

LA INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA MIGRACIÓN DEL COLIBRÍ ZUMBADOR CANELO

THE INFLUENCE OF WEATHER
IN THE MIGRATION OF THE
RUFOUS HUMMINGBIRD

EDSON A. ALVAREZ-ALVAREZ*,
R. CARLOS ALMAZÁN-NÚÑEZ Y L.
GERARDO HERRERA M.

*Departamento de Fortalecimiento a la Investigación e Innovación Tecnológica, Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero. C.P. 39090, Chilpancingo, Guerrero, México.

RESUMEN

Existen 13 especies de colibríes que son migratorios; es decir, que se reproducen en unas zonas y pasan el invierno en otras, viajando entre distintas áreas geográficas en Norteamérica. Durante su migración, los colibríes encuentran variaciones en el clima que determinan sus patrones de migración y distribución. Este es el caso del colibrí zumbador canelo (*Selasphorus rufus*), una especie casi amenazada y que en primavera-verano se reproduce en Canadá y Estados Unidos de América (EUA), y en otoño-invierno se encuentra en el sureste de EUA y sur de México. En esta contribución documentamos las condiciones climáticas bajo las que se desarrolla esta especie en sus áreas reproductiva e invernales mediante modelos de nicho ecológico y de distribución de especies. Existen variables climáticas comunes que nos permiten caracterizar los nichos ecológicos de las especies, como la temperatura, precipitación y radiación solar. Una vez caracterizados los nichos, podemos proyectarlos y recuperar también su distribución geográfica. Sin embargo, el cambio climático y la pérdida de hábitat, impulsados por actividades humanas, podrían modificar los patrones de migración y las áreas de distribución del zumbador canelo.

ABSTRACT

13 hummingbird species are considered migratory; that is, they breed in certain regions and winter in others, traveling between different geographic areas across North America. During these journeys, hummingbirds encounter climatic variations that impact their migration and distribution patterns. This is particularly true for the Rufous Hummingbird (*Selasphorus rufus*), a near-threatened species that breeds in the United States during spring and summer, and winters in the south-central Mexico, southeastern-northeastern United States, and southeastern Canada during fall and winter. In this contribution we documented the climatic conditions under which this species develops in its breeding and wintering areas using ecological niche and species distribution models. Some common climatic variables such as temperature, precipitation, and solar radiation, allow us to characterize the ecological niches of species. Once these niches are characterized, we can project their geographic distribution. However, climate change and habitat loss, driven by human activities, could alter the migration patterns and distribution areas of the Rufous Hummingbird.



Palabras clave: área invernal, área reproductiva, estacionalidad, *Selasphorus rufus*, Norteamérica.

Keywords: North America, reproductive area, seasonality, *Selasphorus rufus*, wintering area.

INTRODUCCIÓN

La migración de las aves es uno de los fenómenos más fascinantes y enigmáticos, porque son centenares de especies las que realizan estos movimientos. Los colibríes, por ejemplo, son sorprendentemente capaces de moverse a grandes distancias geográficas para conseguir alimento y tener condiciones climáticas adecuadas para subsistir y reproducirse (Fig. 1; Somveille et al., 2015; Thorup et al., 2017).

Cuando los días comienzan a tener menos horas de luz, aumenta el frío y disminuye el alimento, llega el momento en que las aves migratorias de todas las formas, colores y tamaños comienzan su migración. Cada año, millones de individuos de casi 400 especies de aves migratorias recorren miles de kilómetros cruzando ciudades, océanos, desiertos y montañas desde sus áreas reproductivas en las zonas frías y polares del hemisferio norte hasta sus áreas invernales en las zonas tropicales del hemisferio sur.

A lo largo de su migración, las especies enfrentan diversas amenazas como depredadores, muerte por colisión, pérdida de hábitat y contaminación lumínica, entre otras (Nemes et al., 2023). Las variaciones en el clima determinan la distribución de las especies y sus rutas de migración, así como los cambios fenológicos de las plantas, los cuales a su vez determinan la conducta migratoria de las especies (Haest et al., 2018; Somveille et al., 2015). En esta contribución documentamos la influencia del

clima (temperatura, precipitación y radiación solar) en el nicho ecológico y la distribución geográfica del colibrí zumbador canelo en sus áreas reproductiva e invernales en Norteamérica a partir de modelos de nicho ecológico y de distribución de especies.

EL CLIMA EN LA MIGRACIÓN DEL COLIBRÍ ZUMBADOR CANELO

Durante la última década, se ha documentado que las aves migratorias son vulnerables al cambio climático. Este fenómeno ha afectado su conducta migratoria, tamaño corporal y distribución geográfica (Rushing et al., 2020). De hecho, se espera que las áreas de idoneidad ambiental de muchas aves migratorias disminuyan, lo que occasionará que las especies tiendan a buscar nuevos sitios ambientalmente idóneos de acuerdo a sus rangos fisiológicos de tolerancia.

Hasta la fecha, de las 13 especies de colibríes migratorios, solo se ha documentado la influencia del clima en la migración del colibrí zumbador cola ancha (*Selasphorus platycercus*; Hernández-Hernández et al., 2022). Para el resto de las especies de colibríes, las condiciones climáticas que determinan su migración y distribución siguen siendo desconocidas. En este sentido, un modelo para estudiar la variación climática durante la migración es el zumbador canelo (*Selasphorus rufus*). Este colibrí es de tamaño



Figura 1. El colibrí zumbador canelo comiendo néctar del garbancillo (*Duranta erecta*) en una zona residencial en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Fotografía: David Pineda Vera

Figura 2. El colibrí zumbador canelo mostrando el brillante plumaje de su cuello en una zona residencial en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Fotografía: David Pineda Vera



mediano, mide de 7 a 9 cm de longitud y pesa de 2 a 5 g (Gillespie et al., 2020; Healy y Calder, 2020). Las características distintivas del macho son la cabeza, dorso y vientre color canela-anaranjado brillante, el cuello rojo-anaranjado iridiscente y un punto blanco ubicado detrás del ojo (Fig. 2).

El zumbador canelo lleva a cabo una de las migraciones más largas, viajando más de 4,000 km principalmente desde el sur de Alaska hasta el suroeste de México (Supp et al., 2015). Este colibrí se reproduce de mayo a junio desde el sureste de Alaska hasta el noroeste de los EUA (Healy y Calder, 2020; Alvarez-Alvarez et al., en prensa). Realiza su migración de primavera de febrero a abril, y la de otoño de julio a octubre (Alvarez-Alvarez et al., en prensa). Posteriormente, de octubre a enero se encuentra en el sur, centro y oeste de México, así como en el sureste-noreste de los EUA y sureste de Canadá (Healy y Calder, 2020; Alvarez-Alvarez et al., en prensa). Además, este colibrí hace paradas para recuperar energía, fortalecer sus músculos y reponer sus reservas de grasa, alimentándose de al menos 66 especies de plantas a lo largo de sus rutas migratorias (Schondube et al., 2004; Gillespie et al., 2020).

El zumbador canelo es un colibrí que tolera una alta variación climática en su área de distribución. Por ejemplo, las elipses muestran que el área reproductiva tiene un mayor tamaño, lo que significa que el nicho climático de esta área es más amplio en comparación con las dos áreas invernales (Fig. 3). Esta variación se traduce en que el colibrí zumbador canelo ocupa condiciones climáticas con rangos distintos de temperatura, precipitación y radiación solar entre sus áreas reproductiva e invernales (Fig. 3). La razón principal de esto se debe a la tolerancia fisiológica del zumbador canelo; es decir, a su capacidad de habitar un rango más amplio de climas subárticos a tropicales, temperaturas de 1.2 °C a 24.1 °C, y una variedad de ecosistemas como

pastizales de alta montaña y bosques tropicales secos, templados y húmedos.

Además del efecto directo del clima sobre los movimientos estacionales del zumbador canelo, las condiciones climáticas también influyen indirectamente en la fenología y disponibilidad de alimento en las plantas de las que se alimenta. Durante el invierno, además de las condiciones climáticas adversas que enfrenta el zumbador canelo en su área de reproducción, el alimento disminuye. Por el contrario, en las áreas invernales, las temperaturas moderadas, las lluvias regulares y la mayor radiación solar permiten una mayor actividad fotosintética de las plantas y, por lo tanto, un desarrollo floral más adecuado. Este recurso floral es importante para la alimentación del zumbador canelo y otros colibríes durante su migración.

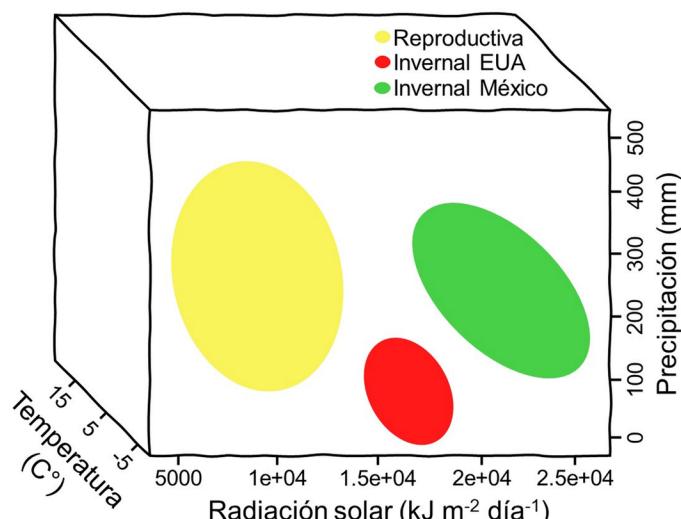


Figura 3. Representación de los nichos climáticos de las áreas reproductiva e invernales del colibrí zumbador canelo. El tamaño de las elipses indica el espacio climático utilizado por la especie. La temperatura representa el calor o energía térmica del aire (expresada en grados Celsius), la precipitación la cantidad de agua que cae del cielo (expresada en milímetros) y la radiación solar indica la energía solar diaria por metro cuadrado de superficie (expresada en kilojulios). Elaboración propia.

El cambio climático y la pérdida de hábitat afectan la fenología de las plantas y, por lo tanto, la conducta migratoria y la distribución geográfica de este colibrí. Esto podría generar que el colibrí adelante su migración, se mueva a nuevas áreas y/o cambie su ruta migratoria. Además, las poblaciones del colibrí zumbador canelo han disminuido en casi 65 % en los últimos 40 años, proceso que se aceleró todavía más a inicios del siglo XXI debido a la pérdida de cobertura forestal (Gillespie et al., 2020; Jefferys et al., 2024). De hecho, debido a estos factores esta especie se encuentra catalogada como “casi amenazada” por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés). Por lo tanto, es importante estudiar la influencia de las condiciones ambientales en este colibrí migratorio para diseñar estrategias adecuadas para su conservación.

¿CÓMO ESTUDIAR LA INFLUENCIA DEL CLIMA EN LA MIGRACIÓN DEL COLIBRÍ ZUMBADOR CANELO?

Una manera de conocer las condiciones climáticas que requieren las aves migratorias es a partir de herramientas informáticas conocidas como “modelos de nicho ecológico”, que permiten describir las características ambientalmente idóneas que requieren las diferentes especies (Mota-Vargas et al., 2019; Ríos-Muñoz et al., 2021). Para poder reconstruir el nicho ecológico del colibrí zumbador canelo (es decir, para caracterizar las condiciones climáticas que requiere esta

especie migratoria), es necesario obtener información geográfica y ambiental. La información ambiental se refiere a un conjunto de variables ambientales, particularmente climáticas, como temperatura, precipitación y radiación solar, relacionadas con la presencia o distribución de dicha especie. Estas variables climáticas están disponibles gratuitamente en bases digitales como WorldClim (<https://worldclim.org/data/index.html>). Por otro lado, la información geográfica se refiere a registros de presencia de la especie migratoria o sus coordenadas geográficas (latitud y longitud) del sitio donde se observó o colectó a dicha especie. Estos registros se obtienen de trabajo de campo, publicaciones científicas, colecciones biológicas y/o repositorios que almacenan datos de biodiversidad como la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF por sus siglas en inglés; <https://www.gbif.org/es/>). Los registros de presencia también provienen de la importante labor que se compila en plataformas de ciencia ciudadana como Naturalista (<https://mexico.inaturalist.org/>) y eBird (<https://ebird.org/home>), entre otras.

El siguiente paso es asociar los registros de presencia del colibrí zumbador canelo (es decir, sus coordenadas geográficas) con las tres variables climáticas antes mencionadas (temperatura, precipitación y radiación solar) mediante algoritmos computacionales de tipo matemático y estadístico. Estos algoritmos correlacionan los datos geográficos y ambientales para obtener las condiciones climáticas que requiere o necesita este colibrí migratorio (es decir, su nicho ecológico; Fig. 4).

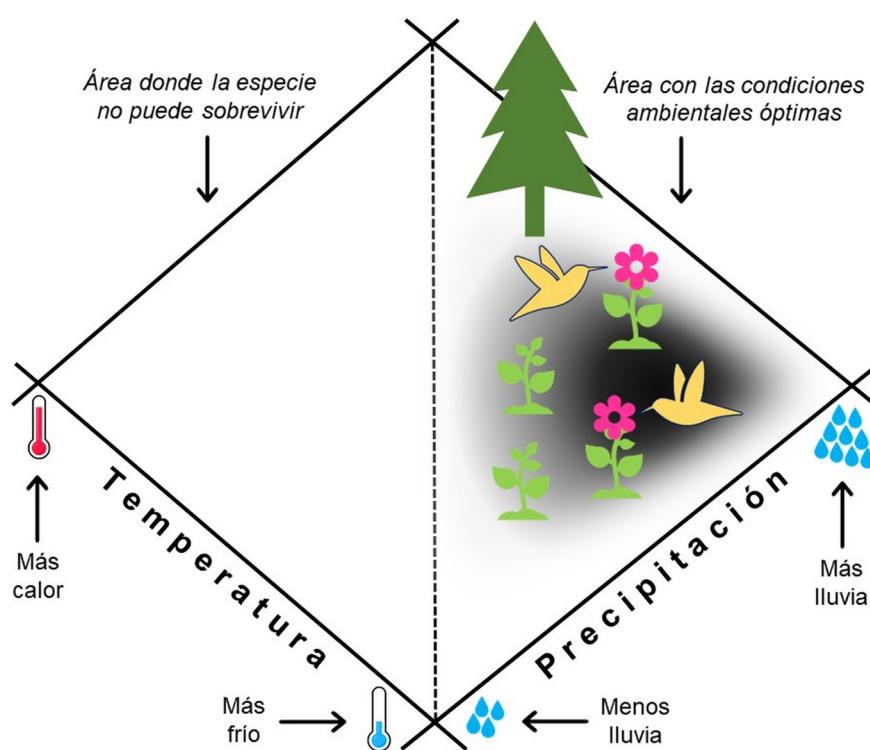


Figura 4. Ejemplo de un nicho ecológico representado por dos variables ambientales. El área sombreada (colores grises) representa las condiciones ambientales óptimas (rango de temperatura y de precipitación) que requiere una especie para sobrevivir. Elaboración propia.

Finalmente, con ayuda de sistemas de información geográfica este nicho ecológico se proyecta en mapas para observar las condiciones climáticas que requiere el colibrí en la geografía, lo que se conoce como distribución geográfica potencial. Por ejemplo, en el área reproductiva el colibrí zumbador canelo se distribuye en gran medida en la parte occidental de EUA y Canadá, y el sur de Alaska (área amarilla de la Fig. 5); mientras que en las áreas invernales, se encuentra principalmente en el sureste-noreste de EUA y sureste de Canadá (área roja), así como en el sur, centro y oeste de México (área verde de la Fig. 5).

CONCLUSIONES

En resumen, el clima influye directa e indirectamente—mediante la fenología de las plantas—en la migración, la distribución geográfica y el nicho ecológico del colibrí zumbador canelo. Documentar esta información es crucial porque el cambio climático y la pérdida de hábitat están alterando el comportamiento migratorio y la distribución de esta especie en su área reproductiva (Canadá y los EUA) y muy probablemente alterando su ciclo migratorio. Es de gran relevancia estudiar las condiciones climáticas para responder preguntas sobre la fisiología, evolución y conservación de los colibríes migratorios.

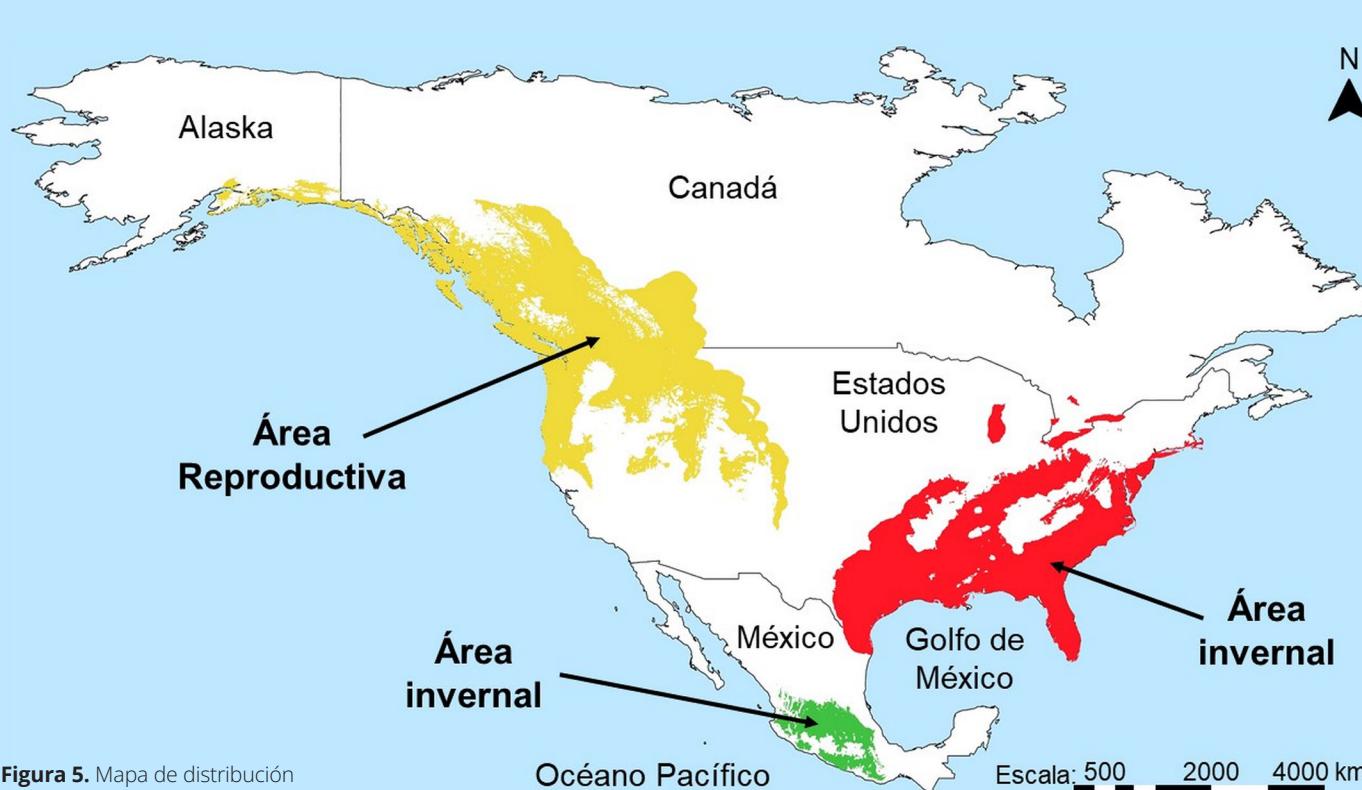


Figura 5. Mapa de distribución potencial del colibrí zumbador canelo (*Selasphorus rufus*) en sus áreas reproductiva e invernales. Elaboración propia.

Literatura citada



- Alvarez-Alvarez, E.A. R.C. Almazán-Núñez, F.A. Toro-Cardona, L.G.M. Herrera, M.J. Tolsá-García, O. Talavera-Mendoza, M. Lopezaraiza-Mikel. En prensa. Seasonal climatic niche-switching migration in the Nearctic-Neotropical Rufous Hummingbird (*Selasphorus rufus*). *PloS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0334958>
- Gillespie, C.R., S. Contreras-Martínez, C.A Bishop, J.D. Alexander. 2020. *State of the Rufous Hummingbird science and conservation*. Western Hummingbird Partnership, Colorado, 23 pp.
- Haest, B., O. Hüppop, F. Bairlein. 2018. The influence of weather on avian spring migration phenology: What, where and when? *Global Change Biology*. 24(12): 5769–5788. <https://doi.org/10.1111/gcb.14450>
- Healy, S. y W.A. Calder. 2020. Rufous Hummingbird (*Selasphorus rufus*). En: AF Poole, (Ed.) *Birds of the World (Version 1.0)*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.rufhum.01> (consultado el 20/07/2025).
- Hernández-Hernández, N., C. Mota-Vargas, C. Lara, O. Rojas-Soto. 2022. Seasonal distribution of the Broad-Tailed Hummingbird (*Selasphorus platycercus*): a climatic approach. *Zoological Studies*. 61: 23. <https://doi.org/10.6620/ZS.2022.61-23>
- Jefferys, K.M., M.G. Betts, W.D. Robinson, J.R.F. Curtis, T.A. Hallman, A.C. Smith, C. Strevens, J. Aguirre-Gutiérrez. 2024. Breeding habitat loss linked to declines in Rufous Hummingbirds. *Avian Conservation and Ecology*. 19(2): 2. <https://doi.org/10.5751/ACE-02681-190202>
- Mota-Vargas, C., A. Encarnación-Luévano, H.M. Ortega-Andrade, D.A. Prieto-Torres, A. Peña-Peniche, O.R. Rojas-Soto. 2019. *Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico*. Pp. 39–63. En: Moreno C.E. (Ed.), La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, 383 pp.
- Nemes, C.E., S.A. Cabrera-Cruz, M.J. Anderson, L.W. DeGroote, J.G. DeSimone, M.L. Massa, E.B. Cohen. 2023. More than mortality: Consequences of human activity on migrating birds extend beyond direct mortality. *Ornithological Applications*. 125(3): duad020. <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duad020>
- Ríos-Muñoz, C.A., M. Vega-Flores, K.M. Vega-Flores, S. Hernández-Rubio, D.V. Espinosa-Martínez. 2021. Del concepto a su aplicación: el proceso del modelado de nichos ecológicos y sus algoritmos. *Revista Latinoamericana de Herpetología*. 04(01): 11–25.
- Rushing, C.S., J.A. Royle, D.J. Ziolkowski Jr., K.L. Pardieck. 2020. Migratory behavior and winter geography drive differential range shifts of eastern birds in response to recent climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 117(23): 12897–12903. <https://doi.org/10.1073/pnas.200029911>
- Somveille, M., A.S.L. Rodrigues, A. Marica. 2015. Why do birds migrate? A macroecological perspective. *Global Ecology and Biogeography*. 24(6): 664–674. <https://doi.org/10.1111/geb.12298>
- Schondube, J.E., S. Contreras-Martínez, I. Ruan-Tejeda, W.A. Calder, E.C. Santana. 2004. *Migratory patterns of the Rufous Hummingbird in western Mexico*. Pp. 80–95. En: Nabhan G.P. (Ed.). *Conserving migratory pollinators and nectar corridors in Western North America*. University of Arizona Press, Arizona, 191 pp.
- Supp, S.R., F.A. La Sorte, T.A. Cormier, M.C.W. Lim, D.R. Powers, S.M. Wethington, S. Goetz, C.H. Graham. 2015. Citizen-science data provides new insight into annual and seasonal variation in migration patterns. *Ecosphere*. 6(1): 15. <https://doi.org/10.1890/ES14-00290.1>
- Thorup, K., A.P. Tøttrup, M. Willemoes, R.H.G. Klaassen, R. Strandberg, M.L. Vega, H.P. Dasari, M.B. Araújo, M. Wikelski, C. Rahbek. 2017. Resource tracking within and across continents in long-distance bird migrants. *Sciences Advances*. 3(1): e1601360. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601360>