

Análisis comparativo de abundancia, uso de recursos y comportamiento de *Quiscalus niger brachypterus*, en relación a las características espaciales de vegetación y urbanización en tres tipos de hábitat en Mayagüez (Puerto Rico), mediante ArcGIS.

Laura C. Gómez-Castro

Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez
Autor de correspondencia: Laura.gomez5@upr.edu

Abstract

This study integrated ecological field data and spatial analysis using GIS to analyze the relationship between abundance, resource use, and behavior of *Quiscalus niger brachypterus* in the landscape comprising three habitats in Mayagüez, Puerto Rico: UPRM, Parques próceres, and Finca Alzamora. Point counts and focal observations were conducted to record abundance, substrate use, and behavior, while Sentinel-2 images were processed in ArcGIS Pro to calculate vegetation (NDVI) and urbanization (NDBI) indices, in addition to a supervised classification of the landscape. The results showed marked differences between sites: UPRM was the most urbanized site according to NDBI (-0.08) and had the highest abundance (57%), followed by the Finca (41%), which had the highest NDVI (0.53), while the Park, with moderate vegetation but low availability of anthropogenic resources, recorded only 2% abundance for *Q. niger brachypterus*. The use of substrates and behaviors coincided with the predominance of human infrastructure and anthropogenic foraging at UPRM, while flight behaviors and use of natural vegetation were recorded at the Farm, suggesting a role for connectivity in the landscape. Supervised classification confirmed spatial patterns of urbanization and vegetation cover that explain the observed distribution. In conclusion, urbanization better explained the presence of the chango than vegetation, considering that this supports the synanthropy of the species.

Keywords: abundance, habitat, anthropogenic, SIG, ArcGIS, NDVI, NDBI.

Resumen

El presente estudio integró datos ecológicos de campo y análisis espaciales mediante SIG para analizar la relación entre la abundancia, uso de recursos y comportamiento de *Quiscalus niger brachypterus* en el paisaje que conforman tres hábitats de Mayagüez, Puerto Rico: UPRM, Parques próceres y Finca Alzamora. Se realizaron conteos por puntos y observaciones focales para registrar abundancia, uso de sustratos y comportamientos, mientras que imágenes Sentinel-2 se procesaron en ArcGIS pro para calcular índices de vegetación (NDVI) y urbanización (NDBI), además de una clasificación supervisada del paisaje. Los resultados mostraron diferencias marcadas entre sitios: siendo UPRM, el sitio más urbanizado según NDBI (-0.08), y con mayor abundancia (57%), seguido por la Finca (41%) que exhibió el NDVI más alto (0.53), mientras que el Parque, con vegetación moderada pero baja disponibilidad de recursos antropogénicos, registró solo un 2% de abundancia para *Q. niger brachypterus*. El uso de sustratos y los comportamientos coincidieron con que en UPRM predominó el uso de infraestructura humana y el forrajeo antropogénico, mientras que en la Finca se registraron comportamientos de vuelo y uso de vegetación natural, sugiriendo un papel de conectividad en el paisaje. La clasificación supervisada confirmó patrones espaciales de urbanización y cobertura vegetal que explican la distribución observada. En conclusión, la urbanización explicó mejor la presencia del chango que la vegetación, considerando que esto respalda la sinantropía de la especie.

Palabras claves: abundancia, hábitat, antropogénico, SIG, ArcGIS, NDVI, NDBI.

Introducción

La isla de Puerto rico, representa un alto potencial de hábitats que favorece a la abundancia de aves locales, convirtiéndolo en un sitio de estudio clave para evaluar dinámicas ecológicas pese a su delimitada extensión territorial (Domínguez-Cristóbal, 2009). Actualmente, los estudios sobre la abundancia de aves urbanas son de gran relevancia, debido al incremento acelerado de áreas construidas y sus efectos sobre la biodiversidad (Medrano-Guzmán et al., 2020). Este fenómeno antrópico, juega un papel fundamental en la presencia, abundancia y distribución de las especies, ya que los cambios en la estructura del paisaje actúan como aspectos determinantes al favorecer a especies tolerantes a ambientes antropogénicos, mientras se excluyen a otras con mayor sensibilidad ambiental (González-Oreja et al., 2017).

Entre las especies adaptadas a los paisajes urbanos de Puerto Rico, se destaca *Quiscalus niger brachypterus*, un ave endémica conocida localmente como chango o mozambique, perteneciente a la familia Icteridae (Pérez-Rivera & Molina-Opi, 2020; Pérez-Rivera, 2000). Esta fue registrada para la isla en el siglo XIX, desde entonces, su presencia se ha visto en aumento en las últimas décadas debido a su capacidad para explotar recursos de origen humano, integrarse a la infraestructura urbana y persistir en ambientes fuertemente modificados (Collazo et al., 2002). Su éxito en estos entornos, está estrechamente relacionado con su amplio nicho ecológico, correspondiente al conjunto de características ambientales y usos que la especie puede darles a los diferentes recursos para subsistir. A nivel trófico, no ocupa un lugar definido ya que es un ave generalista de dieta amplia, que se alimenta de acuerdo a la disponibilidad del recurso, incluyendo frutos, insectos, pequeños vertebrados, carroña y desechos de comida humana (Graves, 2006).

Por su parte, la selección de hábitat por parte del chango es clave para estudiar y entender su distribución entre áreas con distintos grados de urbanización. El patrón más recurrente para esta especie son los espacios con variedad de recursos alimentarios, entre los que se destacan áreas verdes urbanas, bordes y espacios abiertos derivados por disturbios ambientales (Suarez-Rubio & Thomlinson, 2009). Aunque el chango es una de las aves más comunes en Puerto Rico, su ecología en relación con el paisaje urbano ha sido poco estudiada. La mayoría de las observaciones son derivadas de estudios generales sobre diversidad de aves urbanas, sin integrar herramientas espaciales. Esta falta de información limita nuestra comprensión de cómo factores como la vegetación, la urbanización y la estructura espacial del hábitat influyen en su abundancia, patrones de comportamiento y uso de sustratos.

Ante este vacío, resulta esencial desarrollar estudios que combinen observaciones ecológicas directas con análisis espaciales basados en herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) y datos de percepción remota. Así, el uso de imágenes multiespectrales toma relevancia, ya que permite obtener información de varios rangos del espectro electromagnético, que revela propiedades particulares de la superficie a través de la composición de bandas (Fernández-Juricic, 2000). Para ello, se hace uso de técnicas como el índice de vegetación NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) y el índice de área construida o urbanización NDBI (Normalized Difference Built-Up Index).

El NDVI permite evaluar la cobertura vegetal y su estado, así como detectar cambios asociados a procesos ecológicos o antrópicos respecto a la misma. Este índice es ampliamente usado por su capacidad para reflejar la cobertura vegetal y vigorosidad respectivamente, ya que calcula valores de acuerdo a la reflectancia de las bandas rojas (Red) e Infrarroja cercana (NIR), que permite estimar como ha cambiado el paisaje con respecto a las áreas que ocupan los diversos tipos de plantas (León, 2023). Por su parte, el índice de áreas construidas (NDBI), permite estimar superficies urbanas con respecto a zonas verdes o suelos desnudos, mediante las bandas Infrarroja corta (SWIR) e Infrarroja cercana (NIR) (Grajales-Delgado, 2025). El uso de ambos indicadores, hace posible cuantificar la vegetación y urbanización de forma estandarizada.

Del mismo modo, los métodos de clasificación supervisada contribuyen a la identificación y de tipos de cobertura o usos del suelo con respecto a sus firmas espectrales, facilitando la elaboración de mapas temáticos detallados que respaldan los resultados de los Índices de NDVI y NDBI, fundamentales para entender aspectos ecológicos de las especies frente a la influencia de la estructura del paisaje determinada por la disponibilidad de componentes naturales y/o antropogénicos (Alcaraz-Segura et al., 2008). Por ello, el objetivo de este estudio es analizar la abundancia, el uso de recursos y patrones de comportamiento del chango *Quiscalus niger brachypterus* en tres áreas del municipio de Mayagüez con diferentes grados de intervención humana: Universidad de Puerto Rico recinto de Mayagüez (UPRM), Parque de los Próceres y Finca Alzamora.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la abundancia, uso de recursos y comportamiento de *Quiscalus niger brachypterus* en tres hábitats de Mayagüez (Puerto Rico), con respecto a las características espaciales de vegetación y urbanización, mediante el uso de la herramienta de percepción remota y sistema de información geográfica ArcGIS.

Objetivos Específicos

- Registrar la abundancia relativa de *Quiscalus niger brachypterus* en tres hábitats del municipio de Mayagüez, Puerto Rico.
- Evaluar el uso de recursos y comportamiento (forrajeo, agresión, vocalización y vuelo) del chango en función de cada hábitat.
- Analizar las características espaciales del paisaje, determinando el grado de cobertura vegetal y urbanización mediante el cálculo de índices espectrales (NDVI y NDBI) derivados de imágenes satelitales Sentinel-2 en ArcGIS.
- Relacionar la abundancia y comportamiento de la especie con las variables espaciales del entorno (cobertura vegetal, y urbanización) utilizando análisis estadísticos y mapas temáticos generados en ArcGIS.

Metodología

Área de Estudio

Esta investigación se llevó a cabo en el Municipio de Mayagüez (18.2011°N - 67.1396°O) ubicado al suroeste de Puerto Rico, a una altitud media de 93 msnm y máxima de 878 msnm, cuenta con valles fluviales tallados principalmente por el río Yagüez y el río Guanajibo, que conceden riqueza fluvial a esta región de la isla. La temperatura promedio anual en esta zona es de 26°C y la humedad relativa anual es del 76%, la tendencia climática de la zona es entre húmeda y calurosa, acompañada de temperaturas que alcanzan hasta los 35°C en el verano (diciembre-abril), y 18°C en invierno (agosto-octubre), un periodo de clima seco y fresco con alta frecuencia de tormentas (Crespo-Acevedo, 2022).

Este municipio, se caracteriza por ser un territorio bastante diverso con suelos que permiten la formación de llanuras costeras, pantanos, colinas y montañas (Muñoz et al., 2017). Para el año 2020 la expansión intensiva de la urbanización aumentó significativamente, esta distribución se compone de elementos de infraestructura residencial, y vial; así mismo, en Mayagüez se reporta un índice alto de deforestación, ocasionado principalmente por las actividades de intervención humana en los ecosistemas, en donde desarrollan actividades agropecuarias, tratándose de terrenos transformados a pastizales para la siembra de cultivos como la caña de azúcar, el plátano, el café y el tabaco (Sepúlveda, 1997). Para este estudio, se seleccionaron tres sitios de muestreo en el municipio de Mayagüez, El Parque de los Proceres, El recinto Universitario y la Finca Alzamora, en los cuales se asignaron tres puntos de observación.

Métodos de Campo

Muestreo de aves

Para la recolección de datos sobre la abundancia poblacional de *Quiscalus niger brachypterus*, en las tres áreas seleccionadas, se hizo un muestreo en los meses de octubre y noviembre. Para ello, se realizaron 3 visitas por sitio de muestreo en horario de 7:00 am. En cada una de los sitios se establecieron 3 puntos de conteo con un radio de 25 metros y campo visible de 360° , los cuales se ubicaron entre ellos a una distancia mínima de 150 metros para minimizar el recuento por repetición. Una vez establecidos los puntos, nos disponemos para hacer el avistamiento a través de binoculares durante un periodo de 15 minutos desde la hora inicial y el uso de la aplicación Merlin Bird ID de Cornell Lab para el reconocimiento de vocalizaciones de la especie de interés (Ralph et al., 1997; Wunderle, 1994).

Uso de recurso y comportamiento

Para determinar el uso de recursos y comportamiento de *Quiscalus niger brachypterus*, se hizo la elección aleatoria de individuos para observarlos por un periodo de 5 minutos y hacer anotaciones de los comportamientos vistos (forrajeo natural, forrajeo antropogénico, vuelo,

agresión, vocalización), Así como también los lugares donde fueron vistos (sobre árboles, grama, carretera, sillas, mesas).

Análisis espacial del paisaje (NDVI y NDBI)

Para analizar las áreas de estudio, inicialmente se llevó a cabo el reconocimiento general de los hábitats a través de rasgos visuales identificados en las visitas a campo. Posteriormente, se hizo búsqueda en la base de datos de Copernicus Open Access Hub de una imagen satelital obtenida de Sentinel-2 level 2, en fechas próximas al desarrollo de la fase de muestreo (07 noviembre 2025), con resolución espacial (Tamaño del pixel) entre 10 a 20 metros, incluyendo criterios de cobertura nubosa mínima <10%.

Una vez obtenido el paquete de datos correspondiente a la imagen de selección, se verificó que el Sistema de coordenadas coincidiera con el original: WGS 1984 UTM Zona 19N. Luego, se importaron en el software ArcGIS pro versión 3.3 las bandas B4, B8 y B11, para esta última se aplicó un ajuste en el tamaño de pixel, pasando de 20 m a 10 m para estandarizar su resolución espacial con respecto a las otras bandas a través de la herramienta Resample. Seguidamente, se generó un raster multibanda (Composite Bands) para proceder con el cálculo de índices (NDVI, NDBI) (Pennington & Blair, 2011).

El análisis espacial consistió en hacer un recorte (Clip) del municipio de Mayagüez, en donde se agrupan las tres áreas de estudio seleccionadas. Una vez generada la imagen funcional para el respectivo análisis, se importaron sobre ella las coordenadas GPS junto con la abundancia de la especie *Quiscalus niger brachypterus*, para cada uno de los puntos de muestreo conforme a cada sitio: UPRM, Parque de los Próceres, y Finca Alzamora (n = 9; tres por sitio), mediante Add XY Data, ubicando los puntos exactos en el mapa. Para llevar a cabo el cálculo del Índice de vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Áreas Construidas (NDBI), se ingresaron y corrieron las siguientes formulas en Raster Calculator, respectivamente:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR}$$

Estos índices fueron calculados para todo el clip, por lo que de estos datos se extrajeron los valores específicos de los puntos GPS cargados anteriormente, a través de la herramienta Extract Multi Values to Points. Esta herramienta asignó a cada punto GPS el valor de NDVI y NDBI correspondiente a la ubicación, con ellos se calcularon promedios por sitio, obteniendo así un índice representativo para UPRM, Parque de los Próceres y Finca Alzamora. De igual forma, se hizo una clasificación supervisada (Maximum Likelihood Classification) de uso del suelo, basada en las categorías: vegetación, agua, infraestructura, suelo descubierto y calles, para visualizar la conformación del paisaje frente a los datos de campo en cada hábitat. Finalmente, se elaboraron mapas temáticos para el índice NDVI, NDBI y uso del suelo.

Resultados y Discusión

En total, se registraron 64 individuos de *Quiscalus niger brachypterus* durante el periodo de estudio, comprendido entre los meses de octubre y noviembre. Referente a los sitios de muestreo, el mayor número de individuos se presentó en la UPRM (36; 57% del total), seguido por la Finca Alzamora (26; 41%) y el Parque Próceres (1 individuo; 2%) con dos de los tres puntos de muestreo sin avistamientos (Figura 1). Ahora bien, la evaluación estadística entre sitios, a través de la prueba Kruskal–Wallis usada comúnmente para tamaños de muestras pequeñas agrupadas ($n=3$), no detectó diferencias significativas entre los tres sitios ($H = 4.95$, $p = 0.084$). Sin embargo, el patrón numérico muestra una variación clara de abundancia entre ambientes, lo cual es consistente con los usos de sustratos, comportamiento e Índices espectrales hallados.

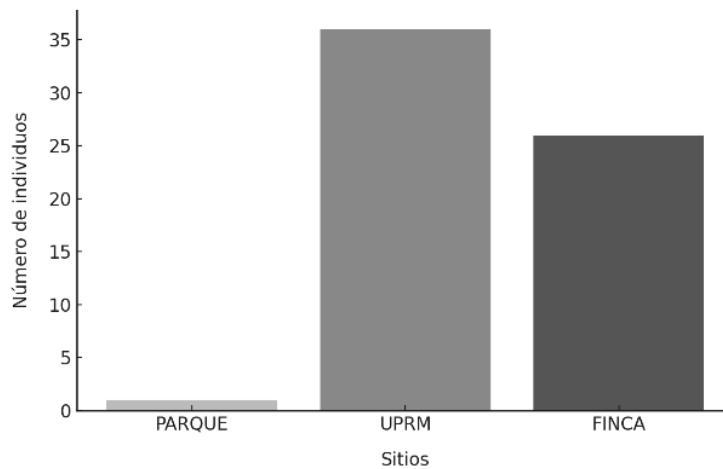


Figura 1. Abundancia de *Quiscalus niger b.* en sitios de muestreo (Parque, UPRM y Finca). Se encontró alta variación en el número de datos, UPRM (media = 12 individuos), Finca Alzamora (media = 8.67). Y en contraste, el Parque Próceres con valores extremadamente bajos (media = 0.33).

El uso de sustratos por el chango mostró tres elementos principales clasificados como Aire, estructura humana y vegetación. En UPRM, los individuos utilizaron predominantemente el sustrato de vegetación (44%), seguido de la estructura humana (31%) y el aire (25%) lo cual coincide con la alta heterogeneidad del sitio, y sus características de ambiente urbano combinado con vegetación ornamental (Figura 2). Así también, el comportamiento más frecuente en este lugar fue el de forrajeo antropogénico, determinado por la disponibilidad de perchas artificiales y fuentes alimenticias humanas (desperdicios, comederos accidentales, restos de comida), que contribuye a la selección de este sitio por la especie (Figura 3).

Mientras que, para la Finca Alzamora, el sustrato más usado fue el aire (62%), seguido de la estructura humana (27%) y finalmente la vegetación (11%), coherente con sus características de área rural abierta y elementos agrícolas, y consecuente a los comportamientos más registrados, que incluyeron vuelo y desplazamientos entre árboles (Figura 2, 3). Por último, en el Parque de los Próceres, la abundancia extremadamente baja limitó el registro de

comportamientos y uso de sustratos, lo cual está estrechamente relacionado con su estructura, ya que, aunque posee vegetación, no ofrece suficientes recursos antropogénicos, y la gestión del espacio (limpieza, baja acumulación de residuos) reduce las oportunidades de forrajeo para esta especie oportuna (Figura 2, 3) (Bárbaro & Halder, 2009).

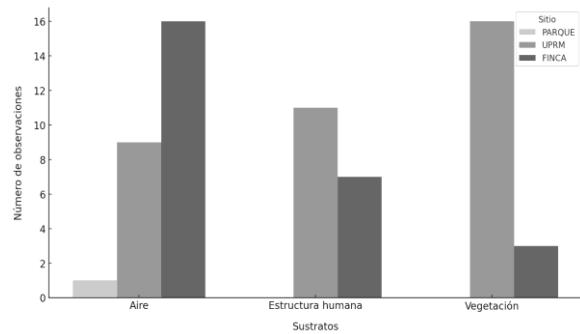


Figura 2. Número de observaciones de *Quiscalus niger b.* en tres tipos de sustratos (aire, estructura humana y vegetación)

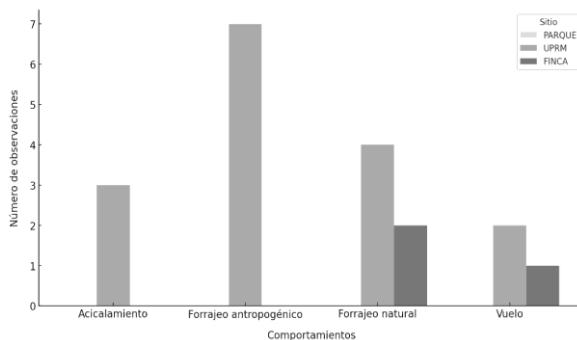


Figura 3. Frecuencia de comportamientos observados en *Quiscalus niger b.* en los tres sitios de estudio: UPRM, Parque próceres y Finca Alzamora.

Ahora bien, la Finca Alzamora mostró el NDVI más alto (0.53) (Figura 4), indicando una mayor cantidad de vegetación densa y continua, el Parque Próceres presentó un valor intermedio (0.43), mientras que UPRM mostró el NDVI más bajo (0.30). Datos que en contraste, son respaldados por el índice de urbanización (NDBI) (Figura 5), siendo más alto en la UPRM (-0.080), indicando una mayor presencia de superficie construida, mientras que el Parque (-0.149) y la Finca (-0.151) fueron más similares y menos urbanizados. Esto, confirma que la estructura espacial de la UPRM constituye un núcleo urbanizado inmerso en un paisaje mixto; la Finca representa un mosaico agrícola-vegetal; y el Parque, aunque vegetado, posee pocos recursos antropogénicos.

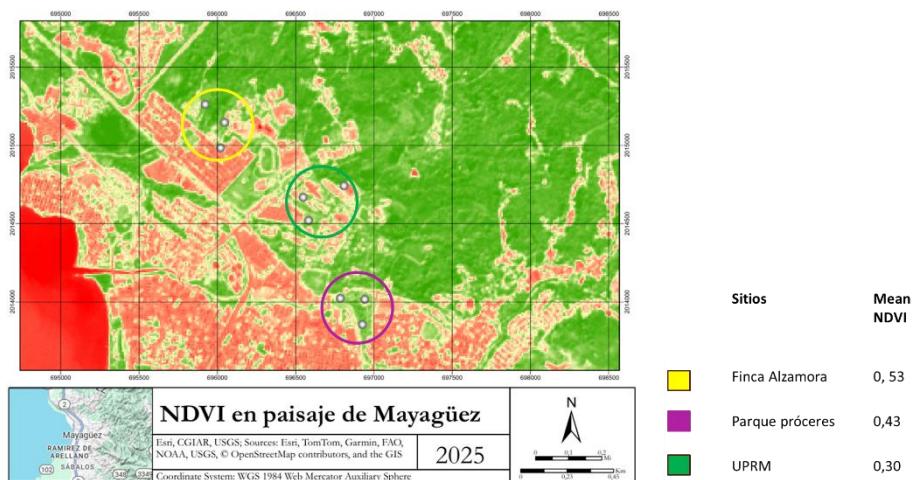


Figura 4. Mapa temático del NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) correspondiente a paisaje de Mayagüez, Puerto Rico sobre tres sitios: UPRM, Parque de los Próceres y Finca Alzamora, para el año 2025.

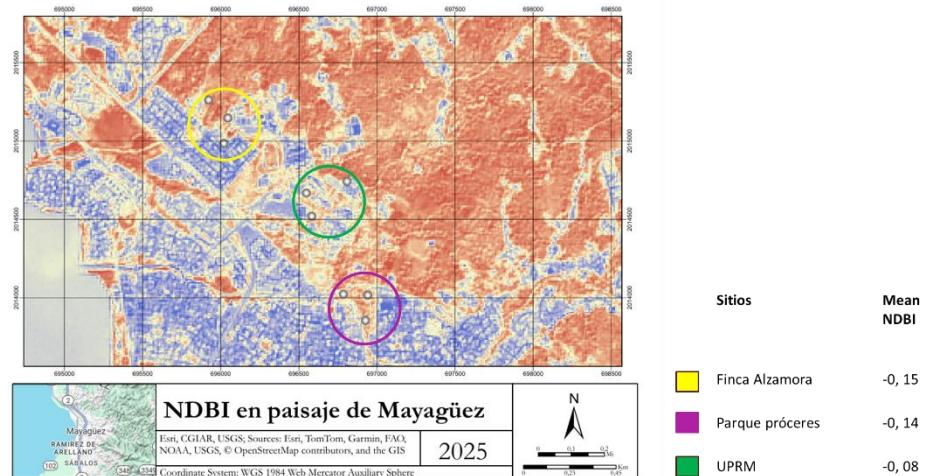


Figura 5. Mapa temático del NDBI (Índice de Área Construida) correspondiente a paisaje de Mayagüez, Puerto Rico sobre tres sitios: UPRM, Parque de los Próceres y Finca Alzamora, para el año 2025.

En este sentido, la urbanización (NDBI) actúa en este caso como principal predictor de abundancia, a diferencia de la vegetación, ya que el NDVI modula el tipo de sustratos y comportamientos, pero no la densidad poblacional. Por ello, en la UPRM, la vegetación fragmentada y la alta infraestructura, favoreció abundancia alta y comportamientos asociados al aprovechamiento de recursos humanos (Marzluff, 2001). En la Finca Alzamora, su amplia estructura vegetada, favoreció por el contrario comportamientos naturales, pero no la abundancia máxima, ya que usan estas áreas como conexión entre el área urbana aledaña a la Finca Alzamora y el área urbana que compone la franja de hábitats desde la UPRM hasta el Parque de los Próceres. Así pues, el Parque de los próceres, con pequeños parches de vegetación, pero sin recursos antropogénicos (Alimento), resultó el menos apropiado para la especie (Graves, 2006; Alcaraz-Segura et al., 2008; Pérez-Rivera & Molina-Opi, 2020).

Por su parte, la clasificación supervisada (Figura 6) confirmó de forma visual y cuantitativa la relación entre el paisaje y la presencia del chango. La Finca estuvo dominada por vegetación (>70% del área clasificada), el Parque presentó una mezcla de vegetación y suelo descubierto, mientras que UPRM mostró una alta proporción de infraestructura y superficies pavimentadas. Esta clasificación coincide con la variación en NDVI y NDBI, y explica de manera consistente los patrones de abundancia y comportamiento. Los mapas derivados permiten ver cómo los puntos de muestreo se distribuyen en zonas con alta o baja urbanización, reforzando la idea de que el chango selecciona microhabitats vinculados a la disponibilidad de recursos generados por los humanos.

Finalmente, este análisis coincide con estudios que describen a *Quiscalus* como una especie oportunista que se beneficia de paisajes urbanos (Lowry et al., 2013), aprovechando infraestructura, alimento antropogénico y ambientes modificados. En conjunto, el análisis demuestra que *Q. niger brachypterus* prospera en ambientes urbanizados donde el paisaje provee abundantes oportunidades de forrajeo y perchas artificiales, confirmando su rol como ave sinantrópica y su capacidad para explotar exitosamente entornos transformados.

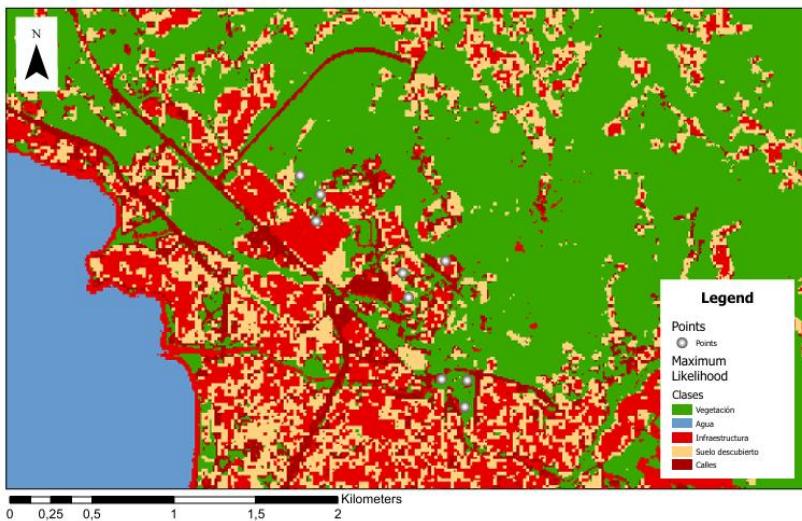


Figura 6. Mapa de clasificación supervisada por Maximum Likelihood del paisaje de Mayagüez. Las clases se diferencian mediante colores: verde para vegetación, azul para agua, rojo para infraestructura, anaranjado para suelo descubierto y amarillo para calles. Los puntos marcados corresponden a las muestras utilizadas en el proceso de clasificación.

Conclusiones

En conclusión, la abundancia del chango (*Quiscalus niger brachypterus*) fue mayor en el sitio más urbanizado (UPRM), demostrando que la especie se beneficia de ambientes transformados y recursos antropogénicos. En este sentido, la vegetación reflejada en valores altos de NDVI, influyó en el tipo de comportamiento y uso de sustratos, pero no directamente en la abundancia de la especie en los sitios de estudio. Por lo tanto, la urbanización NDBI explicó mejor la presencia del chango que la vegetación.

La integración SIG y datos ecológicos permitió una comprensión completa del patrón espacial. Por su parte, los mapas de NDVI y NDBI junto con la clasificación supervisada, evidenciaron diferencias claras en la estructura del paisaje entre sitios, explicando los patrones ecológicos observados. Así mismo, esta integración confirma que el chango es una especie sinantrópica, altamente asociada a superficies construidas y actividades humanas.

Limitaciones

El estudio presentó limitaciones asociadas a la baja replicación espacial, ya que solo se consideraron tres puntos debido a restricciones y diferencias de tamaño entre los sitios de estudio, lo que reduce la capacidad de extensión del muestreo. Por otro lado, la resolución espacial redujo la capacidad de interpretar respuestas ecológicas a escala fina de hábitat. Finalmente, el tiempo de muestreo fue limitado, lo ideal sería ampliarlo para cubrir distintos horarios del día, necesario para comparaciones más consistentes en estudios futuros.

Literatura Citada

- Alcaraz-Segura, D., Baldi, G., Durante P., Garbulsky, M.F. (2008). Análisis de la dinámica temporal del NDVI en áreas protegidas: tres casos de estudio a distintas escalas espaciales, temporales y de gestión.
<https://www.redalyc.org/pdf/540/54017106010.pdf>
- Bárbaro, L., & van Halder, I. (2009). Linking bird, carabid beetle and butterfly life-history traits to habitat fragmentation in mosaic landscapes. *Ecography*, 32, 321–333.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05546.x>
- Collazo, J. A., Groom, M. J., & Tori, W. P. (2002). “Avian responses to urbanization in the Caribbean.” *Caribbean Journal of Science*, 36(3–4), 228–235.
- Crespo-Acevedo, W. I. (2020). Informe sobre el Estado del Clima de Puerto Rico: 2014–2021. <https://research.fit.edu/PRCCC.022.Puerto-Rico-State-of-the-Climate-2014-2021-Executive-Summary.pdf>
- Domínguez-Cristóbal, C. M. 2009. Aves municipales oficiales de Puerto Rico. *Acta Científica*. 23(1-3): 3-11.
- Fernández-Juricic, E. (2000). Avian spatial segregation at different spatial scales. *The Condor*, 102(2), 247–258. <https://doi.org/10.1650/0010-5422>
- González-Oreja, J. A., De La Fuente-Díaz-Ordaz, A. A., Hernández-Santín, L., Bonache-Regidor, C., & Buzo-Franco, D. (2017). Relationships of area and noise with the distribution and abundance of songbirds in urban greenspaces. *Landscape and Urban Planning*, 157, 577–589. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.09.002>
- Graves, J. R. (2006). Greater Antillean Grackle (*Quiscalus Niger*) Preys On Anolis Grahamii. *Journal of Caribbean Ornithology* 19(1).
<https://jco.birdscaribbean.org/index.php/jco/article/view/275/191>
- Grajales-Delgado, E. S. (2025). Temporal Analysis of Peri-Urban Development in Manizales: Evaluating Spatial Transformation Using the Normalized Difference Built-up Index (ndbi) as a Tool for Understanding Peri-Urbanization (2014–2024). <https://doi.org/10.15446/rcep.v12n1.116363>
- Medrano-Guzmán, A. P., Enríquez, P. L., Zuria, I., & Castellanos-Albores, J. (2020). Riqueza y abundancia de aves en áreas verdes en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), 169–182. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i2.17883>
- Muñoz, M. A., Lugo, W. I., Santiago, C., Matos, M., Ríos & Lugo, J. (2017). Taxonomic Classification Of The Soils Of Puerto Rico, 2017.
- Pérez-Rivera, R. A. 2000. Alimento y conducta alimentaria, no informada, del Mozambique de Puerto Rico (*Quiscalus niger brachypterus*). *El Pitirre (USA)* 13:40-41.

Pérez-Rivera, R. A., Molina-Opio, A. 2020. Associating Sound with Food in the Antillean Grackle, *Quiscalus niger brachypterus* Cassin, 1867 (Aves: Passeriformes: Icteridae). *Life: The Excitement of Biology* 8(2). DOI: 10.9784/LEB8(2)PerezRivera.01

Ralph, C. J., Sauer, J. R., & Droege, S. (1996). Metodologías de monitoreo de aves terrestres [Manuscrito]. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. <https://es.scribd.com/document/288612772/Ralph-CJ-Et-Al-1996-metodologias-de-Monitoreo-de-aves-terrestres>

Suarez-Rubio, M., & Thomlinson, J.R. (2009). Landscape and patch-level factors influence bird communities in an urbanized tropical island. *Biological Conservation* 142(7):1311-1321. DOI:10.1016/j.biocon.2008.12.035

Sepúlveda, A. (1997). La isla que se achica: Evolución del urbanismo en Puerto Rico. *Iberoamericana (1977-2000)*, 21. Jahrg., No. 3/4 (67/68) (1997), pp. 29-41

Wunderle, J. M. (1994). Métodos para contar aves terrestres del Caribe. Sociedad Ornitológica Puertorriqueña, Inc. Recuperado de