

Probabilidad de encuentro de sitios con *Latrodectus mirabilis* (Holmberg, 1876) (Araneae Theridiidae) en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Luis A. Giambelluca^{1,*} , M. del Rosario Iglesias¹ , Alda González¹ 

(1) Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores CEPAVE (CONICET-UNLP, Asoc. CICBA), Boulevard 120 s/n entre Av. 60 y Calle 64 C.P. 1900, La Plata, Argentina.

Autor de correspondencia*: Luis A. Giambelluca [giambelluca@cepave.edu.ar]

> Recibido el 05 de septiembre de 2023- Aceptado el 23 de enero de 2024

Cómo citar: Giambelluca, L.A., Iglesias, M. del R., González, A. 2024. Probabilidad de encuentro de sitios con *Latrodectus mirabilis* (Holmberg, 1876) (Araneae Theridiidae) en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Ecosistemas* 33(1): 2624. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2624>

Probabilidad de encuentro de sitios con *Latrodectus mirabilis* (Holmberg, 1876) (Araneae Theridiidae) en el Parque Provincial Ernesto Tornquist (Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Resumen: *Latrodectus mirabilis* (Holmberg, 1876), conocida comúnmente como viuda negra, es una araña de gran interés sanitario, tanto para el ser humano como para animales domésticos. En Argentina es la especie de mayor distribución y la más austral. En Sierra de la Ventana, Argentina, tiene un ciclo anual con adultos durante los meses cálidos (diciembre a abril) y ootecas durante todo el invierno. Frangi y Bottino (1995) identificaron para esta zona 16 unidades vegetales (UV). Los modelos de distribución de especies sostienen que los individuos de una especie se distribuyen de acuerdo con patrones específicos que pueden ser relacionados con variables ambientales predictivas, a fin de evaluar los patrones de presencia de especies y la idoneidad de su hábitat. Como las reservas o parques naturales son lugares ideales para este tipo de estudio se trabajó en el Parque Provincial E. Tornquist (Sierra de la Ventana, Buenos Aires) y se identificaron los sitios con presencia de individuos adultos y ootecas de *L. mirabilis*, se analizó su distribución a través de las UV descritas por Lizzi et al. 2007 y se generó un modelo de distribución de especie (SDM) mediante la utilización de sensores remotos y datos recolectados en el Parque.

Palabras clave: comunidades vegetales; densidad; probabilidad; SDM; Viuda negra

Probability of encounter of sites with *Latrodectus mirabilis* (Holmberg, 1876) (Araneae Theridiidae) in the Ernesto Tornquist Provincial Park (Buenos Aires Province, Argentina)

Abstract: *Latrodectus mirabilis* (Holmberg, 1876), known as the Black Widow, is a spider of great health interest, both for humans and domestic animals. In Argentina it is the species with the largest distribution and the southernmost. In Sierra de la Ventana, Argentina, it has an annual cycle with adults during the warm months (December to April) and sac egg throughout the winter. Frangi and Bottino (1995) identified for this zone 16 plant units (UV). Species distribution models (SDM) hold that individuals of a species are distributed according to specific patterns that can be related to predictive environmental variables, in order to assess species presence patterns and habitat suitability. As natural reserves or parks are ideal places for this type of study, work was done in the E. Tornquist Provincial Park (Sierra de la Ventana, Buenos Aires) and the sites with the presence of adult individuals and sac egg of *L. mirabilis* were identified, analysed its distribution through the UVs described by Lizzi et al. 2007 and a species distribution model (SDM) was generated by using remote sensing and data collected in the Park.

Keywords: Black Widow; density; plant communities; probability; SDM

Introducción

Las arañas del género *Latrodectus* (Walckenaer, 1805) son de gran interés sanitario debido a la presencia de una neurotoxina llamada α -Latrotoxina, que puede causar la muerte en casos extremos, tanto en humanos como en animales domésticos (de Roodt et al. 2017). En la actualidad, el género *Latrodectus* está compuesto por 34 especies (World Spider Catalog 2023) que presentan una amplia distribución en diferentes continentes e islas oceánicas. Ábalos (1980) cita para Argentina siete especies de este género, *L. geometricus* (Koch, 1841), *L. antheratus* (Badcock, 1932), *L. variegatus* (Nicolet, 1849), *L. diaguita* (Carcavallo, 1960), *L. corallinus* (Abalos, 1980), *L. quartus* (Abalos, 1980) y *L. mirabilis* (Holmberg, 1876). De estas especies, *L. mirabilis* es la de mayor distribución y la más austral, ocupando diversas provincias argentinas, así como Uruguay (Capocasale y Pereira 2003) y el sur de Brasil (Ott et al. 2014). González (1976, 1977, 1979) y Schnack y González (1978) describieron el ciclo de vida de las poblaciones de *L. mirabilis* en Sierra de la Ventana, Argentina, detallando un ciclo reproductivo anual con adultos presentes durante los meses cálidos (diciembre a abril). Los machos adultos mueren poco después de la cópula, mientras que las hembras

adultas mueren a partir de marzo-abril. Las ootecas permanecen cerradas durante todo el invierno, y en primavera comienza la dispersión de los juveniles, quienes pasan por tres o cuatro mudas hasta alcanzar la edad adulta. Las ootecas de *L. mirabilis* constan de tres capas de telas, con una punta característica en uno de sus extremos (Ábalos 1962, 1980; González 1976), lo que las distingue de otras ootecas de esta zona serrana (Giambelluca et al. 2019).

Sierra de la Ventana, según Arana et al. (2021) pertenece a la Región Neotropical, Provincia Pampeana, Distrito Pampeano Austral, con altitudes que varían desde los 250 hasta los 1239 m s. n. m. Su flora y fauna están estrechamente relacionadas con las regiones del sur (Subregión Patagónica), del oeste (Provincia del Monte) y principalmente con la provincia que la contiene que es la Provincia Pampeana (Guerrero y Apodaca 2022). En esta sierra, predominan los pastizales naturales serranos (Bilenca y Miñarro 2004) y se destacan por albergar una gran diversidad de especies y un alto grado de endemismos (Guerrero y Apodaca 2022). En esta zona, Frangi y Bottino (1995) llevaron a cabo una evaluación integral de las comunidades vegetales en función de la orientación de la ladera, la pendiente, la altitud y el suelo, identificando 16 unidades vegetales (UV). Lizzi et al. (2007) basándose en las UV del trabajo de Frangi y Bottino (1995) realizaron un mapeo de las comunidades vegetales utilizando datos de campo combinando imágenes multispectrales, con variables geo-edaforológicas, altitud, orientación y pendiente.

Comprender la distribución de las especies en el espacio y el tiempo, es un aspecto fundamental en el campo de la ecología. Esto ha impulsado el desarrollo de los modelos de distribución de especies (SDM, por sus siglas en inglés), donde se basan en la premisa de que los individuos de una especie se distribuyen de acuerdo con patrones específicos que pueden ser relacionados con variables ambientales predictivas, a fin de evaluar los patrones de presencia de especies y la idoneidad de su hábitat. Los SDM se han convertido en un componente clave en diversos campos de estudio, como la ecología, la biología evolutiva, el manejo de la vida silvestre y la conservación. Su amplio uso se debe a su eficacia y versatilidad para analizar datos de ocurrencia y predecir la idoneidad del hábitat. Los factores ambientales tienen un efecto sobre la distribución de las especies, ya sea de una forma directa o indirecta (Guisan y Zimmermann 2000). Estas relaciones entre organismos y medio abiótico son una de las causas de los patrones espaciales de distribución (Mateo et al. 2011). Para los SDM se utilizan dos tipos de información. Por un lado, los datos de las observaciones directas de la especie de interés, que pueden obtenerse a través de técnicas de recolección en el campo o mediante el acceso a bases de datos de colecciones científicas, los que proporcionan información fundamental sobre la presencia y localización de la especie en estudio. Por otro lado, las variables predictivas, que se refieren a información relacionada con el clima, topografía o el entorno ambiental de la zona de interés, las cuales se obtienen a través de sensores remotos. A partir de programas estadísticos, se combinan estos datos para predecir una distribución potencial de una especie en función de las características del entorno. Existen trabajos sobre la aplicación de SDM de *Latrodectus* sp. a grandes escalas regionales, utilizando base de datos de presencias con imágenes de baja resolución y variables climáticas derivadas de modelos como el WorldClim (Taucare-Ríos et al. 2016). Sin embargo, no hay estudios a escalas locales utilizando datos de muestreos y de imágenes de resolución media-alta que establecerían una determinación de su distribución más precisa. Los ambientes protegidos, como reservas o parques de conservación de la biodiversidad, son lugares ideales para realizar este tipo de estudio, ya que la influencia antrópica se encuentra minimizada.

El presente estudio tiene como objetivo identificar sitios con presencia de individuos adultos y ootecas de *L. mirabilis* en el Parque Provincial E. Tornquist (Sierra de la Ventana, Buenos Aires), analizar su distribución a través de las UV descritas por Lizzi et al. 2007 y generar un modelo de distribución de especie (SDM) para *L. mirabilis*, mediante la utilización de sensores remotos y datos recolectados en el Parque. Se espera que estos resultados contribuyan al conocimiento de *L. mirabilis* y su preferencia de hábitat; proporcionando información relevante para la conservación de estos ecosistemas serranos y tener mapas predictivos de encuentro de esta especie. Conocer la distribución de *L. mirabilis* a escala local, permitirá, además, abordar aspectos relacionados con su ecología y generar mapas de interés sanitario.

Materiales y métodos

Muestreo

El relevamiento de los sitios (SIT) con presencia de individuos adultos y ootecas de *L. mirabilis* se llevó a cabo en el Parque Provincial E. Tornquist, ubicado en Sierra de la Ventana (Buenos Aires, Argentina), que tiene una extensión de 6718 hectáreas. La metodología utilizada fue observación directa sin colecta, a partir de transectas (track) al azar. Se realizaron siete campañas recorriendo un total de 56.87 km comprendidos en las distintas transectas (Fig. 1). Las observaciones se llevaron a cabo desde diciembre de 2022 hasta febrero de 2023, entre las 7:30 a.m. y las 3:30 p.m. Se georreferenciaron los sitios y se registró la altitud de cada uno utilizando un dispositivo GPS Garmin, se tomaron fotografías digitales del lugar y se registró la presencia o ausencia de rocas en el sitio hallado. En cada transecta, se determinó una distancia de observación de 5 m hacia cada lado. Para obtener la superficie recorrida se multiplicó la longitud de la transecta por el ancho (10 m) y se expresó en hectáreas (ha).

$$\frac{(\text{Long. Transecta en m} * 10 \text{ m} * 1 \text{ Ha})}{10\,000 \text{ m}^2} = x \text{ Ha}$$

Análisis de densidad de hallazgos

Para el análisis de densidad de los registros fue utilizado el programa QGIS, en el cual se trabajó con las unidades vegetales (UV) del trabajo de Lizzi et al. (2007) en el cual, a los archivos vectorial de líneas de los track, se les aplicó un buffer de distancia fija de un segmento de 5 m, obteniendo un archivo de polígono, el cual se combinó con la capa de UV mediante la herramienta

de intersección de polígonos. Con la calculadora de campos se cuantificó el área de cada UV y la inversa de la misma se multiplicó por la cantidad de hallazgos obteniendo la densidad de SIT por ha.

$$\left(\frac{1}{\text{Área recorrida de UVn en Ha}} * n^{\circ} \text{ hallazgos en UVn} \right) = \text{Densidad}$$

También se calculó la disponibilidad de UV en el Parque Provincial E. Tornquist y se la cotejó con el área recorrida mediante una comparación de medias (test t student con un P=0.05).

$$t = \frac{X1 - X2}{\sqrt{(s1^2/n1) + (s2^2/n2)}}$$

Modelo de distribución de especies

El modelo de distribución de especies (SDM) para *L. mirabilis* comprendió dos pasos, utilizando la plataforma *Google Earth Engine* (GEE). GEE es una plataforma que ofrece análisis geoespaciales de alto rendimiento al aprovechar el procesamiento en la nube de Google y una amplia colección de conjuntos de datos. Su catálogo cuenta con una variedad diversa de datos geoespaciales, como imágenes satelitales de alta resolución, así como información climática, topográfica y de vegetación. Esto permite manejar grandes volúmenes de datos de manera ágil y precisa (Gorelick et al. 2017; Crego et al. 2022).

El primer paso del modelo de distribución de especies fue seleccionar las variables predictivas que permiten comprender y predecir la distribución de *L. mirabilis*. Este proceso implicó la generación de múltiples variables relacionadas como diversos índices de vegetación, características geomorfológicas del entorno y datos de temperatura. Una vez generadas las variables, se procedió a extraer los valores correspondientes a cada una de ellas en los sitios de muestreo relevantes. Posteriormente, se utilizó el software R (<https://www.R-project.org/>) para construir una matriz de correlaciones, donde se seleccionaron las variables más relevantes, que no estuvieran fuertemente correlacionadas entre sí (Araújo et al. 2019).

El segundo paso, fue generar el modelo de distribución potencial. Para dicho modelo se utilizó la técnica de *Random Forest* (RF), que consiste en un conjunto de árboles de clasificación y regresión (CART) basados en el método de agregación bootstrap (*bagging*). Se trata de un método no paramétrico y robusto (Hastie et al. 2001). En este estudio se empleó el 70% de los datos censados para construir el modelo, junto con las variables ambientales seleccionadas y el 30% de datos censados restante, fueron utilizados para evaluar el modelo. El algoritmo se ejecuta 100 veces, generando así 100 modelos diferentes. Posteriormente se valida la sensibilidad del modelo, para ello se obtienen los valores de sensibilidad y especificidad de la curva ROC (*Receiver Operating Curve*). La curva ROC es una representación gráfica de la capacidad discriminativa de un modelo en diferentes puntos de corte. Se utiliza con datos de presencia/ausencia y muestra el error de omisión en el eje de ordenadas (clasificar una presencia como ausencia) y el error de comisión en el eje de abscisas (clasificar una ausencia como presencia). El área bajo la curva ROC (AUC) es equivalente al estadístico U de Mann-Whitney y representa la probabilidad de que el modelo clasifique correctamente un par de casos de presencia y ausencia. Un valor de AUC entre 0 y 1 indica la calidad del modelo, donde 1 representa una clasificación perfecta, 0.5 indica clasificación aleatoria y valores menores a 0.5 indican una clasificación peor que el azar (Mateo et al. 2011, Sofaer et al. 2019). Para la presentación de los mapas se utilizó QGIS (versión 3.16).

Resultados

En las siete campañas se lograron 61 registros de sitios (Fig. 1): 24 con una ooteca cada uno, siete con una ooteca y una hembra adulta cada uno, uno con una ooteca y un macho adulto, uno con dos hembras adultas juntas, 24 con una hembra adulta, uno con un macho y una hembra adultas, dos con un macho adulto cada uno y uno con una hembra subadulta.

Los hallazgos de los SIT se hicieron a distintas altitudes, siendo el rango de 350 a 550 m s. n. m. el de mayor presencia (45), seguido por el de 551 a 750 m s. n. m. (13), por el de 751 a 950 m s. n. m. (1) y por el de 951 a 1150 m s. n. m. (2). En todos los SIT se observaron afloramientos rocosos.

La superficie recorrida de las transectas fue de 56.87 ha las que pasaron por todas las UV a excepción de la UV 5, lo cual no es significativo porque sólo comprende 2.86 ha de todo el Parque Provincial E. Tornquist. Todas las demás UV fueron bien representadas y mediante el test de Student (P=0.05), se comprobó que no hubo diferencias significativas entre la superficie de las 16 UV de Lizzi et al. (2007) del Parque Provincial E. Tornquist y las exploradas en este estudio (Tabla 1). Las UV que tuvieron mayor presencia de SIT fueron la 6, 7, 8 y 9, el resto de las UV mostro menos de seis SIT (Tabla 1). En cuanto a la densidad de SIT se observó una media de 1.07 sitios por hectárea (Fig. 2), siendo la UV 11 la de mayor densidad, seguida por la 9, 6, 7, 12, 15, 14, 8, 13, 3 y 2 (Tabla 1). Al cotejar la disponibilidad de UV en el Parque Tornquist (Media 491.42; Desvío 397.95) con las áreas recorridas (Media 355; Desvío 3.43) se obtuvo un P= 0.0002.

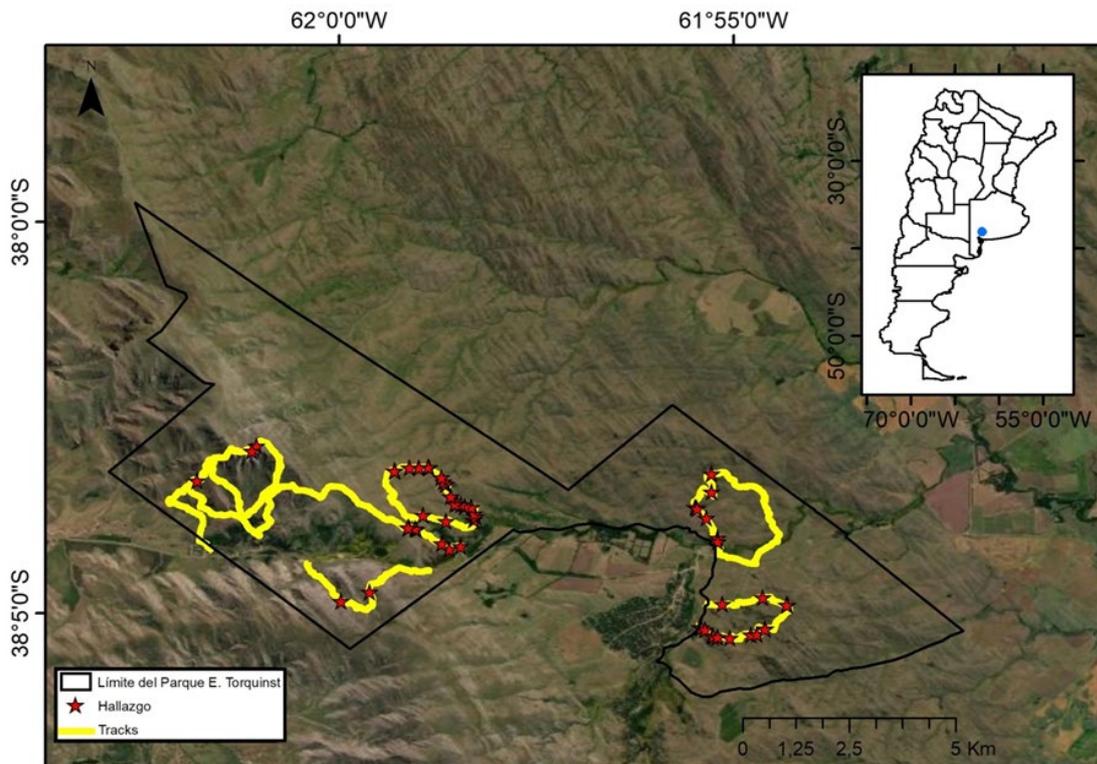


Figura 1. Mapa de transectas (Tracks) y hallazgos de sitios con individuos adultos y ootecas de *L. mirabilis* en el Parque Provincial E. Tornquist (Buenos Aires, Argentina).

Figure 1. Map of transects (Tracks) and findings of sites with adult individual and egg sac of *L. mirabilis* in the E. Tornquist Provincial Park (Buenos Aires, Argentina).

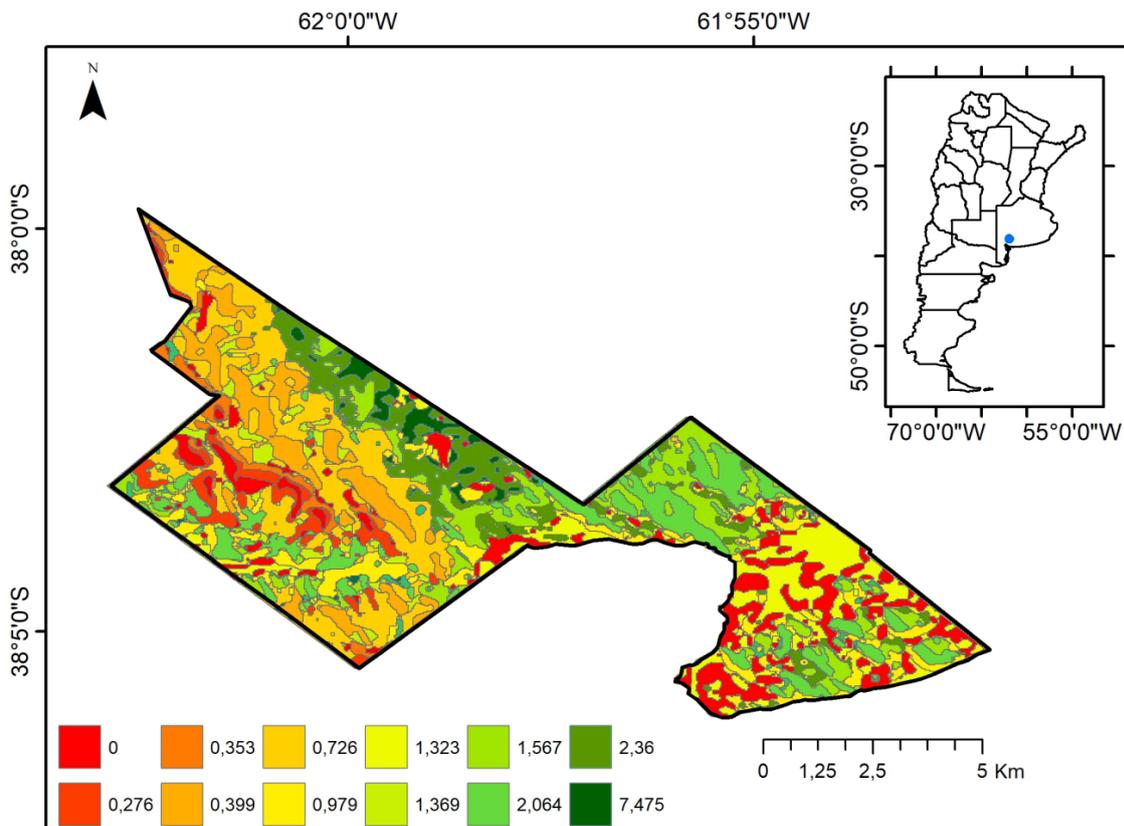


Figura 2. Densidad de sitios con individuos adultos y ootecas de *L. mirabilis* en cada UV del Parque Provincial E. Tornquist (Buenos Aires, Argentina).

Figure 2. Density of the sites with adult individual and egg sac of *L. mirabilis* in each UV of the E. Tornquist Provincial Park (Buenos Aires, Argentina).

Tabla 1. Hallazgos y densidad de sitios con individuos adultos y ootecas de *L. mirabilis* en las Unidades Vegetales (UV) descritas por Lizzi et al. 2007, del Parque E. Tornquist (Buenos Aires, Argentina).

Table 1. Findings and density of the sites with adult individual and egg sac of *L. mirabilis* in the Vegetation Units (VU) described by Lizzi et al. 2007, from E. Tornquist Park (Buenos Aires, Argentina).

UV	Descripción de la unidad vegetal	Ha en el Parque	Ha de la transecta	Grupo funcional	Hallazgos	Densidad observada
1	Vegetación cosmófila con <i>Poa iridifolia</i> y <i>Aspidum (Polystichum) elegans</i>	138.35	2.39	Poaceae y Cteridophyta	0	0.000
2	Vegetación cosmófila con <i>Poa iridifolia</i> y <i>Pleopeltis pinnatifida (Polypodium argentinum)</i>	312.38	3.62	Poaceae y Cteridophyta	1	0.353
3	Vegetación cosmófila con <i>Grindelia chiloensis</i>	178.46	2.83	Asteracea	1	0.353
4	Vegetación cosmófila con <i>Cheilanthes (Notholaena) buchaninii</i>	15.33	0.23	Cteridophyta	0	0.000
5	Vegetación cosmófila con <i>Plantago bismarckii</i>	2.86	0.00	Plantaginaceae	0	0.000
6	Vegetación cosmófila con <i>Mimosa rocae</i>	873.36	6.78	Mimosoideae	14	2.064
7	Pastizal bajo con arbustos	871.73	6.38	Poaceae	10	1.567
8	Pastizal bajo con <i>Sorghastrum pellitum</i> y <i>Ptilagrostis mongholica (Stipa filiculmis)</i>	1339.75	13.77	Poaceae	10	0.726
9	Pastizal bajo con <i>Piptochaetium</i> sp. y <i>Chascolytrum subaristatum (Briza subaristata)</i>	835.54	3.39	Poaceae	8	2.360
10	Prados de altura <i>Briza</i> sp. y <i>Festuca ventanicola</i>	77.26	0.96	Poaceae	0	0.000
11	Pastizal intermedio de <i>Paspalum quadrifarium</i>	180.51	0.54	Poaceae	4	7.475
12	Pastizal intermedio de <i>Festuca pampeana</i>	227.85	0.73	Poaceae	1	1.369
13	Pastizal intermedio de <i>Festuca pampeana</i>	630.97	2.51	Poaceae	1	0.399
14	Pastizal intermedio de <i>Stipa caudata</i>	671.40	5.11	Poaceae	5	0.979
15	Pastizal intermedio con <i>Stipa ambigua</i>	757.01	4.54	Poaceae	6	1.323
16	Pastizal intermedio con <i>Nassella (Stipa) tenuissima</i> y <i>Discaria longispina</i>	749.96	3.11	Poaceae	0	0.000

Modelo de distribución

De las nueve variables ambientales calculadas a partir de distintos sensores y modelos disponibles en el catálogo de GEE, se seleccionaron las siguientes cinco variables, que muestran alta correlación entre los valores de presencia-ausencia y baja correlación entre ellas:

- Valores medios de índice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) y GLI (Green Leaf Index), de los meses de verano del 2022-2023. Para ambos índices se utilizaron imágenes de Sentinel 2 de resolución 10 metros, libre de nubes. El NDVI indica el vigor fotosintético de la vegetación. Se calcula a partir de la diferencia normalizada entre la reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR) y la reflectancia en el rojo (RED) de una superficie terrestre. El Índice GLI se calcula utilizando las bandas de rojo (RED), verde (GREEN) y azul (BLUE) de la imagen y permite discriminar zonas vegetales (Vsrnr et al. 2022).
- Mapas de pendiente y orientación, a partir de un modelo de elevación de 30 metros provisto por la NASA. Se calcula la pendiente y la orientación, a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM) de 30 m de resolución. La pendiente o inclinación de una superficie en un determinado punto, se calcula como el cambio vertical de elevación dividido por la distancia horizontal. La orientación o dirección de la pendiente en un punto determinado del DEM, se expresa en grados y muestra hacia qué dirección se inclina una superficie. Ambas son medidas importantes para el análisis topográfico y la caracterización de un terreno.

- Temperatura media de superficie o LST (Land Surface Temperature) de los meses de verano del 2022-2023, a partir de Landsat 9, con resolución 30 m (Meng et al. 2022).

Teniendo en cuenta estas cinco variables surge el modelo de distribución de especies propuesto para *L. mirabilis* en el Parque Provincial E. Tornquist. Este modelo fue sensible a la heterogeneidad de ambientes presentes, mostrando un valor de ajuste de 0.74 (AOC-ROC) (Fig. 3).

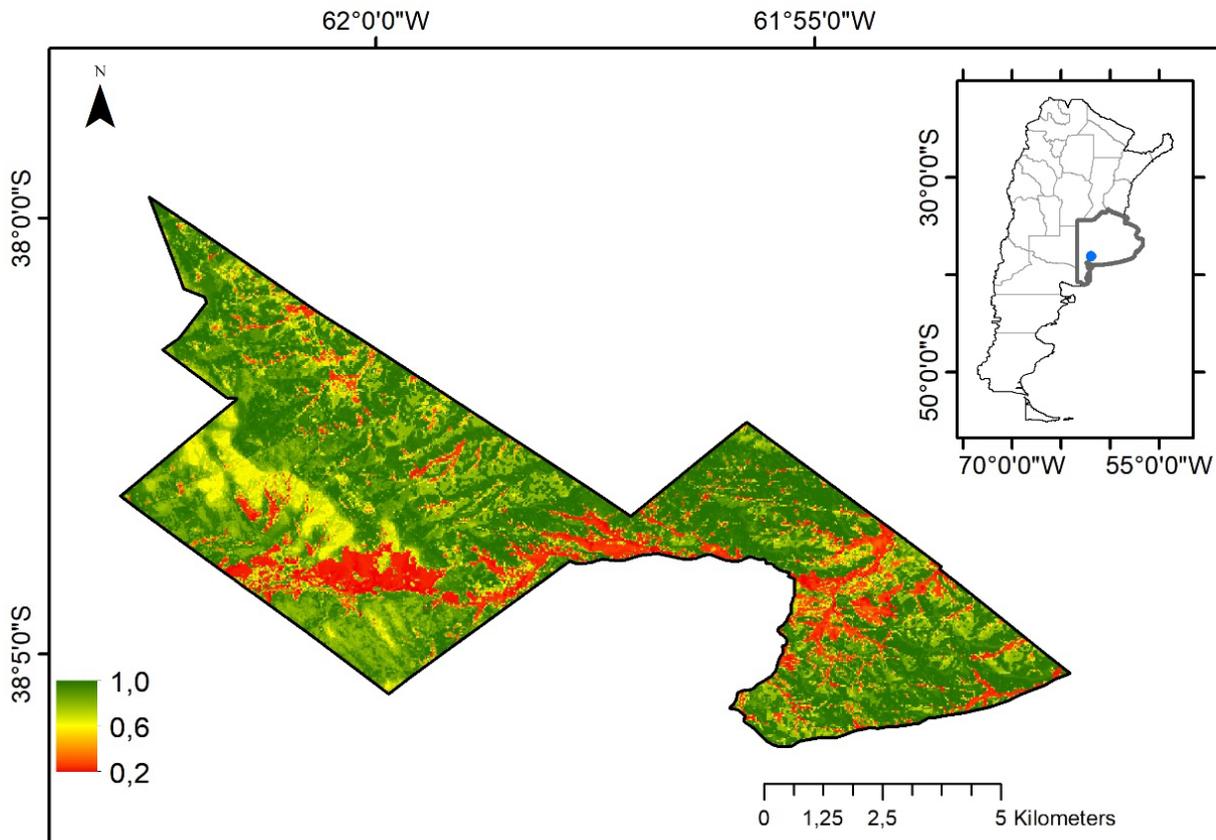


Figura 3. Modelo de distribución de especies para *L. mirabilis* con valores expresados en probabilidades para el Parque Provincial E. Tornquist (Buenos Aires, Argentina).

Figure 3. Species distribution model for *L. mirabilis* with values expressed in probabilities for E. Tornquist Provincial Park (Buenos Aires, Argentina).

Conclusión

La gran heterogeneidad vegetal y de relieve del Parque Provincial E. Tornquist permite encontrar distintas abundancias de sitios propicios para *L. mirabilis* según las combinaciones de las diferentes condiciones microambientales, lo cual demuestra que la especie en estudio tiene preferencias de hábitat. En cuanto a la altitud los hallazgos más frecuentes de *L. mirabilis* estuvieron registrados desde los 368 a los 1125 m s. n. m., lo que indica que la altitud no fue una limitante para su presencia, si bien la mayoría de los registros se obtuvieron entre los 350 y los 550 m s. n. m.

Tanto por el análisis con las UV o con los SDM ambos tuvieron las mismas zonas como lugares posibles de encuentro, pudiéndose concluir que *L. mirabilis* es una especie que prefiere pastizales bajos que no superen los 10 cm, con afloramientos rocosos. El haber hallado una densidad aproximada de 1.07 sitios/ha demuestra que el Parque Provincial E. Tornquist es un lugar adecuado para esta especie y que algunas UV son mejores que otras para su establecimiento.

El modelo de distribución de especie (SDM) para *L. mirabilis* ajustó adecuadamente para la fecha del estudio y la metodología usada de imágenes satelitales y su combinación da la posibilidad de hacer uso de estos modelos en fechas prefijadas.

Si bien se ha realizado otro trabajo con temáticas parecidas y hasta con este mismo género, pero con diferente especie, no son comparable los resultados con los nuestros debido a que se ha utilizado el programa Maxent, el cual trabaja en escala mayores a 30 km de lado, mientras que nuestros resultados pueden ser usados a una escala mucho menor acorde a las dimensiones del Parque estudiado. Pese a la gran importancia sanitaria de *L. mirabilis* no se han realizado mapas de probabilidad de encuentro para esta especie ni de densidad en zonas donde su presencia es conocida. Este trabajo podría ser usado para la elección de zonas de caminatas donde se minimizaría el riesgo de encuentro, si se toma en cuenta sus preferencias de hábitat y ciclo biológico.

Contribución de los autores

LAG: aportó la idea original; conceptualización; colecta de datos de campo; metodología; redacción (borrador original); supervisión; edición. MdRI: investigación, visualización; redacción; metodología; software. AG: investigación; validación; redacción; revisión.

Agradecimientos

A Áreas Protegidas de la Provincia de Buenos Aires por permitirnos trabajar en el Parque, a todo el personal del mismo y a los Guardaparques Diego Repetto y Cristian Peterson por facilitar el muestreo. Al Dr. José M Lizzi por compartimos los archivos shape de su trabajo.

Referencias

- Ábalos, J.W. 1962. The Egg-Sac in the Identification of Species of *Latrodectus* (Black-Widow Spiders). *Psyche: A Journal of Entomology* 69:268–270.
- Ábalos, J.W. 1980. Las Arañas del género *Latrodectus* en la Argentina. *Obra del Centenario del Museo de La Plata* 6:29–51.
- Arana, M.D., Natale, E., Ferretti, N., Romano, G., Oggero, A., Posadas, P., Morrone, J.J., et al. 2021. *Esquema Biogeográfico de la República Argentina*. Col. Opera Lilloana 56 (2021). Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. ISBN 978-950-668-039-8
- Araújo, M.B., Anderson, R.P., Barbosa, A.M., Beale, C.M., Dormann, C.F., Early, R., Guisan, A., et al. 2019. Standards for distribution models in biodiversity assessments. *Science Advances* 5(1):1–12. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat4858>
- Bilenca, D., Miñarro, F. 2004. *Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil (AVPs)*. 1ra ed. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, Argentina. ISBN 950-9427-11-X.
- Capocasale, R. M., Pereira, A. 2003. Diversidad de la biota uruguaya. Araneae. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural y Antropología* 10:1–12. ISSN - 0797 - 6828
- Crego, R.D., Stabach, J.A., Connette, G. 2022. Implementation of species distribution models in Google Earth Engine. *Diversity and Distributions* 28:904–916. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ddi.13491>
- de Roodt, A.R., Lanari, L.C., Laskowicz, R.D., Costa de Oliveira, V., Irazu, L.E., González, A., Giambelluca, L.A., et al. 2017. Toxicity of the venom of *Latrodectus* (Araneae: Theridiidae) spiders from different regions of Argentina and neutralization by therapeutic antivenoms. *Toxicon* 130:63–72. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2017.02.029>
- Frangi, J.L., Bottino, O.J. 1995. Comunidades vegetales de la Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* 71:93–133.
- Giambelluca, L.A., Giambelluca, A.L., González, A. 2019. Fauna acompañante intraoteca de *Latrodectus mirabilis* (Araneae: Theridiidae) en Sierra de la Ventana, Buenos Aires, Argentina. *Historia Natural* 9(1):53-62.
- González, A. 1976. Observaciones bioecológicas sobre una especie del género *Latrodectus* (Walcknaer, 1805), del grupo mactans de Sierra de la Ventana (Provincia de Buenos Aires, Argentina) (Araneae, Theridiidae). II Producción de huevos. *Neotropica*. 22:129–131.
- González, A. 1977. Observaciones bioecológicas sobre una especie del género *Latrodectus* (Walcknaer, 1805), del grupo mactans de Sierra de la Ventana (Provincia de Buenos Aires, Argentina) (Araneae, Theridiidae). I Hábitat y ciclo Vital. *PHYSIS, Sección C*. 36:277–282.
- González, A. 1979. Observaciones bioecológicas sobre una especie del género *Latrodectus* Walcknaer, 1805, del grupo mactans de Sierra de la Ventana (Prov. de Buenos Aires, Argentina) (Araneae, Theridiidae). III Desarrollo postembrionario. *Acta Zoológica Lilloana* 35:95-110.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., Moore, R. 2017. Google Earth Engine: Planetary- scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202:18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Guerrero, E.L., Apodaca, M.J. 2022. The smallest area shaped a big problem: a revision of the placement of the Ventania sky island in the biogeography of South America. *Biological Journal of the Linnean Society* 20:1-16. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blac088>
- Guisan, A., Zimmermann, N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135:147-186. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(00\)00354-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00354-9)
- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.H. 2001. *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction: with 200 full-color illustrations*. pp. 745. Springer. ISBN 0-387-95284-5. OCLC 46809224.
- Lizzi, J.M., Garbulsky, M.F., Golluscio, R.A., Deregibus, A.V. 2007. Mapeo indirecto de la vegetación de Sierra de la Ventana, provincia de Buenos Aires. *Ecología Austral* 17:217–230. versión On-line ISSN 1667-782X
- Mateo, R.G., Felicísimo, A.M., Muñoz, J. 2011. Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética Species distributions models: A synthetic revision. *Revista Chilena de Historia Natural* 84:217-240. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>
- Meng, X., Cheng, J., Guo, H., Guo, Y., Yao B. 2022. Accuracy Evaluation of the Landsat 9 Land Surface Temperature Product. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 15:8694-8703. <http://dx.doi.org/10.1109/JSTARS.2022.3212736>
- Ott, R., Nei, E., Rodrigues, L. 2014. First record of *Latrodectus mirabilis* (Araneae : Theridiidae) from southern Brazil and data on natural history of the species. *Revista Colombiana de Entomología* 40:305–310. ISSN 0120-0488
- Schnack, J.A., González, A. 1978. Observaciones bioecológicas sobre una especie del género *Latrodectus* Walcknaer, 1805, del grupo mactans de Sierra de la Ventana (Prov. de Buenos Aires, Argentina) (Araneae, Theridiidae). IV Producción anual. *Neotrópica* 24(71), 9-12.
- Sofaer, H.R., Hoeting, J.A., Jarnevich, C.S. 2019. The area under the precision- recall curve as a performance metric for rare binary events. *Methods in Ecology and Evolution* 10(4):565–577. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.1314>
- Taucare-Ríos, A., Bizama, G., Bustamante, R.O. 2016. Using Global and Regional Species Distribution Models (SDM) to Infer the Invasive Stage of *Latrodectus geometricus* (Araneae: Theridiidae) in the Americas. *Environmental Entomology* 46(6): 1379-1385.
- Vsrnr, R.T., Dua, S., Saha, P. 2022. Identifying Black Rice Cultivated Area Using Sentinel 2. *Journal of Scientific Research* 66(2):214-219. <https://doi.org/10.37398/JSR.2022.660228>
- World Spider Catalog 2023. *World Spider Catalog. Version 24*. Natural History Museum Berna, Suiza. [Consultado el 6 de junio de 2023]. <http://wsc.nmbe.ch, doi: 10.24436/2>