

SUPERVIVENCIA DEPENDIENTE DE UNOS GRADOS:

389 Especies de Aves en Riesgo de Extinción



 **Audubon**

NATIONAL AUDUBON SOCIETY, 2019

Cárago Lapón



National Audubon Society protege a las aves y sus hábitats, en todo momento y a lo largo de todo el continente americano, por medio de actividades científicas, de promoción, educativas y de conservación en el propio sitio. Los programas estatales, los centros ecológicos, las divisiones locales y los socios de Audubon abarcan una extensión sin precedentes que cada año llega a millones de personas para informar, inspirar y reunir a diversas comunidades en tareas de conservación. Desde 1905, la visión de Audubon ha sido un mundo donde prosperan las personas y la vida silvestre.

Audubon es una organización sin fines de lucro dedicada a la conservación. Encuentre más información en **www.audubon.org** y búsquenos en Twitter e Instagram como **@audubonsociety**.

Cita: Wilsey, C., B. Bateman, L. Taylor, J. X. Wu, G. LeBaron, R. Shepherd, C. Koseff, S. Friedman, R. Stone. Supervivencia Dependiente de Unos Grados: 389 Especies de Aves en Riesgo de Extinción. National Audubon Society: Nueva York.



Ostrero común americano

2	Introducción
4	Ciencia Climática de Audubon
5	Parte 1: Vulnerabilidad de las Aves de América del Norte al Cambio Climático
6	Antecedentes
8	El cambio climático afectará el área de clima y hábitat adecuados para dos pájaros que viven en hábitats únicos
10	Hallazgos Claves
10	— <i>Casi dos tercios de las aves son vulnerables al cambio climático</i>
11	— <i>La mitigación del cambio climático reducirá la vulnerabilidad del 76% de las aves</i>
12	— <i>Los hábitats y las especies con mayor necesidad de adaptarse al cambio climático</i>
15	Parte 2: Cartografiando Riesgos Locales del Cambio Climático para las Aves
16	Antecedentes
18	Hallazgos Claves
18	— <i>El 98% de los 48 estados contiguos que componen Estados Unidos podrían verse afectados por una o más amenazas relacionadas con el cambio climático</i>
19	— <i>El 97% de las especies podrían verse afectadas por dos o más amenazas relacionadas con el cambio climático</i>
22	— <i>La mitigación del cambio climático reduciría el riesgo para las aves en más del 91% de los estados contiguos de los Estados Unidos</i>
25	Amenazas Persistentes
26	— <i>El Aumento del Nivel del Mar y la Variación del Nivel de los Lagos</i>
28	— <i>Cambios en el Uso Urbano de Tierras</i>
30	— <i>Expansión de las Tierras de Cultivo</i>
32	Amenazas Recurrentes
34	— <i>Calor Primavera Extremo</i>
36	— <i>Clima Favorable para Incendios</i>
38	— <i>Sequías de Primavera</i>
40	— <i>Lluvia Intensa</i>
42	— <i>Primaveras Falsas</i>
44	Parte 3: Prioridades Políticas
45	De la ciencia a la acción
46	Podemos hacerlo
47	Causas del cambio climático
48	La estrategia de Audubon para abordar el cambio climático se orienta a esfuerzos de adaptación a las nuevas temperaturas y de mitigación de dicho cambio
51	Adaptación al clima: proteger a las aves, los humanos y los hábitats que ambos necesitan para sobrevivir
55	Mitigación del cambio climático: reduciendo los efectos potenciales del calentamiento global
61	Apéndice
62	Datos
62	— <i>Aumento del Nivel del Mar</i>
62	— <i>Cambio del Nivel de los Lagos</i>
63	— <i>Urbanización</i>
63	— <i>Expansión de las Tierras de Cultivo</i>
63	— <i>Fenómenos Meteorológicos Extremos</i>
64	Referencias
68	Leyendas y Créditos

Introducción



David O'Neill

Director de Conservación
y Asesor Sénior del CEO

Las personas y las aves comparten una conexión fuerte desde hace milenios.

Las aves nos maravillan con sus visitas a nuestros jardines y anuncian el cambio de las estaciones con cada llegada. Han inspirado artistas desde los pintores de pinturas rupestres al inicio de la civilización hasta poetas premiados como Maya Angelou. Son nuestros símbolos nacionales, mascotas y emblemas de orgullo. Las aves viven con tranquilidad entre nosotros como los embajadores más visibles del mundo natural.

Nuestra conexión con las aves es aún más profunda. Cuando los paisajes cambian, son los primeros en sufrir las consecuencias y eso tiene implicaciones para el resto de nosotros. Quizás no notaremos todos los días que la temperatura promedio global esta aumentando, pero sí notaremos que no hay tantos Jilgueritos Canarios como antes, o que el Mirlo Primavera, que tradicionalmente presagia la llegada de la primavera, ahora aparece en febrero. Las aves son los «canarios en una mina de carbón» que nos indican que se están produciendo cambios medioambientales serios.

Hace cinco años, estudiamos lo que las aves nos decían sobre el cambio climático y descubrimos que más de la mitad de las aves de América del Norte estarían en riesgo al final del siglo. Este año, nuestros científicos volvieron a analizar los efectos del cambio climático en las aves de Estados Unidos, esta vez con herramientas de investigación más sofisticadas y un análisis regional extendido que incluyó a México, Estados Unidos y Canadá.

Nuestros hallazgos en este informe son la quinta alarma de un incendio de cinco alarmas. Aun así, hay motivos para tener esperanzas si actuamos ahora. Primero, una noticia que debería



Jilgueritos Canarios

llamarnos la atención a todos: Más de dos tercios de las aves de los Estados Unidos están en riesgo si el ritmo de calentamiento global continúa. Las aves que amamos están en peligro, incluyendo el Chingolo Colifino, que podría perder el 62% de su hábitat invernal actual. Algunas especies quizás puedan adaptarse, pero otras no tendrán a dónde ir y corremos el riesgo de perderlas para siempre.

Los científicos de Audubon han diseñado modelos que muestran que un aumento de tan solo un grado Celsius podría alterar la vida en la Tierra tal como la conocemos. Y no solo para las aves, sino para todos los seres vivos que viven en lugares que se verán afectados por un aumento en las inundaciones costeras, como las comunidades del Golfo de México. Tormentas más intensas, como los huracanes recientes, ocurrirán con más frecuencia en toda la costa este. Los incendios forestales, como los que devastaron California, prevalecerán aún más en la zona oeste. Algunas áreas se verán afectadas por sequías extremas y otras por lluvias incesantes.

Aunque el panorama es desalentador, tenemos el poder de tomar medidas ahora mismo para detener estas tendencias. Si logramos limitar el aumento de la temperatura global a 1.5 grados Celsius, podemos reducir las amenazas para las aves y para los hábitats que necesitamos para prosperar.

El programa climático de Audubon tiene el compromiso de hacer todo lo posible por alcanzar este objetivo involucrando a nuestra red de 22 oficinas estatales, 465 divisiones locales y 1.7 millones de miembros, y creciendo para ser voceros del cambio. Nuestra red de activistas y expertos climáticos está interviniendo en distintos estados para promover políticas de energía limpia que reducirán nuestra dependencia de combustibles fósiles. Nuestro trabajo en Washington, D.C. aumenta los fondos para la innovación y las nuevas tecnologías que reducen las emisiones de carbono y fortalecen la economía. Estamos trabajando con propietarios de tierras y agencias públicas para respaldar soluciones naturales como proteger y mejorar los pastizales, humedales y ecosistemas forestales que son esenciales para las aves y clave para alcanzar nuestros objetivos climáticos. Y estamos trabajando con nuestros socios para definir y avanzar en la búsqueda de soluciones climáticas integrales en todos los niveles de gobierno. Tenemos una oportunidad, pero se desvanece poco a poco.

Si invertimos en los hábitats de las aves, invertimos en nuestro propio futuro. Nuestras aves nos dicen que **es momento de actuar.**

Ciencia Climática de Audubon

En 2014, Audubon publicó el informe «Las Aves y el Cambio Climático». El informe, que se basó en investigaciones originales y arbitradas, reveló que casi la mitad de todas las especies de aves de América del Norte son sensibles al cambio climático. Audubon puso manos a la obra aprovechando estos hallazgos para apelar a la pasión de la gente por las aves y generar una mayor demanda de soluciones climáticas a nivel local, estatal, nacional y hemisférico mediante iniciativas de mitigación y adaptación. La mitigación del cambio climático incluye esfuerzos para reducir o prevenir las causas del cambio climático, como las emisiones de gases de efecto invernadero. La adaptación al cambio climático incluye esfuerzos para alterar y adaptar tanto nuestro entorno natural como nuestra infraestructura, carreteras y otras estructuras para ayudar a soportar mejor las amenazas que presenta el cambio climático.

Desde 2014, Audubon ha mantenido su compromiso a la defensa y conservación de aves en relación al cambio climático usando la ciencia como base. Audubon se asoció con BirdLife International para desarrollar *The Messengers* (Los mensajeros), un resumen de 68 estudios de caso de lo que las aves nos dicen sobre las amenazas del cambio climático y soluciones potenciales tanto para la naturaleza como para la gente. Audubon y BirdLife aunaron fuerzas con 12 organizaciones colaboradoras para desarrollar un [Plan de Acción Climática para el Continente Americano](#) y sus iniciativas proyectan cómo se modificarán las zonas de distribución de más de 2,000 especies de aves en respuesta al cambio climático en toda América Latina y el Caribe. Hace poco, Audubon se asoció con el Servicio de Parques Nacionales de Estados Unidos para redactar un informe llamado *Birds and Climate Change in Our National Parks* (Las aves y el cambio climático en nuestros parques nacionales), en el que se resumen los impactos potenciales del cambio climático en la composición de las comunidades de aves de 274 parques nacionales. Mientras tanto, Audubon estuvo trabajando de manera consistente para documentar la forma en la que las aves respondieron al cambio climático a través de Climate Watch, el programa científico comunitario de Audubon que cuantifica los cambios de zona de distribución de las aves a medida que ocurren. Por último, Audubon

continúa actualizando su conocimiento científico sobre la vulnerabilidad de las aves al cambio climático.

Survival by Degrees: 389 Bird Species on the Brink (Supervivencia Dependiente de Unos Grados: 389 Especies de Aves en Riesgo de Extinción) ofrece una mirada fresca a la vulnerabilidad de las aves de toda América del Norte frente al cambio climático a partir de un análisis científico actualizado que procesa mucha información e incorpora la biología única de cada ave para determinar su vulnerabilidad. La primera parte subraya los hallazgos clave de esta nueva evaluación de vulnerabilidad al cambio climático de las aves de América del Norte.

En la segunda parte, Audubon analiza más de cerca cómo afectan a las aves las amenazas que presenta el cambio climático. En esta sección, se resumen los resultados de una evaluación profunda de amenazas en todo Estados Unidos, donde se obtuvieron datos en alta resolución de dichas amenazas. Exploramos las especies y los hábitats que se encuentran en un mayor riesgo frente a los cambios climáticos en sus entornos naturales, incluidos el aumento en el nivel del mar, la conversión de zonas urbanas y tierras de cultivo y las condiciones climáticas extremas.

Por último, en la tercera parte, Audubon explica su estrategia para abordar las causas y consecuencias del cambio climático, traduciendo el conocimiento científico en medidas concretas para proteger a las aves y a las personas de las amenazas del cambio climático.



PARTE 1:

Vulnerabilidad de las Aves de América del Norte al Cambio Climático



Antecedentes

El cambio climático está empeorando la crisis de extinción de especies a nivel mundial.¹ En América del Norte, el 37% de las aves ya se encuentran en riesgo de extinción² y, aunque históricamente las aves han modificado su zona de distribución en respuesta al cambio climático,³ el cambio climático ocurre 20 veces más rápido hoy que en cualquier otro período histórico de los últimos 2 millones de años.⁴ El ritmo y la magnitud sin precedentes de este cambio climático hacen que resulte una amenaza existencial para las aves, las personas y los sistemas naturales de los que dependemos.

Las aves son taxones ideales para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático. No solo están en todos lados, sino que hay millones de observaciones geolocalizadas disponibles en la mayor parte de América del Norte que nos pueden ayudar a identificar y comprender los climas y hábitats particulares de cada especie de aves. Estas observaciones aviares surgen del crecimiento de plataformas de ciencia comunitarias, como eBird, y de enormes bases de datos en línea, como el Centro de Información Mundial sobre Diversidad Biológica, la Red de Conocimiento de Aves (GBIF y AKN, respectivamente, por sus siglas en inglés) y el grupo Biodiversity Information Serving Our Nation (BISON); estudios a largo plazo, como el Programa de Supervisión de Aves en Reproducción de América del Norte (BBS, por sus siglas en inglés) y estudios científicos de varios investigadores. Además, a raíz de su capacidad considerable para dispersarse y migrar, las aves sirven como referencia de conservación para otros taxones que enfrentan las amenazas del cambio climático. Es posible que las aves tengan más ventaja en un mundo más cálido que especies con menor movilidad.^{5,6}

En esta investigación,⁷ relacionamos observaciones de aves de 604 especies con condiciones climáticas y de hábitat en la misma ubicación para capturar la composición única de la zona de distribución adecuada para cada especie. Lo hicimos a través de algoritmos de aprendizaje automático frecuentes en el análisis de grandes cantidades de datos y en la ciencia de la información. La recopilación de observaciones en este estudio implicó más de 140 millones de registros de aves de más de 70 fuentes de información. Los modelos de aprendizaje automático para cada especie relacionaron las observaciones con las condiciones ambientales actuales, incluidos clima, tipo de vegetación, uso de la tierra y topografía. Estos modelos actuales tomaron el rango actual de condiciones ambientales de las especies. Luego cartografiamos la zona de distribución futura esperada de

cada especie sustituyendo el clima futuro proyectado y las condiciones de la vegetación para desarrollar los modelos. Comparamos las zonas de distribución actuales y futuras proyectadas para estimar el porcentaje de pérdida y ganancia de las zonas de distribución proyectadas en varios escenarios de cambio climático. Estas proyecciones luego se utilizaron para evaluar los tres componentes de la vulnerabilidad al cambio climático que se identificaron gracias a la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza (UICN): exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación al cambio climático (Fig. 1).

Generamos modelos de especies para las temporadas reproductivas y no reproductivas y evaluamos la vulnerabilidad de las especies en cada estación por separado. Las proyecciones de la zona de distribución en la temporada reproductiva también incluyeron la distancia de dispersión potencial de cada especie para poder limitar de forma realista la expansión de la zona de distribución y así evaluar con precisión la capacidad de adaptación de la especie. Cada especie recibió un puntaje de vulnerabilidad: neutra, baja, moderada o alta. *Especies consideradas altamente vulnerables son las que, en la proyección, experimentaron el mayor porcentaje de pérdida de zona de distribución actual con pocas oportunidades para ganar nuevas zonas.*

Para comprender como la mitigación del cambio climático podría reducir la vulnerabilidad de las aves al cambio climático, evaluamos esa vulnerabilidad en el contexto de trayectorias climáticas. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) recomienda limitar la temperatura media mundial a menos de 2.0°C (3.6°F) por encima de los niveles preindustriales y, si fuera posible, a 1.5°C (2.7°F).^{8,9} En la actualidad, vamos a superar este límite, con aproximadamente 1.0°C (0.8-1.2°C, o 1.8°F) del calentamiento que ya se produjo⁹ y un aumento de la

Método de Clasificación de la Vulnerabilidad

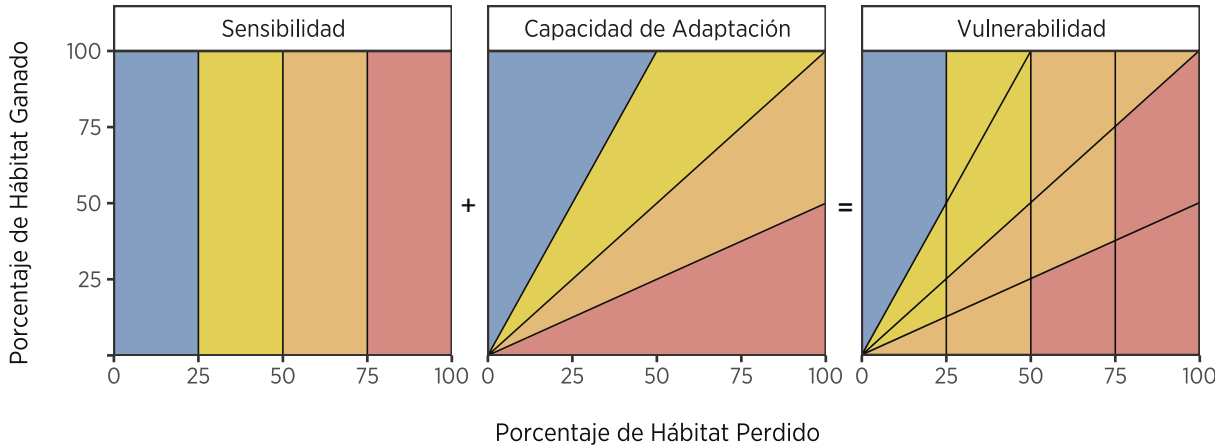


FIGURA 1 | Diagrama conceptual para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación al cambio climático. La exposición al cambio climático refleja el nivel de calentamiento (aumentos de 1.5°C, 2.0°C y 3.0°C en la temperatura media mundial, que no se muestra en el diagrama). La sensibilidad climática es el porcentaje de pérdida proyectada de la zona de distribución actual. La capacidad de adaptación es la proporción de ganancia de zona de distribución proyectada en relación a la pérdida. Los colores más oscuros indican una mayor vulnerabilidad. Las ganancias proyectadas para las zonas de distribución de verano se ven limitadas por la capacidad de dispersión estimada de la especie.

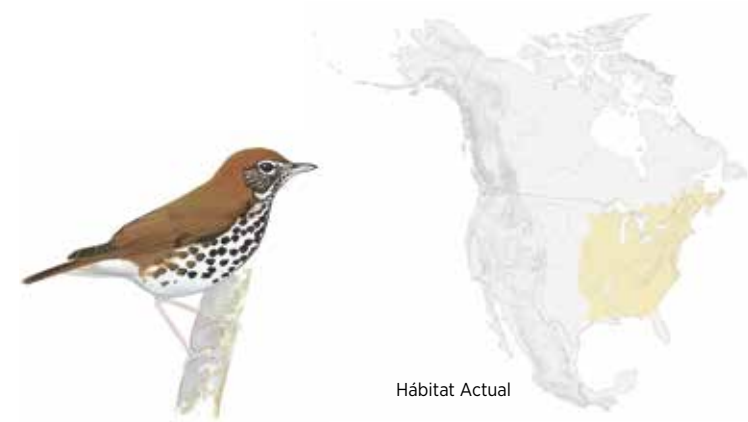
temperatura del mar previsto de al menos 3.0°C (5.4°F) para 2100 si se sigue esta trayectoria.³⁵ Es bastante probable que alcancemos ese 1.5°C de aumento de temperatura entre 2030 y 2052,⁹ sin importar la estrategia de mitigación. Actualmente, el compromiso de reducción de efectos de gas invernadero según se establece en el marco del Acuerdo de París (que consta de las contribuciones determinadas a nivel nacional en cada país o los compromisos de reducción de emisiones que se hicieron en el acuerdo) llevarían a un aumento de al menos 3.2°C en la temperatura media mundial.¹⁰ En este informe, evaluamos la vulnerabilidad al cambio climático de las aves en América del Norte en tres situaciones relevantes a esta política: aumentos en la temperatura media mundial de 1.5°C, 2.0°C y 3.0°C (2.7°F, 3.6°F y 5.4°F). Estas situaciones reflejan los objetivos actuales y potenciales de reducción de emisiones que contribuyen al cambio climático y brindan un contexto relevante para las políticas nacionales de mitigación de cambio climático.

Para diseñar estrategias de adaptación óptimas y determinar dónde deberíamos enfocar nuestros esfuerzos de conservación para ayudar a las especies a adaptarse a los cambios rápidos, identificamos los hábitats y las especies más vulnerables al cambio climático. Cartografiamos las regiones en las que se proyecta un aumento de la colonización de nuevas especies, una

mayor probabilidad de la radiación a nivel local a raíz de la pérdida de zonas de distribución y un alto cambio neto de la cantidad de especies presentes en el futuro. Todas estas áreas merecen atención en para la adaptación al cambio climático. Por último, identificamos las especies más vulnerables al cambio climático independientemente de la situación futura y luego comparamos nuestra lista de especies vulnerables al clima con la lista de referencia de Partners in Flight (PIF) de aves de América del Norte vulnerables a la extinción. Las especies identificadas en ambas listas requieren atención inmediata para la adaptación al cambio climático.

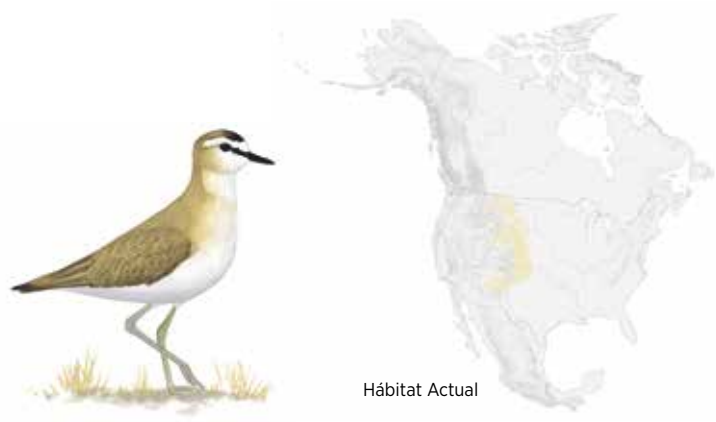
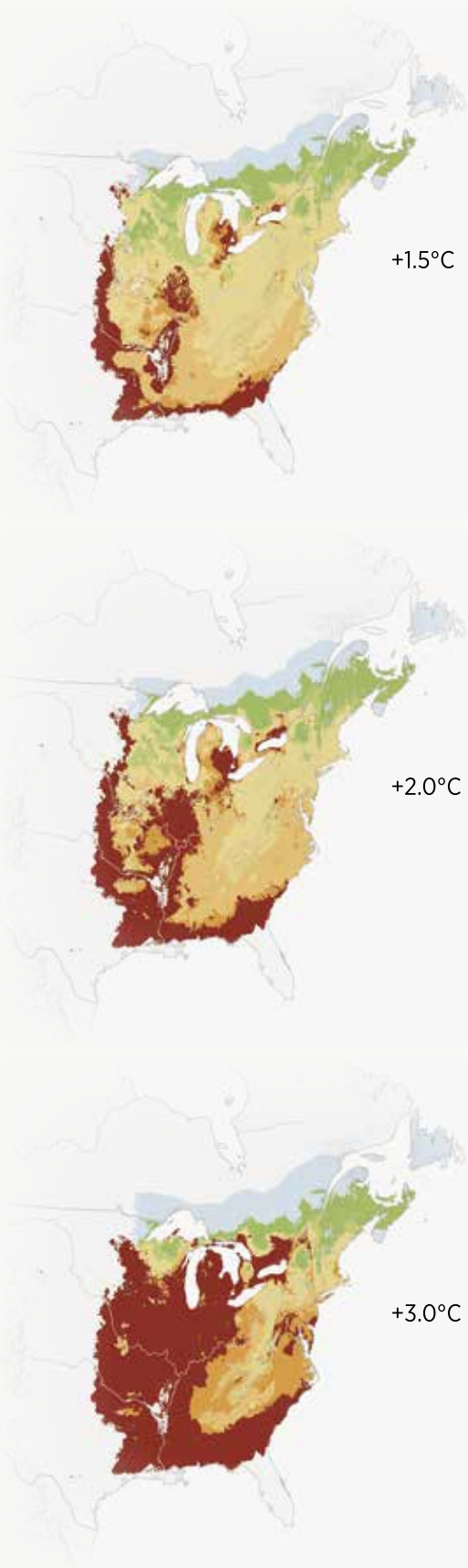
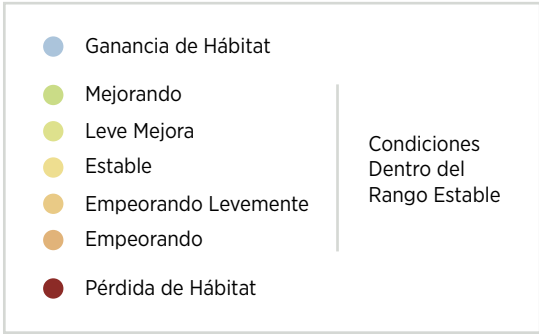
En resumen, evaluamos la vulnerabilidad de 604 especies de aves al cambio climático en tres situaciones posibles que representan un aumento de 1.5°C, 2.0°C y 3.0°C (2.7°F, 3.6°F y 5.4°F) en la temperatura global promedio. Este trabajo es la evaluación de proyección más integral sobre la vulnerabilidad de las aves de América del Norte al cambio climático hasta la fecha.

El cambio climático afectará el área de clima y hábitat adecuados para dos pájaros que viven en hábitats únicos



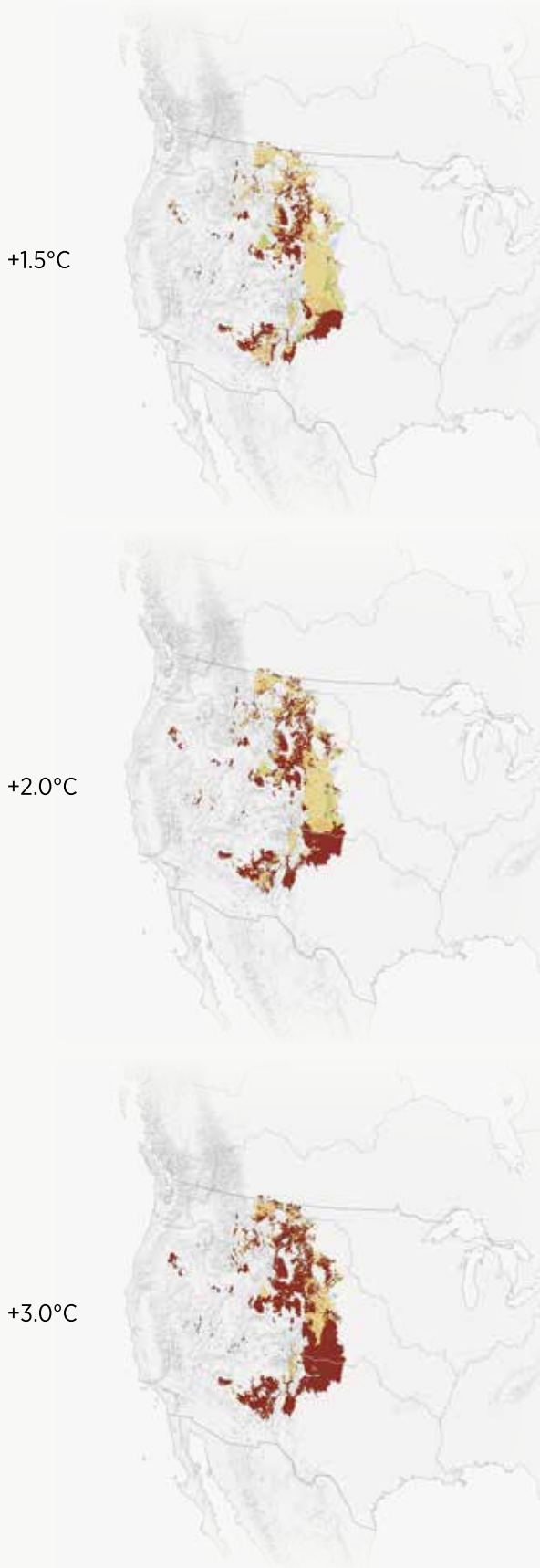
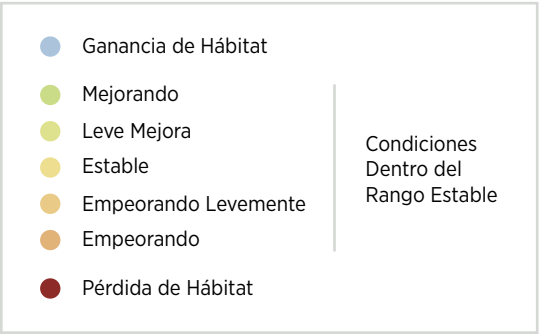
Zorzal Maculado

El Zorzal Maculado es un ave migratoria que se reproduce principalmente en los bosques caducifolios del este de Estados Unidos y el sudeste de Canadá. En un escenario de calentamiento de 3.0°C (5.4°F), el Zorzal Maculado sería muy vulnerable al cambio climático en la temporada de reproducción cuando potencialmente perdería el 57% de su hábitat actual y colonizaría un área equivalente a solo el 20% de este. Además, es posible que el Zorzal Maculado ya no se reproduzca en Florida, Louisiana, Nebraska, Dakota del Sur o Texas, donde el clima y el hábitat ya no se parecen al área en la que el Zorzal Maculado se encuentra actualmente. Sin embargo, el Zorzal Maculado es una especie que podemos ayudar: La vulnerabilidad al cambio climático sería moderada en el escenario de 2.0°C (3.6°F) y baja en el escenario de 1.5°C (2.7°F).



Chorlito Llanero

El Chorlo Llanero es un ave migrante que se reproduce en la pradera de hierba corta y en las planicies áridas del oeste de los Estados Unidos. En un escenario de calentamiento de 3.0°C (5.4°F), el Chorlo Llanero sería muy vulnerable al cambio climático en la temporada de reproducción, cuando potencialmente perdería el 76% de su hábitat actual y colonizaría un área equivalente a solo el 1% de esa área. Además, existe la posibilidad de que el Chorlo Llanero ya no se reproduzca en Oklahoma o Nuevo México, donde el clima y el hábitat proyectados ya no son similares a la zona donde esta ave se encuentra actualmente. La vulnerabilidad al cambio climático era moderada en los escenarios de calentamiento de 2.0°C (3.6°F) y 1.5°C (2.7°F).



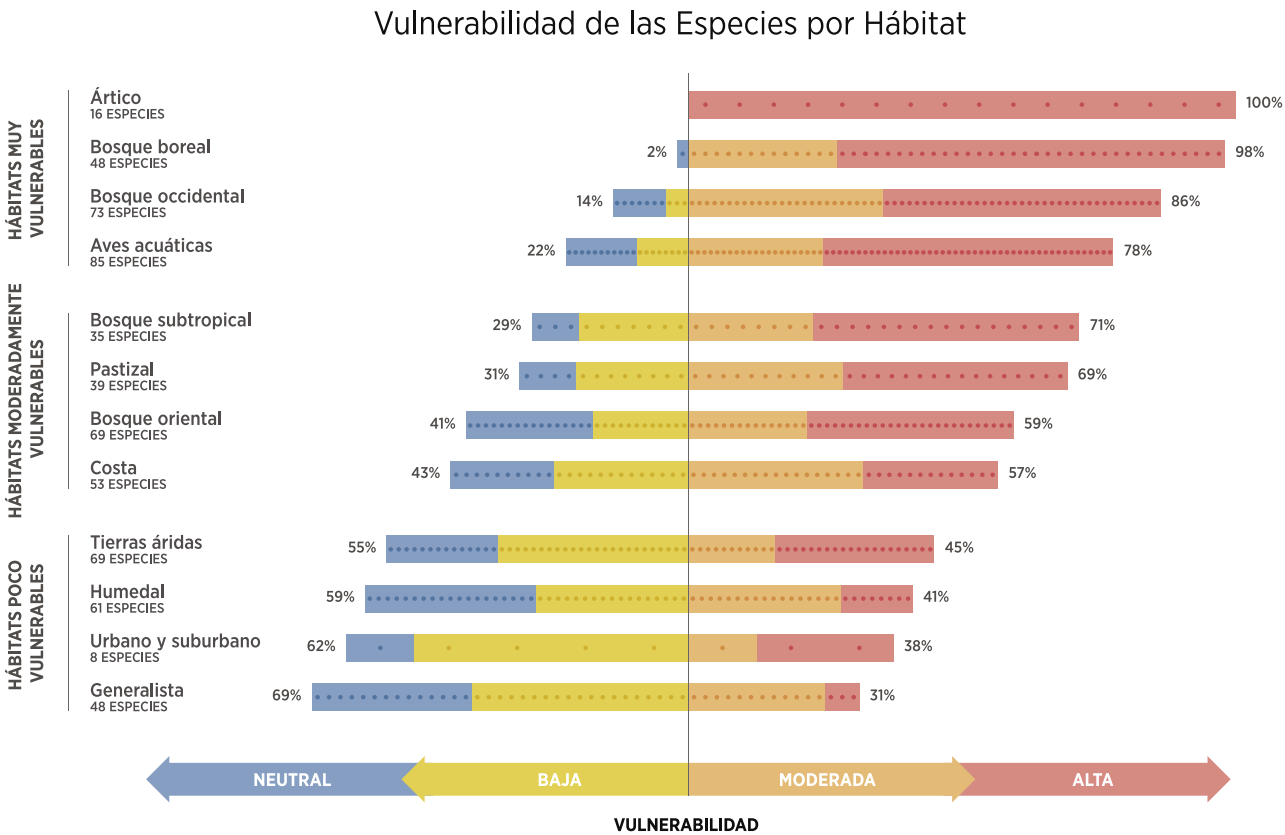
Hallazgos Claves

Casi dos tercios de las aves son vulnerables al cambio climático

Nuestro informe reveló que el 64% de las especies (389 de 604) a través de temporadas reproductivas y no reproductivas tenían una vulnerabilidad alta o moderada al cambio climático. Sin embargo, la vulnerabilidad al cambio climático no se distribuyó en forma pareja en los distintos hábitats. A través de temporadas y escenarios (Fig. 2), el 100% de las especies de aves del Ártico (16 de 16), seguidas del 98% de las aves de bosques boreales (47 de 48), el 86% de las aves de bosques occidentales (63 de 73) y el 78% de las aves acuáticas (66 de 85) eran vulnerables al cambio climático. Los grupos de hábitats

con un nivel de vulnerabilidad intermedio incluían los bosques subtropicales (el 71% o 25 de 35), pastizales (el 69% o 27 de 39), bosques al este (el 59% o 41 de 69) y áreas costeras (el 57% o 30 de 53). Los grupos de hábitats con menor vulnerabilidad incluían tierras áridas (el 45% o 31 de 69), pantanos (el 41% o 25 de 61), áreas urbanas y suburbanas (el 38% o 3 de 8) y hábitats híbridos (el 31% o 15 de 48). Sin embargo, incluso en los grupos de vulnerabilidad baja, más de un cuarto de las especies se consideraron vulnerables al cambio climático.

FIGURA 2 | Porcentaje de especies vulnerables por grupo de hábitats de aves en todas las situaciones posibles y las temporadas. El morado y el verde indican el porcentaje de especies con vulnerabilidad alta y moderada, el azul y el amarillo indican las especies con vulnerabilidad baja o neutra, y la línea vertical divide las especies vulnerables de las que no lo son. Las ganancias proyectadas para las zonas de distribución de verano se ven limitadas por la capacidad de dispersión estimada de la especie.

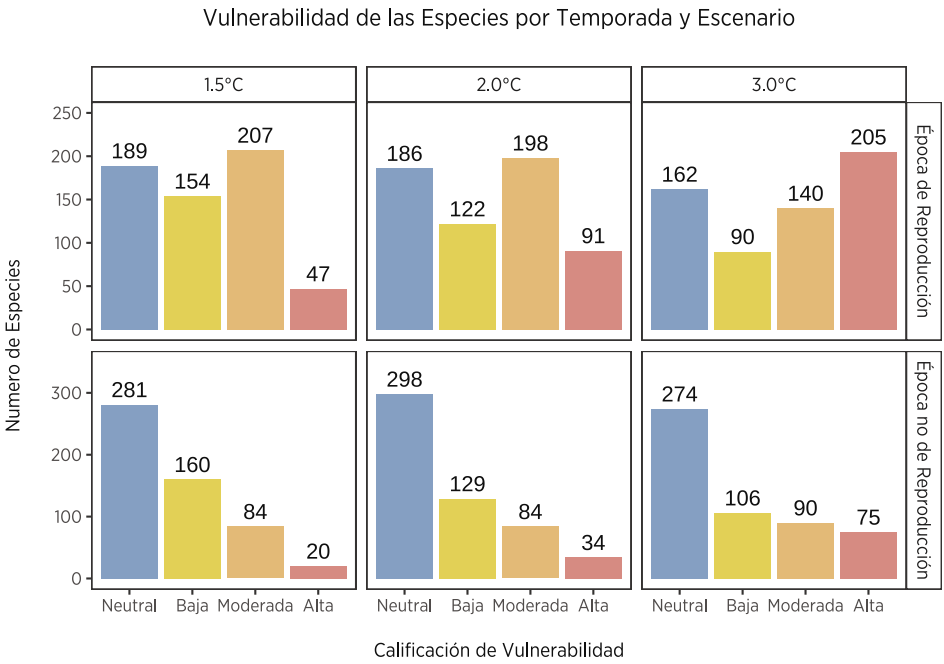


La mitigación del cambio climático reducirá la vulnerabilidad del 76% de las aves

Casi dos tercios (el 63% o 383 de 604) de todas las especies en ambas temporadas se clasificaron como vulnerables a un aumento de la temperatura media mundial de 3.0°C en comparación con el 54%, a un aumento de 2.0°C (327 de 604); y con el 47%, a un aumento de 1.5°C (286 de 604) (Fig. 3). A través de las temporadas para las especies consideradas

vulnerables con un aumento de 3.0°C (incluidas clases de vulnerabilidad alta y moderada), el 76% (290) bajarían al menos una categoría de vulnerabilidad en una de las temporadas si lográramos mantener el aumento del calentamiento en 1.5°C. Además, el 38% de las especies vulnerables (146) ya no se consideraban vulnerables en una situación de calentamiento de 1.5°C.

FIGURA 3 | La clasificación de vulnerabilidad en las temporadas reproductiva y no reproductivas en la proyección de las situaciones de calentamiento global de 1.5°C, 2.0°C y 3.0°C (2.7°F, 3.6°F y 5.4°F). Las especies vulnerables se encuentran clasificadas en niveles de vulnerabilidad alta y moderada y las especies no vulnerables están en las categorías de vulnerabilidad neutra o baja.



Los esfuerzos de mitigación del cambio climático que estabilizan el aumento de la temperatura media mundial a 1.5°C en lugar de a 3.0°C permitirían la mayor reducción de especies vulnerables en la temporada reproductiva. Además, la mitigación beneficiaría mayormente a aves en hábitats urbanos y suburbanos (reducción del 38% del nivel de vulnerabilidad), seguidos por bosques boreales (reducción del 23%), pastizales (reducción del 23%), bosques al este (reducción del 20%) y hábitats híbridos (reducción del 17%). La mitigación también llevaría a reducciones moderadas de la vulnerabilidad de las especies que habitan en los bosques occidentales y subtropicales, pantanos, tierras áridas y zonas costeras. Para las especies del Ártico, se necesitan

otras medidas de adaptación al cambio climático, ya que resultaron 100% vulnerables independientemente de la situación de cambio climático proyectada.

La vulnerabilidad disminuyó en forma considerable en la temporada no reproductiva en comparación a la reproductiva, con el 30% (165 de 546) de las especies en temporada no reproductiva vulnerables en el escenario que proyecta un aumento de 3.0°C. Esto se reduciría a solo el 19% de las especies clasificadas como vulnerables en una situación de aumento de 1.5°C en la temporada no reproductiva.

Los hábitats y las especies con mayor necesidad de adaptarse al cambio climático

La adaptación al cambio climático incluye esfuerzos para aumentar la capacidad de los hábitats y las aves de lidiar con un clima cambiante. Sin embargo, las geografías difieren de forma considerable en cuanto a los cambios que se anticipan. Cartografiamos los cambios en la composición de las comunidades de aves de América del Norte según nuestras proyecciones de la zona de distribución de las especies para informar en qué lugares podrían tener un mayor impacto las iniciativas de adaptación.

En la temporada de reproducción, algunos lugares podrían perder hasta 106 especies de aves con un aumento de 3.0°C y habría una pérdida de especies considerable en los bosques templados del norte y el este, el escudo canadiense y las regiones del norte, central y noreste de Estados Unidos (EE. UU., Fig. 4). Las pérdidas proyectadas también fueron altas al noroeste del Pacífico, las Montañas Rocosas y Alaska. Las pérdidas fueron menos drásticas con 1.5°C de aumento, con hasta 79 pérdidas a nivel local, concentradas principalmente en la región del escudo canadiense. En la temporada no reproductiva, las pérdidas anticipadas de las especies variaron según las distintas situaciones proyectadas, con una pérdida de hasta el 70% en comunidades locales con un aumento de 1.5°C, pero 90 especies perdidas con un aumento de 3.0°C.

Cada sitio ganó hasta 115 colonizadores potenciales en la temporada de reproducción y 105 en la temporada no reproductiva con un aumento de 3.0°C. En la temporada de reproducción, el nivel máximo de ganancia se registró en las ecorregiones de taiga y tundra en Canadá, en menor medida en los bosques nortños de Estados Unidos y Canadá, y a lo largo de cordilleras, incluidas las Rocosas y la Sierra Madre de México (Fig. 4). En la temporada no reproductiva, el nivel máximo de ganancia se registró al oeste de Alaska, Newfoundland y Nova Scotia, los Grandes Lagos, el sur de Estados Unidos y Sierra Madre. Tanto en la temporada de reproducción como en la no reproductiva, con un aumento de 1.5°C, las ganancias de hábitat de las especies estuvieron distribuidas uniformemente, con una ganancia de 93 y 66 especies.

Audubon ha trabajado con el Servicio de Parques Nacionales de Estados Unidos para identificar unidades de parques nacionales en los que se esperaba que cambien las comunidades de aves a causa del cambio climático.

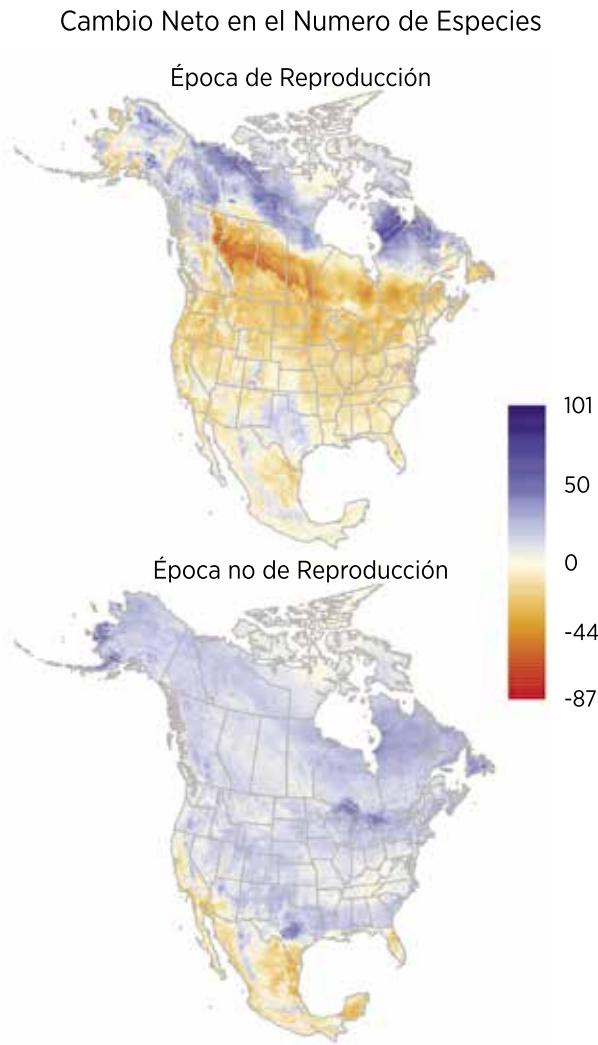


FIGURA 4 | La ganancia o pérdida en la cantidad de especies por kilómetro cuadrado en todo América del Norte durante las temporadas de reproducción y no reproductivas. La escala varía de pérdida (rojo) a ganancia (azul) de especies con un calentamiento de 3.0°C (5.4°F) (el caso con un aumento de 1.5°C [2.7°F] no se muestra). El cambio neto de las especies varió de 87 negativo a 101 en la temporada de reproducción y de un 62 negativo a 97 en la temporada no reproductiva.



Burrito Cuyano

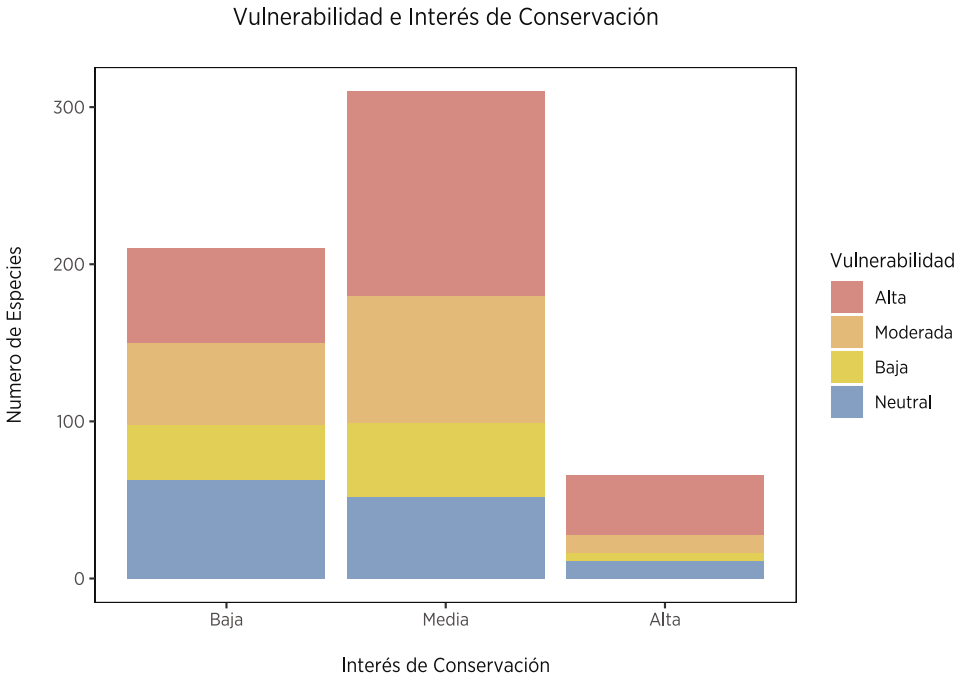
El estudio de parques nacionales trasladó los cambios proyectados a la composición de las comunidades de aves bajo un clima cambiante a recomendaciones de adaptaciones específicas para cada parque (Hole y otros, 2010; Wu y otros, 2018). Los hábitats con un cambio neto bajo en la comunidad de aves pueden soportar mejor la conservación de aves a escala de paisaje al poner el foco en la restauración del hábitat, la preservación de regímenes de alteración natural (como incendios) y la reducción de otros factores estresantes. Los hábitats con una tasa neta de cambio alta en la comunidad de aves pueden concentrarse en medidas para aumentar la capacidad de respuesta de las aves al cambio climático, como el aumento de su hábitat potencial, la colaboración con agencias y propietarios de tierras para mejorar la conectividad de los hábitats para las aves más allá de las fronteras y los límites establecidos, la gestión del régimen de alteración y, posiblemente, la adopción de medidas de gestión más firmes (como gestión intensiva de sitios de nidificación o translocaciones) (Wu et al., 2018). Los esfuerzos de control que identifican cambios en las comunidades de aves, como el programa científico comunitario Climate Watch de Audubon, también informarán la selección de respuestas de adaptación adecuadas.

También podemos avanzar la adaptación al cambio climático si nos enfocamos en las especies más vulnerables y que ya tienen una gran necesidad de conservación. El estado de conservación de las especies vulnerables al clima varía en forma considerable. Cincuenta especies vulnerables en distintas temporadas también aparecieron en la lista de referencia de PIF (Fig. 5). Por ende, la capacidad de adaptación de estas especies se ve aún más disminuida por su estado actual de necesidad de conservación. Estas incluyen especies de pastizales (7); tierras áridas (7); áreas costeras (8); bosques subtropicales (3), bosques occidentales (7), bosques al este (5) y bosques boreales; pantanos (5); aves acuáticas (5); y el Ártico (2). Dieciséis de las especies eran aves de prioridad para Audubon (Tabla 1). Además, 323 de nuestras especies vulnerables al clima en distintas temporadas no se encuentran actualmente en la lista de referencia (Fig. 5), lo que sugiere una necesidad de conservación futura = a medida que avanza el cambio climático.

TABLA 1 | Las especies de prioridad de Audubon que son vulnerables y se encuentran en la lista de referencia (Watchlist) de Partners in Flight.

 Gorrión de Baird	 Escribano Collarejo	 Picopando Canelo	 Correlimos Semipalmeado
 Tordo Arrocerero	 Florida Chara de Collar	 Chorlito Llanero	 Bisbita Llanero
 Reinita Canadiense	 Chipe Alidorado	 Frailecillo Silbador	 Tordo Tricolor
 Chipe Cerúleo	 Urogallo de las Artemisas	 Chingolo Colifino	 Zorzal Maculado

FIGURA 5 | La vulnerabilidad de las especies en las distintas temporadas con un aumento de temperatura de 3.0°C (5.4°F) según el estado de conservación de State of the Birds. Las especies se agruparon según la necesidad de conservación en baja, moderada y alta a partir de su puntaje general, y se considera que ciertas especies de la lista de referencia (WatchList) de Partners in Flight (PIF) tienen una necesidad de conservación alta. Muchas especies que actualmente presentan una necesidad de conservación baja son vulnerables al cambio climático y podrían estar en riesgo en el futuro.



PARTE 2:

Cartografiando Riesgos Locales del Cambio Climático para las Aves

Antecedentes

En la sección anterior, evaluamos la vulnerabilidad al cambio climático en toda la zona de distribución de las especies en América del Norte. A nivel continental, el estudio incluyó la mayor información posible para proyectar las condiciones futuras y evaluar sus impactos. Sin embargo, el cambio climático abarca mucho más que solo cambios a largo plazo en la temperatura media, las precipitaciones y la vegetación, y la consideración de amenazas adicionales más agudas cuando sea posible dará como resultado datos útiles para la planificación de los esfuerzos de conservación.⁸¹ En esta investigación,¹¹ marcamos varias amenazas relacionadas al cambio climático en los estados contiguos y cuantificamos su impacto en las aves para identificar los hábitats y las especies que se encuentran en riesgo.

Las amenazas en relación al cambio climático que consideramos en este análisis incluyeron el aumento del nivel del mar y la variación del nivel de los lagos, la urbanización, la expansión de tierras de cultivo y los fenómenos meteorológicos extremos, como el calor extremo en primavera, condiciones climáticas que favorecen incendios, sequías de primavera, lluvias fuertes y «falsas primaveras». El aumento del nivel del mar, los cambios en los niveles de los lagos, la expansión de tierras de cultivo y la urbanización causarán cambios a largo plazo en el hábitat, mientras los fenómenos meteorológicos extremos pueden tener un efecto considerable a través de directo en la reproducción y supervivencia de las poblaciones, e indirecto, al afectar sus hábitats y la disponibilidad de los recursos. Incorporamos estas amenazas, junto con los resultados de la sección anterior sobre las zonas de distribución futuras de las aves y su vulnerabilidad, para evaluar el riesgo local del cambio climático para las aves en dos situaciones pertinentes a las políticas públicas que también se incluyeron en la evaluación de vulnerabilidad de la primera parte: aumentos de 1.5°C y 3.0°C (2.7°F y 5.4°F) en la temperatura media mundial. Estos escenarios reflejan objetivos actuales y potenciales de reducción de emisiones que contribuyen al cambio climático. En el caso del aumento del nivel del mar, seleccionamos situaciones medianas que coincidieran con las estimaciones del IPCC de aumentos de 1.5°C y 3.0°C para fin de siglo. También consideramos estimaciones «extremas» de alto nivel de aumento del nivel del mar con un calentamiento de 3.0°C que se ha identificado en varios otros análisis.¹²⁻¹⁵

Cartografiamos condiciones climáticas extremas primariamente de la temporada de primavera, cuando la mayoría de las aves comienzan a reproducirse. Está bien documentado que, de forma aislada, los fenómenos meteorológicos extremos tienen consecuencias negativas; sin embargo, las especies seguramente se enfrentarán a varias amenazas más generales a partir de dichos fenómenos.¹⁶⁻¹⁹ La influencia combinada de estas amenazas puede alterar de forma drástica las poblaciones y comunidades de aves,^{16,20} y generarles un mayor estrés fisiológico.¹⁶

Para determinar qué especies se verán afectadas por cada amenaza en relación al cambio climático, calculamos el porcentaje de la zona de distribución futura proyectada de cada especie que pudiera verse afectada en los estados contiguos. Para las amenazas que resultarían en modificaciones persistentes y a largo plazo del hábitat de determinadas aves (como el aumento del nivel del mar, la variación del nivel de los lagos y los cambios en el uso humano de las tierras), consideramos que una especie se ve afectada si al menos el 10% de su zona de distribución se superpone con el área amenazada. Para las amenazas que resultarían en modificaciones intermitentes o a corto plazo del hábitat de determinadas aves (como fenómenos



meteorológicos extremos), consideramos una especie, afectados si al menos un 50% de su zona de distribución se superpone al área amenazada. Para cada temporada y en cada escenario proyectado de cambio climático, identificamos la cantidad total de especies afectadas por cada amenaza. Aunque algunas de las amenazas se calcularon para la temporada de reproducción, aun estimamos los impactos en la temporada no reproductiva porque las condiciones climáticas de una estación pueden tener efectos secundarios en otros momentos del año y pueden tener un efecto tardío en la calidad del hábitat y en las poblaciones de aves.^{21,22}

Para hacer un esquema de los hábitats locales en riesgo a causa del cambio climático, implementamos un modelo del IPCC en el cual el riesgo más alto ocurre en áreas en las que se proyectan niveles altos de peligro, exposición y vulnerabilidad (Fig. 6, también²³). En cada lugar, definimos el peligro a partir de la cantidad de amenazas

en relación al cambio climático que se superponen (Fig. 6); la exposición de la cantidad total de especies de aves a las condiciones climáticas futuras; y la vulnerabilidad de la cantidad total de especies vulnerables al cambio climático en toda su zona de distribución a partir de las condiciones futuras. La vulnerabilidad en toda la zona de distribución se basó en los hallazgos de la primera parte de este informe. En resumen, contamos la cantidad de especies afectadas por cada amenaza en relación al cambio climático del total de 544 especies que se consideraron e incluyeron en el esquema de riesgos según los aumentos de 1.5°C y 3.0°C en la temperatura media mundial. Este trabajo representa una evaluación única del riesgo al que están expuestas las aves y combina la vulnerabilidad de toda la zona de distribución con el esquema de peligro acumulativo de las amenazas en relación al cambio climático, como el aumento del nivel del mar y las condiciones climáticas extremas.

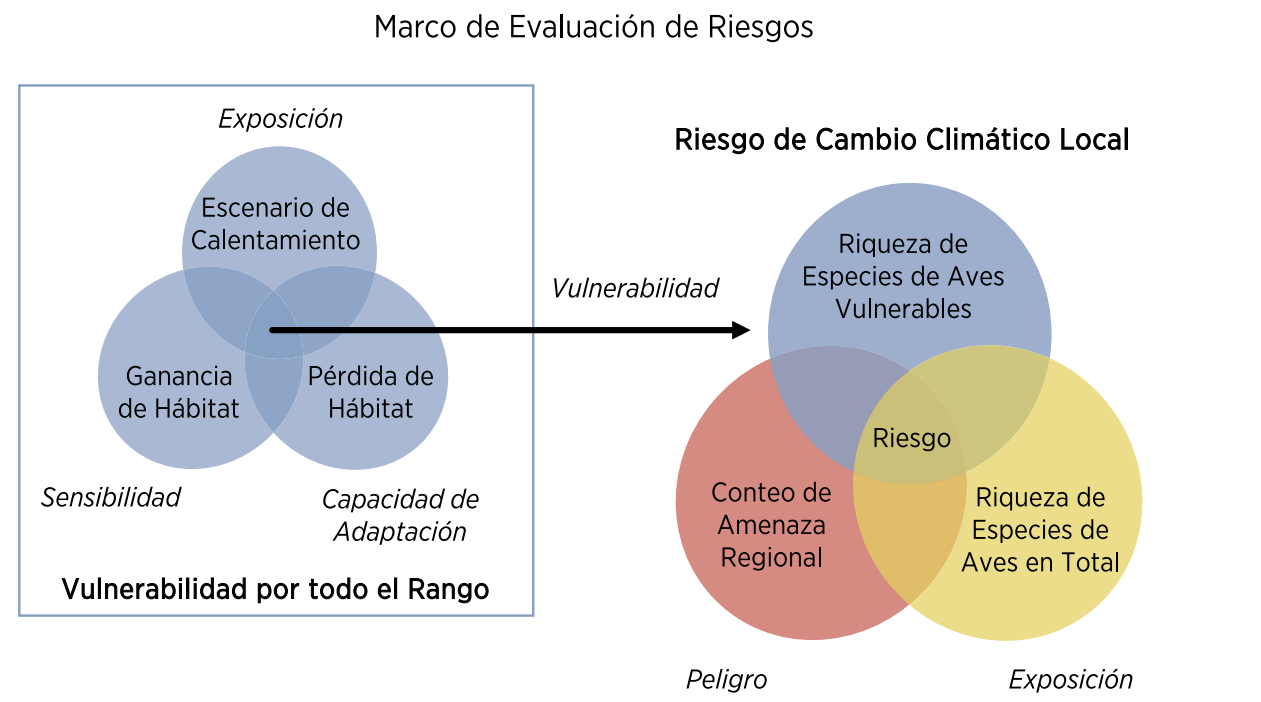


FIGURA 6 | Marco utilizado para cartografiar el riesgo del cambio climático en los estados contiguos. La vulnerabilidad de una especie en su zona de distribución fue una función de su exposición al cambio (aquí medida en cada escenario proyectada de calentamiento global), sensibilidad al cambio (pérdida de zona de distribución) y capacidad de adaptación frente al cambio (la ganancia de nuevas zonas de distribución en contraposición a la pérdida). El riesgo local al cambio climático fue una función del peligro (amenazas acumuladas), la exposición (cantidad de especies) y la vulnerabilidad (cantidad de especies vulnerables). Adaptado de Foden y Young, 2016²³

Hallazgos Claves

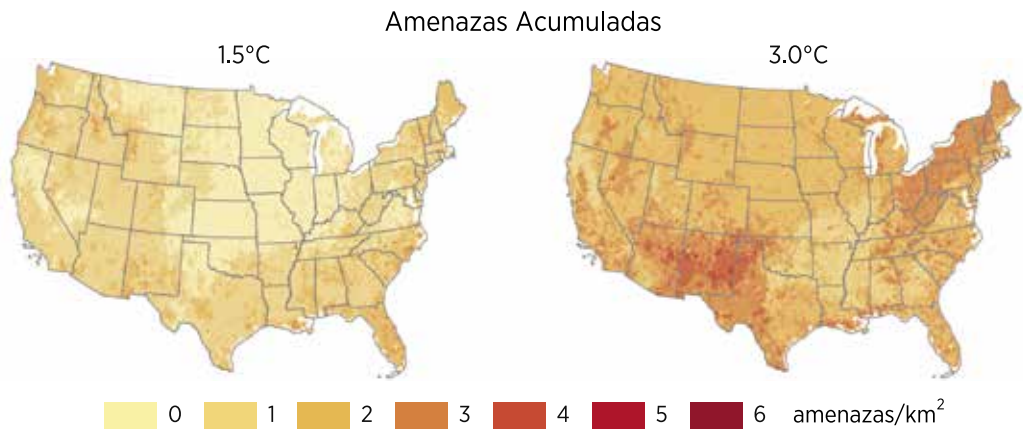
El 98% de los 48 estados contiguos que componen Estados Unidos podrían verse afectados por una o más amenazas relacionadas con el cambio climático

En definitiva, las amenazas intermitentes a corto plazo (como fenómenos meteorológicos extremos) afectan un área mucho mayor que las amenazas persistentes (como el aumento del nivel del mar, la variación del nivel de los lagos y los cambios en el uso humano de las tierras). El calor primaveral extremo es la principal amenaza, ya que abarca más del 98% de los estados contiguos de Estados Unidos con un calentamiento de 3.0°C y más de la mitad del área con un aumento de 1.5°C. Por otra parte, el aumento del nivel del mar y la variación del nivel de los lagos son las amenazas más restringidas a nivel geográfico y solo afectan un 1% de los estados contiguos de Estados Unidos en ambas situaciones de aumento de temperatura. El aumento en las condiciones climáticas que favorecen incendios afecta cerca de dos tercios de los estados contiguos de Estados Unidos con un aumento de 3.0°C en la temperatura.

Con un aumento de 3.0°C, el grado de peligro potencial por amenazas acumuladas varió de cero a seis por kilómetro cuadrado en todas las ubicaciones. Más del 98% de Estados Unidos se vio afectado por al menos dos amenazas y más del 88% por dos o más. Las amenazas se concentrarían mayormente al noreste (de Maine a Virginia Occidental), al suroeste (de Arizona a Texas) y en la costa del Golfo (Luisiana). Serían menos concentradas en las llanuras interiores y costeras del sur.

La mitigación del cambio climático que reduce el calentamiento de un aumento de 3.0°C a uno de 1.5°C reduciría las amenazas acumuladas máximas a cinco por kilómetro cuadrado, además de las áreas en las que se proyecta que habrá una amenaza relacionada con el cambio climático (Fig. 7). Con un aumento de 1.5°C, el 66% de los estados contiguos de los Estados Unidos experimentaría al menos una amenaza y el 19% se vería afectado por dos amenazas o más. El peligro resultó mayor en el sudeste costero (Carolina del Norte y del Sur, Florida y Luisiana), el noroeste del Pacífico (Oregón occidental y Washington) y el oeste intermontañoso (Idaho, Wyoming y Nuevo México), y menor en el oeste medio y al norte de las Grandes Llanuras (Fig. 7). Casi todas las amenazas afectaban más áreas con un aumento de 3.0°C que con el de 1.5°C; la única excepción fue la expansión de tierras de cultivo que afectaba una pequeña área con ambos aumentos, pero abarcó más con 1.5°C de aumento en vez de con 3.0°C (2.3% contra 0.8% de los estados contiguos de Estados Unidos).

FIGURA 7 | El peligro de amenazas acumuladas (es decir, la superposición de amenazas) debido al cambio climático en los estados contiguos de los Estados Unidos según dos proyecciones climáticas.



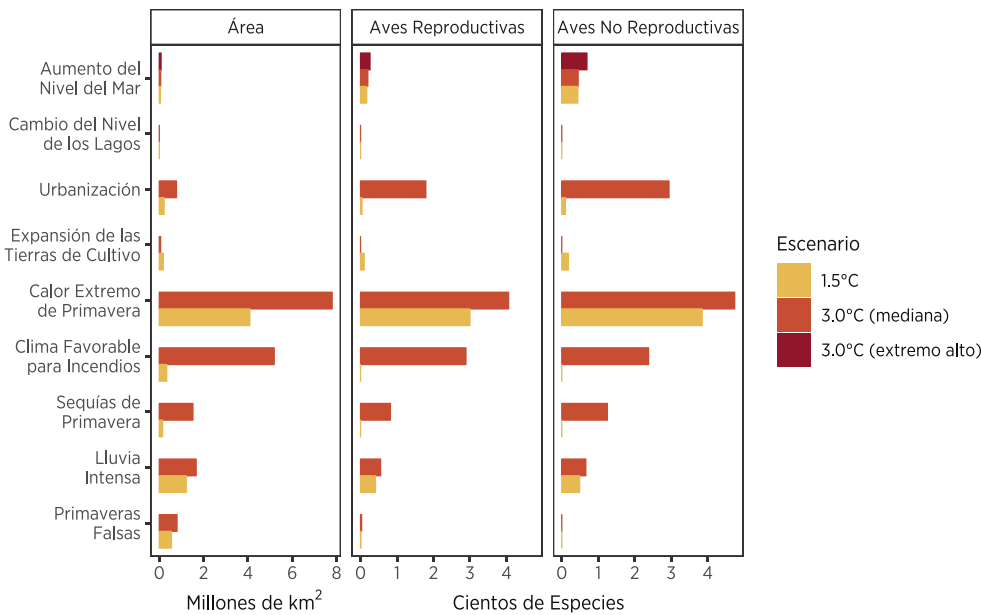
El 97% de las especies podrían verse afectadas por dos o más amenazas relacionadas con el cambio climático

La cantidad de especies afectadas por cada amenaza en general escaló de forma proporcional al tamaño del área considerada, con solo algunas excepciones (Fig. 8). Las amenazas intermitentes de fenómenos meteorológicos extremos se proyectaron para afectar un área y una cantidad de aves, lo más grandes posible. La mayoría de estas amenazas se redujeron notablemente con 1.5°C de calentamiento, y solo el calor extremo de primavera y las lluvias fuertes afectaban a las especies de forma considerable. Las amenazas persistentes en general abarcaban un área más pequeña y tenían un menor impacto en las aves, pero tanto la urbanización como el aumento en el nivel del mar tuvieron un efecto desproporcionado en especies en relación al área que ocupaban. Aunque se proyectó que la urbanización afectaría a un 10% de los estados contiguos de Estados Unidos con un calentamiento de 3.0°C, representaba una de las mayores amenazas para las aves, ya que afectó a un 44% y un 61% de las especies en las temporadas de reproducción y no reproductivas, respectivamente.

El aumento del nivel del mar tuvo un impacto menor, pero aún más desproporcionado. Aunque cubre menos del 1% del área según las estimaciones de aumento promedio del nivel del mar con un calentamiento de 3.0°C, se proyectó que el aumento del nivel del mar afectaría a un 5% y un 9% de las especies en temporadas de reproducción y no reproductivas, respectivamente. Además, cuando se consideraron las estimaciones «extremas» de alto nivel de aumento del nivel del mar con un calentamiento de 3.0°C, la cantidad de especies afectadas aumentó en un 6% y en un 14% en las temporadas de reproducción y no reproductivas, respectivamente. Otras amenazas persistentes, incluida la expansión de tierras de cultivo y la variación del nivel de los lagos, se proyectaron tener efectos mínimos. Los impactos de todas las amenazas persistentes se reducirían con un calentamiento de 1.5°C, en particular el impacto de la urbanización, que disminuiría a menos del 3% de los hábitats y las especies afectados.

FIGURA 8 | Área y cantidad de especies afectadas por amenazas en escenarios de cambio climático con aumentos de 1.5°C y 3.0°C (2.7°F y 5.4°F, incluida una proyección «extrema» de alto nivel del aumento del nivel del mar y su aumento promedio). Las especies afectadas se superponen con las amenazas en al menos un 10% (en el caso de amenazas persistentes) o un 50% (en el caso de amenazas intermitentes) de su zona de distribución en los estados contiguos de los Estados Unidos.

Impactos de las Amenazas Relacionadas con el Cambio Climático



Se proyectó que la mayoría de las especies analizadas se verían afectadas por al menos una amenaza en cada temporada y escenario analizado, con hasta cuatro amenazas que afectaban a una única especie a través de las temporadas y situaciones (Fig. 9). Con un calentamiento de 3.0°C, la gran mayoría de las especies se vieron afectadas por dos o más amenazas (el 97% de las especies en temporada de reproducción y el 96% de

ellas en temporadas no reproductivas), y 40 (10%) y 57 (12%) se vieron afectadas por cuatro amenazas. Estas incluyeron 14 aves prioritarias para Audubon (Tabla 2). Limitar el aumento de temperatura a 1.5°C resultaría en que todas las especies que se proyectaron sufran una sola amenaza (el 58% de las especies en temporada de reproducción y el 64% de aquellas en temporadas de no reproducción).

TABLA 2 | Especies prioritarias para Audubon cuya proyección indica que se verán afectas por cuatro amenazas en relación al cambio climático.

 Pelícano Pardo	 Chorlito Llanero	 Chingolo Colifino	 Frailecillo de Wilson
 Mochuelo de Madriguera	 Frailecillo Silbador	 Charrán Patinegro	 Cigüeña de Cabeza Pelada
 Chipe Cerúleo	 Rascón de Ridgway	 Tángara Rojinegra	 Zorzal Maculado
 Rascón Piquilargo	 Charrán Real		

Área y Especies Afectadas por las Amenazas Acumuladas

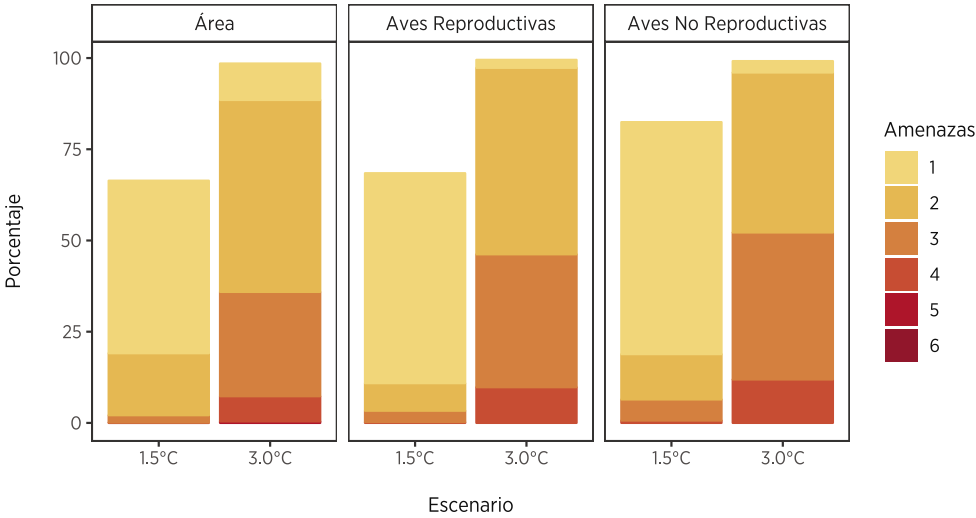
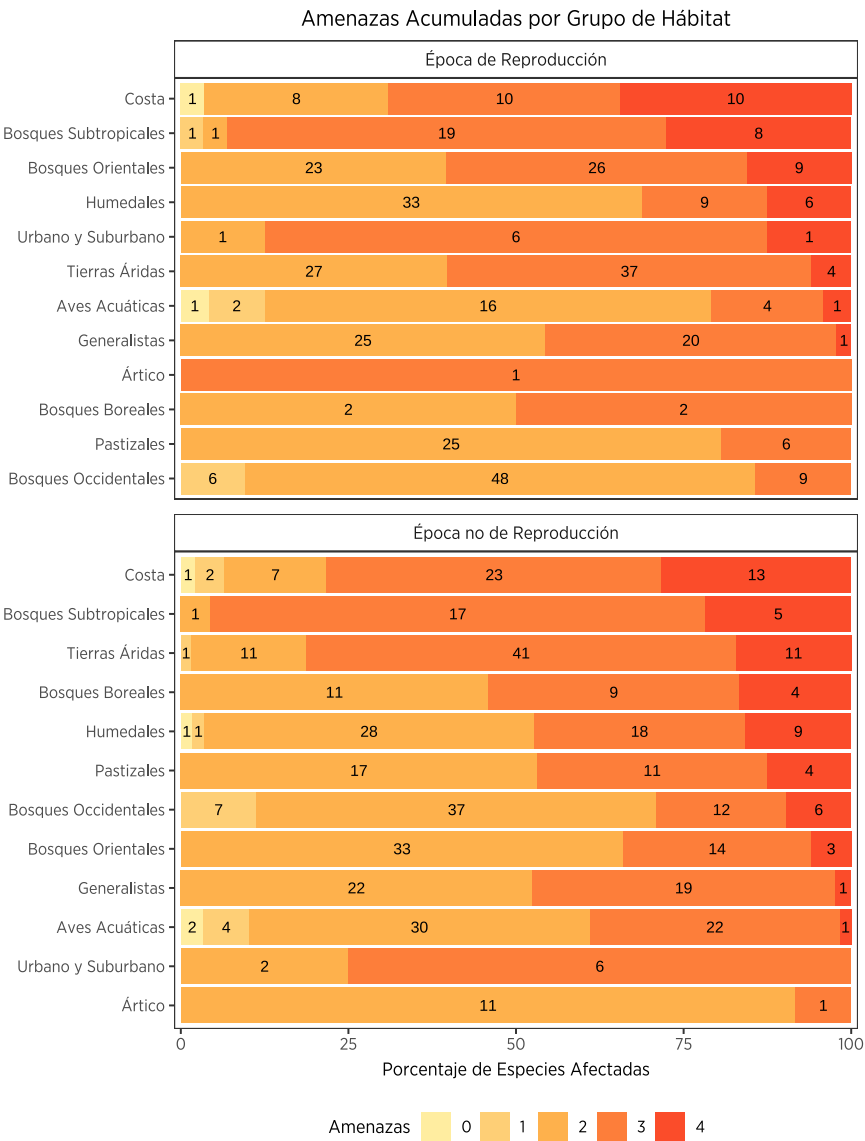


FIGURA 9 | Área y porcentaje de especies afectadas por una acumulación de amenazas en temporadas de reproducción y no reproductivas en situaciones futuras de aumento de la temperatura mundial de 1.5°C y 3.0°C (2.7°F y 5.4°F).

Los grupos de hábitats de algunas especies tienen una mayor probabilidad de enfrentarse a varias amenazas relacionadas con el cambio climático que otras (Fig. 10). Tanto en la temporadas de reproducción como en las no reproductivas con un aumento de 3.0°C, las especies de hábitats costeros, de bosques subtropicales y de pantanos se enfrentarían al menos a cuatro amenazas potenciales. Los hábitats en los que más del 50% de las especies se vieron afectadas por tres o más amenazas incluyeron zonas costeras (69%), bosques al este (60%), bosques subtropicales (93%), tierras áridas (60%) y áreas urbanas y suburbanas (88%) durante la temporada de reproducción, y zonas costeras (78%),

tierras áridas (81%), bosques subtropicales (96%), bosques boreales (54%) y zonas urbanas y suburbanas (75%) en la temporada no reproductiva. En cambio, con un aumento de temperatura de 1.5°C, la mayoría de los grupos tenía un 50% de las especies o más que no enfrentarían ninguna amenaza o mas de (no se muestra en los gráficos).

FIGURA 10 | Porcentaje y cantidad de (a) especies en temporada de reproducción y (b) especies en temporada no reproductiva por cada grupo de hábitat de aves afectado por varias amenazas con un calentamiento de 3.0°C (5.4°F). Los grupos aparecen en orden descendente según la cantidad total de especies que se enfrentan a cuatro amenazas distintas.



La mitigación del cambio climático reduciría el riesgo para las aves en más del 91% de los estados contiguos de los Estados Unidos

El riesgo, en especial en áreas de alto peligro (por amenazas acumuladas), exposición (riqueza de las aves) y vulnerabilidad (riqueza de aves vulnerables) (Fig. 11), fue mayor con un calentamiento de 3.0°C que con uno de 1.5°C, y mayor durante la temporada de reproducción que durante la no reproductiva. Las áreas de alto riesgo son prioridad para las medidas de adaptación al cambio climático.

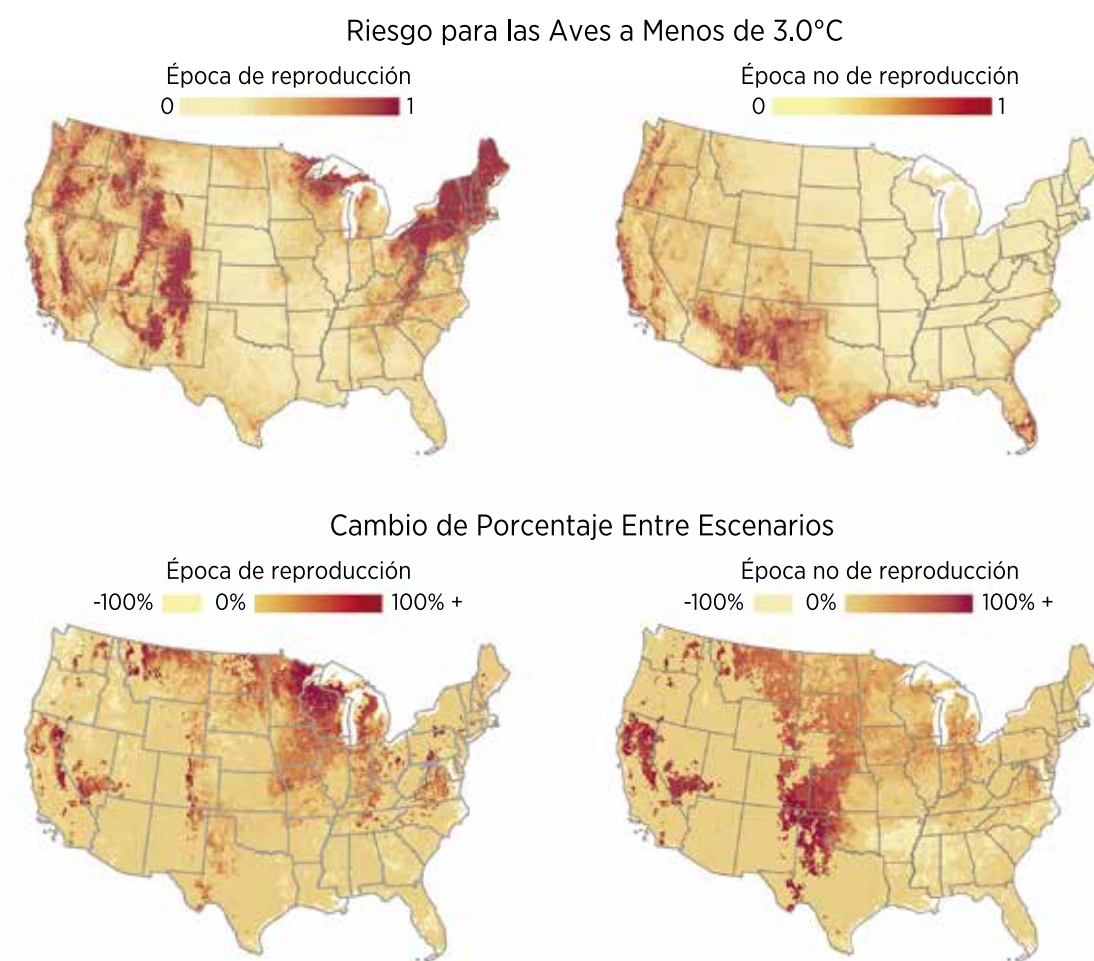


FIGURA 11 | Riesgo para las aves en temporadas de reproducción y no reproductivas con la proyección de un aumento de 3.0°C (5.4°F) y la diferencia porcentual con un aumento de 1.5°C (2.7°F). El riesgo se calculó como producto del peligro proyectado (amenazas acumuladas), la exposición (riqueza de especies) y la vulnerabilidad (riqueza de especies vulnerables), y luego se escaló entre 0 y 1. Para cada temporada, el cambio porcentual en ambas situaciones de aumento de temperatura se calculó como la diferencia entre el riesgo con un aumento de 3.0°C y de 1.5°C dividida por el riesgo con un aumento de 1.5°C.



Pelicano Pardo

En la temporada de reproducción, el riesgo fue mayor en más del 91% de los estados contiguos de los Estados Unidos con un aumento de 3.0°C que con un aumento de 1.5°C. Además, en el 70% de los Estados Unidos, el riesgo fue dos veces mayor con un aumento de 3.0°C que con uno de 1.5°C. El riesgo fue el más alto en las regiones montañosas del oeste y del noreste en ambas situaciones de aumento de temperatura (Fig. 11) y mayor con el aumento de 3.0°C en el oeste medio, el mesoatlántico, el norte de California, el sur de Nevada y el este de las Montañas Rocosas en Montana, Colorado y Texas. El riesgo disminuyó con un aumento de 3.0°C en menos del 9% de los estados contiguos de Estados Unidos y solo en algunas áreas: al oeste de Washington y Oregón, en pequeñas áreas a lo largo de la intermontañosa oeste, en las llanuras costeras del sur y en Nebraska debido a un peligro menor y a que hay menos especies presentes en esas áreas. Estos patrones siguieron de cerca la distribución de la riqueza de especies y su vulnerabilidad (no se muestra), que también fueron más altas en cadenas montañosas al oeste en ambas situaciones de aumento de temperatura, y mayores al noreste y en el oeste medio superior con un aumento de 3.0°C. A pesar del nivel de peligro alto en el sudeste, el riesgo se mantuvo bajo en la región durante la temporada de reproducción debido a una exposición y una vulnerabilidad relativamente bajas.

En la temporada no reproductiva, el riesgo fue mayor en más del 93% de los estados contiguos de Estados Unidos con un aumento de 3.0°C que con un aumento de 1.5°C. Además, en el 82% de Estados Unidos, el riesgo fue dos veces mayor con un aumento de 3.0°C que con uno de 1.5°C. El riesgo fue más alto en Nuevo México, Texas, la costa del Golfo y el sudeste (Fig. 11) y mayor con un aumento de 3.0°C, en especial al este de las Montañas Rocosas en Texas así como al norte de California y al sur de Nevada. Estos patrones fueron el resultado de un alto peligro en las zonas montañosas del oeste, la costa del Golfo y el sudeste; de exposición elevada en el Pacífico, el Golfo y las costas atlánticas sur durante la temporada no reproductiva; y de alta vulnerabilidad en la región montañosa del oeste y Florida. A pesar del nivel de peligro alto en el noreste, el riesgo se mantuvo bajo en la región durante la temporada no reproductiva debido a una exposición y una vulnerabilidad relativamente bajas. En comparación con un calentamiento de 1.5°C, el riesgo se redujo con un aumento de 3.0°C en solo el 7% de los estados contiguos de Estados Unidos: algunas áreas en la parte norte de las llanuras costeras y las zonas bajas internas del sur debido a un menor peligro y menos especies vulnerables presentes en estas áreas.



Amenazas Persistentes

Las amenazas persistentes, como el aumento del nivel del mar, la variación del nivel de los lagos y la urbanización, modificarán a largo plazo los hábitats. Los cambios en el uso de las tierras ya han generado un paisaje fragmentado y degradado, y se estima que más del 50% de la superficie de suelo de la Tierra ha sido modificada para el uso humano²⁴ y es muy probable que las proyecciones de cambios en el uso humano de las tierras se intensifiquen en el futuro.^{25,26} En los estados contiguos de Estados Unidos, ya hemos visto la conversión rápida de tierras para su uso humano con la expansión agrícola y urbana que surge a partir del crecimiento de la población. La pérdida y degradación de hábitats debido a la actividad humana y a los cambios en el uso de las tierras presentan una gran amenaza para la biodiversidad y para las aves.²⁷⁻²⁹ Tanto la riqueza como la abundancia de las especies de aves se asociaron de forma negativa con el uso antropogénico de las tierras,³⁰⁻³² en especial para especialistas en hábitats y especies que necesitan medidas de conservación.³³ Las áreas que enfrentan una mayor presión a raíz del cambio en el uso de las tierras y del cambio climático también han visto pérdidas aceleradas de las poblaciones y comunidades de aves.³⁴ A medida que las especies cambian sus zonas de distribución en respuesta al cambio climático, encontrar un hábitat adecuado que aún no haya sido alterado por los seres humanos resultará cada vez más difícil.³⁵ Los efectos combinados y adicionales del uso de tierras y del cambio climático probablemente generarán un índice elevado de pérdida de la biodiversidad, la homogeneización de comunidades y un menor funcionamiento del ecosistema en sí.^{36,37}

El Aumento del Nivel del Mar y la Variación del Nivel de los Lagos

Pérdida de hábitats costeros y de humedales a partir de la fluctuación o el aumento de los niveles de masas de agua

Es probable que el aumento del nivel del mar cause una pérdida de hábitat catastrófica a largo plazo, a medida que los sitios de nidificación se inundan o se trasladan a otros tipos de hábitat.³⁸ Las especies costeras también sufrirán a corto plazo, ya que las inundaciones resultan cada vez más frecuentes y catastróficas a raíz de mareas cada vez más altas,^{17,39} lo cual afectará de forma directa el índice de mortalidad de los polluelos ya que sus nidos y madrigueras quedarán destruidos.³⁹ El patrón impredecible de estos cambios también puede generar trampas ecológicas y hacer que las aves sean incapaces de adaptarse o trasladarse a otras áreas.³⁹ De la misma forma, la variación en el nivel de los lagos puede alterar los hábitats costeros y los humedales, así como su función ecológica.⁴⁰⁻⁴² Las especies de aves acuáticas y costeras, en general, permanecen en comunidades específicas de vegetación de humedales, y los cambios estacionarios en la hidrología podrían disminuir el éxito reproductivo al haber menos parejas y nidos sólidos.⁴³

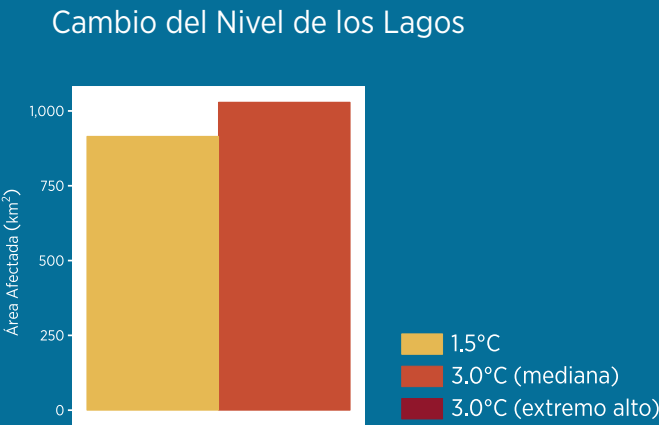
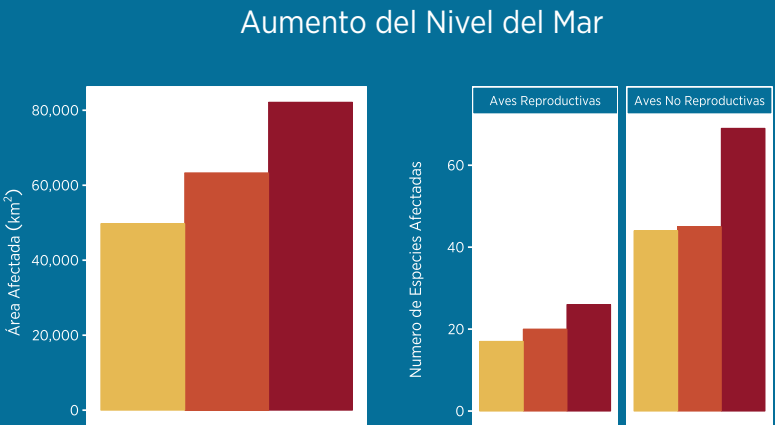
Hicimos un esquema en áreas de inundaciones por el aumento del nivel del mar y la posterior transición de las aves de humedales a tierras en altura. Escogimos situaciones de aumento de 0.5 y 1.0 metros para coincidir con las estimaciones de IPCC en situaciones de aumento de 1.5°C y 3.0°C para fin de siglo,⁴⁴ respectivamente, además de una situación «extrema» adicional (aumento de 2.0 metros) para realizar las estimaciones actuales de alto nivel del aumento del nivel del mar con un calentamiento de 3.0°C.^{12,13,15} Luego escalamos estas situaciones mundiales a estados particulares a través de los datos de la Evaluación Climática Nacional que localiza proyecciones mundiales del aumento del nivel del mar.⁴⁵

Hicimos un esquema de las áreas en las que puede esperarse que varíe el nivel de los lagos, que, en general, se espera que disminuya con el cambio climático ya que (1) la temperatura de la superficie del agua es más cálida y aumenta el índice de evaporación y (2) el hielo se forma más tarde en los lagos, lo cual extiende la temporada de evaporación.⁴⁶ Sin embargo, los niveles de los lagos también varían de forma considerable⁴⁷ y, en el futuro, se espera que dicha variabilidad aumente.⁴⁸ Por lo tanto, combinamos la variabilidad histórica y las proyecciones de



futuros niveles de agua en cada lago para identificar áreas afectadas por niveles altos y bajos de agua en los dos escenarios proyectados de aumento de temperatura.⁴⁹

Con un aumento de 3.0°C, el aumento proyectado mediana del nivel del mar afectaba un 10% de la zona de distribución de los estados contiguos de Estados Unidos para 20 (5%) y 45 (9%) especies en la temporada de reproducción y en la de no reproducción, y esto incluyó el 3% y el 12% de las especies clasificadas como vulnerables al cambio climático en las diferentes zonas de distribución. Estas cifras aumentaron a 26 (6%) y a 69 (14%) especies en las temporadas de reproducción y no reproductivas, lo cual representa el 3% y el 18% de las especies vulnerables al cambio climático, bajo un aumento del nivel del mar correspondiente al escenario de 3.0°C. Con un aumento de temperatura de 1.5°C, el aumento en el nivel del mar afectaría más del 10% de la zona de distribución de 17 (4%) y 44 (9%) especies en las temporadas de reproducción y no reproductivas, incluidas un 2% y un 12%, respectivamente, de especies clasificadas como vulnerables en toda su zona de distribución. Por lo tanto, si se tomaran medidas para reducir el calentamiento global de 3.0°C a 1.5°C, habría menos especies afectadas por el aumento del nivel del mar. Ninguna especie presentó más de un 10% de su zona de distribución en Estados Unidos afectada por la variación del nivel de los lagos.



LAS ESPECIES que se vieron más afectadas por el aumento del nivel del mar en la zona de distribución de los estados contiguos de Estados Unidos incluyen las siguientes:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| Ostrero Común Americano | Garceta Rojiza |
| Rayador Americano | Correlimos Gordo |
| Pelícano Pardo | Charrán Real |
| Zanate Marismeano | Chingolo Colifino |
| Rascón Crepitante | Chorlo Semipalmado |
| Picopando Canelo | Gorrión Sabanero Marino |
| Chingolo de Nelson | Chorlitejo Blanco |
| Frailecillo Silbador | Frailecillo de Wilson |
| Correlimos Oscuro | |

LOS ESTADOS con la mayor proyección de verse afectados por el aumento del nivel del mar incluyen los siguientes:

- | | |
|--------------------|------------------|
| Louisiana | Carolina del Sur |
| Florida | Georgia |
| Carolina del Norte | Maryland |
| Texas | Virginia |



Garceta Rojiza



Ostrero común americano

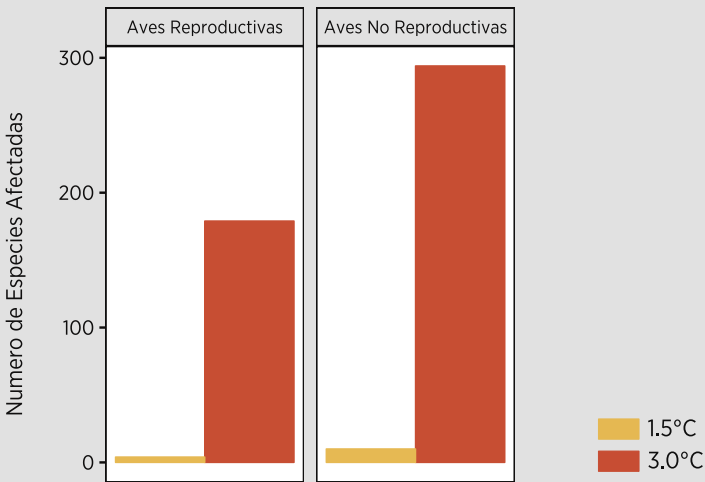
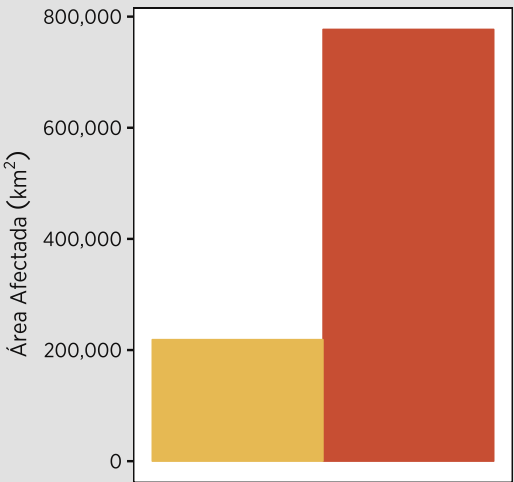
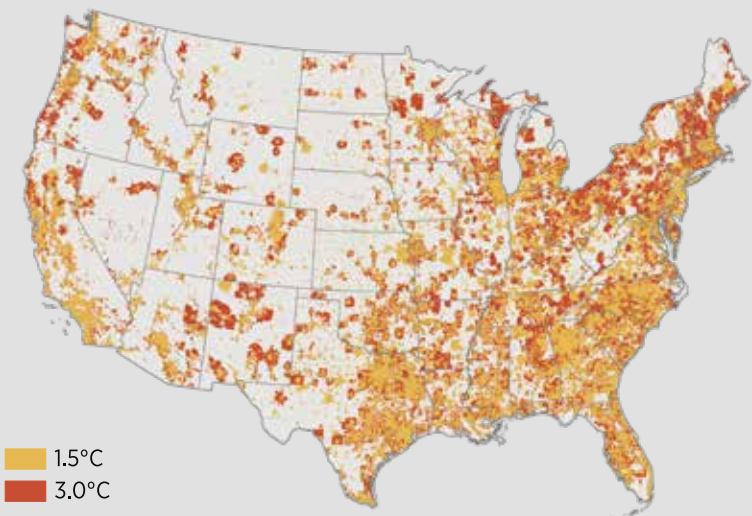


Cambios en el Uso Urbano de Tierras

La conversión de paisajes naturales para su uso urbano y suburbano

La urbanización, definida como la conversión de espacios naturales para su uso urbano y suburbano, en general, incluye un aumento de las superficies impermeables y una alteración en la cubierta arbórea. La urbanización a menudo altera las comunidades de aves favoreciendo a unas especies sobre otras por lo que, si la abundancia de aves sigue estando presente, la diversidad de las especies disminuye.⁵⁰ Aunque se proyecta que la urbanización cubra solo un 10% de los estados contiguos de Estados Unidos con un aumento de temperatura de 3.0°C, resulta una de las principales amenazas para las aves por el alto porcentaje de especies afectadas.

Se espera que la urbanización proyectada con un aumento de 3.0°C afecte a 179 (44%) y 294 (61%) especies en la temporada de reproducción y en la no reproductiva, y esto incluye el 33% y el 49% de las especies clasificadas como vulnerables al cambio climático en toda su zona de distribución. Si se toman medidas para limitar el aumento del calentamiento global de 3.0°C a 1.5°C, las especies se verían mucho menos afectadas por la creciente urbanización. Con un aumento de temperatura de 1.5°C, el aumento de la urbanización afectaría más del 10% de la zona de distribución de 4 (1%) y 10 (2%) especies en las temporadas de reproducción y no reproductivas, incluidos un 2% y un 8%, respectivamente, de especies clasificadas como vulnerables en toda su zona de distribución.



SE PROYECTA QUE LAS ESPECIES más afectadas por la urbanización en su zona de distribución de Estados Unidos incluirían las siguientes:

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| Colibrí de Allen | Cuicacoche Californiano |
| Cuervo Pescador | Carpintero de Cresta Roja |
| Elanio Tijereta | Espátula Rosada |
| Paloma Corona Blanca | |
| Ostrero Negro Norteamericano | |

LOS ESTADOS con el área más grande proyectada como área afectada por la urbanización incluyen los siguientes:

- | | |
|--------------------|--------------|
| Texas | Nuevo México |
| California | Florida |
| Georgia | Alabama |
| Carolina del Norte | |

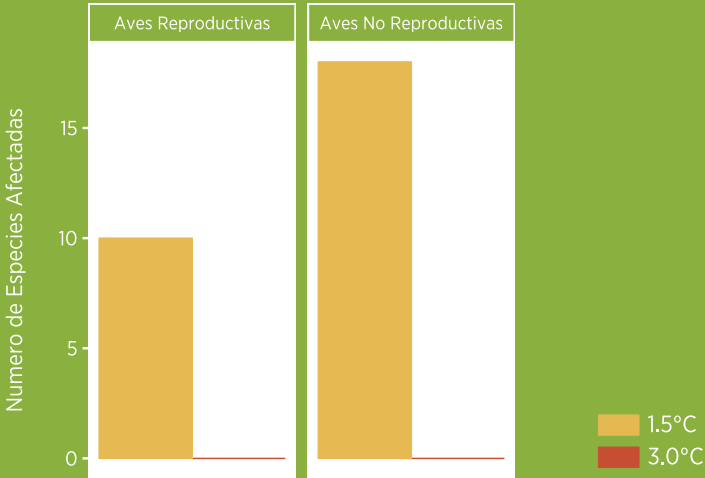
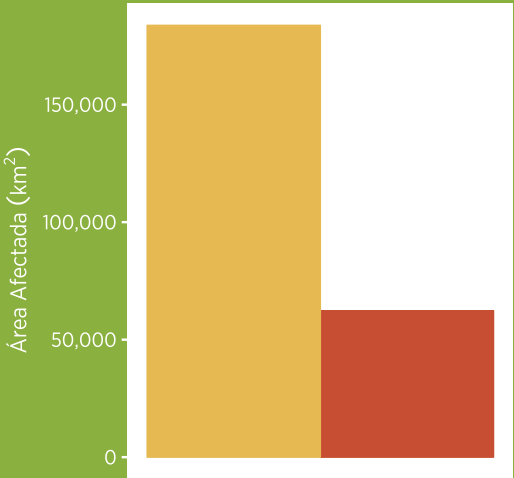


Expansión de las Tierras de Cultivo

Conversión de paisajes naturales a tierras agrícolas

La expansión de tierras de cultivo, es decir la conversión de paisajes naturales en tierras agrícolas, continuó a pasos agigantados en las últimas décadas. En los estados colindantes de Estados Unidos, los índices de conversión neta de tierras de cultivo superaron el 10% por año en algunas regiones.⁵¹ La pérdida y la fragmentación constantes de hábitats implica la disminución de las poblaciones, sobre todo en el caso de las aves de pastizales, que han disminuido más de un 40% desde 1966.⁵²

La expansión proyectada de tierras de cultivo con un aumento de temperatura de 1.5°C afectó a 10 (2%) y 18 (4%) especies en las temporadas de reproducción y no reproductivas, y esto incluyó el 2% y el 9% de las especies clasificadas como vulnerables al cambio climático en todas sus zonas de distribución. No se proyectó ninguna especie afectada en más del 10% de la zona de distribución de los estados contiguos de Estados Unidos con un aumento de temperatura de 3.0°C. Por lo tanto, si se toman estas proyecciones, las medidas para reducir el aumento del calentamiento global de 3.0°C a 1.5°C no reducirían los impactos proyectados en las aves a raíz de la expansión de tierras de cultivo. Sin embargo, la vulnerabilidad de 38 especies de aves de pastizales en toda su zona de distribución (cuyos hábitats se encuentran particularmente en riesgo de convertirse en tierras de cultivo) podría reducirse del 61% al 39% durante la temporada de reproducción.⁵³



SE PROYECTA QUE LAS ESPECIES más afectadas por la expansión de tierras de cultivo en su zona de distribución de los estados contiguos de Estados Unidos incluyen las siguientes:

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| Chara Floridiana | Gavilán Cola Corta |
| Carrao | Cigüeña de Cabeza Pelada |
| Cuclillo Manglero | Gorrión Corona Blanca |
| Gavilán Caracolero | |

LOS ESTADOS con el área más grande proyectada como área afectada por la expansión de las tierras de cultivo incluyen los siguientes:

- | | |
|---------|------------|
| Texas | California |
| Florida | Utah |
| Montana | Colorado |



Cuclillo de Manglar



Gorrión Coronablanca

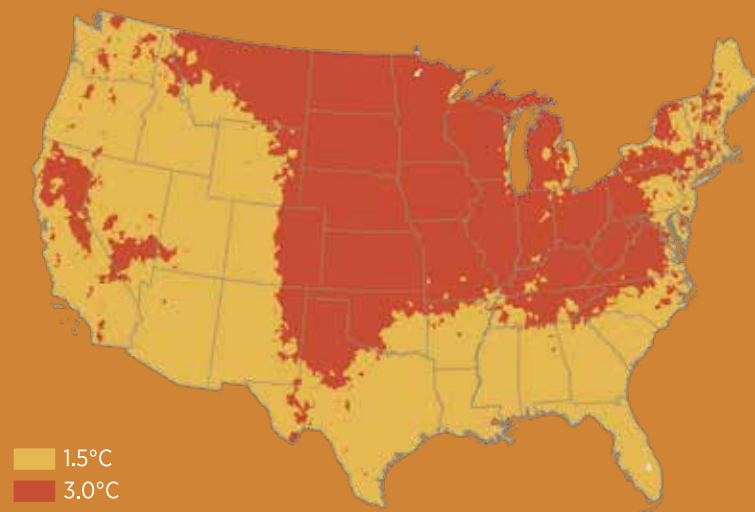
Amenazas Recurrentes

Consideramos cinco variables meteorológicas extremas: calor primaveral extremo, sequías de primavera, condiciones climáticas que favorecen incendios, lluvias fuertes y «falsas primaveras». Existen pruebas de que este tipo de situaciones intermitentes serán cada vez más fuertes y frecuentes con el cambio climático.^{8,17} Las aves pueden ser más vulnerables a condiciones extremas por su naturaleza desordenada y abrupta.³⁹ Las condiciones climáticas extremas pueden tener efectos considerables en las poblaciones de aves con impactos directos sobre su índice de reproducción y supervivencia e indirectos en sus hábitats y la disponibilidad de recursos.^{16,54}



Calor Primaveral Extremo

Las temperaturas más cálidas y el calor extremo son la amenaza más tangible del futuro cambio climático.^{8,9} El calor primaveral extremo puede afectar en forma directa a las aves a través del estrés térmico,⁵⁵ que, a su vez, puede provocar mortalidad masiva⁵⁶ y, como consecuencia, la reducción de la población y la riqueza de las especies a nivel local.⁵⁷ Aquí, estimamos la frecuencia del calor primaveral extremo a partir de un índice de temperatura estandarizado (STI, por sus siglas en inglés) que define las condiciones extremas en términos de su distribución normal estándar, con el índice que representa la frecuencia de condiciones extremas a 20 años y sus valores recíprocos (es decir, 1/el STI) que representan el intervalo de regreso de esa condición en particular. Hicimos un esquema con las ubicaciones en las que se espera un calor extremo en primavera al menos cada dos años en un futuro.

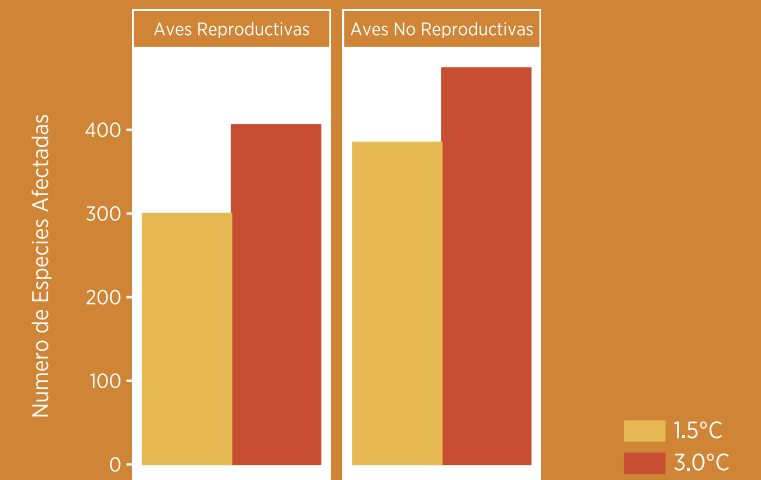
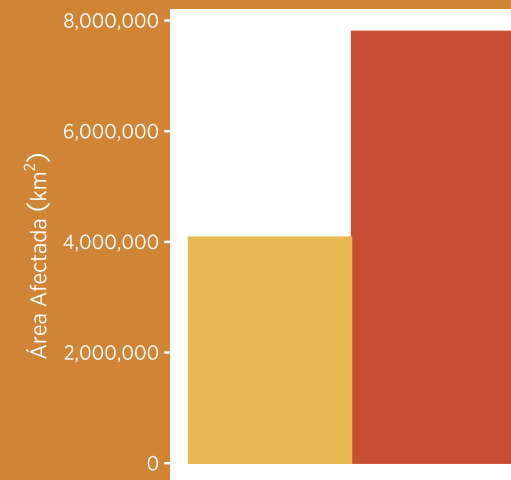


Tanto en las temporadas de reproducción como en la de no reproducción, el calor primaveral extremo afectó al 99% de las especies con un aumento de 3.0°C, incluidos el 99% y el 100% de las especies vulnerables en temporadas de reproducción y no reproductivas. Estos impactos a las especies se corresponden con el área afectada, ya que se proyectó que el calor primaveral extremo ocurriera de forma más amplia en los estados contiguos de Estados Unidos con un aumento de temperatura de 3.0°C. Las medidas para reducir el calentamiento global de 3.0°C a 1.5°C reducirían la cantidad de especies afectadas por el aumento de las situaciones de calor primaveral extremo. Con un aumento de temperatura de 1.5°C, el aumento del calor primaveral extremo afectaría a más del 50% de la zona de distribución de 300 (67%) y 385 (82%) especies en las temporadas de reproducción y no reproductivas, incluidos un 73% y un 97%, respectivamente, de especies clasificadas como vulnerables en toda su zona de distribución.



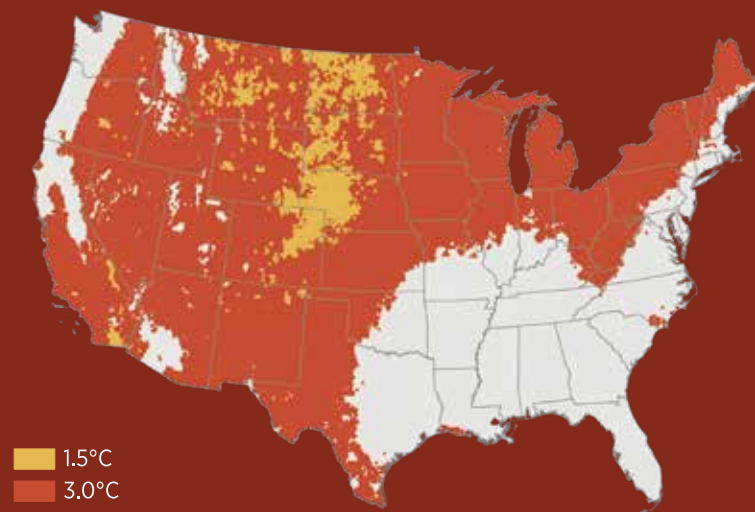
Si el calentamiento llega a 3.0°C, casi todos los estados y especies se verían afectados por las frecuencias más altas de calor extremo en la primavera. La incidencia proyectada de calor extremo en la primavera coincidió con una alta riqueza de especies en el Oeste y el Sudeste en un escenario de calentamiento de 3.0°C.

Temperaturas más cálidas y calor extremo



Clima Favorable para Incendios

Los incendios son un proceso complejo que, aunque tienen efectos inmediatamente destructivos, también pueden tener un rol importante en el mantenimiento del hábitat y la diversidad aviar con el tiempo.⁵⁸ Los impactos de los incendios varían dependiendo de varios factores, incluyendo las especies, el tipo de hábitat y la gravedad, pero, generalmente, causan daño en el corto plazo, que incluye mortandad, desplazamiento y mermas en las poblaciones de algunas especies.⁵⁹ Con el tiempo, las aves pueden regresar a las áreas quemadas a medida que la vegetación se regenera y ofrece diversas oportunidades de alimento y nidificación para muchas especies.⁶⁰ Aquí, el clima favorable para incendios (basado en el Índice de Sequía de Keetch-Byram), una medida del déficit de humedad del suelo e indicador de sequía del potencial de incendios forestales, se cartografió en ubicaciones donde 90 días al año o más superan el percentil 95 actual del índice de clima favorable para incendios. Esto sugiere un aumento en las condiciones climáticas idóneas para incendios en una temporada dada, pero no necesariamente se traduce en más incendios porque estos también necesitan un clima apropiado además de combustibles disponibles y topografía adecuada, y una fuente de ignición.⁶¹



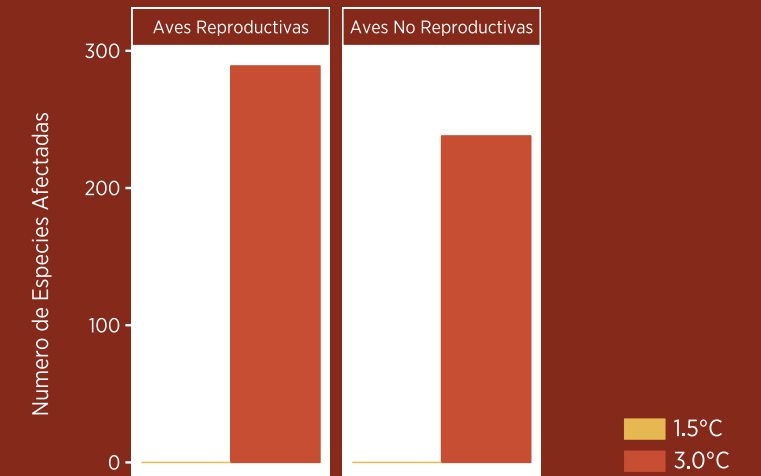
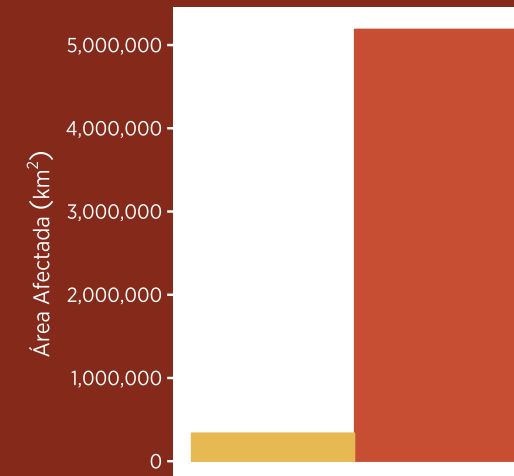
especies clasificadas como vulnerables al cambio climático en las diferentes zonas de distribución. Las acciones para reducir el aumento del calentamiento global de 3.0°C a 1.5°C reducirían el número de especies afectadas por el clima favorable para incendios. En el escenario de calentamiento de 1.5°C, un aumento en el clima favorable para incendios no afectaría a más del 50% de la zona de distribución de cualquier especie.

En el escenario de calentamiento de 3.0°C, un aumento en el clima favorable para incendios afectó a 289 (71%) y 238 (50%) especies en las temporadas de apareamiento y no apareamiento, y esto incluyó el 78% y el 56% de las



Urogallo de las Artemisas

Condiciones climáticas idóneas para incendios en una temporada dada



SEGÚN LO proyectado, las especies más afectadas por frecuencias más altas de clima favorable para incendios en su zona de distribución en los estados contiguos incluyen las siguientes:

TIERRAS ÁRIDAS

Urogallo de las Artemisas
Gorrión de Brewer
Cuicacoche Chato
Codorniz Escamosa

BOSQUES OCCIDENTALES

Chara Piñonera
Piranga Encinera
Chipe de Virginia
Carbonero de Juníperos

PASTIZALES

Gorrión de Baird
Urogallo Chico
Gorrión Alas Blancas

LOS ESTADOS con el área más grande proyectada como área afectada por un aumento en el clima favorable para incendios incluyen los siguientes:

Porciones grandes de todos los estados occidentales, zona norte del Medio Oeste y la región de los Grandes Lagos y el Noreste

Texas, Montana, Nuevo México, California y Colorado, aunque esto es solo porque son los estados occidentales más grandes



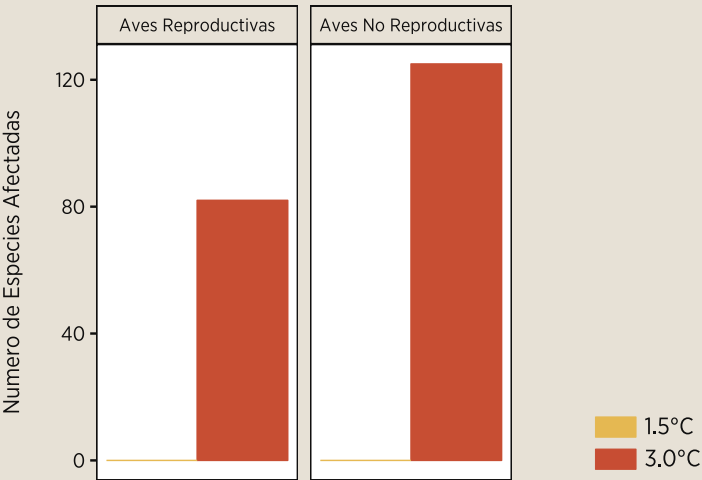
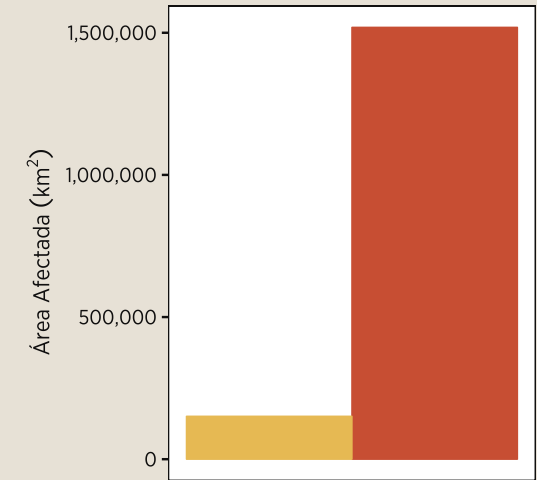
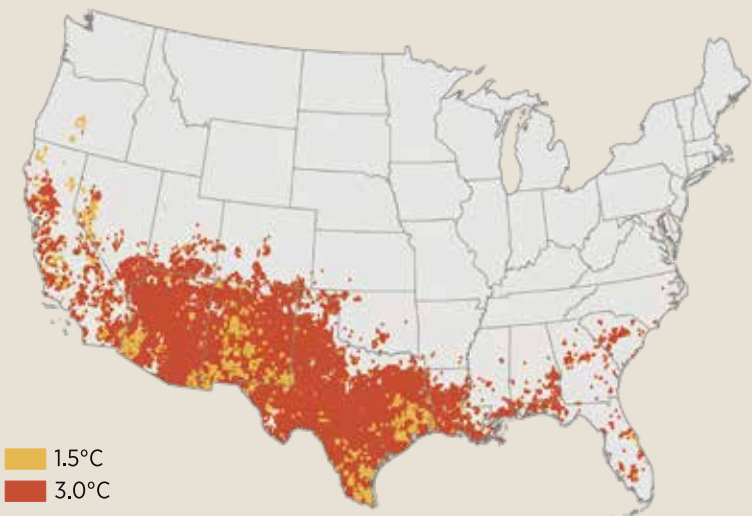
Codorniz Escamosa

Sequías de Primavera

Condiciones más secas que lo normal debido a la disminución en las lluvias y al aumento de las temperaturas

Con el cambio climático, se espera que aumenten tanto la frecuencia como la magnitud de las sequías de primavera.⁶¹ De manera similar, las sequías también pueden causar muertes,^{54,62} disminuir el éxito reproductivo,⁶³ causar una reducción en la abundancia y la riqueza⁶⁴ y desencadenar el movimiento de las especies.⁶⁵ Aquí, estimamos la frecuencia de la sequía de primavera usando un índice de precipitación estandarizado (SPI) que definió eventos extremos en términos de una distribución normal, donde el índice representa la frecuencia de eventos extremos en 20 años y los valores recíprocos (es decir, 1/SPI) representan el intervalo de retorno para ese evento. Marcamos las ubicaciones donde se espera que haya sequías de primavera cada 10 años o más frecuentemente en el futuro.

En un escenario de calentamiento de 3.0°C, las sequías de primavera afectaron a 82 (20%) y 125 (26%) especies en reproducción y no en reproducción, que corresponden al 14% y 24% de las especies clasificadas como vulnerables en las temporadas de reproducción y no reproducción, respectivamente. Las acciones para reducir el aumento del calentamiento global de 3.0°C a 1.5°C reducirían el impacto de las sequías de primavera. En el escenario de calentamiento de 1.5°C, las sequías de primavera no afectarían a más del 50% de la zona de distribución de cualquier especie.



SEGÚN LO proyectado, las especies más afectadas por las sequías en su zona de distribución en los estados contiguos incluyen las siguientes:

Aquellas cuya zona de distribución se extiende al norte de México:

Codorniz de Moctezuma
Paloma Arroyera
Calandria Dorso Negro Mayor
Verdín

Especies del sudoeste con zonas de distribución concentradas en los Estados Unidos:

Rascador Enmascarado
Codorniz de Gambel
Vireo de Coronilla Negra

LOS ESTADOS con el área más grande proyectada como área afectada por las sequías de primavera incluyen los siguientes:

Texas
Nuevo México
Arizona

California
Louisiana

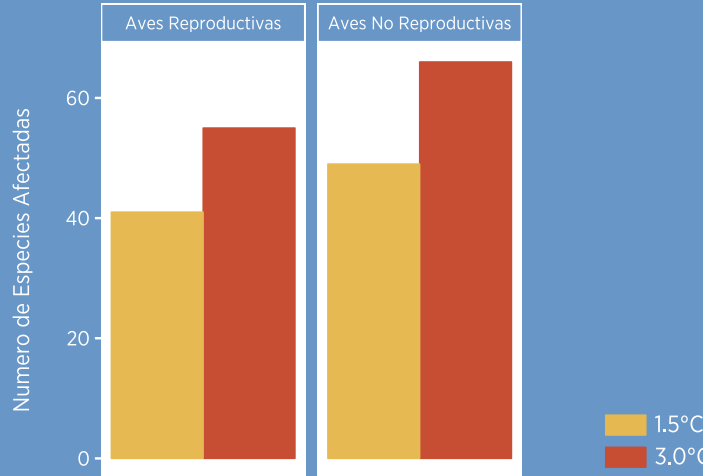
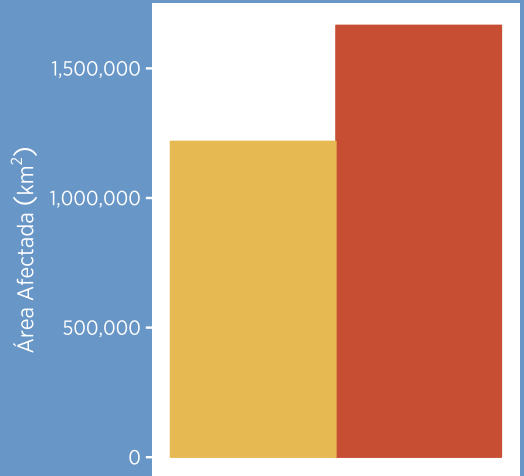
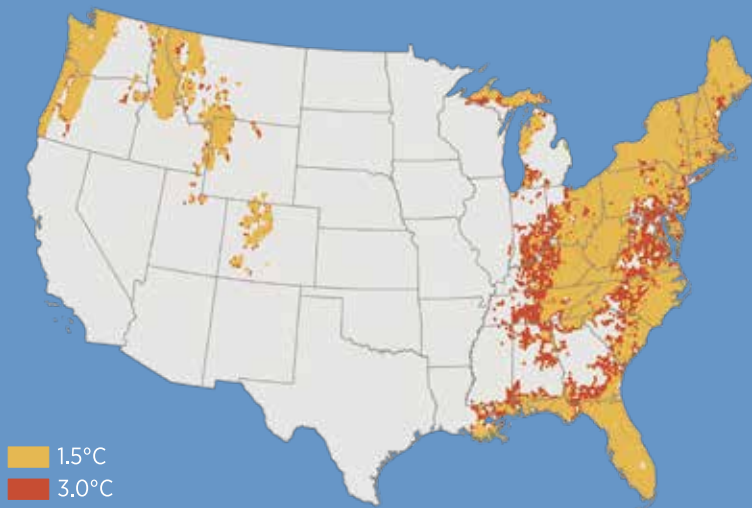


Lluvia Intensa

Eventos más frecuentes de lluvia intensa en un solo día

Los que hoy en día se consideran eventos de lluvia intensa poco frecuentes se volverán eventos más intensos y más frecuentes con el cambio climático.^{9,17} La lluvia intensa puede reducir el tiempo en que las aves buscan comida y puede inundar los nidos y las madrigueras, y matar a los polluelos.^{54,66-70} Aquí, estimamos la frecuencia de eventos de lluvia intensa según el número de días por sobre el percentil 95 de los totales de precipitación históricos y marcamos las ubicaciones en las que se proyecta que habrá más de 10 días al año de eventos de lluvia intensa.

En un escenario de calentamiento de 3.0°C, las lluvias intensas afectaron a 55 (13%) y 66 (14%) especies en reproducción y no en reproducción, que corresponden al 19% y 22% de las especies clasificadas como vulnerables en las temporadas de reproducción y no reproducción, respectivamente. Las acciones para limitar el calentamiento global a 1.5°C en vez de 3.0°C reducirían el impacto de los eventos de lluvias intensas de primavera. En un escenario de calentamiento de 1.5°C, las lluvias intensas de primavera afectarían el 9% de las especies en reproducción y el 10% de las especies no reproductivas, incluidas el 15% y 20% de las especies clasificadas como vulnerables en las temporadas de reproducción y no reproducción, respectivamente.



LAS ESPECIES que se espera que sean más afectadas por las lluvias intensas de primavera en más del 90% de su zona de distribución incluyen las siguientes:

Gavilán Caracolero	Cuervo Pescador
Calandria Pecho Moteado	Reinita Gusanera
Sita de Cabeza Castaña	

LOS ESTADOS con el área más grande proyectada como área afectada por las lluvias intensas incluyen los siguientes:

Florida	Virginia
Nueva York	Maine
Carolina del Norte	Washington
Pennsylvania	Kentucky



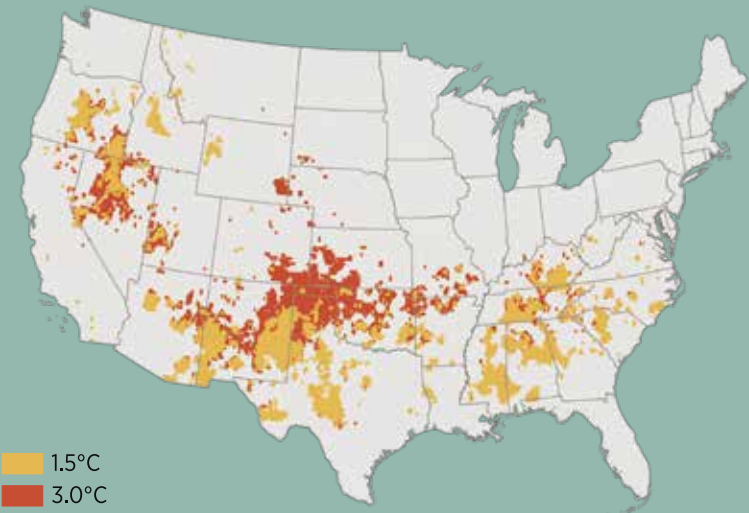


Primaveras Falsas

Ocurren cuando hay una helada fuerte después de que han comenzado a crecer hojas en la vegetación debido a temperaturas cálidas atípicas de la estación.

Las primaveras falsas ocurren cuando hay una helada fuerte después de que, en los árboles y otra vegetación, han comenzado a crecer hojas debido a temperaturas cálidas atípicas de la estación. La helada puede dañar las hojas y el crecimiento nuevo, afectar el vigor de las plantas y la producción de semillas, y provocar efectos en cascada en todo el ecosistema.^{71,72} Estos incluyen menos fuentes de comida para los consumidores primarios,⁷³ lo cual limita los recursos necesarios para la supervivencia de los jóvenes.⁷⁴ Aquí, las primaveras falsas se calcularon como la probabilidad de una helada fuerte después de la emergencia de las hojas y las flores, y marcamos los lugares donde se espera una probabilidad del 50% o más de una primavera falsa en el futuro.

De todos los eventos climático extremos considerados, las primaveras falsas fueron las que pusieron en riesgo a la menor cantidad de especies. En total, para tres especies (menos del 1%), era probable que ocurrieran primaveras falsas en más del 50% de su zona de distribución en los estados contiguos. Sin embargo, las tres especies se clasificaron como vulnerables en toda la zona de distribución. Las acciones para limitar el calentamiento global a 1.5°C en vez de 3.0°C reducirían de tres a una la cantidad de especies afectadas por primaveras falsas en más del 50% de su zona de distribución en los Estados Unidos.



1.5°C
3.0°C

SEGÚN LO proyectado, las especies que se verán más afectadas por las primaveras falsas incluyen las siguientes:

Más del 50% de la zona de distribución en los estados contiguos de tres especies del sudoeste:

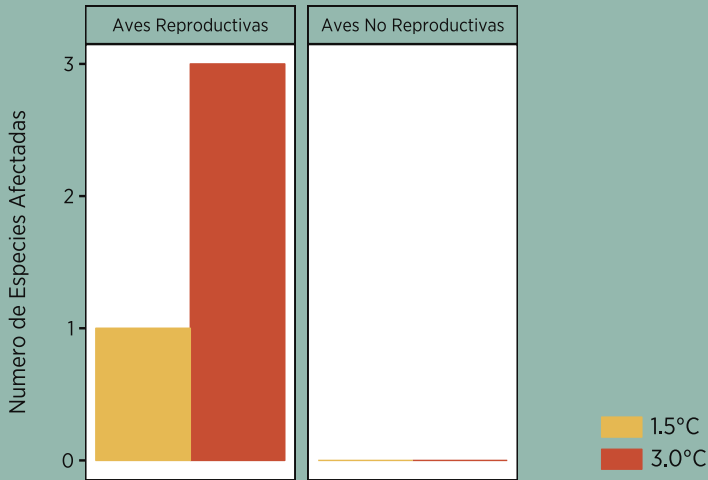
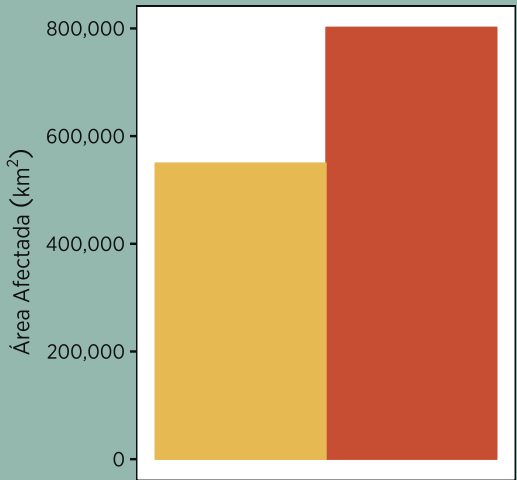
- Carpintero Cheje
- Carbonero Embridado
- Codorniz de Moctezuma

Un porcentaje alto de la zona de distribución de cada una de estas especies está en Nuevo México, que no fue parte de este análisis. Por lo tanto, el área afectada en la zona de distribución completa de las especies fue probablemente menos del 50 %.

Otras especies que se espera que sufran primaveras falsas en menos del 50 % de su zona de distribución en los estados contiguos estuvieron principalmente en los estados del sudoeste.

LOS ESTADOS con el área más grande proyectada como área afectada por las primaveras falsas incluyen los siguientes:

- | | |
|--------------|---------|
| Nuevo México | Nevada |
| Texas | Oregon |
| Oklahoma | Arizona |



Carpintero Cheje



Codorniz de Moctezuma

PARTE 3: Prioridades Políticas



De la ciencia a la acción

En este informe, se describen varias formas en las que el cambio climático causa daños a las aves. El calentamiento afectará la temperatura y la precipitación, alterará las comunidades de plantas y animales, y afectará la disponibilidad de comida, agua y refugio para las aves. Las relaciones entre depredador y presa cambiarán, al igual que los patrones de migración. Además, el cambio climático provocará un aumento en el nivel del mar y una volatilidad cada vez mayor del clima extremo, lo que amplificará la intensidad e imprevisibilidad de las tormentas, la lluvia, la sequía, los incendios forestales, las inundaciones, las olas de calor y las primaveras falsas. Con el tiempo, la forma en que las personas usan la tierra, para vida urbana o agricultura, también cambiará, con impactos inevitables en las poblaciones de aves. El número y la complejidad de estas amenazas y sus impactos acumulativos sobre las aves es algo para reflexionar.

Audubon está traduciendo estos hallazgos científicos en un plan de acción para la conservación de las aves y cambios en la política pública. Trabajamos en lugares críticos que las aves necesitan, como áreas costeras, cuencas, pastizales, bosques, tierras de cultivo y otros ecosistemas, para abordar todas las amenazas que enfrentan por el cambio climático. Hacemos esto porque amamos a las aves, pero también porque las aves son especies centinela, el canario proverbial en la mina de carbón. Son los indicadores tempranos de la naturaleza del daño al medioambiente que también es nuestro sistema de soporte de vida, y del peligro creciente para las personas y los lugares que necesitamos, también.

Los hallazgos de este informe dejan claro que no solo debemos proteger a las aves y los lugares que necesitan, sino también debemos buscar soluciones para abordar las causas subyacentes del cambio climático.

Podemos hacerlo

Sabemos lo que tenemos que hacer.

Tenemos la capacidad de cambiar la dirección de esta amenaza masiva. Podemos adaptar, mejorar e innovar; podemos proteger a las aves, el planeta y a nosotros mismos. Podemos alimentar nuestros carros, casas, ciudades, fábricas, granjas, comunidades y economía con energía limpia, sin contribuir al cambio climático. Podemos planificar según el cambio climático y adaptarnos a este. Podemos construir un futuro productivo y resiliente y con un clima seguro. Podemos hacer todo esto de formas que estimulen la innovación, creen buenos empleos, promuevan las industrias locales y desarrollen nuestra economía para un futuro más inteligente.

Todavía tenemos tiempo.

Podemos evitar y limitar el calentamiento peligroso y sus peores impactos si actuamos rápido. La ciencia nos dice que, para limitar el calentamiento a un aumento de 1.5°C (2.7°F), debemos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 45% por debajo de los niveles de 2010 para 2030, y alcanzar emisiones de carbono cero neto para 2050.*

La ciencia de Audubon nos dice lo que esto significa para las aves: el 64% de las especies de aves serán vulnerables a la extinción debido a las diversas presiones causadas por el clima cambiante si seguimos en nuestra trayectoria actual. La buena noticia es que, para el 70% de esas especies, podemos reducir su vulnerabilidad limitando el calentamiento a 1.5°C.

Aproximadamente el **64% de las especies de aves serán vulnerables** a la extinción debido a las diversas presiones causadas por el clima cambiante, pero **podemos reducir la vulnerabilidad del 70%** de esas especies si limitamos el calentamiento.

Debemos actuar ahora.

Estamos en un camino peligroso, pero tenemos el poder para trazar uno mejor. Aun así, el cambio vendrá solo si exigimos que actúen los funcionarios públicos que nos representan y los negocios que apoyamos. Debemos mitigar las causas subyacentes del clima cambiante y desarrollar resiliencia en nuestros sistemas naturales y humanos para darnos tiempo para actuar y adaptarnos. En Audubon, les estamos pidiendo a nuestros funcionarios públicos que cambien el curso, que aborden el cambio climático ahora y que sean un ejemplo para el resto del mundo.

Le pedimos que participe. Sea parte de la solución. Podemos hacerlo, juntos.

**En octubre de 2018, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publicó el Informe Especial sobre Calentamiento Global de 1.5°C. El informe fue preparado por 91 autores de 40 países e incluyó más de 6,000 referencias científicas. Uno de los hallazgos clave es que el calentamiento de 2°C (3.6°F) causará impactos complejos en los ecosistemas y la salud humana, pero que limitar el calentamiento a 1.5°C (2.7°F) reduciría en gran medida estos impactos. El informe también encontró que, aunque un objetivo de 1.5°C (2.7°F) es posible, se necesitarán reducciones de emisiones bastante grandes en todos los aspectos de la sociedad, culminando en una meta de emisiones cero neto para 2050.*

Causas del cambio climático

El cambio climático es el resultado del rápido aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero después de la Revolución Industrial.

La atmósfera de la Tierra contiene de forma natural gases de efecto invernadero, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y vapor de agua (H₂O), que atrapan el calor del Sol y hacen que la Tierra sea un lugar habitable para las personas, plantas y aves. Sin embargo, las concentraciones de CO₂ en la atmósfera han subido de 280 ppm aproximadamente en 1750 a más de 400 ppm actualmente. Este aumento en la concentración de los gases de efecto invernadero altera los ciclos naturales y hace que las temperaturas suban en todo el planeta.

El consenso de los científicos es claro. La única forma de lograr un futuro más favorable para las aves y las personas es abordar las causas subyacentes del cambio climático. Debemos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de manera urgente y a gran escala en todos los sectores de la economía: generación de electricidad, agricultura, transporte, construcciones comerciales y residenciales y procesos industriales. No existe una solución única perfecta, pero podemos hacer una serie de cambios que conduzcan a ajustes sistémicos a gran escala para lograr las reducciones necesarias.

Hay dos metas que debemos alcanzar:

Para 2030 | Las emisiones de gases de efecto invernadero deben disminuir un 45% por debajo de los niveles de 2010.

Para 2050 | El mundo debe alcanzar emisiones de gases de efecto invernadero cero neto.

Cero neto significa que algunas emisiones pueden ser compensadas por la captura de carbono como la reforestación o por tecnología que saca los gases de efecto invernadero del aire.



Descarbonización: reducción de las emisiones de carbono

Los gases de efecto invernadero (GHG) son gases que atrapan calor en nuestra atmósfera. Estos incluyen el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los hidrofluorocarbonos. Los gases de efecto invernadero se producen en la quema de combustibles fósiles y otros procesos industriales. Se reportan como concentraciones atmosféricas en partes por millón (ppm).

El permiso del dron del Servicio de Pesca y Vida Silvestre La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos divide y monitorea las emisiones de gases de efecto invernadero en seis sectores: electricidad, transporte, industria, agricultura, comercial y residencial. Estos seis sectores dividen la economía de EE. UU. en partes más pequeñas que hacen que sea más fácil comprender las tendencias. Cada año, la EPA publica un estimado de gases de efecto invernadero producidos por cada sector.



La estrategia de Audubon para abordar el cambio climático se orienta a esfuerzos de adaptación a las nuevas temperaturas y de mitigación de cambio climático

Audubon tiene un enfoque doble: proteger a las aves y los lugares que necesitan y abordar las causas subyacentes del cambio climático.

El cambio climático es un problema mundial que afectará a las aves y las personas. No existe una fórmula milagrosa o una solución simple para esta amenaza compleja y sistémica. Debemos actuar sobre una variedad de soluciones de políticas que funcionen a una velocidad y escala que coincida con la gravedad y urgencia del problema.

Afortunadamente, hay buenas noticias. Entendemos bastante de cómo está cambiando el clima y por qué, y sabemos lo que tenemos que hacer al respecto. Muchas de las herramientas que necesitamos ya existen, y muchas personas e instituciones están trabajando para implementarlas. También nos sentimos confiados de que podemos seguir desarrollando tecnologías nuevas e innovadoras para ayudar a evitar el cambio climático en el futuro, y en el proceso, guiar al mundo al desarrollo de productos que impulsen ese cambio.

La adaptación al clima se refiere a esfuerzos para alterar y adaptar tanto nuestro entorno natural como nuestros edificios, carreteras y otras estructuras para ayudar a soportar mejor las amenazas que presenta el cambio climático.

La mitigación del clima se refiere a esfuerzos para reducir o prevenir las causas del cambio climático, como las emisiones de gases de efecto invernadero.



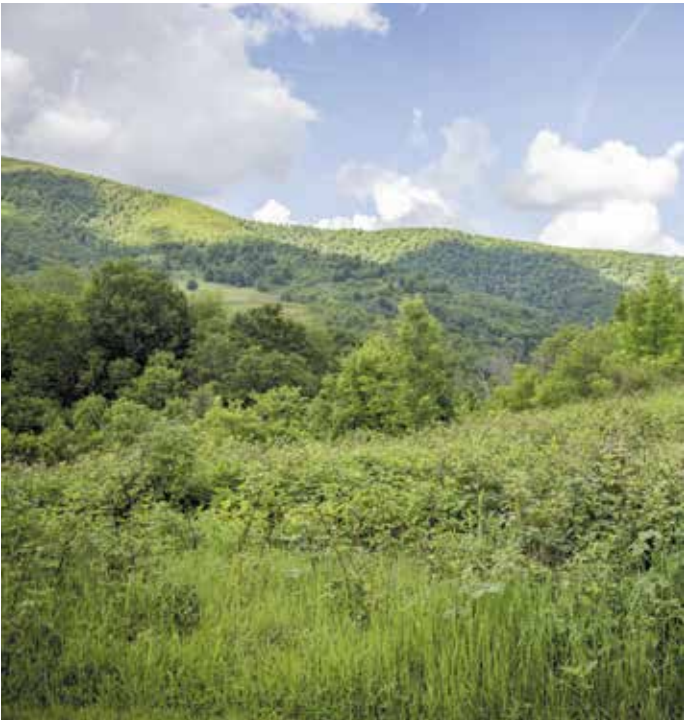
Adaptación al clima: proteger a las aves, los humanos y los hábitats que ambos necesitan para sobrevivir

Nuestro informe hace énfasis en los lugares y especies que más necesitan planes de adaptación al clima.

Audubon ha implementado estrategias de conservación integrales para proteger estos lugares y las especies que dependen de ellos. Estamos trabajando en adaptarnos a los nuevos extremos que hacen que sea más difícil que las aves y las personas prosperen, y, al mismo tiempo, estamos trabajando en evitar esos impactos. En todas nuestras áreas de conservación y defensa, queremos estabilizar y aumentar las poblaciones de especies bandera en nuestras áreas de conservación de alta prioridad.

El cambio climático está causando que suban las temperaturas y los niveles del mar, y eventos de clima extremo más frecuentes. La sequía es más común en el Oeste, mientras que las lluvias intensas y las inundaciones son más frecuentes en el Este. Estas alteraciones necesitan de la protección y adaptación de nuestras comunidades y espacios naturales al mundo cambiante, incluso mientras trabajamos para mitigar las causas.

Algunos de los peores impactos del cambio climático se pueden evitar construyendo infraestructura más resiliente, lo que significa nuestras ciudades, carreteras y otras estructuras. Este enfoque incluye elevar las carreteras construir rompeolas y ubicar las construcciones más alejadas de la costa. Algunos de estos mismos resultados se pueden obtener mediante un enfoque en infraestructura natural o ecológica. Esto significa usar y mejorar las áreas y los procesos naturales para ayudar a manejar el clima extremo y las variaciones estacionales. La infraestructura natural tiene el beneficio doble de proteger las inversiones y servir de hábitat para aves y otra vida silvestre. Mejorar y proteger la «infraestructura natural» a lo largo de nuestras costas, ríos y otros lugares estratégicos ayudará a retrasar y mitigar los impactos anticipados del cambio climático, lo que permitirá que las aves, la vida silvestre y las personas se adapten.



Adaptación al clima: proteger y extender los lugares que las aves necesitan persuadiendo al gobierno local, estatal y federal para que planifique y se prepare para los impactos del cambio climático en nuestras costas, cuencas, pastizales, bosques, tierras productivas (públicas y privadas) y comunidades.



Costas

Audubon ha identificado las mejores oportunidades para aumentar la resiliencia de los humedales costeros en lugares clave y ha implementado soluciones innovadoras de restauración y adaptación que se pueden replicar. Estamos dirigiendo la inversión pública a proyectos que ofrecen el mayor beneficio para las aves y personas, y avanzando en políticas federales y estatales que conservan los hábitats costeros. Invertir en infraestructura natural, como restaurar los humedales, las costas vivientes y las islas barrera, puede servir como nuestra primera línea de defensa contra la amenaza del aumento del nivel del mar y el cambio en el nivel de los lagos. La Iniciativa de Resiliencia Costera de Audubon trabaja para proteger y restaurar los hábitats costeros para las aves y las personas.



Pastizales, Bosques y Otras Tierras Productivas

Audubon trabaja para aumentar las prácticas de manejo sostenible de la tierra y beneficiosas para las aves asociándose con administradores de tierras privadas, usando servidumbres e incentivos de conservación, siendo pioneros en incentivos basados en el mercado y luchando por influenciar las políticas estatales y federales. Hemos tenido éxito en aumentar el financiamiento público y privado disponible para los propietarios de tierras que se preocupan por la conservación y en involucrar a muchos socios en este trabajo. El manejo de la conservación de las tierras productivas puede ayudar a las aves a adaptarse a las amenazas, como la expansión de las tierras de cultivos y los incendios forestales. Minimizar la conversión adicional de hábitats naturales a tierras de cultivo mediante programas basados en el mercado como la Iniciativa de Ganadería Conservacionista de Audubon, es una importante estrategia de adaptación al cambio climático.



Avoceta Americana

Agua

Audubon trabaja para asegurarse de que los entornos clave críticos para las aves tengan fuentes de agua limpia y confiable, ahora y en el futuro. Queremos garantizar el financiamiento adecuado para proteger y restaurar las cuencas y los ríos prioritarios, a nivel estatal y federal. Dirigimos proyectos de restauración de hábitats en la tierra y trabajamos para proteger la calidad y el suministro de agua para las personas y las aves. Abogamos por acciones de políticas internacionales, federales y estatales para asegurar flujos adecuados y agua limpia a los ecosistemas críticos. El manejo inteligente del agua, incluida la adopción de infraestructura natural, puede ayudar a las aves a adaptarse a amenazas como los eventos de sequía y lluvias intensas. La Iniciativa de Agua Occidental de Audubon y nuestro trabajo en los Everglades han ayudado a proteger los ecosistemas de agua dulce y los ecosistemas asociados que las aves y las personas necesitan.



Comunidades Beneficiosas para las Aves

Audubon está comprometida con transformar nuestras comunidades en lugares donde las aves prosperen. Trabajamos para restaurar el funcionamiento ecológico de nuestras ciudades, pueblos y áreas rurales garantizando una conservación urbana que tome en cuenta las plantas autóctonas y los ecosistemas naturales. También movilizamos municipalidades para abogar por políticas beneficiosas para el clima. La creación de comunidades beneficiosas para las aves es esencial para ayudarlas a adaptarse a amenazas como la urbanización y las primaveras falsas. El programa Plantas para Aves de Audubon ayuda a los propietarios de casas a identificar plantas autóctonas que sirvan de alimento y refugio para las aves y otra vida silvestre.



La adaptación es una parte importante de responder al cambio climático, pero no puede ser lo único.

La adaptación debe combinarse con esfuerzos para reducir significativamente las emisiones de gases de invernadero.

Infraestructura gris:

Sistemas diseñados y contruidos como carreteras, tuberías, zanjias y bombas. El término «gris» se usa porque estas estructuras suelen estar hechas de concreto.

Infraestructura verde o natural:

prácticas de manejo del terreno que imitan los ciclos naturales, como la restauración de humedales y los techos verdes. Muchas de estas prácticas pueden ofrecer los mismos beneficios que la infraestructura gris a un costo más bajo y con mantenimiento menos frecuente.

Mitigación del cambio climático: reduciendo los efectos potenciales del calentamiento global

Estamos trabajando contra reloj para implementar soluciones que contrarresten las causas subyacentes del cambio climático. Para mantener al mundo en camino a un escenario de calentamiento de 1.5°C (2.7°F), debemos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 45% por debajo de los niveles de 2010 para 2030, y alcanzar emisiones de carbono cero neto para 2050. Esto significa trabajar para

reducir dramáticamente las emisiones de carbono de las economías de los EE. UU. y del mundo, y encontrar formas de compensar lo que no podemos eliminar, como sembrar árboles o probar tecnologías nuevas para capturar (es decir, secuestrar) el carbono mediante procesos industriales, y almacenarlo bajo tierra de forma permanente.

Para alcanzar esta visión, estamos abogando por un conjunto de soluciones y políticas que trabajen juntas para reducir las emisiones a la escala y la velocidad que necesitamos.

Soluciones para Todos los Sectores de la Economía

Apoyamos la legislación federal integral o las políticas de bloques de construcción grandes que establecen objetivos vinculantes de reducción de emisiones, impulsan reducciones de emisiones a gran escala, y protegen o expanden los lugares que las aves necesitan.

Usar el poder de la economía para impulsar soluciones a la crisis del clima es esencial y tiene un amplio atractivo en principio, aunque muchos de los detalles siguen abiertos a debate. Fijar un precio a las emisiones de carbono puede ayudar a impulsar la innovación y aumentar las ganancias para hacer cambios generales, y ayudar a nivelar el campo de juego para la energía limpia. Aquellas fuentes que continúan con las emisiones de carbono pagarían por su impacto o buscarían una nueva forma de operar

que sea menos dañina para el clima. Algunos ejemplos de soluciones para todos los sectores de la economía incluyen aplicar un cargo a las emisiones de carbono, con lo que los negocios tendrían que pagar por cada tonelada métrica de carbono emitido, o un programa de derechos de emisión, que establece un límite para el total de emisiones de la economía. Con un programa de derechos de emisión, las empresas que quieren seguir emitiendo carbono deben comprar créditos que luego pueden intercambiar con otras empresas.

Electricidad 100% Limpia

Apoyamos una transición a la electricidad 100% limpia aumentando la energía renovable, preservando las fuentes de energía sin carbono y eliminando gradualmente el carbón al mismo tiempo que protegemos a las aves en sus interacciones con las líneas de transmisión y los nuevos sistemas de energía.

La generación de electricidad contribuye a más de un cuarto de las emisiones de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos. La razón por la que podemos encender una luz es porque estamos conectados a una red eléctrica que conecta generadores, como centrales eléctricas, a usuarios, como nosotros. Las emisiones de este sector son significativas porque la mayoría de nuestra red eléctrica está conectada a centrales eléctricas que queman combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural.

Aunque actualmente dependemos de estos combustibles para generar la mayor parte de nuestra electricidad, hay varias opciones de tecnología que no emiten gases de efecto invernadero en su funcionamiento, como las turbinas de viento, los paneles solares fotovoltaicos, la energía geotérmica y la energía hidráulica. Reemplazar las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles con estas alternativas más limpias es esencial para reducir las emisiones.

Los estándares estatales y federales que requieren que los proveedores de electricidad ofrezcan electricidad 100% limpia pueden impulsar este cambio. Audubon apoya la expansión de la energía renovable, como la eólica, solar, geotérmica e hidráulica, que evita, minimiza y mitiga los impactos a las aves y su hábitat. Es importante implementar esta tecnología de forma rápida y que minimice los impactos negativos para las aves, la tierra y las comunidades. Existen métodos innovadores y científicamente adecuados para determinar la ubicación y operar proyectos renovables, y, con el tiempo, están mejorando. Audubon también apoya mantener todas las tecnologías de energía sin carbono, al menos durante el período transicional a medida que la energía renovable va mejorando y aumentando en cantidad, con algunas condiciones.



Soluciones Naturales para el Clima

Apoyamos la expansión, preservación, restauración y protección de los ambientes que pueden almacenar carbono naturalmente y darles a las ave el lugar que necesitan. Estos ambientes incluyen bosques, humedales, costas y pastizales. Esto incluye la mejora de los programas agrícolas de reducción de gases de efecto invernadero, como la captura del suelo y el manejo del uso de la tierra/ganado.

Las soluciones naturales dependen de cosas vivas que extraen dióxido de carbono de la atmósfera, como bosques, praderas, algas y suelo. A estos los llamamos sumideros de carbono porque extraen más emisiones de la atmósfera de las que emiten. Con soluciones naturales que ayudan a capturar el carbono, puede ser posible alcanzar el nivel de emisiones de carbono neto cero incluso si no se pueden eliminar todas las emisiones producidas por el hombre. Tal como lo muestra la ciencia de Audubon, las aves de América del Norte serán cada vez más vulnerables a medida que el clima cambia y encoge sus rangos adecuados. La restauración de bosques, pastizales, pantanos

y ecosistemas marinos, y las prácticas agrícolas diversificadas pueden reducir las emisiones al mismo tiempo que mejoran el hábitat de aves en situación crítica. A modo de ejemplo, el Programa de Ganadería Conservacionista de Audubon se desarrolló para combatir los efectos negativos de la degradación de los pastizales causada por las especies invasoras, la urbanización, el desarrollo energético y las prácticas no sostenibles de manejo del ganado. El manejo adecuado de estos entornos ofrece la oportunidad de capturar el carbono natural al mismo tiempo que se conservan hábitats importantes para las aves.



Eficiencia Energética para Edificios, Casas e Industria

Apoyamos la reducción de la cantidad de energía necesaria para alimentar nuestras casas, ciudades y fábricas mediante el desarrollo y la adopción de electrodomésticos, máquinas y prácticas de bajo consumo.

Aunque es importante asegurar que nuestro suministro de energía sea libre de emisiones, podemos hacer esa meta más alcanzable si reducimos nuestra demanda de electricidad, es decir, la cantidad total de energía que debe generarse. El desafío de la red eléctrica es que debe fluir suficiente energía a través de esta para satisfacer las necesidades de los consumidores en todo momento. Sin embargo, si reducimos la cantidad de energía que necesitan los consumidores, particularmente en las horas de necesidad pico,

podemos reducir de manera significativa la cantidad que necesitamos generar, lo que significa que podemos reducir la producción de las centrales eléctricas o instalar menos renovables. Esta reducción en la demanda facilita el camino a la energía 100 % limpia. Tomar medidas, como instalar electrodomésticos más eficientes y proteger las construcciones de la intemperie, puede contribuir a lograr una gran diferencia.

Transporte Limpio

Apoyamos acciones que reducen las emisiones de los tubos de escape de vehículos, incluyendo carros, camiones de carga y aviones. Estas reducciones pueden lograrse si se hacen mejoras en toda la flota en temas de economía de combustible, mayor uso de vehículos eléctricos, y fortalecimiento y expansión de los sistemas de transporte público.

El transporte es actualmente la fuente más grande de emisiones de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos. Estas emisiones vienen de la combustión de la gasolina que alimenta los motores de los vehículos personales, además del envío por mar y por tierra de bienes y materiales a todo el país y todo el mundo. Estas emisiones se pueden eliminar cambiando a vehículos eléctricos, que no necesitan gasolina, o a vehículos con mejor eficiencia en el uso de combustible, que necesitan menos gasolina.

Las políticas que pueden incentivar esta transición incluyen establecer normas de eficiencia energética que exijan a los fabricantes construir flotas de consumo más bajo y construir infraestructura de carga para vehículos eléctricos para que haya más lugares donde los conductores pueden abastecerse. También pueden hacerse mejoras al transporte público, al ampliar y mejorar las rutas y hacer la transición a buses eléctricos, para sacar más automóviles de la calle.



Innovación

Apoyamos la inversión en la invención, la mejora y la implementación de tecnología que reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores de la economía mediante la investigación, las asociaciones público-privadas y las soluciones impulsadas por el mercado.

Muchas de las soluciones que necesitaremos para alcanzar un futuro carbono cero ya están desarrolladas, pero sigue habiendo vacíos en lo que la tecnología necesita mejorar o todavía no se ha inventado. Mejorar la tecnología de almacenamiento de energía, para nivelar los picos en la generación de energía renovable y para proporcionar energía continua y resiliente, es un área muy prometedora. Todavía tenemos preguntas

sobre cómo hacer la red eléctrica más segura y confiable, si es posible diseñar unidades de generación de energía más eficientes, y si es posible captar los gases de efecto invernadero del aire y almacenarlos de forma segura. Debemos dedicar recursos a instituciones e investigadores que están trabajando para llenar estos vacíos.

Audubon está trabajando en soluciones climáticas en jardines traseros y en todos los niveles del gobierno por todo el país. Visite **climate.audubon.org** para conocer más sobre nuestro trabajo y qué puede hacer usted para ayudar.

Apéndice



Datos

Aumento del Nivel del Mar

Marcamos áreas de inundación inducida por el aumento del nivel del mar y cambios de hábitat basándonos en proyecciones espaciales del aumento del nivel del mar y la migración de los pantanos asociada de la Oficina de Administración Costera de la NOAA (disponible en <https://coast.noaa.gov/slr/>). Las proyecciones se basan en un método de bañera modificado que incorpora datos de elevación derivados de LIDAR e intenta explicar la variabilidad local y regional de las mareas.⁷⁵ Hay resultados disponibles para los estados contiguos a una resolución espacial de 10 metros, con escenarios de hasta 10 pies (aproximadamente 3 metros) en incrementos de medio pie. Elegimos escenarios de 0.5 metros y 1.0 metros, que se cruzan con estimaciones de IPCC para los escenarios de calentamiento de 1.5°C y 3.0°C para fines del siglo,⁴³ así como un escenario «extremo» adicional (2 metros) para captar las estimaciones actuales del extremo alto del aumento del nivel del mar en un escenario de

3.0°C.^{12,13,15} Luego redujimos estos escenarios globales a los estados que usan un conjunto de datos de la Evaluación Climática Nacional (National Climate Assessment) que localiza proyecciones globales del aumento del nivel del mar.⁴⁴ Las estimaciones reducidas están disponibles para seis escenarios de aumento del nivel del mar (0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 metros) en 263 ubicaciones en los 22 estados costeros en los Estados Unidos contiguos (media = 12 ubicaciones por estado, rango = 2-44). Debido a que la reducción por estado dio como resultado variaciones de más de 1.0 metro (es decir, el escenario de 2.5 metros podría resultar en un aumento del nivel del mar a nivel estatal de más de 3.5 metros), el escenario de 2.0 metros fue el más alto que pudimos incluir para mantener nuestra capacidad de relacionar estimaciones reducidas con proyecciones espaciales que solo estaban disponibles para escenarios de hasta 10 pies (aproximadamente 3 metros).

Cambio del Nivel de los Lagos

Obtuvimos proyecciones espaciales del cambio del nivel de los lagos para los Grandes Lagos de la Oficina de Administración Costera de la NOAA (disponible en <https://coast.noaa.gov/llv/>). Se tienen estimaciones de extensiones de lagos en los Estados Unidos para escenarios de menos 6 a más 6 pies de cambio, basados en datos de elevación topográfica y batimétrica derivados de LIDAR. En general, se espera que el nivel de los lagos disminuya con el cambio climático ya que (1) la temperatura de la superficie del agua se calienta, lo que hace que aumente la tasa de evaporación y (2) se forma hielo sobre los lagos, lo cual extiende la temporada de evaporación.⁴⁶ Sin embargo, los niveles de los lagos también varían de forma considerable.⁴⁶ Por lo tanto, combinamos los niveles altos y bajos históricos con proyecciones de niveles promedio de agua para cada lago para identificar áreas que se vieran afectadas por el secado (con niveles bajos) e inundaciones (con niveles altos) en el futuro. Debido a que los valores mínimos y

máximos pueden ser atípicos, calculamos el percentil 1 y 99 de los niveles de agua entre 1860 y 2015 para calcular los niveles de agua alto y bajo históricos para cada lago con base en datos de aforo en la orilla del Laboratorio de Investigación Ambiental de la NOAA (disponible en www.glerl.noaa.gov). El Lago St. Clair también se incluyó, y los lagos Michigan and Huron se agruparon porque están conectados al mismo nivel de agua. Combinamos la variabilidad histórica con niveles promedio de agua estimados para Michigan-Huron para nuestros dos escenarios de calentamiento global de una evaluación anterior.⁴⁸ Las estimaciones del cambio a largo plazo para los otros lagos son insignificantes suponiendo que las prácticas de regulación del agua continuarán.⁴⁸ Usamos nuestras estimaciones combinadas para elegir una proyección del nivel alto y bajo del agua (quitando la extensión del lago actual) para identificar el área total propensa a secado o inundación en nuestros dos escenarios de cambio climático.

Urbanización

Obtuvimos proyecciones del crecimiento urbano del conjunto de datos de Escenarios Integrados del Clima y Uso de la Tierra (ICLUS) disponible en <https://iclus.epa.gov>). Las proyecciones de ICLUS se derivan de un par de modelos: un modelo demográfico genera estimados poblacionales a nivel de condado, y un modelo de asignación espacial distribuye el desarrollo urbano nuevo en respuesta al crecimiento poblacional. Hay resultados

disponibles para los estados contiguos a una resolución espacial de 90 metros por cada década entre 2000 y 2100 de conformidad con dos modelos de circulación generales (GISS-E2-R, HadGEM2-ES) y dos escenarios de cambio climático que combinan rutas socioeconómicas (SSP) and RCP (SSP2+RCP4.5 y SSP5+RCP8.5). Equiparamos estos escenarios a 2050 y 2100, respectivamente, con nuestros dos escenarios de calentamiento global, 1.5°C y 3.0°C.

Expansión de las Tierras de Cultivo

Se obtuvieron proyecciones de la expansión de tierras de cultivo de una versión reducida del conjunto de datos de la Armonización del Uso de la Tierra (LUH),⁷⁶ un conjunto de datos graficados de baja resolución que abarcan los años 1500 a 2100 que estima patrones y transiciones del uso urbano y agrícola de la tierra.⁷⁷ Una evaluación previa redujo este conjunto de datos a una resolución

de 1 kilómetro usando un método Autómata Celular, y se generaron resultados para cada década entre 2010 y 2100 bajo cuatro rutas de concentra representativas (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5).⁷⁶ Utilizamos proyecciones de los RCP 4.5 y 8.5 a 2050 y 2100, respectivamente, para nuestros escenarios de 1.5°C y 3.0°C.

Fenómenos Meteorológicos Extremos

Consideramos cinco variables meteorológicas extremas: calor primaveral extremo, sequías de primavera, condiciones climáticas que favorecen incendios, lluvias fuertes y «falsas primaveras». Se obtuvieron proyecciones espaciales a partir de evaluaciones previas^{18,19} (disponibles en <http://silvis.forest.wisc.edu/climate-averages-and-extremes/>)⁷¹ que derivaron estas variables de proyecciones diarias de los 19 GCM participantes en el Proyecto 5 de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5), reducidas estadísticamente a una resolución de 12 kilómetros usando la técnica Análoga Construida con Corrección de Sesgo.⁷⁸ De nuevo, usamos proyecciones de dos RCP (4.5 y 8.5), alineadas con mediados y finales de siglo, respectivamente, para nuestros escenarios de cambio climático. El calor extremo de primavera y las sequías de primavera se calcularon con base en índices estandarizados, el índice de temperatura estándar [STI],¹⁸ y el índice de precipitación [SPI],⁷⁹ respectivamente, que definen eventos extremos basados en una distribución normal estándar, con resultados que representan la frecuencia de eventos extremos de 20 años, y valores recíprocos (es decir, 1/x) que representan el intervalo de retorno.¹⁸ El clima favorable para incendios (con base en el índice de sequía Keetch-Byram, KBDI)⁸⁰ y la lluvia intensa se calcularon como el número de días sobre el percentil 95 de valores históricos.¹⁹ El clima

favorable para incendios, una medida del déficit de humedad del suelo e indicativo de sequía de potencial de incendios forestales, proporciona una referencia de las condiciones climáticas idóneas para un incendio en una temporada dada, pero no se traduce directamente en más incendios porque los incendios requieren no solo el clima apropiado, sino también combustibles, fuentes de ignición y topografía.⁶⁰ Las primaveras falsas se calcularon como la probabilidad de una helada fuerte después de la emergencia de hojas y flores.⁷¹ Marcamos áreas afectadas por estos eventos extremos del clima aplicando umbrales para convertir valores continuos en resultados categóricos. Exploramos varios umbrales de intervalos de retorno más frecuentes que 20 años para calor extremo de la primavera y sequías de primavera, mayor número de días por encima de valores históricos para clima favorable para incendios y lluvia intensa, y un aumento en la probabilidad de primaveras falsas. A partir de esto, marcamos las siguientes áreas: calor extremo en la primavera ocurriendo cada dos años o más seguido en el futuro, sequías de primavera que ocurren cada 10 años o más seguido en el futuro, 90 días o más del año en los que se excede el percentil 95 del clima favorable para incendios, 10 al año o más que superan el percentil 95 de precipitación, y una probabilidad del 50% o más de primavera falsa en el futuro.

Referencias

1. Ceballos G et al. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*. 1: e1400253.

2. North American Bird Conservation Initiative (NABCI). 2016. State of North America's Birds. U.S. Department of Interior: Washington D.C.

3. Princé K & Zuckerberg B. Climate change in our backyards: 2015. The reshuffling of North America's winter bird communities. *Global Change Biology*. 21: 572–585.

4. Mann ME et al. 2008. Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia. *PNAS*. 105: 13252–13257.

5. Lawler JJ et al. 2009. Projected climate-induced faunal change in the Western Hemisphere. *Ecology*. 90: 588–597.

6. Bateman BL et al. 2013. Appropriateness of full-, partial- and no-dispersal scenarios in climate change impact modelling. *Diversity and Distributions*. 19: 1224–1234.

7. Bateman, B. et al. 2019. North American birds require mitigation and adaptation to reduce vulnerability to climate change. *In review*.

8. IPCC. 2013. Summary for Policymakers. Climate Cambio 2013: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, TF et al. (eds)]. Cambridge University Press Cambridge: United Kingdom and New York, NY, USA.

9. IPCC. 2018. Global warming of 1.5°C. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>.

10. Climate Transparency. 2018. G20 Brown to Green Report 2018. Disponible en: <https://www.climate-transparency.org/g20-climate-performance/g20report2018>.

11. Bateman, B. et al. 2019. Risk to North American birds from climate change-related threats. *In review*.

12. Bamber JL et al. 2019. Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 116: 11195–11200.

13. Jevrejeva S et al. 2014. Upper limit for sea level projections by 2100. *Environmental Research Letters*. 9: 104008.

14. Kopp RE et al. 2014. Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites: Earth's Future. 2: 383–406.

15. Rohling EJ et al. 2013. A geological perspective on potential future sea-level rise. *Scientific Reports*. 3: 3461.

16. Albright TP et al. 2010. Combined effects of heat waves and droughts on avian communities across the conterminous United States. *Ecosphere*. 1: art12.

17. IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge.

18. Martinuzzi S et al. 2016. Future frequencies of extreme weather events in the National Wildlife Refuges of the conterminous US. *Biological Conservation*. 201: 327–335.

19. Martinuzzi S et al. 2019. Future changes in fire weather, spring droughts, and false springs across U.S. National Forests and Grasslands. *Ecological Applications*. 29: e01904.

20. Gorzo JM et al. 2016. Using the North American Breeding Bird Survey to assess broad-scale response of the continent's most imperiled avian community, grassland birds, to weather variability. *The Condor*. 118: 502–512.

21. Bateman BL et al. 2012. Nice weather for bettongs: Using weather events, not climate means, in species distribution models. *Ecography*. 35: 306–314.

22. Fischer EM et al. 2007. Soil Moisture–Atmosphere Interacciones durante el verano europeo de 2003 Heat Wave. *Journal of Climate*. 20: 5081–5099.

23. Hooke RL et al. 2012. Land transformation by humans: A review. *GSA Today*. 22: 4–10.

24. Lawler JJ et al. 2014. Projected land-use change impacts on ecosystem services in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111: 7492–7497.

25. Radeloff VC et al. 2012. Economic-based projections of future land use in the conterminous United States under alternative policy scenarios. *Ecological Applications*. 22: 1036–1049.

26. Jetz W et al. 2007. Projected Impacts of Climate and Land-Use Change on the Global Diversity of Birds. *PLOS Biology*. 5: 1211–1219.

27. Ordonez A et al. 2014. Combined speeds of climate and land-use change of the conterminous US until 2050. *Nature Climate Change*. 4: 811–816.

28. Regos A et al. 2018. Hindcasting the impacts of land-use changes on bird communities with species distribution models of Bird Atlas data. *Ecological Applications*. 28: 1867–1883.

29. Lepczyk CA et al. 2008. Human impacts on regional avian diversity and abundance. *Conservation Biology*. 22: 405–416.

30. Pidgeon AM et al. 2007. Associations of forest bird species richness with housing and landscape patterns across the USA. *Ecological Applications*. 17: 1989–2010.

31. Rittenhouse CD et al. 2012. Land cover change and avian diversity in the conterminous United States. *Conservation Biology*. 26: 821–829.

32. Wood EM et al. 2015. Long term avian community response to housing development at the boundary of US protected areas: Effect size increases with time. *Journal of Applied Ecology*. 52: 1227–1236.

33. Northrup JM et al. 2019. Synergistic effects of climate and land-use change influence broad-scale avian population declines. *Global Change Biology*. doi:10.1111/gcb.14571.

34. Bateman BL et al. 2016. The pace of past climate change vs. potential bird distributions and land use in the United States. *Global Change Biology*. 22: 1130–1144.

35. Newbold T. 2018. Future effects of climate and land-use change on terrestrial vertebrate community diversity under different scenarios. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 285: 20180792.

36. Newbold T et al. 2019. Climate and land-use change homogenize terrestrial biodiversity, with consequences for ecosystem functioning and human well-being. *Emerging Topics in Life Sciences*. 3: 207–219.

37. Enwright NM et al. Barriers to and opportunities for landward migration of coastal wetlands with sea-level rise. *Frontiers in Ecology & Environment*. 14: 307–316.

38. van de Pol M. 2010. Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology*. Disponible en: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2664.2010.01842.x>.

39. Chastant JE et al. 2017. Nesting substrate and water-level fluctuations influence wading bird nesting patterns in a large shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia*. 788: 371–383.

40. Mortsch LD. 1998. Assessing the Impact of Climate Change on the Great Lakes Shoreline Wetlands. *Climatic Change*. 40: 391–416.

41. Mortsch L et al. 2006. Great Lakes coastal wetland communities: Vulnerabilities to climate change and response to adaptation strategies. *Environment Canada: Ottawa*.

42. Desgranges J-L et al. 2006. Modelling wetland bird response to water level changes in the Lake Ontario–St. Lawrence River hydrosystem. *Environmental Monitoring and Assessment*. 113: 329–365.

43. Church JA et al. 2013. Sea level change. PM Cambridge University Press. Disponible en: <http://drs.nio.org:8080/drs/handle/2264/4605>.

44. Sweet WV et al. 2017. Global and regional sea level rise scenarios for the United States. NOAA Technical Report NOS CO-OPS 083. National Oceanic and Atmospheric Administration: Silver Spring, MD.

45-46. Gronewold AD et al. 2013. Coasts, water levels, and climate change: A Great Lakes perspective. Climatic Change. 120: 697–711.

47. Wuebbles D et al. 2019. An Assessment of the Impacts of Climate Change on the Great Lakes. Environmental Law & Policy Center. Disponible en: <http://elpc.org/wp-content/uploads/2019/03/Great-Lakes-Climate-Change-Report.pdf>.

48. Lofgren BM & Rouhana J. 2016. Physically Plausible Methods for Projecting Changes in Great Lakes Water Levels under Climate Change Scenarios. Journal of Hydrometeorology. 17: 2209–2223.

49. Chace JF & Walsh JJ. 2006. Urban effects on native avifauna: A review. Landscape and Urban Planning. 74: 46–69.

50. Lark TJ et al. 2015. Cropland expansion outpaces agricultural and biofuel policies in the United States. Environmental Research Letters. 10: 044003.

51. North American Bird Conservation Initiative (NABCI). 2017. The State of the Birds 2017. U.S. Department of Interior: Washington, D.C.

52. Wilsey C et al. 2019. Climate policy action needed to reduce vulnerability of conservation-reliant grassland birds in North America. Conservation Science and Practice. 1: e21.

53-54. Jenouvrier S. 2013. Impacts of climate change on avian populations. Global Change Biology. 19: 2036–2057.

55. McKechnie AE & Wolf BO. 2010. Climate change increases the likelihood of catastrophic avian mortality events during extreme heat waves. Biology Letters. 6: 253–256.

56. Albright TP et al. 2011. Heat waves measured with MODIS land surface temperature data predict changes in avian community structure. Remote Sensing of Environment. 115: 245–254.

57. Tingley MW et al. 2016. Pyrodiversity promotes avian diversity over the decade following forest fire. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 283: 20161703.

58. Lyon LJ et al. 2000. Wildland fire in ecosystems effects of fire on fauna. General Technical Report RMRS-GTR-42. United States Department of Agricultural Forest Service Rocky Mountain Research Station: Fort Collins, CO.

59. Saab VA et al. 2005. Relationships of fire ecology and avian communities in North America. In: [Ralph C et al. eds] 2005 Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas: Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference 2002 March 20-24; Asilomar, California, Volume 2 Gen Tech Rep PSW-GTR-191. U.S. Dept of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station: Albany, CA.

60. Moritz MA et al. 2005. Wildfires, complexity, and highly optimized tolerance. Proceedings of the National Academy of Sciences. 102: 17912–17917.

61. Cook BI et al. 2015. Unprecedented 21st century drought risk in the American Southwest and Central Plains. Science Advances. 1: e1400082–e1400082.

62. Mooij WM et al. 2002. Exploring the effect of drought extent and interval on the Florida snail kite: Interplay between spatial and temporal scales. Ecological Modelling. 149: 25–39.

63. Christman BJ. 2002. Extreme Between-Year Variation in Productivity of a Bridled Titmouse (*Baeolophus wollweberi*) Population. Auk. 119: 1149–1154.

64. Albright TP et al. 2009. Effects of drought on avian community structure. Global Change Biology. 16: 2158–2170.

65. Bateman BL et al. 2015. The importance of range edges for an irruptive species during extreme weather events. Landscape Ecology. 30: 1095–1110.

66. Bolger DT et al. 2005. Avian reproductive failure in response to an extreme climatic event. Oecologia. 142: 398–406.

67. Demongin L et al. 2010. Effects of severe rains on the mortality of southern rockhopper penguin (*Eudyptes chrysocome*) chicks and its impact on breeding success. Ornithologia neotropical. 21: 439–443.

68. Chambers LE et al. 2011. Observed and predicted effects of climate on Australian seabirds. Emu-Austral Ornithology. 111: 235–251.

69. Moreno J & Møller AP. 2011. Extreme climatic events in relation to global change and their impact on life histories. Current Zoology. 57: 375–389.

70. Dugger KM et al. 2002. Reproductive success of the interior least tern (*Sterna antillarum*) in relation to hydrology on the Lower Mississippi River. River Research and Applications. 18: 97–105.

71. Allstadt AJ et al. 2015. Spring plant phenology and false springs in the conterminous U.S. during the 21st century. Environmental Research Letters. 10: 104008.

72. Augspurger CK. 2013. Reconstructing patterns of temperature, phenology, and frost damage over 124 years: Spring damage risk is increasing. Ecology. 94: 41–50.

73. Inouye DW. 2000. The ecological and evolutionary significance of frost in the context of climate change. Ecology Letters. 3: 457–463.

74. White TCR. 2008. The role of food, weather, and climate in limiting the abundance of animals. Biological Reviews. 83: 227–248.

75. Marcy D et al. 2011. New mapping tool and techniques for visualizing sea level rise and coastal flooding impacts. Solutions to Coastal Disasters 2011. Disponible en: [http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41185\(417\)42](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/41185(417)42).

76. Li X et al. 2016. A cellular automata downscaling based 1km global land use datasets (2010–2100). Science Bulletin. 61: 1651–1661.

77. Hurtt GC et al. 2011. Harmonization of land-use scenarios for the period 1500–2100: 600 years of global gridded annual land-use transitions, wood harvest, and resulting secondary lands. Climatic Change. 109: 117.

78. Bureau of Reclamation. 2013. Downscaled CMIP3 and CMIP5 climate and hydrology projections: Release of downscaled CMIP5 climate projections, comparison with preceding information, and summary of user needs. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Technical Services Center: Denver, CO.

79. Guttman NB. 1999. Accepting the Standardized Precipitation Index: A Calculation Algorithm. Journal of the American Water Resources Association. 35: 311–322.

80. Keetch JJ & Byram GM. 1968. A drought index for forest fire control. Research Paper SE-38. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station: Asheville, NC.

81. Tulloch AIT, et al. 2016. Conservation planners tend to ignore improved accuracy of modelled species distributions to focus on multiple threats and ecological processes. Biological Conservation. 199: 157–171.

Leyendas y Créditos

Cubierta Cárabo Lapón. Fotografía: Connor Stefanison; **Portada Interior** Ostrero Común Americano. Fotografía: Eric Mitch/Audubon Photography Awards; **p. 2** David O’Neill. Fotografía: Mike Fernandez/Audubon; **p. 2-3** Jilgueritos Canarios. Fotografía: Kathryn Sullivan/Shutterstock; **p. 4** Audubon ha estado trabajando continuamente para documentar la forma en la que las aves ya están respondiendo al cambio climático con Climate Watch, el programa científico comunitario de Audubon. Fotografía: Camilla Cerea/Audubon; **p. 5** Charranes Reales. Fotografía: Peter Brannon/Audubon Photography Awards; **p. 8** Zorzal Maculado. Ilustración: David Allen Sibley; Figuras: Diseño de Estamen; **p. 9** Chorlo Llanero. Ilustración: David Allen Sibley; Figuras: Diseño de Estamen; **p. 10** Figuras: Diseño de Estamen; **p. 13** Polluela Negra. Fotografía: William Widmer; **p. 14** Ilustraciones: David Allen Sibley; **p. 15** El personal de National Audubon Society camina por el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Blackwater en Cambridge, Maryland. Fotografía: Camilla Cerea/Audubon; **p. 16** Cuicacoche Chato. Fotografía: Sharon Lindsay/Audubon Photography Awards; **p. 20** Ilustraciones: David Allen Sibley; **p. 23** Pelicano Pardo. Fotografía: Jean Hall/Audubon Photography Awards; **p. 24-25** El huracán Florence tocó tierra en la costa de Carolina del Norte en septiembre de 2018, lo que provocó intrusión extensa del agua de mar y daños a las playas desarrolladas del sur de Carolina del Norte. Unas semanas después, se tomó esta imagen en Topsail Beach, Carolina del Norte, mientras el huracán Michael atravesaba el área. Fotografía: Walker Golder; **p. 26** Banner: Tomasz Baranowski/Flickr (CC BY 2.0); **p. 27** Garceta Rojiza. Fotografía: Peter Brannon/Audubon Photography Awards; Ostrero Común Americano. Fotografía: Brian Kushner; **p. 28** Banner: Departamento de Transporte de Arizona/Flickr (CC BY NC ND 2.0); Colibrí de Allen. Fotografía: Barry Schirm/Audubon Photography Awards; **p. 29** Ostrero Negro Norteamericano. Fotografía: Steve Lefkovits/Audubon Photography Awards; **p. 30** Banner: Gerrit van Harreveld/Flickr (CC BY NC ND 2.0); Cuclillo Manglero. Fotografía: Jesse Gordon/Audubon Photography Awards; **p. 31** Gorrión Corona Blanca. Fotografía: Lou Orr; **p. 32-33** Cuadrillas de la Guardia Nacional del Ejército de Alaska y del Departamento de Bosques combaten un incendio forestal cerca de Talkeetna, Alaska en junio de 2019. Fotografía: Spc. Michael Risinger/Guardia Nacional del Ejército de EE. UU.; **p. 34** Banner: Jack Pease Photography/Flickr (CC BY 2.0); Mirlo Primavera. Fotografía: Brian Kushner; **p. 35** Pato Golondrino. Fotografía: Ann Pacheco/Audubon Photography Awards; **p. 36** Banner: Pacific Southwest Region 5/Flickr (CC BY 2.0); Urogallo de las Artemisas. Fotografía: Evan Barrientos/Audubon; **p. 37** Codorniz Escamosa. Fotografía: Jill Smith/Audubon Photography Awards; **p. 38** Banner: Jose Antonio Alba/Water Alternatives/Flickr (CC BY NC 2.0). Calandria Dorso Negro Mayor. Fotografía: Darrell Crisp/Audubon Photography Awards; **p. 39** Codorniz de Gambel. Fotografía: Mick Thompson/Audubon Photography Awards; **p. 40** Banner: Elke Mader/Flickr (CC BY NC 2.0); Cuervo Pescador. Fotografía: Alejandra Lewandowski/Audubon Photography Awards; **p. 41** Sita de Cabeza Castaña. Fotografía: Susan Burroughs/Audubon Photography Awards; **p. 42** Banner: Beeldbewerking/iStock; Carpintero Cheje. Fotografía: Lindsay Donald/Audubon Photography Awards; **p. 43** Codorniz de Moctezuma. Fotografía: Isaac Sanchez/Audubon Photography Awards; **p. 44-45** Partidarios de National Audubon Society en Olympia, Washington. Fotografía: Luke Franke/Audubon; **p. 47** Reemplazar las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles con alternativas más limpias como la energía solar residencial es esencial para reducir las emisiones. Fotografía: Oregon State University/Flickr (CC BY SA 2.0); **p. 48** Un paisajista siembra hierba en el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Blackwater para restaurar el pantano inundado por los mares que suben de nivel en Maryland. Fotografía: Camilla Cerea/Audubon; **p. 49** Partidarios de Audubon saludan a la Representante de Carolina del Norte Susan Fisher en una Jornada de Cabildeo en Raleigh, Carolina del Norte. Fotografía: Luke Franke/Audubon; **p. 50** La Ensenada Rich, ubicada en el Condado de Pender entre la Isla Figure 8 y la Isla Lea-Hutaff, es una de las pocas ensenadas naturales que quedan en Carolina del Norte. Está designada como hábitat crucial para Frailecillos Silbadores. Fotografía: Walker Golder; **p. 51** Dado que el 85 % de los terrenos boscosos en el este de Estados Unidos son privados, Audubon Carolina del Norte está ayudando a los propietarios a preservar el hábitat arbustivo fundamental para la supervivencia del Chipe Alidorado. Fotografía: Camilla Cerea/Audubon; **p. 52** Desde arriba: La Iniciativa de Resiliencia Costera de Audubon trabaja para proteger y restaurar los hábitats costeros para las aves y las personas. Fotografía: Mike Fernandez/Audubon; American Avocet. Fotografía: Melissa Groo/Audubon Photography Awards; **p. 53** Desde arriba: La Iniciativa de Ganadería Conservacionista de Audubon es una importante estrategia de adaptación al cambio climático. Fotografía: Evan Barrientos/Audubon; la creación de comunidades beneficiosas para las aves es esencial para ayudarlas a adaptarse a amenazas como la urbanización y las primaveras falsas. Fotografía: Justin Merriman; **p. 54** Rayador Americano. Fotografía: Melyssa St. Michael/Audubon Photography Awards; **p. 55** Partidarios de Audubon en Washington, D.C. Fotografía: Luke Franke/Audubon; **p. 57** Mirlo Primavera. Fotografía: Luke Franke/Audubon; **p. 58** El manejo adecuado de las fincas ganaderas ofrece la oportunidad de capturar el carbono natural al mismo tiempo que se conservan hábitats importantes para las aves. Fotografía: Evan Barrientos/Audubon; **p. 60** Audubon es un firme defensor de la energía eólica bien situada como una fuente de energía renovable que ayuda a reducir las amenazas que el cambio climático representa para las aves y las personas. Fotografía: Dennis Schroeder/NREL; **p. 61** Jilguerito Canario. Fotografía: Brian Kushner; **Portada Posterior** Frailecillos Silbadores. Fotografía: Melissa Groo/Audubon Photography Awards; **Figuras y mapas no acreditados arriba:** National Audubon Society, División de Ciencias





National Audubon Society

[CLIMATE.AUDUBON.ORG](https://climate.audubon.org)