

Identificación de áreas prioritarias mediante SIG y teledetección para la restauración ecológica: aportes para la conservación del Doradito Tucumano (Tucumán – Argentina)

Andrea Margarita Díaz¹

Universidad Nacional de Tucumán

<https://orcid.org/0009-0000-0126-0400>

margaret.diaz@filo.unt.edu.ar

RECIBIDO 15-05-2026

ACEPTADO 18-08-2026

Cita sugerida: Díaz, A. M. (2026). Identificación de áreas prioritarias mediante SIG y teledetección para la restauración ecológica: aportes para la conservación del Doradito Tucumano (Tucumán – Argentina). Revista *Huellas*, Volumen 30, N° 2, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado a partir de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2026-3015>

Resumen

La transformación del paisaje asociada a la expansión de la frontera agropecuaria ha incrementado la fragmentación de los ambientes utilizados por el Doradito Tucumano (*Pseudocoloptyx dinelliana*), especie categorizada como Casi Amenazada (NT). Esto compromete la conectividad ecológica y la disponibilidad de hábitats adecuados en la provincia de Tucumán. El objetivo del presente trabajo fue identificar áreas prioritarias para la restauración ecológica mediante la integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG), sensores remotos y análisis multicriterio. Se utilizaron registros de presencia provenientes de GBIF, EcoRegistros y del Sistema Integrado de Biodiversidad, complementados con el área de distribución potencial de la UICN, imágenes Landsat 8/9, índices espectrales NDVI y NDWI, y un Modelo Digital de Elevaciones del Instituto Geográfico Nacional. Mediante álgebra de mapas y la aplicación de criterios de aptitud y exclusión se identificaron 50.481 ha de alta prioridad para la restauración, equivalentes al 2,2 % del territorio provincial. Los resultados muestran que los departamentos de Graneros, Leales y Simoca concentran el 55,9 % de la superficie prioritaria, constituyendo el principal núcleo para recuperar la conectividad del paisaje. La metodología propuesta proporciona una base objetiva para orientar la planificación territorial y priorizar acciones de restauración ecológica con el fin de fortalecer la conservación del Doradito Tucumano en paisajes transformados.



Palabras clave: Fragmentación del hábitat; Restauración ecológica; Conservación; Sistemas de Información Geográfica

Identification of priority areas using GIS and remote sensing for ecological restoration: contributions to the conservation of the Doradito Tucumano (Tucumán – Argentina)

Abstract

Landscape transformation driven by agricultural frontier expansion has intensified the fragmentation of habitats used by the Tucumán Doradito (*Pseudocolopteryx dinelliana*), a Near Threatened (NT) species, reducing ecological connectivity and the availability of suitable habitats in Tucumán Province, Argentina. This study aimed to identify priority areas for ecological restoration through the integration of Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, and multicriteria analysis. Species occurrence records from GBIF, EcoRegistros, and the National Biodiversity Information System were combined with the IUCN potential distribution, Landsat 8/9 imagery, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), the Normalized Difference Water Index (NDWI), and a Digital Elevation Model provided by the National Geographic Institute. Map algebra and suitability and exclusion criteria were applied to identify 50,481 ha of high-priority restoration areas, representing 2.2% of the provincial territory. The results indicate that the departments of Graneros, Leales and Simoca contain 55.9% of the priority area, constituting the main core for restoring landscape connectivity. The proposed methodology provides an objective framework to support territorial planning and prioritize ecological restoration actions aimed at strengthening the conservation of the Tucumán Doradito in highly transformed landscapes.

Keywords: Habitat fragmentation; Ecological restoration; Conservation; Geographic Information System

Identificação de áreas prioritárias utilizando SIG e sensoriamento remoto para restauração ecológica: contribuições para a conservação do Doradito Tucumano (Tucumán – Argentina)

Resumo

A transformação da paisagem impulsionada pela expansão da fronteira agrícola intensificou a fragmentação dos habitats utilizados pelo Doradito Tucumano (*Pseudocolopteryx dinelliana*), uma espécie Quase Ameaçada (NT), reduzindo a conectividade ecológica e a disponibilidade de habitats adequados na província de Tucumán, Argentina. Este estudo teve como objetivo identificar áreas prioritárias para restauração ecológica por meio da integração de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto e análise multicritério. Registros de ocorrência da espécie do GBIF, EcoRegistros e do Sistema Nacional de Informação sobre Biodiversidade foram combinados com a distribuição potencial da IUCN, imagens Landsat 8/9, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), o Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) e um Modelo Digital de Elevação fornecido pelo Instituto Geográfico Nacional. Álgebra de mapas e critérios de adequação e exclusão foram aplicados para identificar 50.481 ha de áreas prioritárias para res-

tauração, representando 2,2% do território provincial. Os resultados indicam que os departamentos de Graneros, Leales e Simoca contêm 55,9% da área prioritária, constituindo o núcleo principal para a restauração da conectividade da paisagem. A metodologia proposta fornece uma estrutura objetiva para apoiar o planejamento territorial e priorizar ações de restauração ecológica destinadas a fortalecer a conservação do Tucumán Doradito em paisagens altamente transformadas.

Palavras-chave: Fragmentação de hábitat; Restauração ecológica; Conservação; Sistema de Informação Geográfica

Introducción

La pérdida acelerada de biodiversidad constituye uno de los principales desafíos ambientales del siglo XXI, impulsada por la transformación de los ecosistemas naturales, el cambio en el uso del suelo y la fragmentación de los hábitats. Estos procesos reducen la disponibilidad de ambientes naturales, alteran la conectividad del paisaje y comprometen la viabilidad de numerosas poblaciones de flora y fauna. Como consecuencia, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) registra actualmente más de 49.000 especies amenazadas, equivalentes al 28 % de las especies evaluadas, de las cuales aproximadamente el 11 % corresponde a aves. Frente a este escenario, la restauración ecológica se ha consolidado como una estrategia fundamental para recuperar la funcionalidad de ecosistemas degradados y favorecer la conservación de especies altamente dependientes de hábitats especializados. Dado que los recursos destinados a la restauración suelen ser limitados, la identificación de áreas prioritarias constituye un paso fundamental para maximizar la eficacia ecológica de las intervenciones y orientar la planificación territorial hacia sectores con mayor potencial de recuperación. En este contexto, la identificación y priorización espacial de áreas posibles de restauración representa una herramienta clave para fortalecer la conservación de la biodiversidad en paisajes sometidos a intensos procesos de transformación territorial.

Tal es el caso del Doradito Tucumano (*Pseudocolopteryx dinedliana*), un tiránido migratorio cuya distribución comprende el norte

de Argentina y sectores adyacentes de Bolivia, Paraguay y Brasil (BirdLife International, 2021). En Argentina, la especie reside en ambientes con vegetación arbustiva próximos a cursos de agua y áreas inundadas, donde se han registrado sitios de nidificación sobre arbustos de *Baccharis lanceolata*. Las primeras descripciones ecológicas realizadas por Dinelli (1933) documentaron esta asociación sobre playas de acarreo y sectores afectados por las crecientes del río Salí. De manera consistente, De la Peña (2025) describe a la especie como característica de vegetación arbustiva cercana a cursos de agua y áreas inundadas. Esta marcada especialización ecológica la hace particularmente sensible a la transformación y degradación de los ambientes que ocupa, motivo por el cual la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) la clasifica actualmente como Casi Amenazada (Near Threatened, NT) y reconoce una tendencia poblacional decreciente (BirdLife International, 2021).

La persistencia de estos ambientes se ha visto comprometida durante las últimas décadas por profundas transformaciones territoriales registradas en las llanuras sedimentarias del centro de Sudamérica. La sustitución de bosques nativos, pastizales y otros ecosistemas naturales por sistemas agrícolas y ganaderos modificó el funcionamiento hidrológico del paisaje- Esto favoreció el ascenso de las napas freáticas, el incremento de la extensión y frecuencia de las inundaciones y una mayor sensibilidad del territorio frente a los eventos de precipitación (Houspanossian et al., 2023).

En el Gran Chaco argentino, estas transformaciones estuvieron estrechamente vinculadas con la expansión de la frontera agropecuaria, que impulsó la conversión progresiva de bosques nativos y otros ambientes naturales en tierras destinadas a la producción agrícola y ganadera. Este proceso alteró la estructura y el funcionamiento del paisaje, redujo la cobertura de vegetación nativa, incrementó la fragmentación del hábitat y afectó procesos ecológicos esenciales para la conservación de la biodiversidad (Jobbágy, 2010).

En la provincia de Tucumán, particularmente en su sector oriental, la expansión de los cultivos de soja y de la caña de azúcar sobre remanentes del bosque chaqueño intensificó la pérdida y fragmentación de la vegetación nativa. Como resultado, se configuró un paisaje dominado por una matriz agroproductiva, donde los parches remanentes de vegetación natural permanecen cada vez más aislados- Este hecho compromete la conectividad ecológica y la disponibilidad de hábitats para numerosas especies.

Como consecuencia, disminuyó la disponibilidad y conectividad de los ambientes utilizados por especies especialistas, entre ellas el Doradito Tucumano. Frente a esta situación, resulta imperante identificar sitios potenciales de restauración y conservación, para poder recuperar la funcionalidad y conectividad de estos ambientes degradados.

Aunque diversos estudios han documentado la distribución del Doradito Tucumano, la transformación del paisaje chaqueño y los efectos de los cambios de uso del suelo sobre la biodiversidad, aún son escasas las investigaciones que integran información ecológica de la especie, teledetección, Sistemas de Información Geográfica y análisis multicriterio para identificar áreas prioritarias de restauración ecológica en ambientes inundables. Esta limitación restringe la planificación territorial de acciones de conservación basadas en criterios espaciales y en la funcionalidad del paisaje.

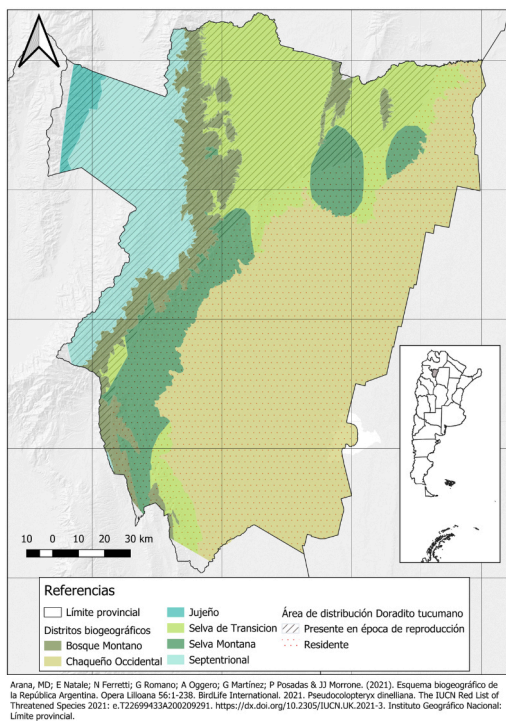
Por lo tanto, el presente trabajo tiene objetivo identificar áreas prioritarias para la restauración ecológica de los ambientes inundables utilizados por el Doradito Tucumano en la provincia de Tucumán mediante la integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG), sensores remotos y análisis multicriterio. Esta metodología constituye una base técnica robusta para recuperar la conectividad ecológica y la funcionalidad del paisaje en territorios transformados. En este contexto, el análisis geoespacial y la teledetección se consolidan como herramientas fundamentales para identificar sectores prioritarios de intervención, evaluar escenarios de restauración y respaldar la planificación territorial y la conservación de la biodiversidad mediante evidencia espacial explícita (Gann et al., 2019).

Área de estudio

El área de estudio comprende el sector de la provincia de Tucumán incluido dentro de la distribución potencial del Doradito Tucumano definida por BirdLife International y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Desde el punto de vista biogeográfico, el área de estudio comprende cinco distritos pertenecientes a tres provincias fitogeográficas: Chaqueño Occidental (Provincia del Chaco), Selva de Transición, Selva Montana y Bosque Montano (Provincia de las Yungas) y el Distrito Septentrional (Provincia del Monte) (Arana et al., 2021) (Figura N° 1).

El Distrito Chaqueño Occidental constituye la unidad biogeográfica de mayor extensión y alberga el principal hábitat de permanencia del Doradito Tucumano. Durante la temporada reproductiva, la

Figura N° 1. Área de estudio, distribución potencial del Doradito Tucumano y distritos biogeográficos de la provincia de Tucumán



Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

especie utiliza ambientes de las Yungas, particularmente la Selva de Transición, el Distrito Septentrional, la Selva Montana y el Bosque Montano, lo que refleja un patrón de uso estacional del paisaje entre las diferentes ecorregiones (Cuadro N° 1).

El territorio comprendido por el área de estudio exhibe una marcada heterogeneidad ambiental, estructurada por un pronunciado gradiente altitudinal. En aproximadamente 170 km de extensión oeste-este se registra una diferencia altitudinal cercana a los 5.000 m, condición que determina la sucesión de ambientes presentes en el territorio. La extensa llanura oriental está dominada por los bosques xerófilos del Distrito Chaqueño Occidental, los cuales transicionan progresivamente hacia las laderas occidentales con la Provincia de las Yungas. Esta última se organiza altitudinalmente en los distritos Selva de Transición, Selva Montana y Bosque Montano; mientras que, también se encuentran representados, aunque en

Cuadro N° 1. Superficie de los distritos biogeográficos presentes en el área de estudio.

Distrito biogeográfico	Superficie (ha)	% del área de estudio
Chaqueño Occidental	1.012.452,52	46,08
Selva de Transición	443.044,59	20,16
Selva Montana	253.492,18	12,56
Bosque Montano	212.149,26	11,54
Septentrional	275.966,35	9,66
TOTAL	2.197.104,90	100

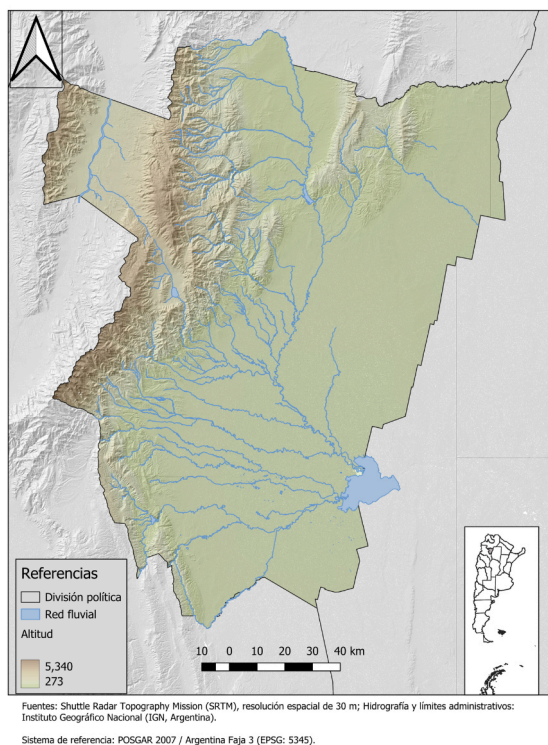
Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

forma marginal, sectores de la Provincia del Monte y de la Provincia Puneña (Zaia, 2012; Arana et al., 2021).

Esta disposición geográfica convierte a la provincia de Tucumán en una isla de mayor humedad dentro de la región del Noroeste Argentino (NOA), influenciada por el anticiclón del Atlántico Sur que emite vientos de componente este (Rubí Bianchi & Cravero, 2010). Durante el invierno, y como consecuencia del bloqueo anticiclónico, las masas de aire penetran más al sur y llegan secas al NOA. Por el contrario, en verano, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) favorece la aparición del centro de baja presión termo-orográfico y el ingreso de humedad. Al atravesar el territorio tucumano, las sierras desempeñan un papel fundamental: las masas de aire se ven obligadas a ascender, lo que produce condensación y precipitaciones sobre las laderas boscosas a barlovento de las Cumbres Calchaquies y las Sierras del Aconquija. De este modo, esta porción central de Tucumán se comporta como un oasis húmedo (clima Cw) lindero a un extenso desierto de clima árido (BW) hacia el oeste, y a una estepa de clima semiárido (BS) hacia el este (Minetti, Poblete y Longhi, 2005).

Las particularidades climáticas y la organización del relieve condicionan directamente el funcionamiento de la red hidrográfica provincial, elemento fundamental en la configuración ambiental del área de estudio (Figura N° 2). La hidrografía está organizada por la cuenca del río Salí-Dulce, principal sistema de drenaje de Tucumán, el cual se encuentra enmarcado en el Norte y Oeste por cordones montañosos escalonados, en el Sudeste por la sierra de Guasayán (Santiago del Estero) y en el Sur y Este por una gran llanura que forma parte del graben chaqueño.

Figura N° 2. Disposición del relieve y red fluvial de la provincia de Tucumán.



Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

Por su disposición, esta red presenta una destacada asimetría hidro-topográfica, donde se observa un fuerte contraste entre los numerosos afluentes de su margen derecha y los escasos fluvios de su margen izquierda (Rivas et al., 2018). La red se origina principalmente en las laderas orientales de las Cumbres Calchaquíes y de la Sierra del Aconquija, desde donde numerosos cursos de agua permanentes y temporarios descienden hacia la llanura oriental.

Materiales y métodos

La investigación se fundamentó en la revisión de bibliografía específica y en los registros documentados del Doradito tucumano (*Pseudocolopteryx dinelliana*) en la provincia. Se recopilaron datos de avistamientos provenientes de las plataformas GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*), de EcoRegistros y del Sistema Inte-

grado de Biodiversidad (SIB) de la Administración Nacional de Parques Nacionales, los cuales se descargaron en formato CSV e ingresaron al software QGIS. Estos registros se transformaron a formato vectorial (Shapefile) mediante la asignación de sus coordenadas geográficas. El marco de referencia espacial del modelo se delimitó a partir del área de distribución oficial de la especie provista por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2021).

Para la caracterización biofísica del paisaje, se seleccionaron cinco escenas satelitales de los sensores Landsat 8 (OLI) y Landsat 9 (OLI-2) provenientes de la plataforma Earth Explorer (USGS). Se priorizaron aquellas con mínima cobertura nubosa (Cuadro N° 2). Estas imágenes abarcan la totalidad del área de estudio y poseen una resolución espacial de 30 metros, adecuada para el nivel de detalle requerido en el análisis de parches de vegetación riparia.

Cuadro N° 2. Detalle de las escenas satelitales Landsat 8 y 9 (Colección 2, Nivel 1) utilizadas para el análisis multiespectral del hábitat de *P. dinelliana*.

Satélite	Sensor	Path/Row (WRS-2)	Fecha de Adquisición	Bandas Utilizadas	Resolución
Landsat 8	OLI	231/078	20/1/2023	B3, B4, B5	30 m
Landsat 8	OLI	231/079	20/1/2023	B3, B4, B5	30 m
Landsat 9	OLI-2	230/078	6/2/2023	B3, B4, B5	30 m
Landsat 9	OLI-2	230/079	6/2/2023	B3, B4, B5	30 m
Landsat 9	OLI-2	231/078	13/2/2023	B3, B4, B5	30 m

Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

Como base topográfica, se utilizó el Modelo Digital de Elevación (MDE-Ar 30) provisto por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Este producto presenta una resolución espacial de 30 metros. El mosaico provincial se conformó mediante el procesamiento de 26 hojas cartográficas a escala 1:50.000 (Cuadro N° 3). Este insumo resultó crítico para la estandarización espacial de todos los productos ráster resultantes del modelo.

Para la identificación de las transformaciones en la cobertura y uso del suelo, se emplearon datos espaciales provistos por el proyecto MapBiomás Argentina (Colección 2). Si bien esta base de datos ofrece una serie temporal continua desde el año 1985 en formato ráster (TIFF), para este análisis espaciotemporal se seleccionaron específicamente las capas correspondientes a los años 1994, 2004, 2014 y 2024. Estas coberturas se importaron al entorno SIG y se procesaron de acuerdo con los códigos de descripción de la le-

Cuadro N° 3. Hojas cartográficas a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN) empleadas para la construcción del mosaico del Modelo Digital de Elevación (MDE-Ar 30).

Serie (IGN)	Hojas Cartográficas (Escala 1:50.000)	Resolución
2763	1	30 m
2766	3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 34, 35, 36	30 m
2966	4, 5, 10, 11	30 m

Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

yenda oficial de la plataforma. Este procedimiento permitió clasificar las categorías de uso de suelo y evaluar la dinámica territorial dentro del área de estudio a lo largo de estas tres décadas.

El procesamiento espacial para caracterizar el territorio se realizó íntegramente en QGIS, plataforma en la cual se calcularon los siguientes índices multiespectrales:

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI): Calculado a partir de las bandas 4 (Rojo) y 5 (NIR) de los sensores OLI/OLI-2. Se utilizó como proxy de la biomasa fotosintéticamente activa para determinar el vigor y la estructura de la vegetación riparia remanente.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI): Calculado con las bandas 3 (Verde) y 5 (NIR). Resultó fundamental para identificar el contenido de humedad en el suelo y las zonas de inundación potencial, factores que definen el hábitat predilecto de *P. dinelliana*.

$$NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$$

Además, a partir del mosaico topográfico se generó un mapa de pendientes (Slope) en grados.

Para excluir los ejidos urbanos y los cuerpos de agua permanentes se utilizaron capas vectoriales, las cuales fueron rasterizadas y procesadas con la herramienta Fill NoData. Se asignó un valor de 1 a las áreas de restricción absoluta y 0 a la superficie de potencial intervención. Este paso permitió homogeneizar la matriz de datos y asegurar la operatividad de la Calculadora Ráster.

El mapa de prioridad final se obtuvo mediante una intersección booleana (álgebra de mapas). Para ello, se filtraron los índices biofísicos (NDVI y NDWI) y la variable topográfica frente a las máscaras de exclusión.

Finalmente, la extracción de datos cuantitativos del modelo espacial se realizó mediante algoritmos de análisis estadístico sobre ráster. Para cuantificar la superficie, se ejecutó la herramienta de Informe de valores únicos de capa ráster. Esto permitió obtener el conteo exacto de píxeles correspondientes a las áreas de alta prioridad. La superficie total se calculó al multiplicar este número de píxeles por el área de cada celda (30 m x 30 m = 900 m²).

Resultados

Del análisis y tratamiento de las capas de usos de suelo, recortadas para la provincia de Tucumán, se obtuvieron los datos que se muestran en el cuadro N°4:

Cuadro N° 4. Evolución de usos de suelo en la provincia de Tucumán.

CATEGORÍA	1994	2004	2014	2024
Bosque cerrado	1.148.127,52	1.045.103,31	966.965,25	912.812,39
Bosque abierto	13.568,01	20.004,77	14.078,66	19.653,08
Bosque inundable	4,21	867,74	117,1	177,95
Herbáceas inundables	1.702,59	1.287,03	1.025,67	2.352,19
Herbáceas	121.580,75	136.034,05	122.832,43	154.195,59
Arbustos y herbáceas	140.866,8	144.627,58	143.373,43	111.883,17
Pasturas	3.345,05	51.195,96	78.300,75	84.849,93
Cultivos perennes	5.444,85	29.399,22	43.892,01	83.086,09
Cultivos temporarios	642.147,39	669.102,12	715.282,93	697.200,97
Mosaico de usos	2.502,25	2.590,35	2.448,63	2.533,55
Arbustales cerrados	29.540,87	14.370,92	25.479,73	17.370,8
Arbustales abiertos	69.621,03	71804,8	68.728,9	92.197,07
Otras áreas no vegetadas	26.154,27	16.753,78	16.095,84	19.157,84
Cuerpos de agua	17.463,03	18.341,97	18.579,98	16.639,4
Hielo en superficie	18,43	28,52	16,44	3,01
Áreas urbanas	36.957,39	38.374,46	39.339,61	40.282,26

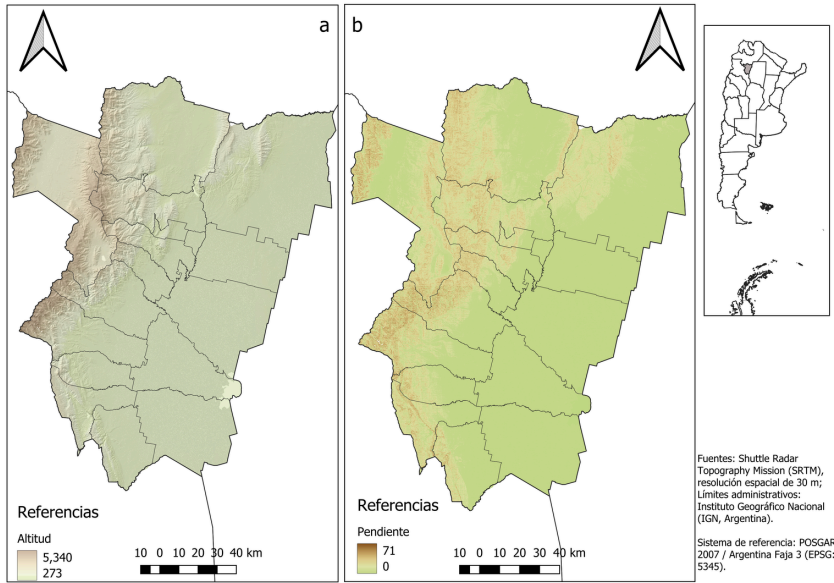
Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

Los resultados evidencian un proceso de antropización del territorio en los últimos 30 años. La disminución del bosque cerrado coincide con un aumento en la superficie cultivada, pasturas y áreas urbanas. En este periodo se da una simplificación estructural, caracterizada por la reducción de la superficie natural y el predominio de la matriz agropecuaria. Este proceso fragmenta el paisaje y afecta la

conectividad ecológica, regulación hidrológica y la disponibilidad de hábitats para la biodiversidad.

Por otro lado, a partir del Modelo Digital de Elevaciones (MDE-Ar) se generó un mapa altitudinal que expone un marcado gradiente de oeste a este, con valores entre los 5.000 y los 300 msnm (Figura 3a). Adicionalmente, se elaboró el mapa de pendientes, expresado en grados, con variaciones de 0° a 71° (Figura 3b). La distribución espacial de esta variable influye de manera directa en la dinámica de los procesos geomorfológicos e hidrológicos. Las áreas de mayor inclinación favorecen el incremento de la velocidad del escurrimiento superficial y de los procesos erosivos. En contraposición, las pendientes suaves predominantes en la llanura facilitan la infiltración, la acumulación de sedimentos y el desarrollo de actividades agrícolas. El contraste entre los sectores montañosos y la llanura evidencia la transición geomorfológica característica de la provincia de Tucumán, la cual pasa de un relieve abrupto en el oeste a superficies progresivamente más planas en dirección al este.

Figura N° 3. Características físicas de Tucumán



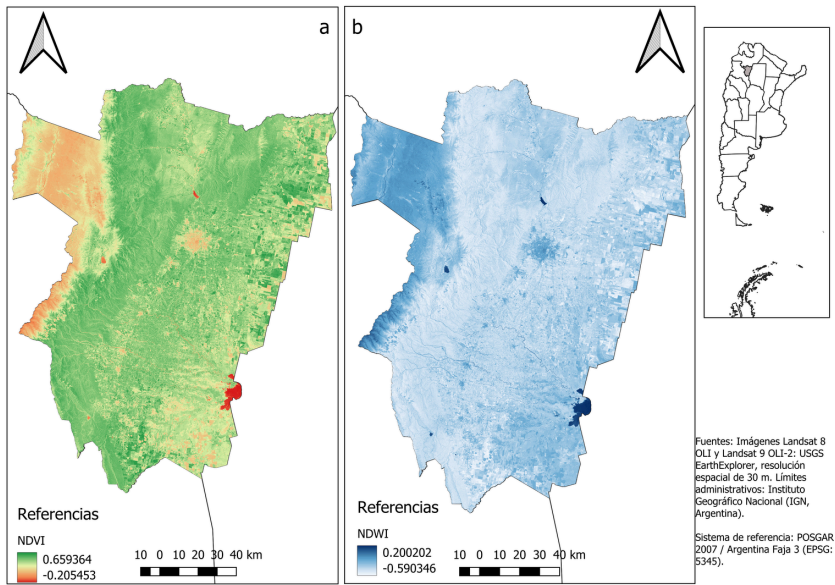
Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

A partir del cálculo del índice NDVI, se observó que los valores más elevados corresponden a áreas con mayor cobertura vegetal

(Figura 4a). Estos sectores se asocian a bosques, vegetación ribereña y áreas agrícolas con cultivos en pleno desarrollo. En contraste, los valores bajos predominan en los cuerpos de agua, las zonas con afloramientos rocosos y las superficies con escasa vegetación. Asimismo, el sector oriental de la provincia presenta un patrón en mosaico que refleja la diversidad de usos del suelo y los distintos estados fenológicos de los cultivos.

Por su parte, los resultados del NDWI indican una disponibilidad limitada de humedad en el suelo (Figura 4b). Los valores más altos se concentran en embalses y en tramos específicos de la red hidrográfica provincial. Comparativamente, ambos índices demuestran que la distribución de la cobertura vegetal no coincide con la disponibilidad de humedad superficial. Mientras que el NDVI identifica áreas con elevada actividad fotosintética en el piedemonte y la llanura oriental, el NDWI muestra valores cercanos a cero, señal de contenidos de humedad relativamente bajos en esas mismas zonas.

Figura N° 4. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) e Índice de Diferencia Normalizada del Agua (NDWI)



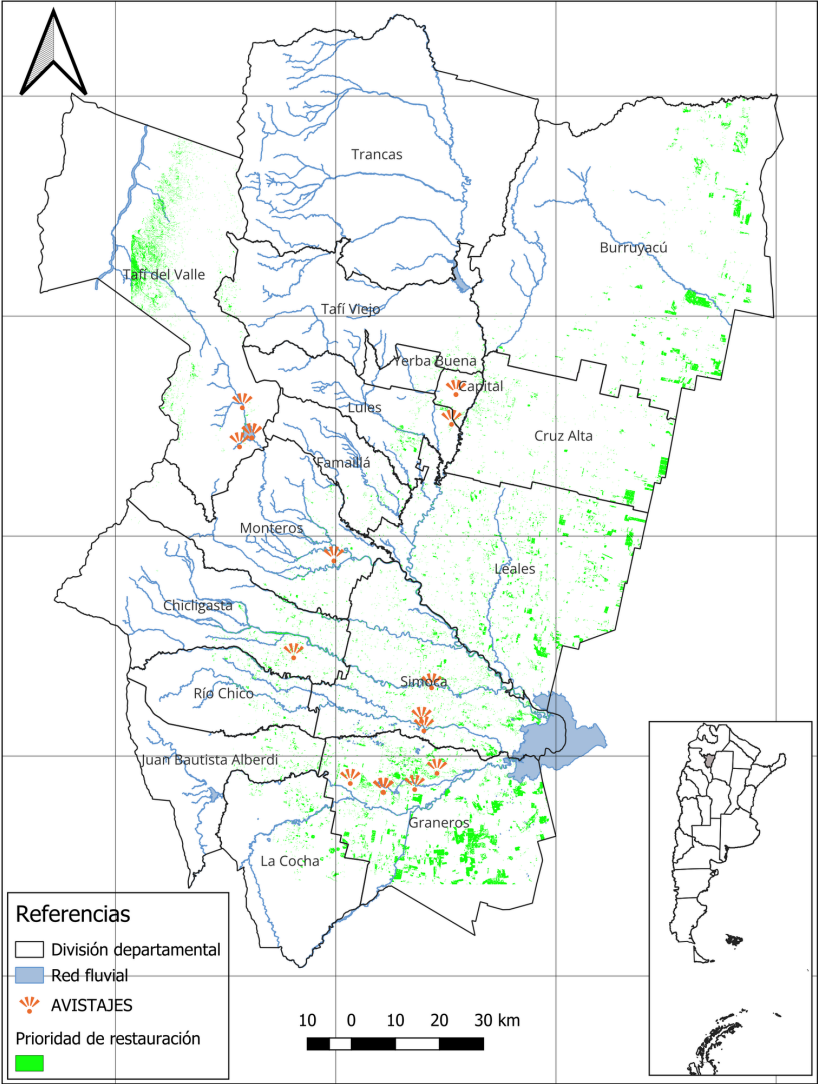
Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

El modelo geoespacial multicriterio permitió identificar una superficie total de 50.481 hectáreas con alta prioridad para la restauración.

ración del hábitat de *P. dinelliana* en la provincia de Tucumán (Figura N° 5). Esta cifra representa apenas el 2,2% del territorio provincial, lo que pone de manifiesto la extrema reducción y fragmentación del nicho ecológico original de la especie en la región. Si a esta información, se le agregan los avistajes del Doradito, observamos que el territorio con alta prioridad coincide con los datos de avistajes obtenidos.

En cuanto a la distribución espacial, se observa que la mayor concentración de áreas prioritarias se localiza en la porción sudoriental de la provincia, correspondiente al Distrito del Chaco Occidental (Cuadro N° 5). Esta unidad biogeográfica actúa como un núcleo de resiliencia ambiental para la especie puesto que concentra en solo tres departamentos (Graneros, Leales y Simoca) el 55,9% de la superficie apta remanente (28.166 ha).

Figura N° 5. Sitios potenciales de restauración y avistajes del doradito tucumano.



Arana, MD; E Natale; N Ferretti; G Romano; A Oggero; G Martínez; P Posadas & JJ Morrone. (2021). Esquema biogeográfico de la República Argentina. Opera Lilloana 56:1-238. BirdLife International. 2021. Pseudocolaptes dinelliana. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T22699433A200209291. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3>. Instituto Geográfico Nacional: Límite provincial.

Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

Cuadro N° 5. Superficie de alta prioridad para la restauración del hábitat de *P. dinelliana* desglosada por jurisdicción departamental en la provincia de Tucumán.

Departamento	Superficie (ha)	% Total
Graneros	15.487	30,7
Leales	6.425	12,7
Simoca	6.254	12,4
Otros	22.315	44,2
Total provincial	50.481	100

Fuente: Elaboración propia. Año 2026.

El departamento Graneros se destaca como el área de mayor relevancia crítica, con una superficie de 15.487 ha (30,7% del total provincial). Le siguen en importancia los departamentos Leales con 6.425 ha (12,7%) y Simoca con 6.254 ha (12,4%). El resto de la superficie de prioridad (22.315 ha) se encuentra dispersa en parches de menor tamaño distribuidos principalmente a lo largo de la cuenca baja del río Salí.

Discusión

La identificación de apenas 50.481 ha de alta prioridad evidencia la crítica situación de los remanentes de bosques en el territorio tucumano. Este remanente, que representa solo el 2,2% del territorio provincial, no solo es cuantitativamente escaso, sino que se encuentra inmerso en una matriz antrópica altamente fragmentada por el uso del suelo agrícola y urbano. Como se observó del análisis interdecadal, la velocidad de la deforestación ha superado la capacidad de regeneración natural de los bosques, y deja a especialistas como *Pseudocolopteryx dinelliana* en una situación de vulnerabilidad extrema.

La concentración del 55,9% de las áreas prioritarias en los departamentos del sudeste de la provincia (Graneros, Leales y Simoca) no es casual. Históricamente, el distrito biogeográfico correspondiente al Chaco Occidental ha conservado una dinámica hídrica más activa asociada a la cuenca baja del río Salí, lo que coincide con los registros históricos de Dinelli (1918). Sin embargo, la dominancia de Graneros (30,7% del total) sugiere que este departamento actúa como el principal núcleo de resiliencia para la especie. En este sentido, la sola preservación de parches remanentes resulta insuficiente, y de acuerdo con los principios de la ecología de la restauración (Gann et al., 2019), es necesario trascender la protección de fragmentos ais-

lados y avanzar hacia la recuperación de la conectividad funcional del paisaje. La identificación de estas áreas permite establecer una base espacial concreta para planificar acciones de restauración a escala regional.

Los resultados indican, además, que el tramo inferior del Salí y otros cursos fluviales que desembocan directamente en el embalse de Río Hondo, deben ser considerados como corredores biológicos de prioridad. La fuerte asociación entre las áreas identificadas y las cuencas hidrográficas del sur refuerza la idea de que la restauración de los bosques riparios no solo beneficia a la especie en estudio, sino que constituye una estrategia clave de infraestructura verde para la protección de cuencas en contextos de transformación productiva. Asimismo, la dispersión de parches observada en el resto de la provincia sugiere que intervenciones de restauración de menor escala, particularmente en riberas, podrían funcionar como *stepping stones*, y facilitar así la conectividad entre las poblaciones del sudeste y otros sectores de la llanura oriental.

Estos pequeños parches naturales desempeñan un papel funcional al actuar como áreas intermedias que favorecen el desplazamiento de las especies entre hábitats aislados, reducen los efectos de la fragmentación y fortalecen la conectividad ecológica del paisaje, por lo que constituyen elementos estratégicos para la restauración y la planificación territorial (Xu et al., 2024). Desde la perspectiva de la biogeografía de la conservación, la identificación de estos parches funcionales aporta criterios espaciales para priorizar acciones de conservación y restauración. Y, en este sentido, integrar la distribución de las especies con la estructura del paisaje y favorecer la persistencia de la biodiversidad en ambientes transformados (Whittaker et al., 2005; Luna-Vega et al., 2009; Escalante & Morales, 2015).

La metodología geoespacial empleada demuestra ser una herramienta robusta para la toma de decisiones en materia de conservación. En tanto, la aplicación de una Evaluación Multicriterio (MCE) mediante Sistemas de Información Geográfica permitió no solo identificar, sino también espacializar áreas críticas para la restauración de la conectividad del hábitat. El uso de máscaras de exclusión resultó particularmente relevante, ya que permitió discriminar aquellas áreas que, aunque biológicamente aptas, presentan limitaciones irreversibles, debido a la consolidación urbana. Este enfoque optimiza la asignación de recursos, para priorizar áreas con mayor factibilidad de intervención, como el departamento de Graneros, donde

el impacto potencial sobre la viabilidad de *Pseudocolopteryx dinelliana* es más significativo.

Referencias bibliográficas

- Arana, MD; E Natale; N Ferretti; G Romano; A Oggero; G Martínez; P Posadas & JJ Morrone (2021). Esquema biogeográfico de la República Argentina. *Opera Lilloana* 56:1-238. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11336/135044>
- Azcuy Ameghino, E., & Ortega, L. E. (2010). Sojización y expansión de la frontera agropecuaria en el NEA y NOA: transformaciones, problemas y debates. *Documentos del CIEA*, 5, 141-159.
- BirdLife International (2021). *Pseudocolopteryx dinelliana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22699433A200209291.en>
- Capllonch, P., Ortiz, D., & Soria, K. (2008). Importancia del litoral fluvial argentino como corredor migratorio de aves. *INSU-GEO, Miscelánea*, 17, 107-120.
- Díaz Gómez, A. R., & Gaspari, F. J. (2017). Cambio de cobertura y uso del suelo en la zona ribereña en cuencas subtropicales del noroeste argentino. *Quebracho*, 25(1-2), 28-39.
- Dinelli, L. M. (1933). El tiránido *Pseudocolopteryx dinellianus* y su nido. *El Hornero*, 5(2), 221-222.
- EcoRegistros (2024). Registros ecológicos de la comunidad: *Pseudocolopteryx dinelliana*. <https://www.ecoregistros.org> (consultado marzo 2026).
- Escalante, T., & Morales, R. (2015). Biogeografía de la conservación: Prioridades y desafíos. *Biogeografía*, 8, 36-44.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, K., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Dixon, K., & Dixon, N. (2019). *International principles and standards for the practice of ecological restoration* (2nd ed.). Restoration Ecology, 27(S1), S1-S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- GBIF.org (2026). GBIF occurrence download. <https://doi.org/10.15468/dl.wefczv>
- Houspanossian, J. (2023). Agricultural expansion raises groundwater and increases flooding in the South American plains. *Science*, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.add5462>
- Instituto Geográfico Nacional (2025). *Atlas geográfico de la República Argentina* (14.a ed.).
- Jordan, E. A. (2018). *Filogenia, biogeografía y evolución del comportamiento en los doraditos (Pseudocolopteryx: Tyrannidae: aves)*. [Tesis doctoral] Universidad Nacional de La Plata.
- Luna-Vega, I., Morrone, J. J., & Escalante, T. (2009). Conservation biogeography: A viewpoint from evolutionary biogeography. En M. Gailis & S. Kalniņš (Eds.), *Biogeography* (pp. 171-182). Nova Science Publishers.
- Madariaga, M. (1998). *La expansión de la frontera agraria en el este de Tucumán*. [Tesis doctoral] Universidad Nacional de Tucumán.
- Malizia, S., García Moritán, M., & Brown, A. D. (2014). *La ruta del azúcar: 200 años promoviendo el desarrollo regional*. Ediciones del Subtrópico.
- Minetti, J. L., Poblete, A. G. y Longhi, F. (2005). Los mesoclimas del Noroeste argentino. En: J. L. Minetti (Ed.), *El clima del Noroeste Argentino* (pp. 217-233). San Miguel de Tucumán: Ed. Magna.

Montenegro, C., Gasparri, I., Manghi, E., Strada, M., Bono, J., & Parmuchi, M. G. (2004). *Informe sobre deforestación en Argentina*. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Ortiz, D., Aráoz, R., & Capllonch, P. (2005). Registros novedosos de doraditos (*Pseudocolopteryx*) en la provincia de Tucumán. *Nuestras Aves*, 52, 24–25.

Ortiz, D., Capllonch, P., Avelaño, S., Mananí, J., Quiroga, O., & Moreno Ten, T. (2013). Los passeriformes de Tucumán, Argentina: lista, distribución y migración. *Biológica*, 16, 39–71.

Pero, E. J. I., Casagrande, E., Cristobal, L., Wottitz, A., & Gasparri, N. I. (2020). Evaluación del déficit de bosques de ribera en Tucumán. *Ecología Austral*, 30(3), 484–496. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.3.0.1097>

Proyecto MapBiomás Argentina. (2024). *Colección 2 de los Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo de Argentina*. Recuperado de <https://argentina.mapbiomas.org/>

Rivas, A., Batista Zamora, A., Aguilar, A. y Spinelli de la Rosa, G. (2018). vulnerabilidad de la población en ambientes rurales semiáridos: el caso de la comuna rural Lamadrid (provincia de Tucumán, Argentina). *América Latina en las últimas décadas: procesos y retos*.

Rubi Bianchi A., Cravero S. A. (2010). Atlas climático digital de la República Argentina. Salta: Ediciones INTA.

Whittaker, R. J., Araújo, M. B., Jepson, P., Ladle, R. J., Watson, J. E. M., & Willis, K. J. (2005). Conservation biogeography: Assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 11(1), 3–23. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x>

Xu, D., Peng, J., Jiang, H., Dong, J., Liu, M., Chen, Y., Wu, J., & Meersmans, J. (2024). Incorporating barriers restoration and stepping stones establishment to enhance the connectivity of watershed ecological security patterns. *Applied*

Geography, 170, 103347.

Zaia, D. G. (2012). *Naturaleza & naturalistas en Tucumán*. Sin datos editoriales.

Notas

- 1 Jefa de Trabajos Prácticos en la materia Geografía de los Sistemas Naturales III -Biogeografía-. Integrante de los proyectos PIUNT *Infraestructura de Datos Espaciales orientada a la docencia y la investigación sobre temas relacionados al ordenamiento del territorio y Nueva Ruralidad en el territorio tucumano y los ODS*.