

Santana de Almeida, V.; Pereira Rezende, S.; Manzon Nunes, G. Dinámica de la vegetación en la región de Pirizal (Pantanal-MT, Brasil) mediante análisis temporal con datos PlanetScope

Dinámica de la vegetación en la región de Pirizal (Pantanal-MT, Brasil) mediante análisis temporal con datos PlanetScope

Santana de Almeida, Vaniele¹ **Pereira Rezende, Segundo Durval**¹ **Manzon Nunes, Gustavo**¹

¹ Federal University of Mato Grosso (UFMT), Brasil

ORCID: Santana de Almeida [0009-0004-7742-4044](https://orcid.org/0009-0004-7742-4044) Pereira Rezende [0009-0008-9662-397X](https://orcid.org/0009-0008-9662-397X) Manzon Nunes [0000-0002-5124-5898](https://orcid.org/0000-0002-5124-5898)

Correspondencia: vanielea5@gmail.com floresteiroaventureiro@gmail.com gustavo.nunes@ufmt.br

RESUMEN

Los humedales del Pantanal se distinguen por su dinámica ecológica, impulsada por variaciones estacionales y regímenes de inundación-sequía. Ubicada en la planicie de inundación del Pantanal Norte - Brasil e influida por el bioma Cerrado, la región de Pirizal presenta vegetación adaptada tanto al fuego como a las inundaciones, y es frecuentemente impactada por eventos extremos como incendios forestales. Este estudio tuvo como objetivo analizar la variación de macrohábitats (fitofisionomías) en la región utilizando imágenes multispectrales adquiridas del satélite PlanetScope (SuperDove) para los años 2020 (tempo-radas húmeda y seca) y 2024 (post-incendio). Los resultados indicaron que, en marzo de 2020, las clases mapeadas predominantes fueron Campos de Murunduns, Cambarazal y Campo de Mimoso. Para octubre del mismo año, se evidenciaron efectos de incendios forestales, con una reducción significativa en los Campos de Murunduns y la emergencia de áreas quemadas. Entre 2020 y 2024, se registró una reducción de aproximadamente el 31.41% en el área de Campo de Murunduns, mientras que los Campos de Mimoso casi duplicaron su extensión (+93.47%). El Pimental mostró un incremento del 28.29%, el Cambarazal del 7.07%, y el Cerrado Stricto sensu también registró un crecimiento del 12.64%, destacando la resiliencia diferenciada de las fitofisionomías ante los impactos del fuego. Se concluye que, a pesar de los impactos causados por los incendios de 2020, la vegetación de Pirizal demuestra resiliencia y capacidad de regeneración. El uso del Sensoriamento Remoto se ha demostrado como una herramienta efectiva para monitorear estas dinámicas y contribuir a la conservación en la región.


Palabras clave: Humedales, mapeo, incendios forestales, teledetección, macrohábitats

Fecha de recepción: 9 febrero 2026 · Fecha de aceptación: 9 febrero 2026


Dinámica de la vegetación en la región de Pirizal (Pantanal-MT, Brasil) mediante análisis temporal con datos PlanetScope

Santana de Almeida, Vaniele ⁽¹⁾, Pereira Rezende, Segundo Durval ⁽¹⁾, Manzon Nunes, Gustavo ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Federal University of Mato Grosso (UFMT), Brasil,

 0009-0004-7742-4044, vanielea5@gmail.com

 0009-0008-9662-397X, floresteiroaventureiro@gmail.com

 0000-0002-5124-5898, gustavo.nunes@ufmt.br

Resumen: Los humedales del Pantanal se distinguen por su dinámica ecológica, impulsada por variaciones estacionales y regímenes de inundación-sequía. Ubicada en la planicie de inundación del Pantanal Norte - Brasil e influida por el bioma Cerrado, la región de Pirizal presenta vegetación adaptada tanto al fuego como a las inundaciones, y es frecuentemente impactada por eventos extremos como incendios forestales. Este estudio tuvo como objetivo analizar la variación de macrohábitats (fitofisionomías) en la región utilizando imágenes multispectrales adquiridas del satélite PlanetScope (SuperDove) para los años 2020 (temporadas húmeda y seca) y 2024 (post-incendio). Los resultados indicaron que, en marzo de 2020, las clases cartografiadas predominantes fueron Campos de Murunduns, Cambarazal y Campo de Mimoso. Para octubre del mismo año, se evidenciaron efectos de incendios forestales, con una reducción significativa en los Campos de Murunduns y la emergencia de áreas quemadas. Entre 2020 y 2024, se registró una reducción de aproximadamente el 31.41% en el área de Campo de Murunduns, mientras que los Campos de Mimoso casi duplicaron su extensión (+93.47%). El Pimental mostró un incremento del 28.29%, el Cambarazal del 7.07%, y el Cerrado Stricto sensu también registró un crecimiento del 12.64%, destacando la resiliencia diferenciada de las fitofisionomías ante los impactos del fuego. Se concluye que, a pesar de los impactos causados por los incendios de 2020, la vegetación de Pirizal demuestra resiliencia y capacidad de regeneración. El uso del Teledetección se ha demostrado como una herramienta efectiva para monitorear estas dinámicas y contribuir a la conservación en la región.

Palabras clave: Humedales, mapeo, incendios forestales, teledetección, macrohábitats.

Vegetation Dynamics in the Pirizal Region (Pantanal-MT, Brazil) Through Temporal Analysis Using PlanetScope Data

Abstract: *The Pantanal wetlands are distinguished by their ecological dynamics, driven by seasonal variations and flood-drought regimes. Located within the floodplain of the Northern Pantanal-Brazil and influenced by the Cerrado biome, the Pirizal region features vegetation adapted to both fire and flooding, and is frequently impacted by extreme events such as wildfires. This study aimed to analyze the variation in macrohabitats (phytophysognomies) in the region using multispectral imagery acquired from the PlanetScope (SuperDove) satellite for the years 2020 (wet and dry seasons) and 2024 (post-fire). The results indicated that, in March 2020, the predominant mapped classes were Campos de Murunduns, Cambarazal, and Campo de Mimoso. By October of the same year, wildfire effects were evident, with a significant reduction in Campos de Murunduns and the emergence of burned areas. Between 2020 and 2024, there was a reduction of approximately 31.41% in the Campo de Murunduns area, while the Campos de Mimoso almost doubled in size (+93.47%). Pimental showed an increase of 28.29%, Cambarazal 7.07%, and Cerrado Stricto sensu also registered a growth of 12.64%, highlighting the differentiated resilience of phytophysognomies to the impacts of fire. It is concluded that, despite the impacts caused by the 2020 fires, the Pirizal vegetation demonstrates resilience and capacity for regeneration. The use of Remote Sensing has proven to be an effective tool for monitoring these dynamics and contributing to conservation in the region.*

Keywords: *Wetlands, Mapping, Wildfires, Remote Sensing, Macrohabitats.*

1. INTRODUCCIÓN

Los humedales representan zonas de transición entre ecosistemas acuáticos y terrestres, exhibiendo características biológicas, químicas y físicas típicas de ambos. El bioma Pantanal, reconocido como una de las mayores planicies de inundación del mundo, ocupa aproximadamente el 1,76% del territorio brasileño y se clasifica como un "sistema de humedal continental" (Junk & Nunes da Cunha, 2024).

El clima y la biodiversidad del Pantanal están fuertemente influenciados por biomas adyacentes, particularmente el Cerrado, que está bien adaptado al fuego. La frecuencia e intensidad de los incendios forestales en el Pantanal están directamente relacionadas con su régimen hidrológico, caracterizado por pulsos de inundación estacionales y una alternancia marcada entre períodos húmedos y secos. Se estima que alrededor del 98% de los focos ígneos en la región tienen orígenes criminales o accidentales (Silva, 2022). En 2020, el Pantanal registró 22116 focos de incendio, con la mayor concentración en septiembre, durante el pico de la estación seca. Este escenario fue exacerbado por factores como altas temperaturas, deforestación y cambios en el uso del suelo, resultando en pérdidas ambientales irreversibles.

Aunque la teledetección se aplica ampliamente en estudios sobre los impactos de incendios, la originalidad de este trabajo radica en su análisis de la región de Pirizal, un área de transición directamente influida por el Cerrado y el Pantanal Norte - Mato Grosso, Brasil. Esta región experimenta regímenes combinados de inundación y fuego, generando dinámicas ecológicas únicas. En este contexto, la imágenes satelitales han demostrado ser efectivas para clasificar fitofisionomías del bioma (Haddad *et al.*, 2023). El área de estudio comprende la cuadrícula Pirizal, una región de interés científico debido a sus dinámicas ecológicas y estaciones seca y húmeda bien definidas, que afectan directamente la cobertura vegetal.

Según Costa *et al.* (2010), esta área ha experimentado eventos recurrentes de incendios y deforestación desde 1999. Considerando este contexto, el objetivo del estudio fue identificar y evaluar los macrohábitats y fitofisionomías de la región en tres períodos distintos, con énfasis en el año 2020 y las condiciones post-incendio en 2024, contribuyendo así a una comprensión más profunda de los impactos ambientales, sociales y económicos de eventos extremos de incendios forestales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El área de estudio se ubica en el norte del Pantanal que tiene una superficie total en Brasil y otros países de 150355 km² (Figura 1). El análisis se centró en un área que posee 559.21 hectáreas, existente dentro del municipio de Poconé (Mato Grosso-Brasil). Según la clasificación climática de Köppen, la región presenta un clima de sabana tropical (Aw), caracterizado por un invierno seco y un verano húmedo (Silva, 2017).

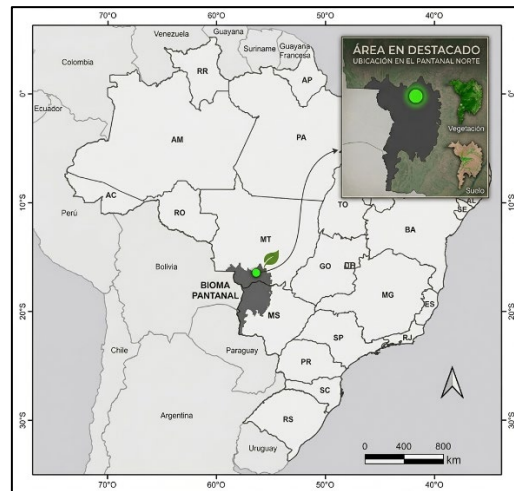


Figura 1. Ubicación de los humedales del Pantanal y del área de estudio.

2.2. Datos

Las imágenes satelitales utilizadas en este estudio fueron proporcionadas por Planet Labs, adquiridas del satélite Planete (SuperDove), que opera con 8 bandas espectrales: Costera, Azul, Verde I, Verde II, Amarillo, Rojo, Red-Edge y NIR, con una resolución espacial de 3 metros. Los datos se obtuvieron para tres fechas específicas: 31 de marzo de 2020; 3 de octubre de 2020; y 29 de noviembre de 2024.

Los períodos seleccionados tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento de la vegetación a lo largo de las estaciones húmeda y seca, con especial enfoque en 2020 debido a un evento importante de incendio forestal. La imagen de 2024, adquirida cuatro años después, se utilizó para identificar posibles alteraciones en macrohábitats, permitiendo la detección de cambios ecológicos a lo largo del tiempo.

2.3. Procesamiento de imágenes

Para analizar y caracterizar las clases de macrohábitats existentes en el área de estudio, se consideraron aspectos observados en campañas de campo previas en la región. Para el procesamiento digital de datos se utilizó el software ENVI. Se recolectaron muestras utilizando matrices de 2×2, 3×3, 4×4, 5×5 y 10×10 píxeles, representando cada clase de cobertura presente en el área de estudio. El algoritmo de clasificación aplicado fue Máquina de Vectores de Soporte (SVM, por sus siglas en inglés), que construye un hiperplano que separa máximamente las clases con base en características espectrales. Este método resulta especialmente efectivo en ambientes con alta complejidad ecológica y para distinguir entre diferentes fitofisionomías de vegetación (Lenzi & Nunes, 2016). Las siguientes clases fueron identificadas: *Campo de Murunduns*, *Cambarazal*, *Campo de Mimoso*, *Cerrado stricto sensu (Sabana)*, *Suelo Expuesto*, *Pimental* y *Pantanos (Humedales)* y *Zona Quemada*.

Tras generar los resultados de clasificación para cada período, se evaluó la precisión mediante la matriz de

confusión y el índice Kappa, utilizando 30 muestras de validación por clase identificados en campo y en Google Earth para cada fecha.

3. RESULTADOS

Las imágenes satelitales permitieron identificar variaciones en las fitofisionomías de vegetación durante los períodos temporales seleccionados. La comparación entre 2020 y 2024 ayudó a esclarecer los efectos de las transiciones estacionales y los impactos de incendios forestales sobre la vegetación en la región de Pirizal del Pantanal.

La imagen del 31 de marzo de 2020 (estación húmeda), correspondiente a la temporada de lluvias, resalta la predominancia del *Campo de Murunduns*, un macrohábitat característico de las sabanas estacionalmente inundables de Brasil y ampliamente distribuido a lo largo de los bordes del Pantanal. Su formación está asociada a la acción de termitas, que construyen montículos en áreas de pastizales sujetas a inundaciones, formando pequeñas islas cubiertas por especies típicas del Cerrado, como la lixeira (*Curatella americana* L.). Además de esta fitofisionomía, destacan el *Cambarazal*, compuesto por bosques dominados por *Vochysia divergens*, una especie adaptada a largos períodos de inundación que puede permanecer sumergida hasta ocho meses (Cunha y Junk, 2004). Ya el *Campo de Mimoso*, tiene el período promedio de inundación de aproximadamente seis meses. Este último posee alto valor forrajero debido a la palatabilidad y calidad nutricional de sus gramíneas, y se presenta en depresiones estacionalmente inundadas, así como en extensas áreas de planicies de inundación fluviales (Figura 2).

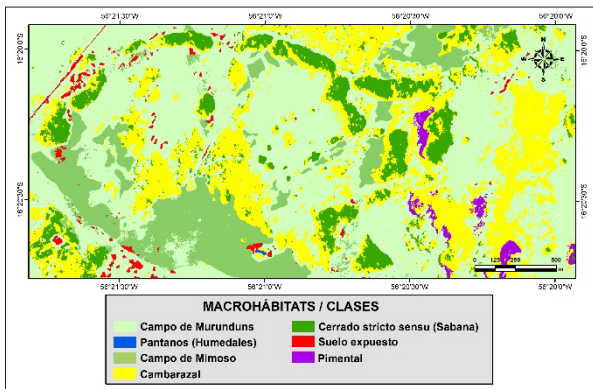


Figura 2. Clasificación del área el 31 de marzo de 2020.

La imagen del 3 de octubre de 2020 fue adquirida al final de la estación seca. El mapeo reveló efectos visibles de incendios forestales que ocurrieron en el mes de septiembre de 2020, con grandes áreas quemadas y reducciones en los *Campos de Murunduns* y *Campos de Mimoso*. El *Cerrado Stricto Sensu* se fusionó con el *Cambarazal* debido a similitudes en la respuesta espectral (Figura 3).

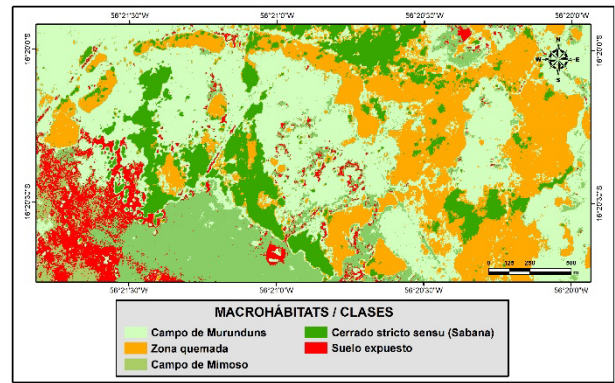


Figura 3. Clasificación del área el 3 de octubre de 2020.

La imagen del 29 de noviembre de 2024, tomada cuatro años después del incendio, mostró una notable recuperación de la vegetación, particularmente en el *Campo de Murunduns*, *Cambarazal* y *Campo de Mimoso* (Figura 4).

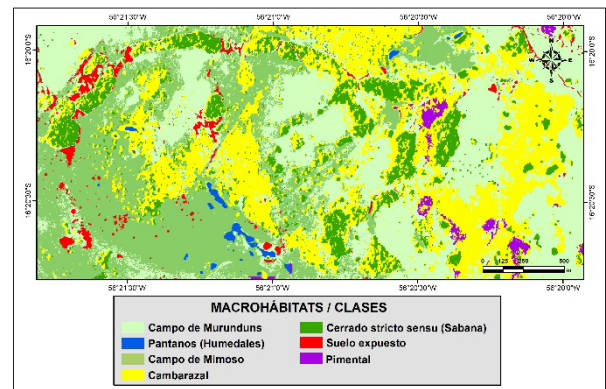


Figura 4. Clasificación del área el 29 de noviembre de 2024.

El análisis temporal resaltó cambios sustanciales en las fitofisionomías entre 2020 y 2024. A inicios de 2020, el *Campo de Murunduns* ocupaba más de la mitad del área de estudio. Para octubre, durante la estación seca, se registró una declinación significativa en esta clase y la emergencia de la categoría *Área Quemada*, que abarcó *Cambarazal*, *Campo de Mimoso*, *Campo de Murunduns* y *Pimental*. Para 2024, se observó una clara reconfiguración en la cobertura vegetal, con una reducción continua en *Campos de Murunduns* y aumentos proporcionales en *Cambarazal* y *Campo de Mimoso*, sugiriendo una regeneración parcial (Tabla 1).

Los datos de la Tabla 2 revelan una dinámica significativa de transformación en la cobertura vegetal durante el período de cuatro años, con un patrón claro de expansión de ciertas fitofisionomías y contracción de otras. El área del *Campo de Mimoso* casi se duplicó, con un incremento del 93.47%. En contraste, el *Campo de Murunduns* sufrió una reducción drástica del 31.41%. Otras fitofisionomías, como *Cerrado stricto sensu* (12.64%), *Cambarazal* (7.07%) y *Pimental* (28.29%), también mostraron crecimiento. La clase *Pantano*, a pesar del elevado porcentaje de incremento, no debe enfatizarse en exceso porque está sujeta a inundaciones

estacionales y períodos lluviosos que permiten el ascenso del agua a la superficie.

Tabla 1. Comparación de macrohábitats e otras clases por área (ha) y porcentaje (%).

Período	Macrohábitats / Clases	Área (ha)	(%)
31/03/2020	Campo de Murunduns	292.91	52.38%
	Cambarazal	136.34	24.38%
	Campo de Mimoso	71.42	12.76%
	Cerrado Stricto Sensu	45.96	8.21%
	Suelo Expuesto	6.24	1.12%
	Pimental	6.22	1.12%
03/10/2020	Pantanos (Humedales)	0.12	0.02%
	Campo de Murunduns	233.85	41.32%
	Zona Quemada	138.84	24.66%
	Cerrado stricto sensu	65.55	12.33%
	Campo de Mimoso	82.72	20.24%
	Suelo Expuesto	38.25	1.46%
29/11/2024	Campo de Murunduns	200.90	35.98%
	Cambarazal	145.98	26.09%
	Campo de Mimoso	138.18	24.86%
	Cerrado stricto sensu	51.77	9.31%
	Suelo Expuesto	11.38	2.04%
	Pimental	7.98	1.19%
	Pantanos (Humedales)	3.02	0.54%

Tabla 2. Tabla de tasa de variación relativa de fitofisionomías entre 2020 y 2024.

Macrohábitats	Área 2020 (ha)	Área 2024 (ha)	Variación relativa (%)
Cambarazal	136.34	145.98	7.07
Campo de Mimoso	71.42	138.18	93.47
Cerrado stricto sensu	45.96	51.77	12.64
Pimental	6.22	7.98	28.29
Pantanos (Humedales)	0.12	3.02	2416.66

Se aplicó el índice Kappa como método estadístico para medir la precisión de las clasificaciones supervisadas obtenidas en los tres períodos analizados. Para marzo de 2020, el índice Kappa obtenido fue de 0,84 (excelente); para octubre de 2020, de 0,87 (excelente); y para noviembre de 2024, de 0,88 (excelente).

4. CONCLUSIÓN

El análisis temporal reveló cambios significativos en la cobertura vegetal debido a los incendios forestales de 2020. A pesar del impacto severo, la vegetación ha mostrado signos de regeneración a lo largo de los años, particularmente en los macrohábitats de *Campo de Murunduns*, *Campo de Mimoso* y *Cambarazal*. La especie de *Vochysia divergens* (cambará), que domina grandes áreas del Pantanal, presenta adaptaciones a inundaciones periódicas y puede dispersar sus semillas vía agua (Braz *et al.*, 2021). Los resultados demostraron que, a pesar de la pérdida significativa del *Campo de Murunduns* (-31%), hubo una recuperación notable de otros macrohábitats, como el *Campo de Mimoso* (+93%), reforzando la resiliencia ecológica. Estos hallazgos destacan la resiliencia natural del bioma Pantanal y refuerzan el rol crítico del Teledetección en el apoyo a la conservación de la biodiversidad.

5. REFERENCIAS

- Braz, E. M., Mattos, P. P., Salis, S. M., & Curto, R. A. (2021). Estrutura de um cambarazal (*Vochysia divergens*) no Pantanal de Mato Grosso. Embrapa Pantanal & Embrapa Florestas.
- Costa, C. P., Cunha, C. N., Costa, S. C. (2010). Caracterização da flora e estrutura do estrato arbustivo-arbóreo de um cerrado no Pantanal de Poconé, MT. *Biota Neotropica*, 10(3), 61-73. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300006>
- Cunha, C. N.; Junk, W. J. (2004). Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grasslands. *Applied Vegetation Science*, (7), p. 103-110. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2004.tb00600.x>
- Haddad, N. M., *et al.* (2023). Mapping Cerrado vegetation physiognomies using remote sensing and machine learning techniques. *Remote Sensing of Environment* (295). <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113676>
- Junk, W. J., & Cunha, C. N. (2024). Inventário das Áreas Úmidas Brasileiras. Cuiabá-MT: Carlini & Caniato Editorial.
- Lenzi, I. L. C., & Nunes, G. M. (2016). Comparação entre os classificadores Support Vector Machine e Spectral Angle Mapper aplicado a diferenciação das fitofisionomias do Parque Estadual do Araguaia (MT). *Revista Geoaraguaia*, 6(1). <https://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/4936>
- Silva, R. A. (2017). Uso de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) para o mapeamento e análise de macrohábitats no Pantanal de Mato Grosso (Master's thesis, UFMT).
- Silva, S. M. (2022). O Pantanal e o Fogo. Documenta Pantanal. <https://documentapantanal.com.br>