



— Las orillas del lago durante el día y la noche. L'Albufera de Valencia se caracteriza por ser un paisaje abierto, con una topografía muy llana, sin elementos naturales o artificiales que interfieran en la dispersión de la luz y con una gran masa de agua que multiplica el efecto de la luz

LA GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y SU IMPACTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD

La mayoría de los animales, al contrario de lo que nos pueda parecer, son de hábitos nocturnos. Esto significa que buena parte de sus actividades (campeo, búsqueda de alimentos, desplazamientos migratorios, apareamiento, oviposición, etc.) se desarrollan entre la puesta de sol y el amanecer. Una de las excepciones más notables a esta regla es el ser humano, que se ha adaptado evolutivamente a tener un ciclo circadiano opuesto, desarrollando su actividad en horas diurnas y dejando las horas nocturnas para el descanso.

Biodiversidad y contaminación lumínica

El ser humano ha desarrollado en los últimos decenios todo tipo de sistemas de alumbrado que le permiten iluminar sus horas de oscuridad, y cuando esto sucede en zonas exteriores y especialmente fuera de los núcleos urbanos, pueden aparecer una serie de interferencias con el resto de las especies. La tendencia del ser humano a utilizar fuentes artificiales de iluminación es creciente — incluso, en algunos casos, alarmante — en parte debido a la facilidad de acceso a la tecnología y sobre todo a los recursos energéticos.

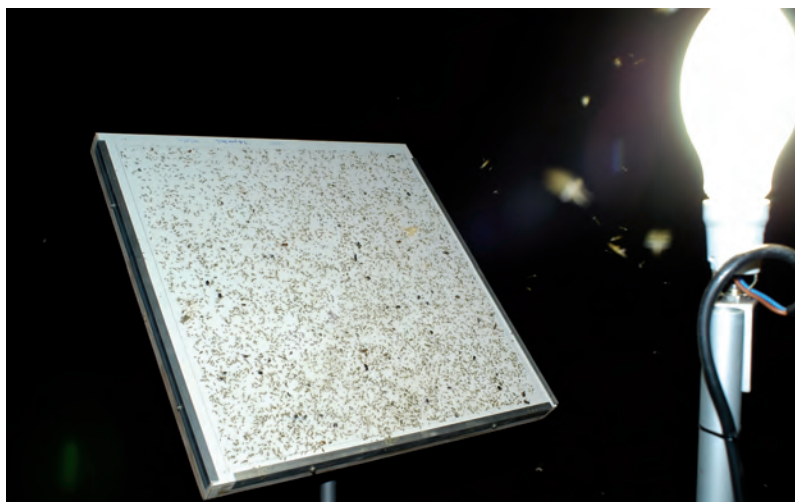
Hemos utilizado el término «interferencia» para señalar que el alumbrado exterior altera de manera más o

menos significativa la actividad de ciertas especies eminentemente nocturnas, sin llegar a provocar en la mayoría de los casos una «aniquilación» directa de las poblaciones afectadas. En los últimos años, la literatura científica ha identificado numerosos grupos zoológicos afectados por la contaminación lumínica, así como diversas formas de impactos sobre la biodiversidad que erosionan las poblaciones de muchas especies. En efecto, se han recogido las consecuencias ecológicas del alumbrado exterior sobre mamíferos voladores y terrestres, aves, anfibios, reptiles, peces, zooplancton... en definitiva, todos los grupos zoológicos existentes. Pero quizás uno de los grupos más significativos, tanto por su importante contribución a la biodiversidad en cifras absolutas

como su posición en la cadena trófica, es el de los insectos.

En este grupo zoológico, el alumbrado exterior provoca un comportamiento de hiperestímulo que se conoce como «vuelo a la luz». La base de este comportamiento es difícil de entender porque los cálculos y circuitos que se usan para el control del vuelo están pobremente estudiados. El vuelo a la luz se traduce en tres grandes impactos: un efecto de cautividad (el insecto se siente atraído por la luz, muere extenuado, quemado o depredado por lo general), el efecto barrera (las fuentes de luz actúan como barreras migratorias o de dispersión) o el llamado efecto aspirador (los insectos son «extraídos» de sus hábitats naturales). En cuanto a los efectos sobre la

En los últimos años, los científicos han identificado numerosos grupos zoológicos afectados por la contaminación lumínica



– Dispositivos experimentales para la cuantificación de la interferencia de los diferentes tipos de luz sobre los insectos nocturnos. Se trata de paneles adhesivos donde se capturan buena parte de los insectos que vuelan alrededor de la luz

fisiología de los insectos atrapados, se han descrito todo tipo de alteraciones, con consecuencias permanentes o de carácter temporal, sobre la visión, la navegación, la oviposición y el apareamiento de los insectos.

De los conocimientos teóricos a la gestión del problema medioambiental

Los insectos son el grupo zoológico más numeroso en prácticamente todos los ecosistemas terrestres. Además suponen el alimento base para el resto de la cadena trófica y cumplen funciones vitales como la polinización de las plantas. A pesar del creciente conocimiento de las consecuencias de la contaminación lumínica sobre los insectos, aún estamos en una fase muy preliminar en lo que se refiere a su regulación. Como sucede con la mayoría de los nuevos problemas medioambientales, científicos y gestores deben dar algunos pasos que desembocan en una regulación normativa y que en el mejor de los casos mantienen el problema bajo unos mínimos aceptables: en primer lugar se ha de conocer el problema, se debe analizar y cuantificar; posteriormente se desarrollan métodos de medición precisos al tiempo que se deciden los niveles susceptibles de ser

considerados problemáticos o aceptables; y finalmente se incorporan al ordenamiento jurídico dichos niveles, protocolos de medición estandarizados así como medidas de actuación en caso de detectarse el problema en un territorio.

En el caso de los insectos, tenemos ya un buen conocimiento de las consecuencias ecológicas que produce la contaminación lumínica sobre individuos e incluso poblaciones, pero aún estamos trabajando en la estandarización de la medición e incluso en los niveles de contaminación que podemos considerar aceptables. Por si fuera poco, medir luz es mucho más fácil que medir su impacto sobre los insectos, ya que el grado de contaminación de un territorio desde el punto de vista entomológico es además una variable única para cada territorio analizado ya que depende en gran medida de la composición faunística del territorio, que a su vez depende de los tipos de hábitats presentes, de la fragmentación de los hábitats, de la topografía local, del clima, de la riqueza faunística local, etc. Por decirlo de algún modo: conocemos el origen del problema, las consecuencias sobre la fauna, pero nos falta mucho camino por andar

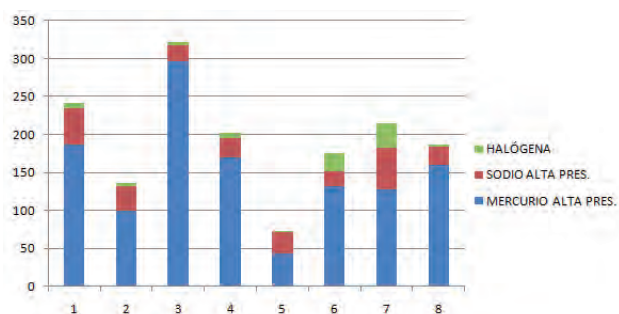
para medir en el día a día el impacto real que supone el problema sobre las mediciones. Algo tan sencillo y tan complejo como responder a la pregunta que los profesionales de la gestión del territorio nos harían: ¿Qué impacto tiene esta luminaria sobre los insectos de esta zona?

En este sentido, el desarrollo de ECO-LIGHT, proyecto LIFE desarrollado en el parque natural de l'Albufera de Valencia entre los años 2004 y 2006, supuso un importante paso para avanzar en esta y otras preguntas. Durante el desarrollo del proyecto se realizaron mediciones de la interferencia de diferentes fuentes de luz sobre los insectos nocturnos. Se consideró que la variable biomasa (peso de insectos afectados por las fuentes de iluminación) era una variable acertada en términos ecológicos y además un parámetro más fácil de medir que la riqueza de especies (que implica saber determinar cada uno de los insectos afectados) o la cantidad de ejemplares de cada especie/grupo (un parámetro muy variable en función del tipo de hábitat), por lo que se daban unos pasos a la estandarización de las medidas. Los resultados de los ensayos corroboraron parte de los datos disponibles. La iluminación basada en vapores de mercurio de alta presión demostraba un efecto muy pernicioso con diferencia. El tungsteno, las lámparas fluorescentes y el sodio de alta presión también ejercen un efecto negativo pero bastante menos pernicioso que en el caso del mercurio. Finalmente, halógenas y sodio de baja presión demostraron efectos bajos sobre los insectos. Esto se explica por la presencia en las fuentes de iluminación más perjudiciales de longitudes de onda que emiten en el ultravioleta A y B. Los resultados están en la línea de los obtenidos previamente por otros investigadores, con un ratio medio sodio alta presión/mercurio alta presión de 0,21.

Sin embargo, el método experimental utilizado no está exento de limitaciones. Por ejemplo, en nuestro caso

Aún estamos trabajando en la estandarización de la medición e incluso en los niveles de contaminación que podemos considerar aceptables

El paso más importante del proyecto ECOLIGHT fue incorporar a la gestión del alumbrado exterior la variable de la biodiversidad



– Comparación entre la biomasa interferida para lámparas de vapores de mercurio de alta presión, sodio de alta presión y halógenas. En el eje vertical la biomasa se expresa en centigramos, las barras del eje horizontal son réplicas experimentales realizadas en condiciones comparables. El coeficiente medio sodio alta presión/mercurio alta presión es de 0,21

el ensayo se centró en analizar el impacto de cada fuente de iluminación, sin entrar a valorar el efecto de los diferentes diseños de luminarias y su capacidad atractiva. No obstante, el diseño experimental con paneles adhesivos ha servido para seguir investigando en métodos similares adaptables a luminarias.

Pero el paso más importante dado por ECOLIGHT para la protección lumínica del parque natural de l'Albufera fue su empeño en incorporar a la gestión del alumbrado exterior la variable de la biodiversidad. La Ordenanza Municipal para la Protección Lumínica del Parque Natural de l'Albufera (2007) es un texto vigente que regula las características del alumbrado exterior en el espacio natural para asegurar una buena iluminación al tiempo que garantiza un ambiente adecuado para el desarrollo de la vida silvestre.

Perspectivas de futuro

La ordenanza de l'Albufera fue sólo un paso preliminar para regular el origen del problema, el alumbrado exterior. Por ello, buena parte de las regulaciones en el texto normativo se concentran en el alumbrado (altura de báculos, tipos de luz, potencias, zonificación en el espacio natural, limitaciones en el Flujo Hemisférico Superior, etc.). El verdadero aspecto ambiental del texto, y esto es lo que quizás marque más diferencias con el resto de normativas existentes,

está en la incorporación de parámetros y acciones correctivas relacionadas con la biodiversidad. Y es que el texto recoge la posibilidad de incorporar nuevas regulaciones en función del impacto sobre la biodiversidad detectado. Para ello, la normativa contempla el desarrollo de una herramienta metodológica que permite un eficaz seguimiento ambiental del cumplimiento de la ordenanza. Dicha herramienta se utilizará para establecer una vigilancia ambiental y utilizará al menos la fauna invertebrada como grupo bioindicador (pudiendo incorporar cualquier otro grupo zoológico) y sobre todo deberá ser capaz de determinar las posibles afecciones debidas a la fuente de luz y a la tipología de la luminaria.

Una vez desarrollada la herramienta y puesto en marcha un plan de vigilancia, también se contempla la posibilidad de decretar situaciones de emergencia ambiental provocadas por la contaminación lumínica si se observan episodios de mortandad, atracción masiva, alteración de algún ecosistema o cualquier otro episodio descrito o aún no descrito por la comunidad científica, pero directamente causado por el alumbrado, ante los cuales el servicio competente deberá tomar medidas para su corrección. Nuestro grupo de investigación ha aportado datos de gran interés en lo que se refiere a la estandarización y simplificación de las mediciones de biomasa interferida de una manera

relativamente sencilla y rápida a través de técnicas de análisis de imagen. Es un avance significativo para lograr una herramienta sencilla y ágil que permita trabajar con impactos reales y concretos luminaria a luminaria. Para ello el tamaño de los paneles adhesivos que se utilizan para medir la interferencia se reducirá de tamaño y la medición de esta interferencia podrá automatizarse a través de sencillos escaneos y procesos analíticos de imagen.

Volviendo a las fases a las que se somete un problema medioambiental de cara a su regulación, será el momento entonces de decidir los niveles de interferencia susceptibles de ser considerados problemáticos. Ahora seremos capaces de responder a la pregunta de «cuánto contamina ambientalmente esta luminaria concreta» pero habrá que tomar una serie de decisiones igual de importantes. Por ejemplo, ¿qué grado de interferencia estamos dispuestos a tolerar?, ¿vamos a tolerar el mismo grado de interferencia en diferentes hábitats o vamos a tomar esta decisión en función de la rareza de las especies afectadas?, ¿habrá momentos del año en los que no podamos tolerar interferencia alguna?... Y, una vez obtenidas estas respuestas, será cuando podremos retroalimentar la normativa. Sólo así tendremos el problema de la contaminación lumínica completamente acotado para el futuro. En definitiva, y como ya hemos apuntado, un problema ambiental no cuantificado y fuera del ordenamiento jurídico es, a efectos prácticos, un problema que no existe. ■

Para saber más:

T. Longcore y C. Rich. *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press, 2006.

Jordi Domingo es biólogo y técnico de proyectos en la Fundación Global Nature. Joaquín Baixeras, doctor en Biología, y Guillermo Fernández, biólogo, son investigadores en el Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva de la Universitat de València.