

¡SANTOS VENTILADORES, BATMAN!: ENERGÍA EÓLICA Y MURCIÉLAGOS

Izchel Vargas-Jiménez¹ *, Alejandro Flores-Manzanero^{2,3} y Yessica Rico¹

¹Instituto de Ecología, A.C., Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México. izchel.vargas@posgrado.ecologia.edu.mx (IV-J) yessica.rico@inecol.mx (YR)

² Universidad Autónoma de Tlaxcala, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta-Estación Científica La Malinche, Tlaxcala, México. afloresm@uatx.mx (AF-M)

³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, Oaxaca, México.
*Autor de correspondencia.

La energía eólica es reconocida como un tipo de "energía verde" o "amigable con el ambiente". Sin embargo, provoca un impacto negativo a los murciélagos, por lo que se requieren acciones que reestructuren la actual legislación en México.

Como parte de los esfuerzos internacionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas al calentamiento global, provenientes del uso de combustibles fósiles, la producción de energía a partir de fuentes renovables ha tenido un gran impulso y crecimiento. Muestra de ello es que una cuarta parte de la electricidad que actualmente se produce proviene de energías denominadas "limpias" que aprovechan la luz solar, el agua y el viento. Una de ellas es la energía eólica, en la cual se obtiene electricidad a partir de la transformación de la fuerza del viento mediante el uso de los aerogeneradores, estructuras que recuerdan a ventiladores grandes y muy altos, generalmente con tres aspas. Sin embargo, existen modelos con una, dos y hasta 24 aspas, el número dependerá de la orientación del eje del rotor. Para utilizar de manera eficiente la energía del viento se instalan un gran número de aerogeneradores distribuidos a lo largo de varias líneas o transectos, y el espacio que ocupa todo este conjunto se conoce como parque eólico.

Los parques eólicos se construyen en áreas con mucho viento, es decir, ricas en potencial eólico, y para 2021, estos parques ya producían 936 gigawatts (GW equivale a mil millones de watts, y el watt es la unidad con que se mide la potencia eléctrica) en todo el mundo. Se han instalado en diferentes ambientes, como zonas áridas y semiáridas, lugares destinados a la agricultura y ganadería, y sitios cercanos a la costa y en proximidad a manchones de vegetación natural, abarcando una amplia variedad de ecosistemas, y su funcionamiento ayudó a evitar la emisión de 336 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) en el año 2022. Para México, la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) reporta que los parques eólicos que operan en el país evitan una emisión de 10.3 millones de toneladas de CO₂ cada año. Además, México tiene una capacidad reportada de 7.312 GW, de los cuales 2.758 se obtienen de parques instalados solamente en la región del Istmo

de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, 1.715 en Tamaulipas y 0.793 en Nuevo León.

Pese a representar una alternativa al uso de los combustibles fósiles y ser considerada amigable con el ambiente, debido a la reducción en la emisión de gases hacia la atmósfera, la instalación de los parques eólicos implica la transformación del hábitat, proceso que en ocasiones involucra la deforestación de extensiones de bosques para abrir caminos e instalar los aerogeneradores, que adicionalmente contribuyen con contaminación auditiva y visual. Su construcción y funcionamiento han causado graves afectaciones para varios grupos de fauna silvestre, en especial aquellos que tienen la capacidad de volar, ya que colisionan (o chocan) con las aspas de los aerogeneradores. Uno de estos grupos es el de los murciélagos. La mayoría de los parques eólicos han sido instalados en zonas que, por exhibir fuertes corrientes de aire, funcionan también como corredores migratorios para diferentes especies de este grupo de mamíferos, representando una de sus principales causas de muerte a nivel mundial.



Estructura de un aerogenerador con tres aspas y de eje horizontal paralelo al suelo. Elaboró: Izchel Vargas-Jiménez, realizado con Bing el 17 de julio 2023.



Vista del parque eólico "La Ventosa" desde el mirador Panorámico La Mata "Puerta del Pacífico", Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Fotografía: Izchel Vargas-Jiménez.

Por ejemplo, se sabe que un alto porcentaje (¡el 90%! de murciélagos que mueren por chocar contra los aerogeneradores en el sur de Europa (se han registrado hasta 6,429 individuos muertos, pertenecientes a 27 especies), son murciélagos migratorios de larga distancia como el murciélago de Cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*); mientras que, en el norte de Europa, los murciélagos más afectados por colisionar son las especies que migran distancias cortas y viven en la zona (residentes), como el murciélago noctúlo común (*Nyctalus noctula*). Es importante mencionar que para conocer qué especies mueren en cada parque eólico, se realizan búsquedas de cadáveres (también llamados carcasas) en un área mínima equivalente al diámetro de las aspas del aerogenerador, lo cual puede hacerse con ayuda de perros para optimizar la búsqueda y/o con ayuda de drones. Sin embargo, en todos los parques eólicos existen diferentes factores que complican la labor de buscar carcasas, estos incluyen entre otros a los animales carroñeros que llegan a alimentarse de las carcasas, la cobertura vegetal abundante que puede hacer la búsqueda más complicada, la periodicidad con la que realizan las búsquedas de carcasas que es distinta entre parques (no siempre se realiza durante todo el año o en las mismas temporadas) y el estado de descomposición de las carcasas que puede impedir la identificación de la especie y determinación de la causa de su muerte. En conjunto, todos estos factores dificultan tener información exacta de cuáles especies y a cuántos (número de individuos por especie) murciélagos están afectando los parques eólicos.

La gravedad de la situación aumenta cuando se considera el estado de riesgo de las especies de murciélagos que chocan contra los aerogeneradores, es decir, qué tan amenazadas o en peligro de extinción están. Uno de los organismos internacionales que evalúa el estado de riesgo de las especies es la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), y precisamente en ésta, se tienen datos sobre la afectación a especies como el murciélago falso pipistrello del este (*Falsistrellus tasmaniensis*) en Australia, y el murciélago dedos largos (*Myotis capaccinii*) en Israel. En el continente americano, las especies que chocan más contra los aerogeneradores incluyen, en Estados Unidos de América y Canadá, al murciélago canoso de cola peluda (*Lasiurus cinereus*), al murciélago ratón de Indiana (*Myotis sodalis*), al murciélago cola peluda rojizo Hawaiano (*Lasiurus cinereus semotus*) y al murciélago cola libre mexicano (*Tadarida brasiliensis*). Para Brasil, Uruguay y Chile se ha reportado a *Tadarida brasiliensis* como la especie más afectada, mientras que para Argentina es el murciélago orejudo de Thomas (*Histiotus laephotis*).

En México, de la zona con mayor número de parques eólicos instalados, que es el Istmo de Tehuantepec, se sabe que los murciélagos que más colisionan corresponden a especies residentes, particularmente aquellas que tienen alas grandes y que se alimentan de insectos en espacios abiertos. Así, de 203 carcasas registradas durante cinco años (2009-2013), la lista la encabezan el murciélago espalda desnuda menor (*Pteronotus davyi*) y el murciélago con cara arrugada (*Mormoops megalophylla*), con un 40.2% y 11.9%, respectivamente. Además, en una visita reciente a los parques eólicos y a los refugios (cuevas donde descansan los murciélagos) de la región, se encontraron otras especies como el murciélago gris de alas de saco (*Balantiopteryx plicata*) y el murciélago frugívoro de Jamaica (*Artibeus jamaicensis*), las cuales también colisionan. En el país, las especies de todos los grupos de seres vivos que se encuentran en algún estado de riesgo se clasifican siguiendo los criterios de la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual asigna a las especies en alguna de las siguientes categorías: probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr). Sin embargo, el panorama se torna oscuro para estos "caballeros de la noche", debido a que ninguna de las especies anteriores que mueren por colisionar contra los aerogeneradores se encuentran en alguna categoría de riesgo en las normas internacionales (como la lista roja de la IUCN) o en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y, por consiguiente, darían la impresión de no requerir cuidado o atención por parte de las instancias encargadas del monitoreo y vigilancia de sus poblaciones.

Es importante mencionar que en México, además de la NOM-059-SEMARNAT-2010 hay otros instrumentos legales que ayudan a proteger a los murciélagos potencialmente afectados por parques eólicos, entre los que destacan la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la guía para la presentación de las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA), esta última propuesta por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la sección V Evaluación del Impacto Ambiental, cuya importancia radica en que solicita, a aquellos que pretendan instalar un parque eólico, una evaluación de impacto ambiental del proyecto, para así determinar si el proyecto es viable y, sobre todo, conocer las afectaciones a la biodiversidad. De manera paralela, otro instrumento es el proyecto de norma PROY-NOM-151-SEMARNAT-2006, el cual especifica los cuidados al medio ambiente durante la construcción, operación y abandono de los parques eólicos para prevenir y mitigar los impactos ambientales en las zonas donde son instalados.



Murciélago cara arrugada (*Mormoops megalophylla*), especie que colisiona frecuentemente contra los aerogeneradores del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Fotografía: Izchel Vargas-Jiménez.

Con base en lo anterior, se infiere que la instalación y operación de parques eólicos proceden porque cumplen los requerimientos legales necesarios, considerando también la presencia de las especies en riesgo, particularmente de murciélagos. Las carcasas encontradas en los parques eólicos, sin embargo, indican que los instrumentos legales y procedimientos que se tienen actualmente no son ni serán suficientes. En principio, porque los monitoreos de poblaciones de murciélagos en parques eólicos son escasos a nivel nacional, a pesar de ser un requisito para la continuidad de sus operaciones. Además de registrar la presencia (y en caso de información previa, también la ausencia) de especies, también se deberían realizar seguimientos a largo plazo para saber si cambian o no las especies presentes en estos parques, así como el número estimado de individuos de cada una, lo cual incidiría directamente en la posible modificación de su clasificación en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con esto serían aún más visibles las afectaciones hacia los murciélagos como consecuencia de la instalación de parques eólicos.

Por su parte, los representantes del sector de energía eólica han afirmado que la producción de este tipo de energía tiene prioridades distintas a la protección de la biodiversidad, argumentando que el calentamiento global es más crítico que la desaparición de especies. Considerando la aceptación que ha tenido esta energía a nivel mundial a partir de sus números favorables en términos de producción, el panorama luce alarmante y desolador para los murciélagos... ¡recórcholis, Batman!

Lo anterior deja claro que, para que la energía eólica sea realmente amigable con el ambiente y en particular con los murciélagos, se deben realizar una serie de acciones que involucren su cuidado. Un buen comienzo sería recabar e integrar la información de las especies afectadas en todos los parques eólicos, considerando las etapas de pre-construcción, en-construcción y operación (es decir, ya en funcionamiento) de los parques eólicos, para así llenar los vacíos de información que actualmente se tienen. Vale la pena señalar que, aunque en países de Europa (como España y Alemania) y de América (como Uruguay y Estados Unidos de América), si se considera la búsqueda de carcasas, México necesita sus propias directrices, por lo que el diseño de estos protocolos sería otra acción para realizar. Lo más importante será que toda la información generada esté disponible al público, lo cual será útil para que a partir de esta, sea posible mejorar la normatividad relacionada a la instalación de futuros parques eólicos, y así, se logre proteger a los murciélagos y a otros animales voladores. En este sentido, será necesario modificar el proyecto de norma PROY-NOM-151-SEMARNAT-2006, en donde se deben incluir las recomendaciones anteriormente mencionadas.

En resumen, podemos decir que la energía eólica no es ni tan verde ni tan limpia para los murciélagos, y que es necesario llenar los vacíos de información en México para tratar de mitigar esta problemática pronto.

AGRADECIMIENTOS

Al CONAHCyT por la beca otorgada a Izchel Vargas Jiménez (717220), al programa de Doctorado en Ciencias del Instituto de Ecología A. C. A Rufford Foundation por el financiamiento otorgado, a la USPAE INECOL (Dr. Rafael Villegas-Patracca, William Ramos, Fidel López, Christian Alavez Tadeo, Fátima García Salinas, Manuel Cameras Flores, Juan Méndez, Dania García y Xochitl Zárate) y a vivero Valeria (Wilber Velásquez Sánchez y Ramiro Sánchez Luis) por su apoyo en campo, a las comunidades del Istmo de Tehuantepec, que nos brindaron el apoyo para los muestreos realizados.



Carcasa de *Balantiopteryx plicata*, murciélagos artropodófago que colisiona en los parques eólicos del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Fotografía: Izchel Vargas-Jiménez.

LITERATURA CONSULTADA

- Agudelo, S. M., T. J. Mabee., R. Palmer., y R. Anderson. 2021. Post-construction bird and fatality monitoring studies at wind energy projects in Latin America: A summary and review. *Helyon* 7:e07251.
- Alcalde, J. T., y J. Sáenz. 2004. First data on bat mortality in wind farms of Navarra (northern Iberian peninsula). *Le Rhinolophe* 17:1-5.
- Arnett, E.B., et al. 2016. Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. Pp. 295-323 in: *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* (Voigt, C. C., y T. Kingston, eds.). Springer, International Publishing. Cham Heidelberg New York Dordrecht London.
- Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE). 2023. Mapas eólicos. amdee.org/mapas-eolicos.html. Consultado el 18 de julio 2023.
- Barros, M. A. S., R. Gastal de Magalhaes., y A.M. Rui. 2015. Species composition and mortality of bats at the Osorio Wind Farm, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 50: 31-39.
- Bernard, E., A. Paese., R. B. Machado., y L. M. de S. Aguiar. 2014. Blown in the wind: bats and wind farms in Brazil. *Natureza & Conservação*, Brazilian Journal of nature Conservation 12:106-111.
- Bolívar-Cimé, B., et al. 2016. Bats in a tropical wind farm: species composition and importance of the attributes of vegetation cover on bat fatalities. *Journal of Mammalogy* 97:1197-1208.
- Briones-Salas, M., M. C. Lavariega., y C. E. Moreno. 2017. Effects of a wind farm installation on the understory bat community of a highly biodiverse tropical region in Mexico. *PeerJ* 5:e3424.
- Cabrera-Cruz, S. A., et al. 2020. Estimates of aerial vertebrate mortality at wind farms in a bird migration corridor and bat diversity hotspot *Global Ecology and Conservation* 22:e00966.
- Cryan, M. P., et al. 2014. Behavior of bats at wind turbines. *PNAS*. 11:15126-15131.
- Davalos, L., et al. 2019. *Mormoops megalophylla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T13878A22086060.
- DOF. Diario Oficial de la Federación. 2019. Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México.
- García-Luis M., y Briones-Salas, M. 2017. Composición y actividad de la comunidad de murciélagos artropodívoros en parques eólicos del trópico mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 88:888-898.
- González, F., J. T. Alcalde., y C. Ibáñez. 2013. Directrices básicas para el estudio del impacto de instalaciones eólicas sobre poblaciones de murciélagos en España. *SECEMU. Barbastella* 6: 1-31.
- Ledec, G.C., R. W. Kennan., y R. G. Aiello. 2011. Greening the wind: environmental and social considerations for wind power development. *World Bank Study. The World Bank, Washington, DC, EE.UU.*
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). 2023. Sección V Evaluación de Impacto Ambiental, Artículo 28-35 BIS 3. Establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el medio ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas.
- Lumsden, L. F., M. Pennay., T. B. Reardon., y K. N. Armstrong. *Falsistrellus tasmaniensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021:e.T17367A22123618.
- Paunović, M. 2016. *Myotis capaccinii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T14126A22054131.
- Ritchie, H., M. Roser., y Rosado, P. 2022. Energy. in: *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/energy>. Consultado el 10 de julio 2023.
- Rodríguez-Durán, A., y W. Feliciano-Robles. 2015. Impact of wind facilities on Bats in the Neotropics. *Acta Chiropterologica* 17: 365-370.
- Sarmento Do Amaral, I., et al. 2020. Wind farm bat fatalities in southern Brazil: temporal patterns and influence of environmental factors. *Hystrix the Italian Journal of Mammalogy* 31:40-47.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-151-SEMARNAT-2006. Establece las especificaciones técnicas para la protección del medio ambiente durante la construcción, operación y abandono de instalaciones eólicas en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.
- Solari, S., y L. Davalos. 2019. *Pteronotus davyi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T18705A22077399
- Thaxter, C.B., et al. 2017. Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B* 284: 20170829.
- Voigt, C. C., T. M. Straka., y M. Fritze. 2019. Producing wind energy at the cost of biodiversity: A stakeholder view on a green-dilemma. *Journal of Renewable and Sustainable Energy* 11:063303.

Sometido: 03/ago/2023.

Revisado: 16/ago/2023.

Aceptado: 31/ago/2023.

Publicado: 04/sep/2023.

Editor asociado: Dra. Tania Anaid Gutiérrez-García.