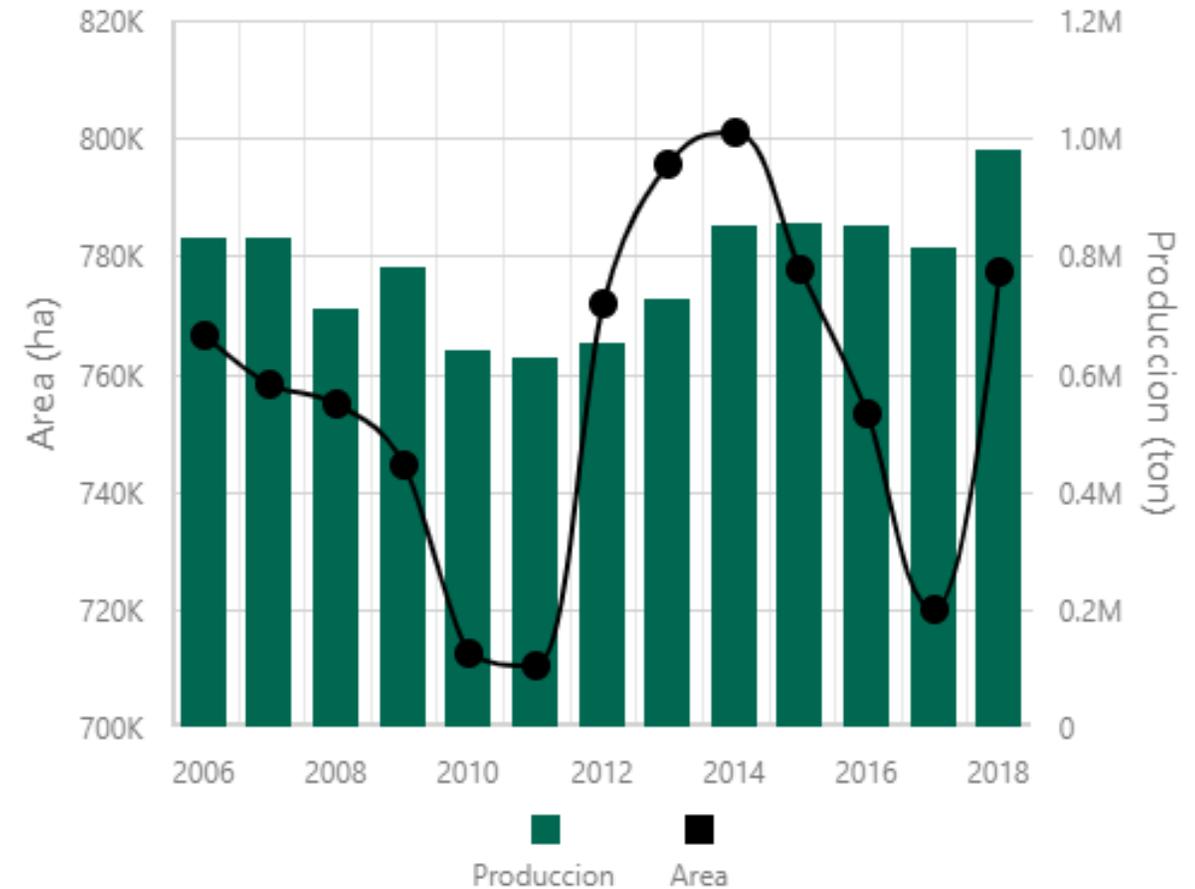
# Contexto

## Cultivos de arroz en Colombia

**503** toneladas de arroz al año, se producen en el mundo.  
Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Más de **1 millón** de hectáreas de arroz fueron cultivadas en Colombia durante el primer semestre de 2019.  
Encuesta de Arroz Mecanizado del DANE y Fedearroz, primer semestre de 2019.

**1,6 libras** de arroz consume en promedio cada colombiano.  
Encuesta de Arroz Mecanizado del DANE y Fedearroz, primer semestre de 2019.



Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multiespectrales



El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



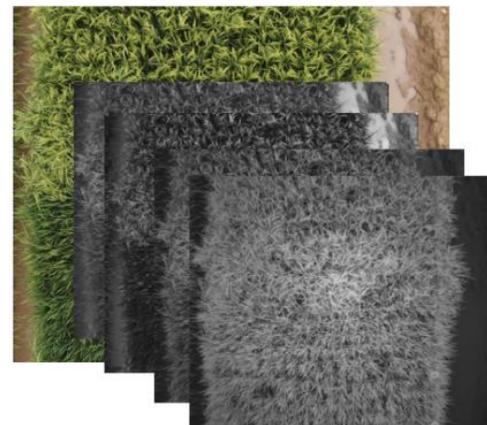
## Contexto

- [1] Y. Zhang, Z. Su, W. Shen, R. Jia, and J. Luan, "Remote monitoring of heading rice growing and nitrogen content based on uav images," *International Journal of Smart Home*, vol. 10, pp. 103–114, 2016.
- [2] S. Ouazaa, O. Barrero, Y. M. Q. Amaya, N. Chaali, and O. M. Ramos, "Site-specific management zones delineation and yield prediction for rice based cropping system using on-farm data sets in tolima (colombia)," 2020.
- [3] J. Shi, H. Zhang, Z. guo Jiang, and G. Meng, "Crop classification based on lightened convolutional neural networks in multispectral images," in *Remote Sensing*, 2019.
- [4] M. Singha, B. Wu, and M. Zhang, "An object-based paddy rice classification using multi-spectral data and crop phenology in assam, northeast india," *Remote. Sens.*, vol. 8, p. 479, 2016.
- [5] L. Qi and X. Ma, "Rice blast detection using multispectral imaging sensor and support vector machine," 2009.
- [6] Colorado JD, Calderon F, Mendez D, Petro E, Rojas JP, Correa ES, et al. (2020) A novel NIR-image segmentation method for the precise estimation of above-ground biomass in rice crops. *PLoS ONE* 15(10): e0239591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239591>

## Banco de datos



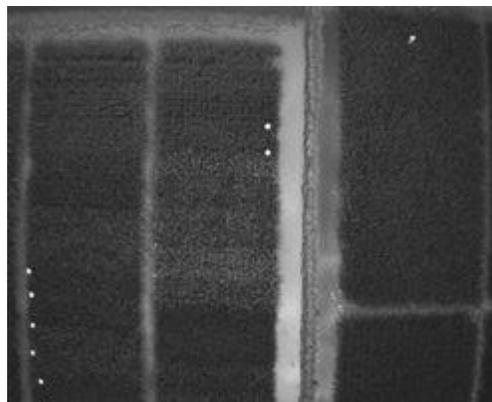
**Drone phantom 4 multispectral**



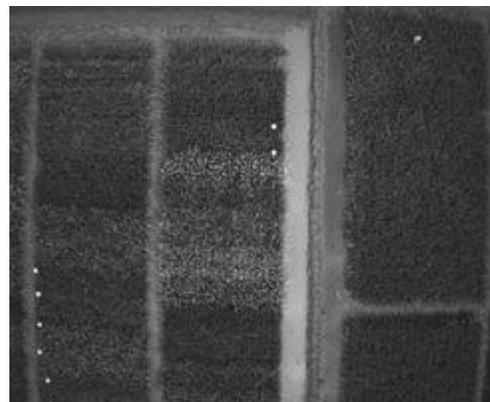
**5 canales multispectrales**



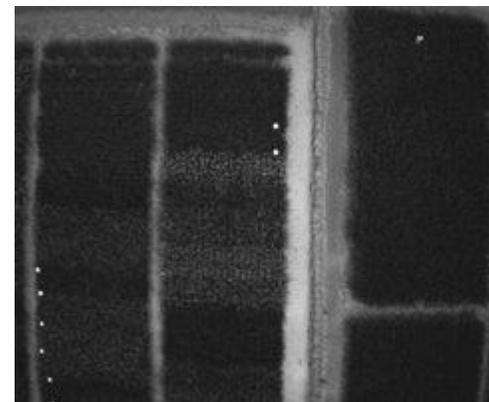
**RGB**



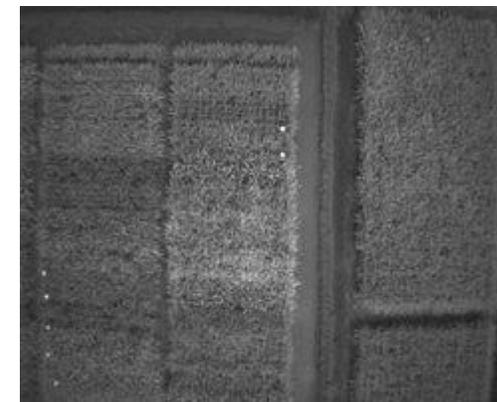
**Red 650 nm**



**Green 560 nm**



**Near Infrared 840 nm**



**Red Edge 730 nm**

Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multispectrales

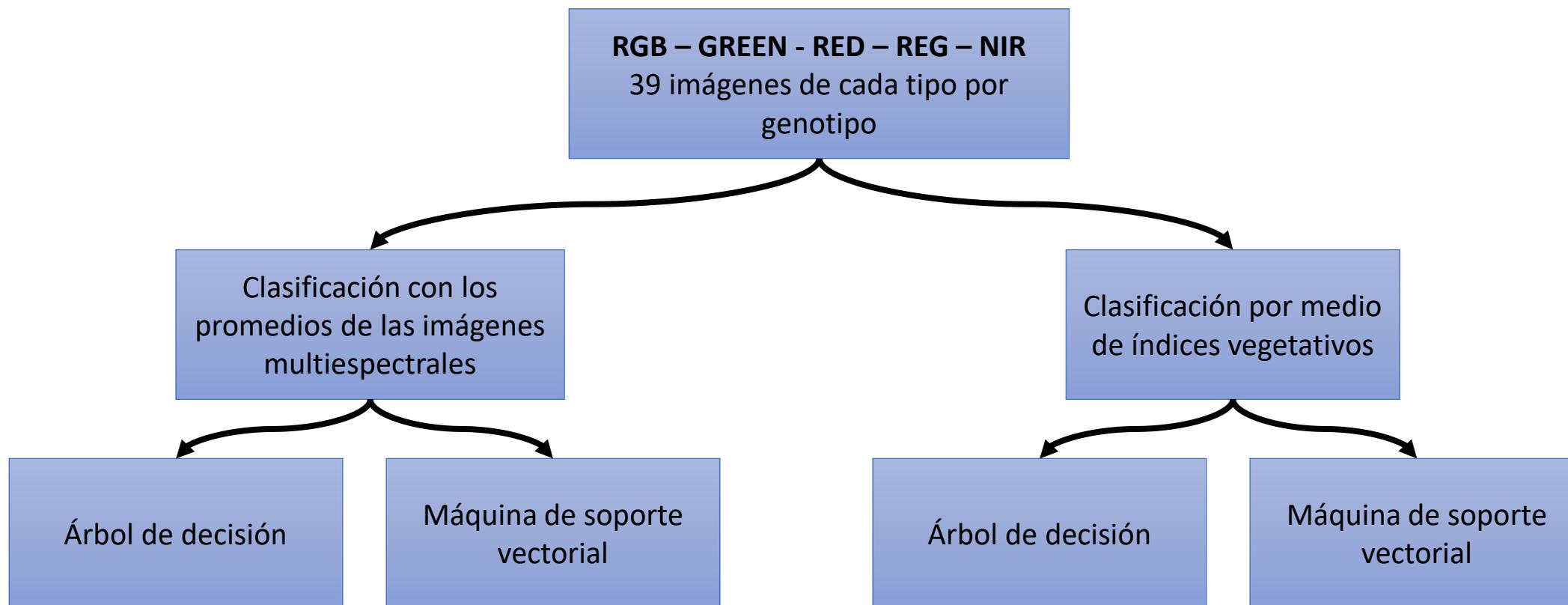


El futuro  
es de todos

Gobierno  
de Colombia



# Metodología



Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multiespectrales



El futuro  
es de todos

Gobierno  
de Colombia



## Metodología

### DVI

Índice de diferencia de vegetación

$$DVI = NIR - RED$$

### SAVI

Índice de vegetación ajustado al suelo

$$SAVI = \left( \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L} \right) \cdot (1 + L)$$

### NDVI

Índice de vegetación de diferencia normalizada

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

### MSAVI

Índice de vegetación ajustado al suelo modificado

$$\begin{aligned} \text{MSAVI} &= \frac{2 \cdot NIR}{2} + 0.5 \\ &= \frac{\sqrt{(2 \cdot NIR + 1)^2 - 8 \cdot (NIR - RED)}}{2} \end{aligned}$$

### GNDVI

Índice de vegetación de diferencia normalizada verde

$$GNDVI = \frac{NIR - GREEN}{NIR + GREEN}$$

### CTVI

Índice de vegetación transformada corregido

$$CTVI = \frac{NDVI + 0.5}{|NDVI + 0.5|} \cdot \sqrt{|NDVI + 0.5|}$$

Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multiespectrales



El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



## Imágenes multiespectrales

### Preprocesamiento de datos:

Las imágenes multiespectrales se alinean y recortan con el fin de tener un total de 39 imágenes de cada genotipo.



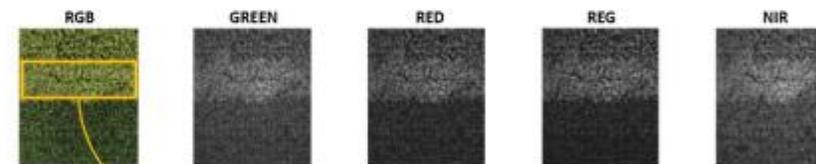
**Etiquetado de genotipos**



**Alineación**



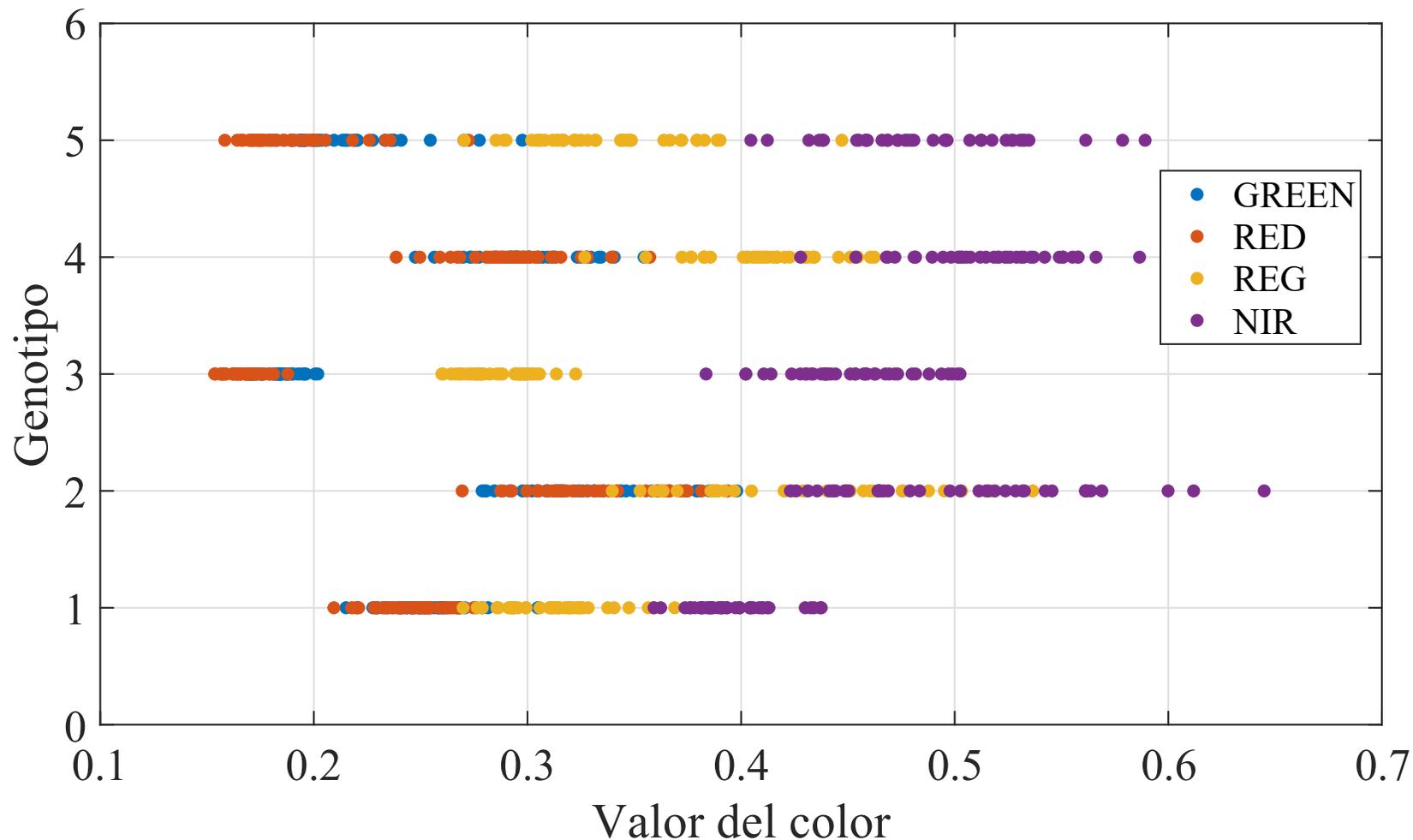
**Recortes**



**Muestreo**

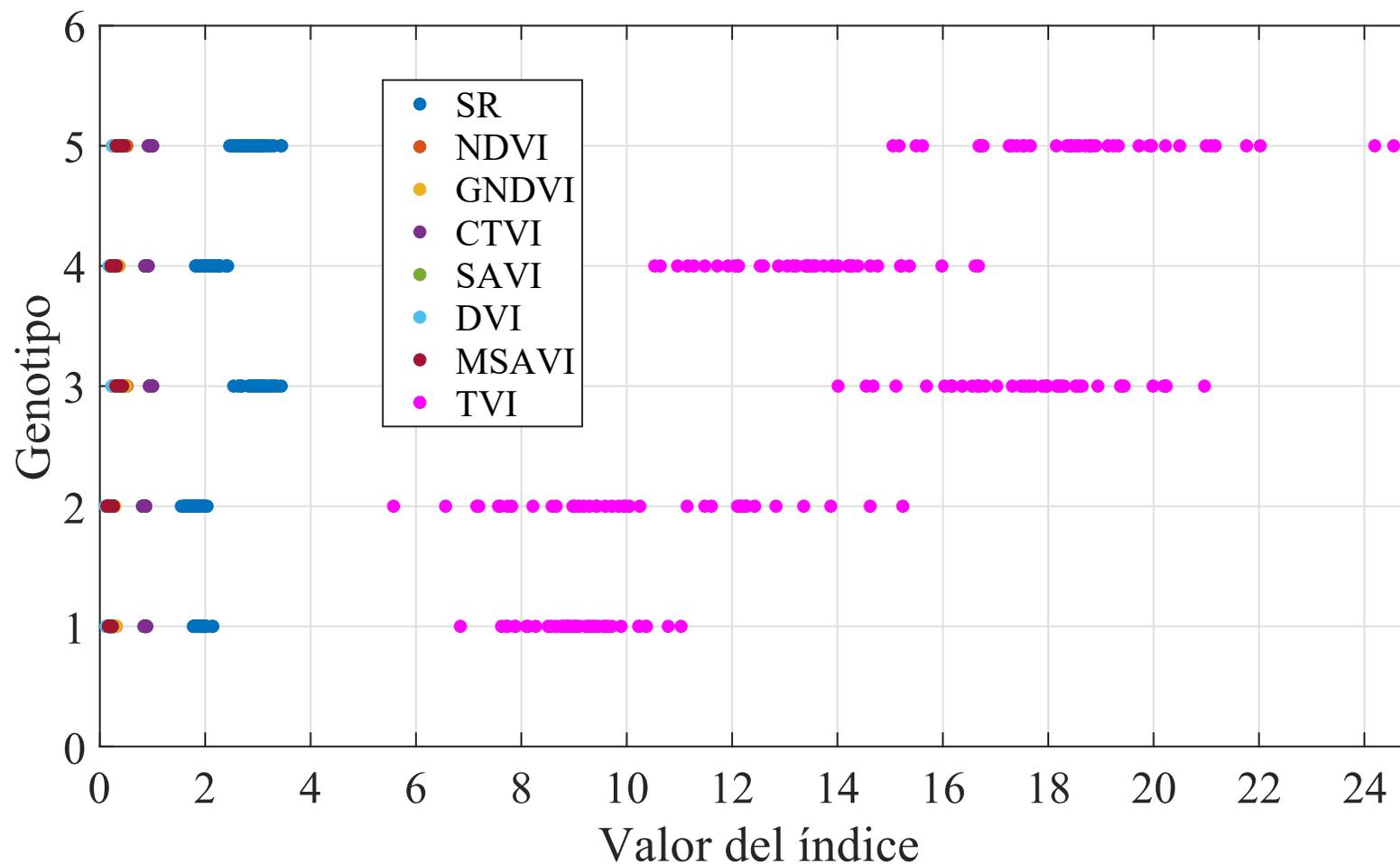
## Procesamiento de las imágenes multispectrales

Promedio de imágenes: valores de los promedios de las imágenes aéreas multispectrales calculados de los cinco genotipos seleccionados



## Procesamiento de las imágenes multispectrales

Índices vegetativos: valores de los índices vegetativos calculados de los cinco genotipos seleccionados





# Resultados

## Clasificación usando el árbol de decisión

Resultados de la clasificación el algoritmo de árbol de decisión.

Promedio de los canales multiespectrales

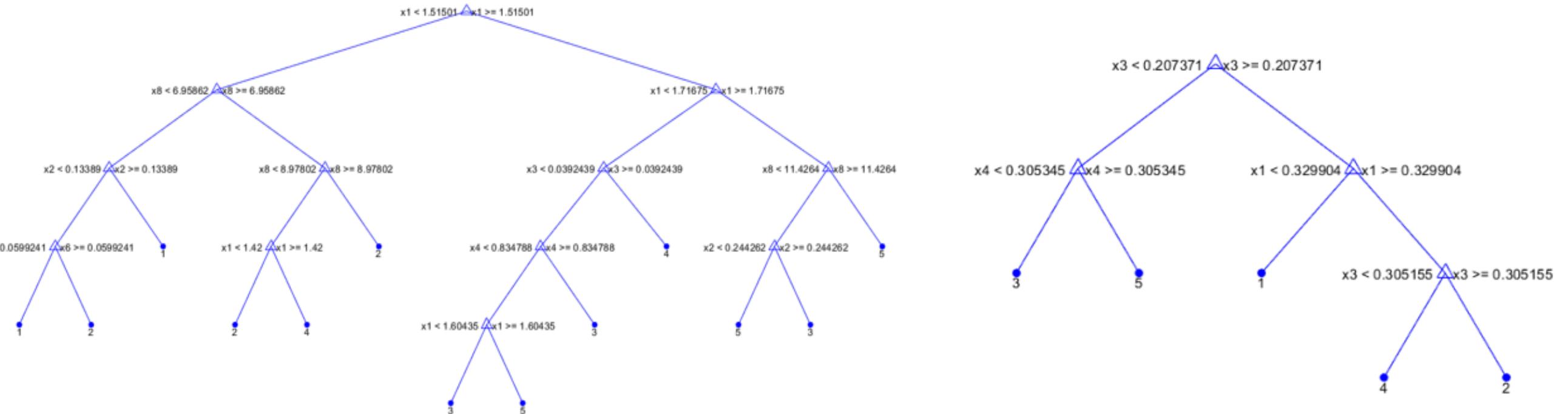
Output Class	1	8 13.3%	2 3.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	80.0% 20.0%
	2	2 3.3%	9 15.0%	0 0.0%	1 1.7%	0 0.0%	75.0% 25.0%
	3	0 0.0%	0 0.0%	10 16.7%	0 0.0%	3 5.0%	76.9% 23.1%
	4	2 3.3%	1 1.7%	0 0.0%	11 18.3%	0 0.0%	78.6% 21.4%
	5	0 0.0%	0 0.0%	2 3.3%	0 0.0%	9 15.0%	81.8% 18.2%
			66.7% 33.3%	75.0% 25.0%	83.3% 16.7%	91.7% 8.3%	75.0% 25.0%
		1	2	3	4	5	
		Target Class					

Índices vegetativos

Output Class	1	11 18.3%	0 0.0%	0 0.0%	1 1.7%	0 0.0%	91.7% 8.3%
	2	1 1.7%	11 18.3%	0 0.0%	1 1.7%	0 0.0%	84.6% 15.4%
	3	0 0.0%	0 0.0%	9 15.0%	0 0.0%	2 3.3%	81.8% 18.2%
	4	0 0.0%	1 1.7%	0 0.0%	7 11.7%	0 0.0%	87.5% 12.5%
	5	0 0.0%	0 0.0%	3 5.0%	3 5.0%	10 16.7%	62.5% 37.5%
			91.7% 8.3%	91.7% 8.3%	75.0% 25.0%	58.3% 41.7%	83.3% 16.7%
		1	2	3	4	5	
		Target Class					

# Resultados

## Árbol de decisión



Índices vegetativos

Promedio de los canales multiespectrales

Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multiespectrales

# Maquina de soporte vectorial

## Clasificación usando la maquina de soporte vectorial

Resultados de la clasificación el algoritmo de maquina de soporte vectorial.

Promedio de los canales multiespectrales

Output Class	1	12 20.0%	2 3.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	85.7% 14.3%
	2	0 0.0%	8 13.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	3	0 0.0%	0 0.0%	12 20.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	4	0 0.0%	2 3.3%	0 0.0%	12 20.0%	1 1.7%	80.0% 20.0%
	5	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	11 18.3%	100% 0.0%
			100% 0.0%	66.7% 33.3%	100% 0.0%	100% 0.0%	91.7% 8.3%
	Target Class	1	2	3	4	5	

Índices vegetativos

Output Class	1	11 18.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	2	1 1.7%	11 18.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	91.7% 8.3%
	3	0 0.0%	0 0.0%	10 16.7%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	4	0 0.0%	1 1.7%	0 0.0%	12 20.0%	0 0.0%	92.3% 7.7%
	5	0 0.0%	0 0.0%	2 3.3%	0 0.0%	12 20.0%	85.7% 14.3%
			91.7% 8.3%	91.7% 8.3%	83.3% 16.7%	100% 0.0%	100% 0.0%
	Target Class	1	2	3	4	5	

Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multiespectrales



El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



## F1 score

Genético	F1 score			
	Árbol de decisión		Máquina de soporte vectorial	
	Promedio canales espectrales	Índices vegetativos	Promedio canales espectrales	Índices vegetativos
#1	72.75	91.70	92.30	95.67
#2	75.00	88.01	80.02	91.70
#3	79.97	78.25	100.00	90.89
#4	84.65	69.98	88.89	96.00
#5	78.25	71.42	95.67	92.30

Clasificación de genotipos de plantas de arroz por medio de imágenes aéreas multiespectrales



El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



## Conclusiones

La SVM tiene una mayor precisión a la hora de clasificar los 5 diferentes genotipos de arroz, pero usa un mayor tiempo de ejecución comparada con el árbol de decisión, lo cual puede ser una limitante si la clasificación de genotipos se realiza directamente en un vuelo del dron programado.

El algoritmo de árbol de decisión que usa la matriz de características de índices vegetativos tiene una mejor clasificación de todos los genotipos, comparada con el algoritmo que usa la matriz de características con promedio de las imágenes multiespectrales, a excepción del genotipo 3.

Como el árbol de decisión genera ramas que contienen diferentes reglas para clasificar un mismo genotipo, es posible que al tener más características para la clasificación se puedan generar mejores reglas en este caso puntual.

Para la máquina de soporte vectorial, el método de clasificación con índices vegetativos obtuvo una mayor precisión con el genotipo 1, 2 y 4. El método de clasificación con promedios obtuvo una mayor precisión con el genotipo 3 y 5.

En general, todos los genotipos tienen una mayor precisión de clasificación usando el método con índices vegetativos. Por lo anterior, se puede concluir que el cálculo de índices vegetativos puede proporcionar una mayor precisión a la hora de clasificar genotipos de arroz que se encuentren en la misma etapa de crecimiento. Además, el uso de árboles de decisión y máquinas de soporte vectorial, son estrategias adecuadas para la clasificación de los genotipos a partir de las características extraídas de las imágenes multiespectrales, teniendo una mayor precisión en el uso de máquinas de soporte vectorial.

## Referencias

- [1] FAO, "A regional rice strategy for sustainable food security in asia and the pacific," 2014.
- [2] P. R. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Services, "World rice production, consumption and stocks," 2020.
- [3] U. S. D. of Agriculture, "World rice: Supply and demand," 2020.
- [4] FAO, "Fao rice market monitor (rmm), volume xxi, issue no. 1," 2018.
- [5] B. S. Chauhan, K. Jabran, and G. Mahajan, Rice production worldwide, vol. 247. Springer, 2017.
- [6] F. Castro-Llanos, G. Hyman, J. Rubiano, J. Ramirez-Villegas, and H. Achicanoy, "Climate change favors rice production at higher elevations in colombia," Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, vol. 24, no. 8, pp. 1401–1430, 2019.
- [7] N. Dominic, T. W. Cenggoro, and B. Pardamean, "Systematic literatura review: Accelerate the rice production for global food security," 06 2021.
- [8] M. Tariq, M. Ahmed, P. Iqbal, Z. Fatima, and S. Ahmad, "Crop phenotyping," in Systems Modeling, pp. 45–60, Springer, 2020



El futuro  
es de todos

Gobierno  
de Colombia



# ómica

# ómica

## Aliados



IES Ancla



## Apoyan

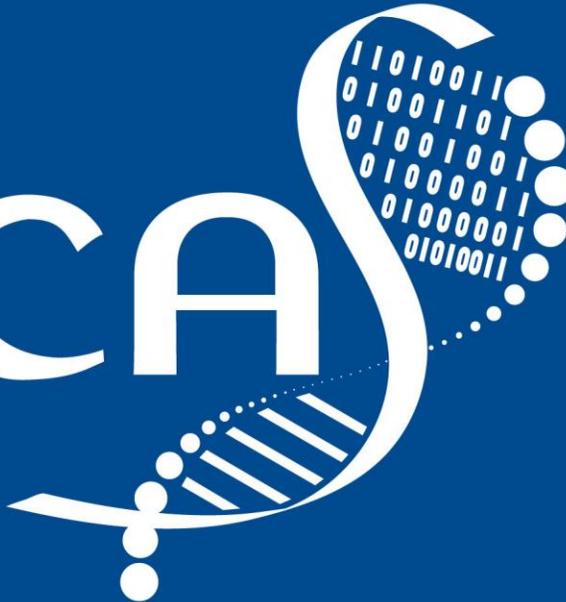


El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



# ómica

A stylized graphic on the right side of the page. It features a white DNA double helix structure that curves upwards and to the right. The top of the helix is filled with a pattern of white binary code (0s and 1s) and white circles of varying sizes, suggesting a digital or data-driven theme.

El futuro  
es de todos

Gobierno  
de Colombia

