



Cambio climático y murciélagos: respuestas ecológicas y consecuencias para la salud pública

MSc Mariana Alejandra Castro Mejía
San Luis Potosí México, febrero 4, 2026



Director: Dr. Christian A. García-Sepúlveda
Codirector: Dra. Sandra E. Guerra-Palomares
Asesor: Dra. Sofía Bernal Silva
Asesor: Dra. Perla del Carmen Niño Moreno
Asesor externo: Dr. Gerardo Suzán Azpiri

Laboratorio de Genómica Viral y Humana BSL-3
Facultad de Medicina
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Artículo	IF 2024	Q	H
Kerth & Wolf. (2025) <i>In-situ responses of temperate-zone bats to climate change</i> Annals of the New York Academy of Sciences	4.8	Q1	301
Ramanantsalama <i>et al.</i> (2025) <i>Predicting current and future distributions of Malagasy bats: Implications for management of coronavirus spillover</i> One Health (Elsevier)	4.5	Q1	43
Van de Vuurst <i>et al.</i> (2025) <i>Future climate change and the distributional shift of the common vampire bat, <i>Desmodus rotundus</i></i> Nature Scientific Reports	3.9	Q1	347



Objetivo

Objetivo general

Explicar cómo el cambio climático afecta a los murciélagos a través de refugios, alimento, fenología y distribución, y por qué importa para la conservación y salud.



¿Por qué importan los murciélagos?

Servicios ecosistémicos

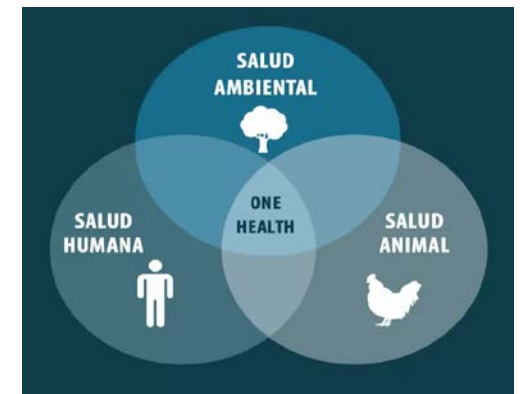
- Control de insectos
- Dispersión de semillas y regeneración de vegetación
- Polinización de plantas y cultivos

Alta sensibilidad al clima

- Dependen del microclima del refugio
- Balance energético delicado
- Vulnerables a eventos extremos

Relevancia One Health

- Clima y uso de suelo alteran contacto humano-murciélago
- Implicaciones para vigilancia y prevención



El clima y su relación con los murciélagos

Temperatura media y mínimos invernales

- Determinan límites fisiológicos y energéticos
- Controlan hibernación/torpor



Olas de calor y extremos térmicos

- Estrés térmico, mortalidad y fallas reproductivas



Precipitación total y estacionalidad

- Modulan ventanas de vuelo y forrajeo
- Disponibilidad de presas y condición corporal



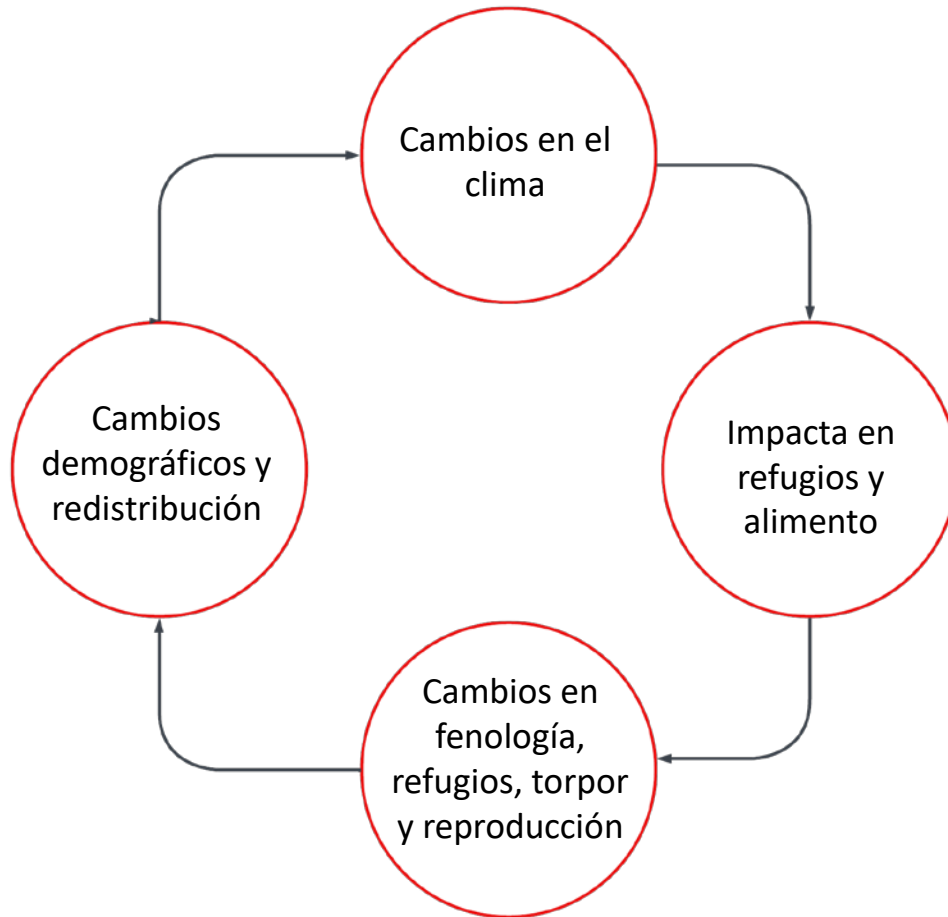
Eventos extremos hidroclimáticos

- Sequías reducen productividad y alimento
- Inundaciones afectan refugios

Fenología del recurso

- Desajustes temporales en actividad vs. recursos disponibles

Marco integrador



Cuando estas presiones persisten, se observan cambios de idoneidad y redistribución:

- Clima más **urbanización** reconfiguran la ecología de murciélagos (Ramanantsalama et al., 2025).
- Clima más **factores sociales** se asocian con expansión potencial de *Desmodus rotundus*. (Van de Vuurst et al., 2025).

Fenología: sincronización temporal de los eventos biológicos.

Torpor: reducción reversible del metabolismo y la temperatura.

Refugios y microclima: ¿Por qué importan?

Los murciélagos experimentan el clima a través del microclima del refugio, que puede amortiguar o amplificar el calentamiento.

Refugios subterráneos (cuevas/minas)

- Microclima estable
- Con calentamiento aptos para reproducción en zonas frías
- Hibernáculos más cálidos aumento de consumo de grasa
- Inviernos húmedos elevan riesgo de inundación



Edificaciones (áticos)

- Se sobrecalientan rápido
- Pueden volverse trampas ecológicas



Cavidades y bat boxes

- Cavidades suelen ser más estables
- Bat boxes pueden volverse letales de día con sol



Clima, alimento y desajustes fenológicos

El clima afecta el alimento por dos vías:

1. **Más calor:** Mayor actividad de insectos.
2. **Más lluvia/eventos extremos:** Menor forrajeo y mayor costo energético de vuelo.

Desajuste murciélago–presa:

Primavera: Salida temprana de hibernación sin insectos suficientes, aumenta la mortalidad.

Verano: Lactancia/reproducción fuera del pico de insectos, menor éxito reproductivo.

El cambio climático no solo cambia cuánto alimento hay, sino cuándo está disponible respecto a hibernación y lactancia.



Distribución de murciélagos en Madagascar

Distribución bajo cambio climático más urbanización.

Se utilizaron >8000 datos de ocurrencia de familias.

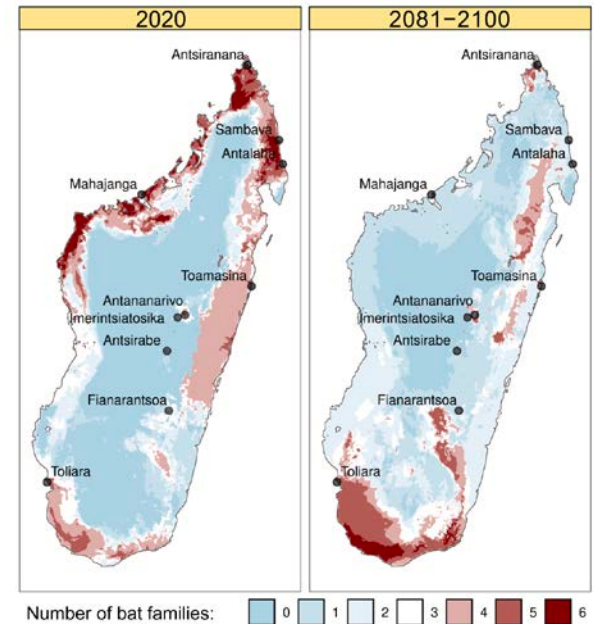
Para predecir utilizaron 3 capas:

- Clima (WorldClim)
- Densidad humana (proxy)
- Refugios (coordenadas de cuevas)

Futuro modelado: 2081–2100

Se usaron modelos de distribución (MaxEnt) para estimar la idoneidad y distribución potencial a partir de registros de ocurrencia y variables ambientales.

La densidad humana es un proxy útil, pero no representa la disponibilidad real de refugios en ciudades muy densas.



Resultados del modelo de distribución

Proyección 2081-2100

- Fuerte reconfiguración del hábitat adecuado para todas las familias.
- En el norte costero, disminuyen las condiciones favorables.
- Posible expansión de familia Molossidae a nivel nacional.

Factores que explican la distribución:

Clima (variabilidad térmica): Favorece a familias insectívoras y frugívoras.

Estación seca más cálida: Favorece a familias insectívoras.

Refugios (cuevas/caliza): Favorece a familias cavernícolas.

Mayor densidad humana: Favorece a familias sinantrópicas, especialmente Molossidae.



Chaerephon leucogaster

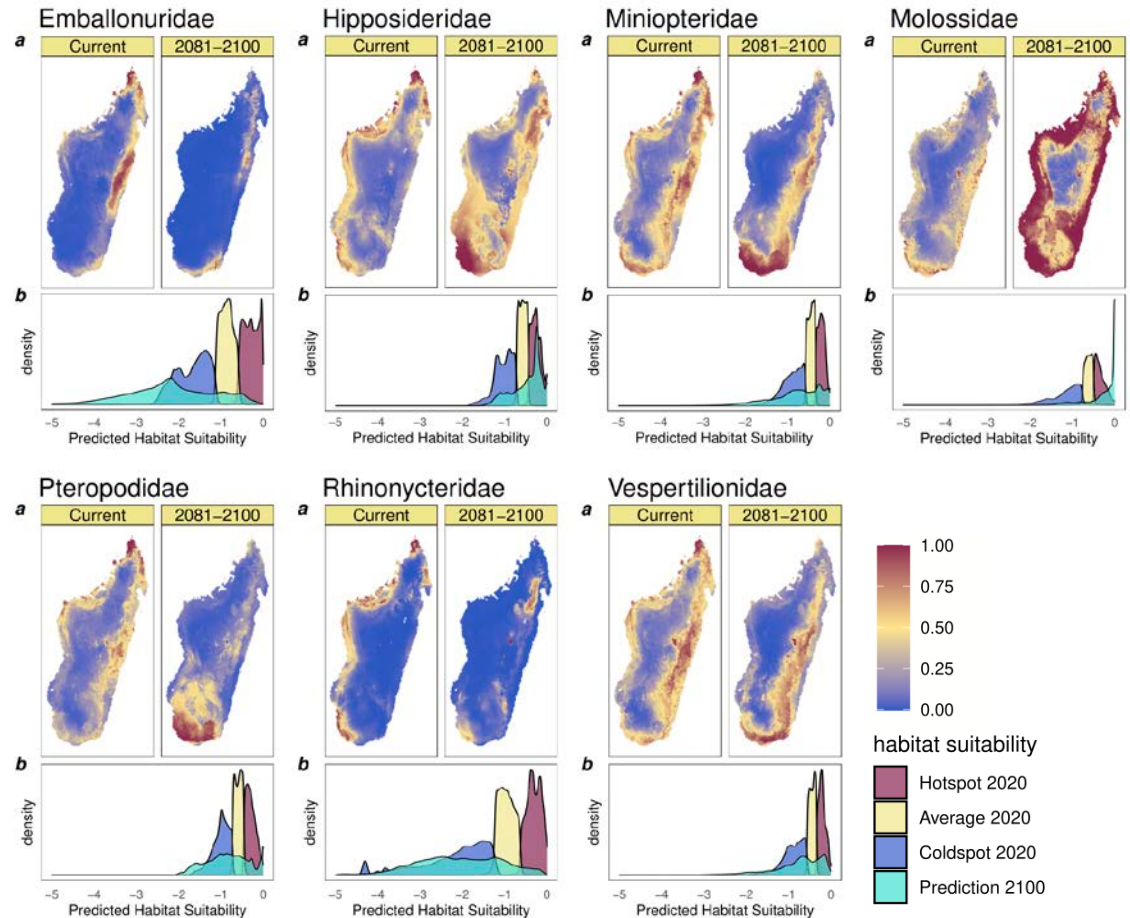
Resultados del modelo de distribución

Los mapas muestran cambios en la aptitud ambiental entre 2020 y 2081–2100, evidenciando una reorganización espacial del hábitat y respuestas diferenciadas entre familias.

Rojo (1): condiciones altamente favorables.

Amarillo (0.5): favorabilidad intermedia.

Azul (0): condiciones poco favorables.



Coronavirus y puntos de contacto humano–murciélago

Los cambios en la distribución de murciélagos pueden señalar zonas de mayor riesgo, por lo que las familias con mayores desplazamientos deben priorizarse en la vigilancia epidemiológica.

Hipposideridae: Alta diversidad de CoVs con linajes cercanos a humanos (229E/NL63/SARS).

Pteropodidae: Betacoronavirus en Madagascar relacionado a spillover ligado a caza/consumo.

Molossidae: Alfacoronavirus ligada a la urbanización y potencial de spillover.



Hipposideros commersoni



Pteropus rufus



Mormopterus jugularis

Cambio climático y el virus de la rabia

El virus de la rabia (RABV) es un patógeno importante transmitido por murciélagos en América Latina, causando más de 8.600 millones de dólares en pérdidas económicas anuales debido a muertes del ganado.

El murciélago vampiro común (*Desmodus rotundus*) transmite el RABV a humanos y ganado, con brotes frecuentes en regiones tropicales y subtropicales, donde los riesgos de infección humana están vinculados a brotes de ganado.

El cambio climático puede desplazar la distribución de especies y crear nuevas interacciones hospedero-patógeno.



Modelado de nicho ecológico (ENM/MaxEnt)

El modelado de nicho ecológico (ENM) se utiliza para predecir estos cambios evaluando cómo los factores ambientales influyen en la distribución de las especies.

Van de Vuurst. 2025, utilizó un modelado de nicho ecológico (MAxEnt) para predecir la futura distribución de *D. rotundus* en varios escenarios climáticos de América.

MaxEnt compara las condiciones ambientales de las ubicaciones de ocurrencia con posibles hábitats, centrándose en datos climáticos abióticos para evaluar el nicho fundamental de la especie.



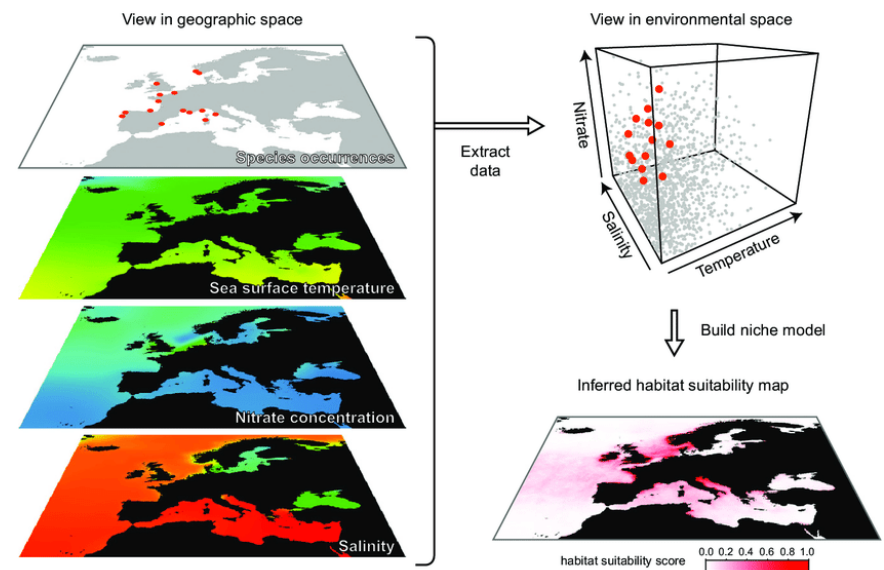
Modelado de nicho ecológico (ENM/MaxEnt)

El objetivo principal de la modelización ecológica de nichos es predecir cómo cambiará la distribución de *D. rotundus* bajo diferentes escenarios de cambio climático.

Esto se hace evaluando cómo las condiciones ambientales en las zonas donde la especie ya ha sido observada pueden cambiar en el futuro bajo diversas proyecciones climáticas.

Se utilizaron 4 variables climáticas tomadas de WorldClim previamente filtradas:

- Estacionalidad de la precipitación
- Precipitación anual
- Temperatura mínima del mes más frío
- Isotermalidad



Proyección del modelo de nicho ecológico (GCMs)

El modelo final de nicho ecológico se proyectó a través de América y múltiples escenarios climáticos futuros utilizando seis Modelos de Circulación Global (GCM).

Estos modelos tienen en cuenta la sensibilidad climática de equilibrio (ECS) y la respuesta climática transitoria (TCR) a través de diferentes escenarios de cambio climático.

Los GCM seleccionados fueron elegidos por su capacidad para captar la variabilidad climática y su sensibilidad al aumento del CO₂.

Global Circulation Model Name	Abbreviation	ECS	TCR
Australian Community Climate and Earth System Simulator	ACC	4.7	2.1
Beijing Climate Center Climate System Model	BCC	3	1.7
Europe Wide Consortium Climate Model	EVeg	4.3	2.6
National Institute for Environmental Studies, University of Tokyo Model	MIROC	2.6	1.6
Max Planck Institute for Meteorology, Germany Model	MPI	3	1.8
United Kingdom Earth System Model	UK	5.3	2.8

Escenarios climáticos futuros y proyecciones de modelo

El modelo se proyectó bajo Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP) para considerar variaciones en la severidad del cambio climático asociadas a emisiones futuras de gases de efecto invernadero y crecimiento poblacional.

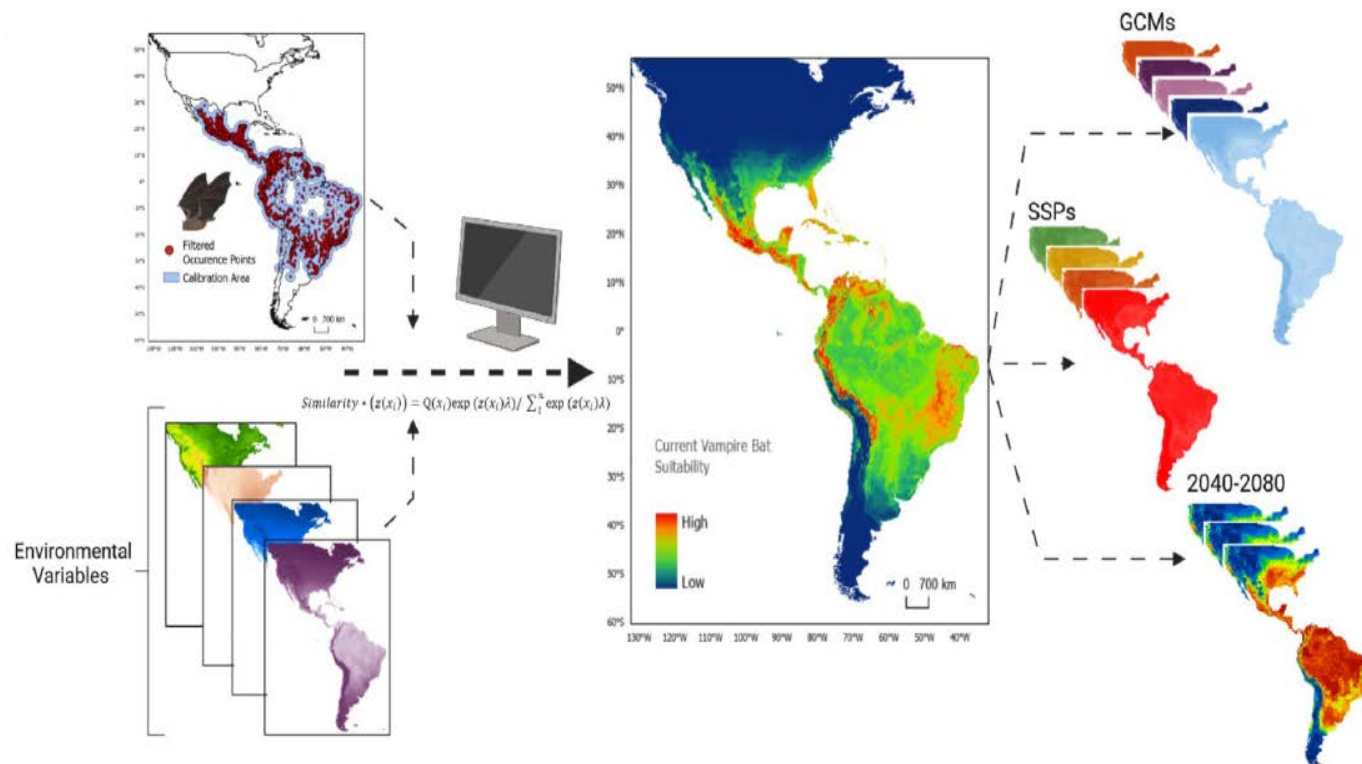
- **SSP1:** desarrollo sostenible
- **SSP2:** trayectoria intermedia
- **SSP3:** fragmentación
- **SSP5:** escenario de altas emisiones



Escenarios climáticos futuros y proyecciones de modelo

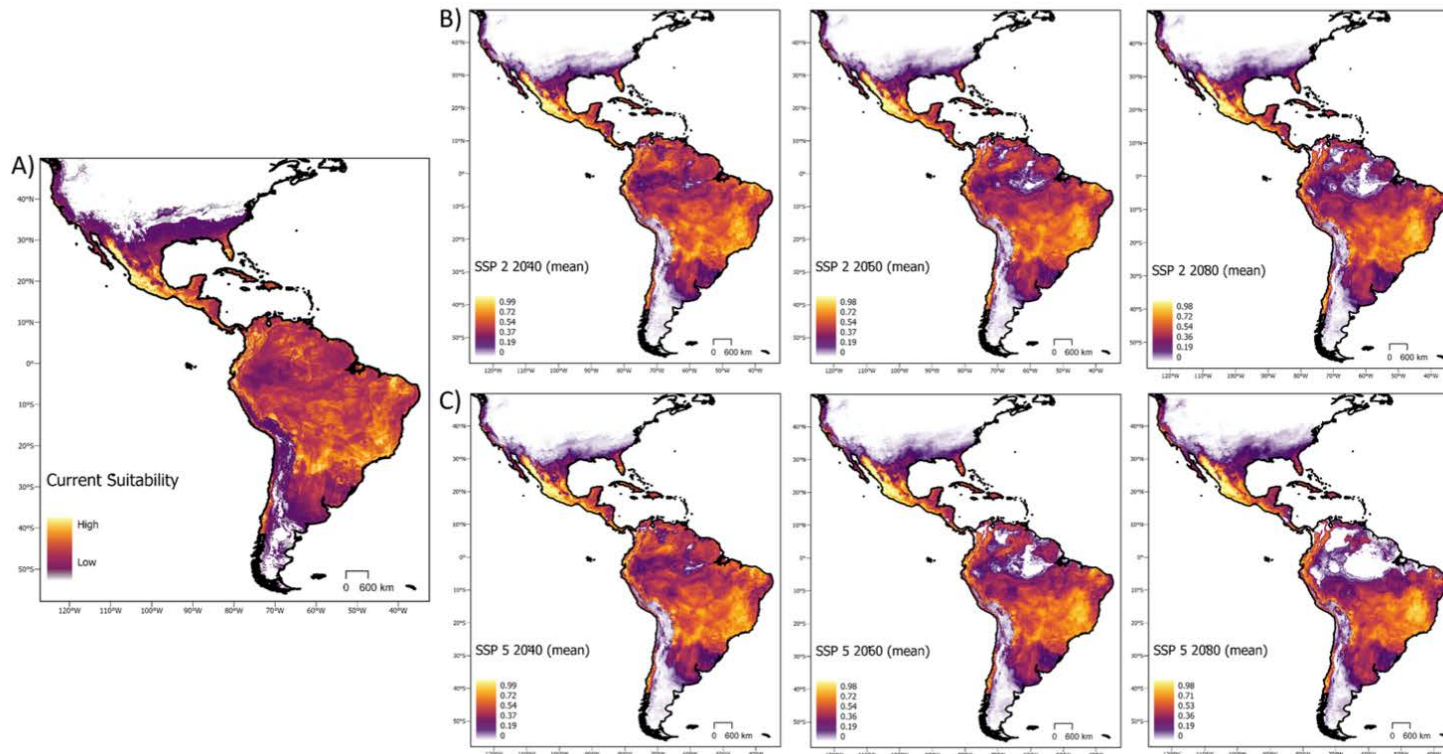
Las proyecciones se realizaron para tres periodos temporales: 2020–2040, 2041–2060 y 2061–2080.

La combinación de modelos climáticos globales (GCMs), SSPs y periodos temporales permite una evaluación integral de las posibles distribuciones futuras de *D. rotundus* bajo una amplia variedad de escenarios climáticos.



Escenarios climáticos futuros y proyecciones de modelo

Proyección de la aptitud del hábitat para *D. rotundus* bajo los escenarios SSP2 y SSP5. Se observa una pérdida de área adecuada en la Amazonia hacia 2060 y 2080, junto con una expansión hacia el norte y el sur en el escenario de peor caso.

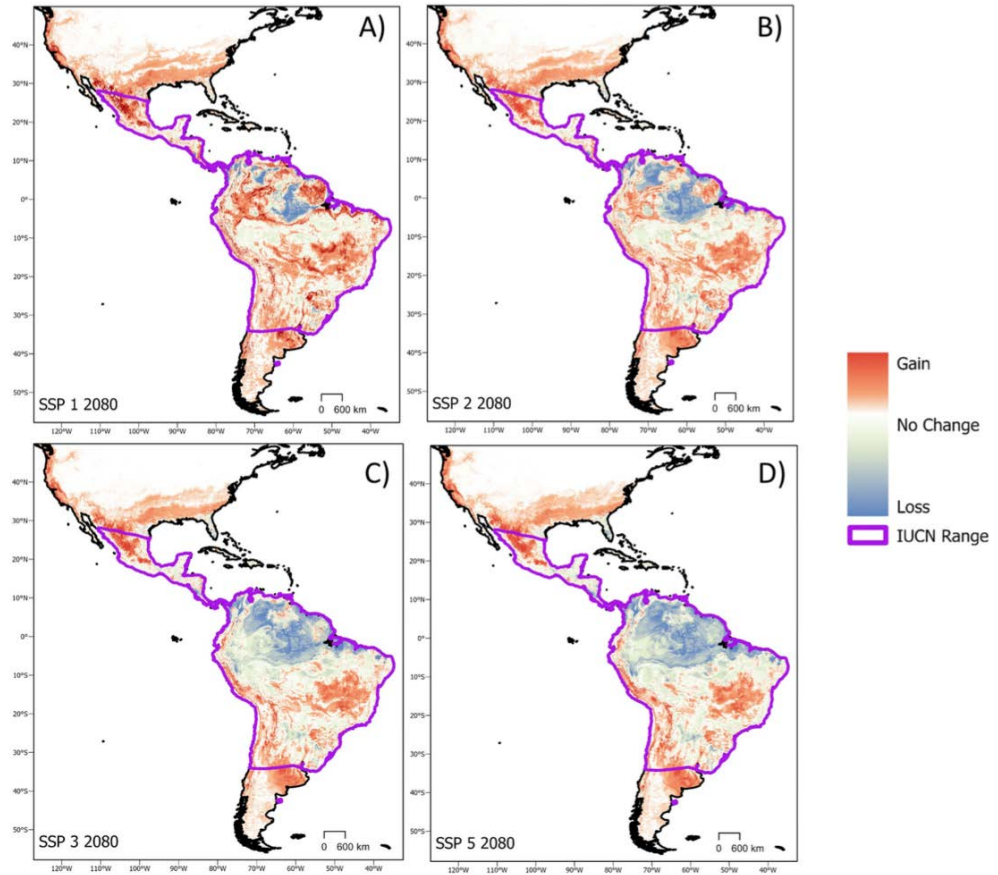


Resultados principales para el año 2080

Las variables más influyentes fueron temperatura mínima del mes más frío y estacionalidad de precipitación.

Ganancias de idoneidad hacia el norte (sur de EUA, oeste de México) y también hacia el Cono Sur.

Las tendencias cuantitativas fueron el aumento del límite norte y aumento del área total adecuada.



Conclusiones

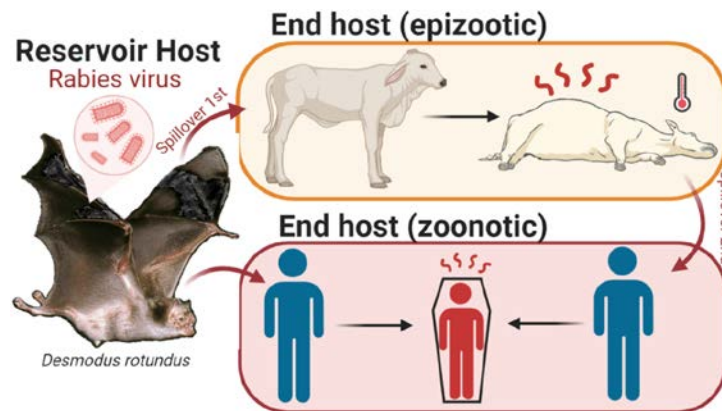
El clima modula refugios y alimento, afectando fenología, reproducción y supervivencia.

El cambio climático reconfigura la aptitud y la distribución:

- **Madagascar:** reestructuración por familias
- **América:** posible expansión de *D. rotundus* hacia zonas antes frías

Estas reconfiguraciones alteran el contacto humano–murciélago y el riesgo de exposición viral.

La evaluación del riesgo requiere integrar mecanismos ecológicos, modelos espaciales, variables virales, detección molecular y monitoreo dirigido.



Laboratorio de Genómica Viral & Humana BSL-3, Facultad de Medicina UASLP

- Dr. Christian A. García-Sepúlveda (Operaciones BSL-3, Virología Molecular)
- Dra. Sandra E. Guerra-Palomares (Operaciones BSL-3, Virología Molecular)
- LTS. Dulce M. Hernández Piña (Lab Manager)
- Dr. Andreu Comas García (Epidemiología molecular)
- Dra. Sofia Bernal Silva (Virología molecular)
- Dr. Fernando Díaz-Barriga Martínez (One Health)
- Dr. Guillermo Espinosa Reyes (Salud y Toxicología Ambiental)
- Dr. Mauricio Comas García (Microscopía electrónica y virología estructural)
- Dr. Roberto González Amaro (Inmunología)
- Dr. Juan Carlos Cuevas Tello (Aplicaciones de algoritmos de inteligencia artificial)
- Biol. Ignacio Amezcua Osorio (Trabajo de campo con murciélagos)
- MVZ. Carolina Escalante Vargas (Trabajo de campo con murciélagos)

Laboratorio Nacional de Vacunología y Virus Tropicales, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN

- Dra. Ma. Isabel Salazar Sánchez (Virología molecular e inmunología)
- Dr. Jesús Miguel Torres Flores (Operaciones BSL-3)
- Dr. Joel Armando Vázquez Pérez (Virólogo especializado en Influenzavirus)
- Dr. Rosa Elena Sarmiento Silva (Viróloga especializada en virus respiratorios)

Departamento de Inmunología del Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM

- Dra. Clara Inés Espitia Pinzón (Operaciones BSL-3)
- Dr. Antonio García Knight (Inmunólogo viral con énfasis en virus emergentes)
- Dr. Renato León Rodríguez (Virología molecular)
- Dr. Wenceslao Coronado Aceves (Evaluación de fármacos in vitro e in vivo)
- Dra. Georgina Diaz Herrera (Médica Veterinaria pequeñas especies)
- Maestra Erika Segura Salinas (Evaluación de fármacos potenciales)



Viral & Human Genomics Laboratory

A Biosafety Level 3 (BSL-3) High-Biocontainment Facility and member of the
WHO Collaborating Centre on Health Risk Assessment
San Luis Potosí State University, School of Medicine



www.genomica.uaslp.mx



GenomicaUASLP



GenomicaUASLP