

10.30972/fac.3306837

# El lado oscuro de la iluminación LED. La luz de LEDs y las plantas.

---

Fontana, J. L. <sup>1</sup> y Scozzina, E. F.<sup>2</sup> (\*)

## Resumen

La iluminación LED reemplazó paulatinamente otras formas de iluminación, particularmente a partir del presente siglo. Fue un gran adelanto desde aquel momento inicial de la iluminación artificial, hace ya 140 años. Parecía ser la solución a los problemas ambientales por el gran ahorro energético. Pero a pesar de estas ventajas ambientales (ahorro de energía, intensidad de luz, menor huella de carbono), tiene una serie de efectos negativos sobre los organismos. En este trabajo analizamos particularmente los efectos conocidos sobre las plantas, realizando un análisis bibliográfico y mediante experiencias y observaciones propias. Permiten concluir que la iluminación nocturna con led tiene consecuencias negativas sobre la polinización, la germinación, el crecimiento, la brotación, la mayor persistencia de hojas, modificaciones en el fotoperíodo y en el ritmo circadiano, modificando procesos naturales en equilibrio logrado durante miles de años de evolución.

**Palabras clave:** iluminación LED, plantas, efectos, ventajas y desventajas.

## Summary

*LED lighting gradually replaced other forms of lighting, particularly from this century. It was a huge advance from the inception of artificial lighting 140 years ago. It seemed to be the solution to environmental problems due to the great energy savings. But despite these environmental advantages (energy savings, light intensity,*

---

1. Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE.  
E-mail: jlfontana@yahoo.com.ar

2. Departamento de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE.

(\*) Cómo citar este artículo: Fontana, J. L. y Scozzina, E. F. (2023). El lado oscuro de la iluminación LED. La luz de LEDs y las plantas. Revista Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica: claves para el desarrollo, 8(1), 85-98. <http://dx.doi.org/10.30972/fac.3306837>

*lower carbon footprint), it has a series of negative effects on organisms. In this work we particularly analyze the known effects on plants, carrying out a bibliographical analysis and through our own experiences and observations. They allow us to conclude that night lighting with LEDs has negative consequences on pollination, germination, growth, sprouting, the greater persistence of leaves, changes in the photoperiod and the circadian rhythm, modifying natural processes in balance achieved over thousands of years. of evolution.*

**Keywords:** *LED lighting, plants, effects, advantages and disadvantages.*

## **Introducción**

Desde el 31 de diciembre de 1879 cuando Tomás A. Edison puso en marcha la iluminación de Melo Park, la noche urbana oscura desapareció. Este nuevo adelanto tecnológico se transformó en la atracción del momento.

El uso previo de iluminación mediante combustibles orgánicos, no pasaba de ser una tenue iluminación, una penumbra, lo que determinaba una modificación mínima en la alternancia de luz / oscuridad diaria. Pero la luz tuvo una evolución hacia mayor intensidad, una generalización en ciudades, incluso en residencias rurales, y en algunos países se llegó a iluminar las autopistas en todo su recorrido (Bélgica, por ejemplo). En la mayoría de los casos la contaminación lumínica no fue tema prioritario en las agendas ambientales de los países (Presa & Piciccelli, 2014; Lazzeroni, 2019; González-Madrigal et al., 2020).

Esta evolución condujo al desarrollo de la iluminación LED (light-emitting diode) que reemplazó paulatinamente otras formas de iluminación como la incandescente (prohibida su comercialización a partir de 2010), las halógenas (prohibida su comercialización a partir de 2020), las de bajo consumo, las de sodio, por citar algunas.

Pregunta: ¿para bien o para mal? Es cierto que la iluminación artificial fue un gran adelanto desde aquel momento hace ya 140; se desarrollaron nuevas tecnologías, hasta el LED actual, que ahora está acaparando todo el mercado. Parecía que el LED era la solución a todas las críticas. Pero, así como tiene ventajas muy importantes, incluso ambientales (economía enorme de energía, buena intensidad de luz, huella de carbono menor), tiene una serie de efectos negativos sobre los organismos, tanto animales como vegetales.

En este artículo, trataremos la influencia de la iluminación LED sobre las plantas verdes, analizando los conocimientos actuales, avances tecnológicos, y posibles soluciones.

### *Usos del Led*

El diodo emisor de luz o LED puede emitir cualquier tipo de color, produce muy

poco calor debido a una alta eficiencia, tiene una vida útil muy larga y resultan muy económicas desde el punto de vista energético (Fontana et al., 2021), aunque su desempeño final depende de la calidad del producto y de la tecnología utilizada (Scozzina et al, 2021). Estos beneficios condujeron a su utilización masiva en poco tiempo, tanto a nivel doméstico, como agrícola, urbano e industrial. No sólo es utilizado en iluminación; el LED acaparó con indicadores de encendido, pantalla de celulares, de computadoras, de televisores, luces de emergencia (policía, ambulancias), semáforos, carteles publicitarios, invernaderos (con la utilización de colores específicos para incentivar la formación de hojas o de flores, mejorar la calidad nutritiva), adornos, souvenirs, juguetes, etc.

Su aplicación excedió lo imaginable, con numerosos beneficios, que al principio taparon las desventajas, que se fueron haciendo visibles con el pasar del tiempo.

#### *Desventajas del LED para la vida vegetal y animal*

La masificación de la iluminación mediante LEDs significó un avance enorme en cuanto a economía de energía, pero no todo es positivo. La nueva tecnología trajo consigo muchas desventajas. Una de ellas, y probablemente la menos tenida en cuenta, es la contaminación del cielo; en las ciudades, durante las noches prácticamente no es posible ver las estrellas. La International Dark-Sky association es la organización que más hace por lograr la descontaminación lumínica del cielo. También existen otros proyectos que apuntan al mismo objetivo como Skyglow ('Skyglow', el cielo que veríamos sin contaminación lumínica<sup>4</sup>), que persigue la toma de conciencia del daño para todos los organismos al no ver el cielo estrellado, daños en cuanto a la orientación, reproducción, depredación, en el ritmo de descanso, etc. La República Checa se convirtió el 1 de junio de 2002 en el primer país en reducir o eliminar la contaminación generada por la luz artificial al entrar en vigencia la "Ley de Protección de la Atmósfera".

- Entre las alteraciones provocadas por la iluminación artificial, podemos citar:
- El cambio de conducta de animales: los pájaros que cantan a cualquier hora.
- La variación de población de insectos que se ven atraídos por este tipo de luz: polinizadores, depredadores.
- Migración de aves, se guían por las estrellas y las luces de LED los confunden.
- Animales marinos que no encuentran la oscuridad en las playas para reproducirse, confunden la luna con las luces de LEDs.
- Aves costeras que se alimentan de noche como si fuera de día.
- Ausencia del descanso fotosintético en plantas (fase lumínica y fase oscura) con activación constante de los fotorreceptores de las plantas.
- En humanos: el predominio de luz azul, causante de obesidad, diabetes, problemas psicológicos, etc.

---

4. Fuente: <https://mmeida.com/skyglow-contaminacion-luminica/>

- La luz azul reduce la formación de melatonina, una hormona cuya síntesis es estimulada por la oscuridad y suprimida por la luz y es muy importante en el ritmo biológico con actividad neuroinmunológicas, antiinflamatorias, antioxidantes, es decir es responsable en mayor medida de nuestro estado saludable.
- Entre otros.

Y la iluminación de LEDs acentuó enormemente estos efectos debido a una intensidad superior a todas las tecnologías de iluminación, transformando enormes superficies del planeta en zonas claras en plena noche.

## **Método**

Se analizaron numerosas publicaciones de autores locales y extranjeros referidas a la contaminación lumínica, particularmente la iluminación LED, sus efectos y consecuencias principalmente sobre plantas.

Fueron consultadas páginas de organismos especializados y de instituciones públicas que se han ocupado del tema, así como aquellas que transcribieron entrevistas a especialistas.

Experiencias propias obtenidas con el proyecto en marcha, contribuyeron a estos resultados que se presentan a continuación a manera de síntesis.

## **Resultados**

El análisis de trabajos de investigación y las observaciones propias, permiten concluir sobre las consecuencias de la iluminación nocturna, particularmente la de LED. Hasta el presente se conocen efectos sobre la polinización, la germinación, el crecimiento, la brotación, la mayor persistencia de hojas, modificaciones en el fotoperíodo y en el ritmo circadiano.

### *La escala de Bortle y las plantas*

Es una medida del brillo del cielo nocturno. Consta de 9 niveles; desde el 1 que es la mejor visibilidad estelar, hasta el 9 donde la iluminación artificial deja el cielo como de día. Fue creada y publicada en 2001 por John E. Bortle, con la finalidad de ayudar a los aficionados a la astronomía para dar una idea sobre el grado de oscuridad del sitio de observación nocturna del cielo.

Y esta escala, ¿qué importancia tiene para las plantas? En ciudades y zonas urbanizadas, está presente la iluminación intensa del LED, que no permite una diferenciación importante entre día y noche. Para las plantas sometidas a esta luz artificial nocturna cuando el ciclo normal debería ser de oscuridad, provoca una serie de trastornos. Los vegetales evolucionaron durante cientos de miles o millones de años adaptándose a los ciclos de luz y oscuridad diarios, desarrollando procesos

bioquímicos como la fotosíntesis, base la existencia de la vida, con etapas que se producen en momentos distintos del día (fase lumínica y fase oscura), adaptaciones a fotoperíodos, entre otros.

En 2016, Falchi et al. (2016), presentaron “*The new world atlas of artificial night sky brightness*”, un atlas que muestra el estado de contaminación lumínica del planeta. Más de 80 % del mundo y el 99 % de las poblaciones de EEUU y Europa viven bajo cielos con contaminación lumínica. El artículo muestra que la Vía Láctea está oculta para más de un tercio de la población mundial. Y entre 2016 cuando fue hecho este estudio, y hoy, el incremento en el uso del LED para la iluminación pública aumentó varias veces.

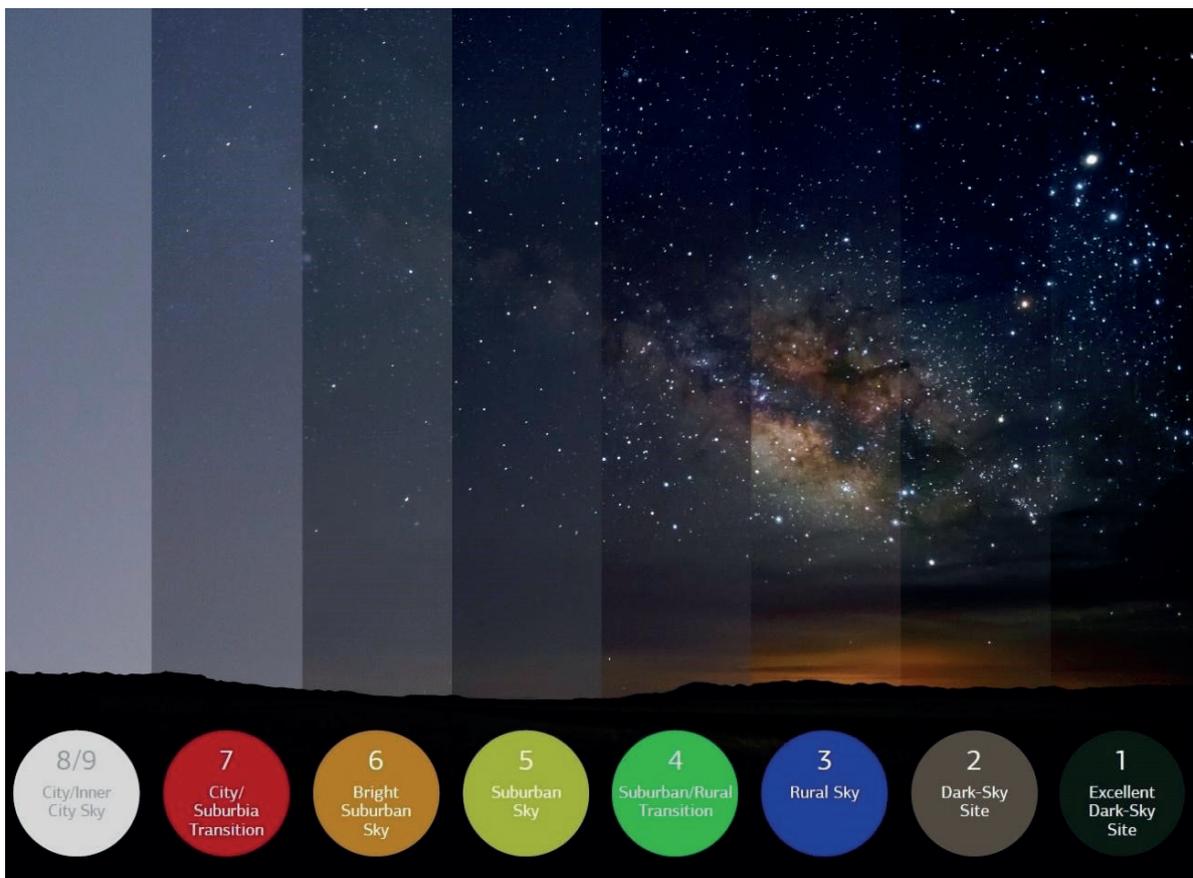


Figura 1. La escala de Bortle, una medida del brillo del cielo nocturno (Sky & Telescope, 2001)<sup>5</sup>.

## *Influencias de la iluminación LED sobre distintos aspectos en plantas*

### *1. Ritmo circadiano: fotosíntesis.*

Duración del fotoperíodo. El fotoperíodo fue descubierto en 1920 por W. W. Garner y H.A. Allard, investigadores del Departamento Norteamericano de Agricultura de EEUU., estudiando variedades de tabaco y soja, que no florecían a menos que la longitud del día fuera más corta que un valor crítico de horas de luz.

El fotoperíodo es el efecto de la variación diurna de luz y oscuridad que influye en

5. Fuente: [https://skyglowproject.com/?fbclid=IwAR2M70JE4rbyhO2UXac5\\_zeZbgaLgVUgJbcPNYhUazewQ14hjYOggAOKWUM#light-pollution](https://skyglowproject.com/?fbclid=IwAR2M70JE4rbyhO2UXac5_zeZbgaLgVUgJbcPNYhUazewQ14hjYOggAOKWUM#light-pollution).

la floración. Naturalmente la duración de horas de luz / horas de oscuridad rítmica varía según la estación del año y la latitud. Esta variación a lo largo del año determinará los períodos de crecimiento y de floración. Y estos períodos son distintos según la especie, lo que determinó su agrupación en plantas de día largo, de día corto y neutras.

En resumen, la luz es la responsable de la reacción bioquímica más importante en plantas, y base de la vida como la conocemos actualmente: la fotosíntesis.

La luz que nos llega del sol es una “mezcla” de radiaciones de distintas longitudes de onda como lo muestra la figura 2. El espectro de la luz solar comprende una parte visible que se manifiesta por los colores, y una parte no captada por el ojo humano que corresponde a la radiación infrarroja de longitudes de onda mayores a las sensibles al ojo humano (más de 7600 Å) y a la radiación ultravioleta, con longitudes de onda menores a 3900 Å, tampoco visibles.

<b>Plantas de:</b>	<b>Día largo</b>	<b>Día corto</b>	<b>Día neutro</b>
<b>Características</b>	Florece cuando la duración del día es más largo que la noche. necesitan días largos de 12 a 14 horas.	Florece cuando la duración del día es más corto que la noche.	Florece sin importar la longitud del día. Pueden crecer, florecer y fructificar indistintamente en días cortos, en días largos o intermedios.
<b>Época de floración</b>	Desde los últimos días de primavera hasta el principio del verano.	Al principio de la primavera o el otoño.	Después de alcanzar cierta etapa de desarrollo.
<b>Localización</b>	Viven en altas latitudes, alejadas del Ecuador.	Crecen sobre o cerca del Ecuador.	Indistintamente, pueden vivir a diferentes latitudes.
<b>Ejemplos</b>	Claveles, eneldos, digitalis, petunias, boca de dragón, trigo, cebada, repollo, lechuga, Beta vulgaris (remolacha), Anethum graveolens (anis), Avena sativa (avena), Cynodon dactylon (gramilla), Manihot esculenta (mandioca).	Crisantemos, kalanchoes, flores de Pascua, zinias, Glicine max (soja), Nicotiana tabacum (tabaco), mijo, Xanthium spp. (abrojos), Coffea arabica (café), Ricinus communis (ricino).	Apio, pepinos, hortensias, pensamientos, pimientos, tomate, algodón, arveja, cebolla, arroz, mamón Mirabilis jalapa (don Diego de noche), Cucumis melo (melón), Hibiscus rosa-sinensis (rosa china), Malus sylvestris (manzana), Vitis vinífera.

Tabla 1. Las Plantas según duración de las horas de luz del día.

Todo cuerpo absorbe determinadas radiaciones de esta mezcla o espectro de radiaciones. La radiación reflejada es el color observado; si el cuerpo absorbe todas las radiaciones, se lo ve negro, si refleja todas, se lo verá blanco.

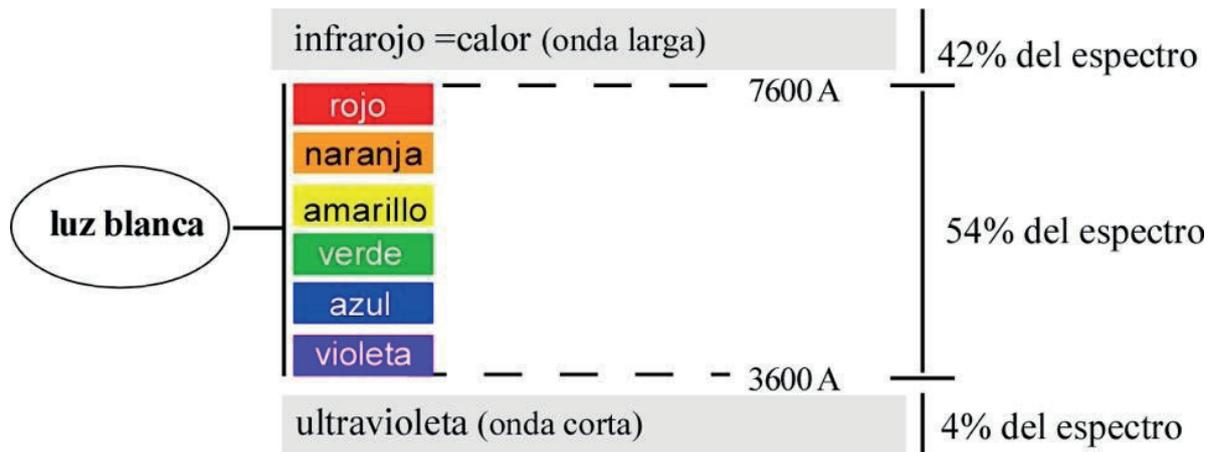


Figura 2. Espectro de la radiación solar a nivel del mar (de Fontana, 2016).

Las plantas perciben la luz a través de pigmentos que reaccionan a distintas longitudes de ondas. Por ejemplo, la clorofila (longitudes correspondientes a la luz azul y roja), fitocromos que absorben luz uv-A (320-390 nm) y azul (400-500 nm), carotenos que absorben luz verde y amarilla (400-600 nm).

Más o menos un 25% de ese espectro de la luz blanca, corresponde al azul. Por lo tanto, la luz azul es un componente natural del espectro solar. Cuando observamos la cantidad de luz azul que emite un diodo (LED) vemos que es enorme en comparación con la que nos llega naturalmente del sol. Por lo tanto en un LED, hay una superproducción de luz de la longitud de onda del azul, y ello queda evidente si se observan la figuras comparativas de espectros del sol y de un LED (figura 3).

Esa mayor concentración de luz azul, a la que la mayor parte de los organismos vivos no están adaptados, traerá seguramente consecuencia. De ahí que los LEDs constituyen una emisión artificial contaminante, entendiéndose por "contaminación" como la llegada de una sustancia o la producción de un fenómeno físico (la luz, por ejemplo), en cantidad o concentración que puede provocar un daño.

En realidad, la sola emisión de luz artificial que altera el ciclo natural de luz/oscuridad, es un contaminante porque modifica el ritmo circadiano.

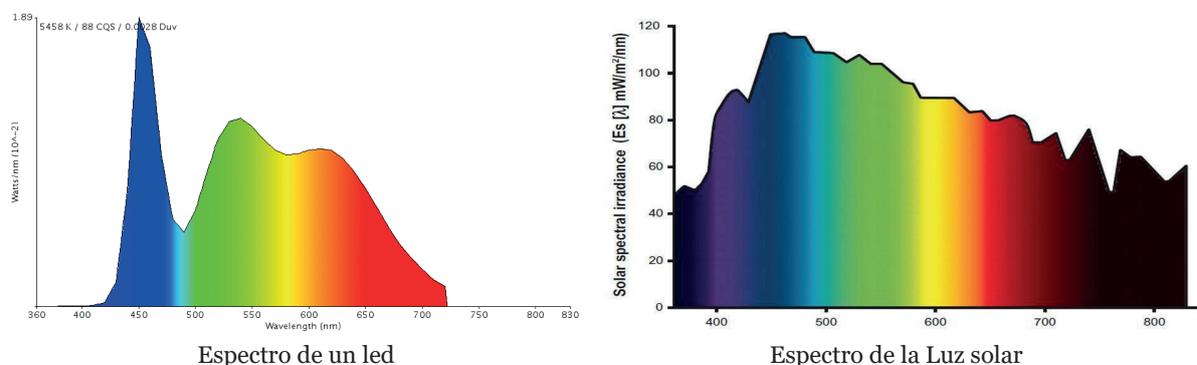


Figura 3. Comparación entre espectros de luz producidos por un LED (artificial) y por el sol (natural)<sup>6</sup>.

6. Fuente: <https://linzasoro-optika.eus/la-luz-azul-deberia-importarte/>

<b>Radiación</b>	<b>Efecto</b>
Rojo	Necesario para la fotosíntesis y la inhibición del alargamiento del tallo. Indica a las plantas que no hay otras por arriba y que pueden tener un desarrollo desinhibido.
Azul	Apertura estomática, inhibición del alargamiento del tallo, expansión foliar, curvatura hacia la luz y floración fotoperiódica.
Verde	Incrementa la tasa de expansión de las hojas y el alargamiento del tallo, lo que a su vez da como resultado una gran acumulación de biomasa.
Longitudes de onda UV	Pueden afectar la acumulación de compuestos como los fenólicos que podrían incrementar el sabor del producto final o sus beneficios para la salud de los humanos.

*Tabla 2. Algunos efectos de las radiaciones sobre las plantas<sup>7</sup>.*

## *2. Polinización*

### *Polinización e insectos*

Suficiente mirar en las noches de verano las lámparas de alumbrado público para darnos cuenta del atractivo especial que ejerce la luz artificial sobre los insectos. Son numerosas las especies que reaccionan positivamente frente a las fuentes de iluminación, entre ellas, muchas que en la búsqueda de alimento tienen el polen y el néctar como sus fuentes principales. Es decir, actúan involuntariamente como polinizantes.

La evolución de plantas y animales depende en parte de esta relación que a través de la polinización establece el reino vegetal con el reino animal. Un estudio realizado en la Universidad de Zurich<sup>8</sup> determinó la rápida evolución en plantas polinizadas por abejas en un experimento donde un determinado número de ejemplares de plantas fue polinizado por abejorros durante nueve generaciones; otro solo por sírfidos y un tercero a mano. Las plantas que germinaron a partir de aquellas cuyas flores fueron polinizadas por abejorros tenían un mayor tamaño y flores con aroma más intenso y presencia mayor de señales UV, que detectan los polinizadores. Las plantas germinadas a partir de aquellas cuyas flores fueron polinizadas por sírfidos eran más pequeñas, con flores con aroma más suave. Como resultado de esta investigación, se concluyó que “un cambio en la composición de los insectos polinizadores en los hábitats naturales puede desencadenar una rápida transformación evolutiva en las plantas”.

Y esto, ¿en qué se relaciona con la luz de LEDs? Muchos de estos insectos, incluyendo abejas, se ven atraídos por la luz artificial, particularmente por la luz de LEDs debido a su mayor intensidad, quedando expuestos a depredadores. Como consecuencia sus poblaciones disminuyen y hay una menor demanda de polen, y con ello menor

7. Fuente de la tabla: [https://www.infoagro.com/documentos/la\\_iluminacion\\_led\\_agricultura\\_ventajas\\_e\\_inconvenientes.asp](https://www.infoagro.com/documentos/la_iluminacion_led_agricultura_ventajas_e_inconvenientes.asp)

8. Más información: <https://www.media.uzh.ch/en/Press-Releases/2017/Pollinator-insects.html>

posibilidad de polinización (Macgregor et al., 2016; Knop et al., 2017).

Esa atracción es particularmente fuerte con la luz de LEDs blanca, tanto de iluminación en espacios públicos, domiciliarios o de automóviles. La ventaja del bajo consumo trajo la contradicción de una mayor iluminación, una suerte de “efecto rebote” (Crespo Garay, 2022). Al consumir menos, se ilumina más con el mayor uso de lámparas que tienen además una intensidad luminosa superior a otras, y eso trae como consecuencia un aumento en la iluminación, una mayor contaminación lumínica. Hasta 2016 la iluminación exterior en el planeta creció a un ritmo de 2,2% anual según un estudio hecho por Kyba et al. (2017) y se incrementó notoriamente en los años siguientes. Por lo que en definitiva la reducción de producción de gases invernadero (resultado de la producción de la energía para abastecer los LEDs) no es tan efectiva.

#### *Alteración en el comportamiento de insectos*

Las lámparas son eficientes trampas para los insectos nocturnos. Cuanto mayor es la intensidad lumínica nocturna, mayor es la atracción que ejercen las lámparas sobre ellos. Suficiente observar las luces en una noche tranquila de verano para ver las nubes de insectos que se aglomeran en torno a esas fuentes de luz. Muchos de esos insectos son polinizadores nocturnos, que quedan expuestos a los depredadores; en un estado natural sin luces artificiales, la oscuridad es su protección. La reducción del número de insectos determinará un menor número de agentes polinizadores, lo que incidirá en una reducción de flores visitadas, lo que llevará a una menor producción en el siguiente ciclo. Menos producción, menos alimento y por ende menor número de insectos. Pero esto también tiene otra influencia: afectación de polinizantes diurnos; porque muchas de esas flores también son visitadas tanto por polinizadores nocturnos como diurnos.

Como se deduce existe una estrecha relación entre poblaciones de insectos, abundancia de flores, producción de frutos.

La figura 4 muestra cómo las fuentes de luz artificial y su resplandor en el cielo pueden afectar la fisiología y el comportamiento de los insectos, muchos de ellos polinizantes. Los cambios de conducta mencionados de los polinizadores y sus depredadores afectarán el éxito de la polinización y también las interacciones entre los insectos, incluyendo los parásitos de plantas y sus controladores, alterando las mallas tróficas que integran.

Boyes et al. (2021) usando un diseño de pares combinados, encontró que el alumbrado público redujo considerablemente la abundancia de orugas de la polilla en comparación con los sitios sin iluminación (47 % de reducción en los setos y 33 % de reducción en los márgenes del césped) y afectó el desarrollo de las orugas. Los impactos fueron mucho mayores con iluminación LEDs en calles, si se comparan con las lámparas de sodio amarillas convencionales. Así la iluminación por LEDs se mostró como la de mayor consecuencia para los insectos y por ende para el equilibrio de las comunidades biológicas.

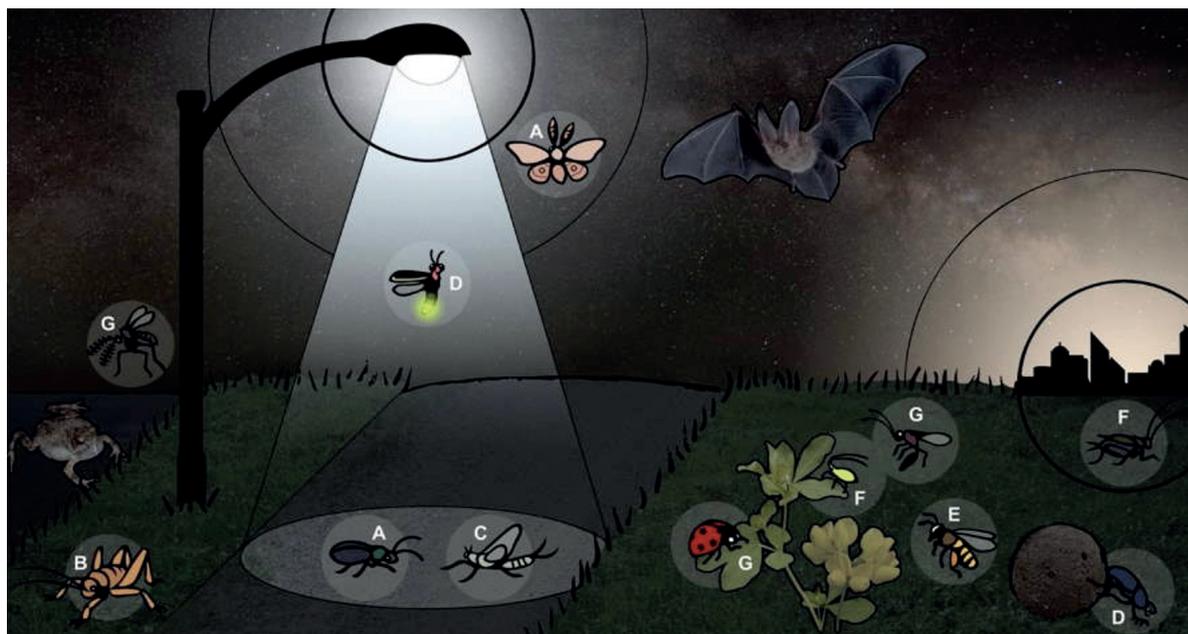


Figura 4. Luz artificial y comportamiento de los insectos. De *Biological Conservation*<sup>9</sup>. a) atracción de escarabajos por la luz artificial. B) especies con fototaxia negativa que tratan de evitar la luz. C) insectos acuáticos que se confunden para la puesta de huevos; la luz polarizada hace confundir el agua con algunas superficies de pavimentos. E) insectos polinizadores y sus depredadores diurnos que prolongan su actividad, y los nocturnos retrasan su inicio de actividades. f) Alteraciones en actividades de grillos y pulgones.

### 3. Persistencia de hojas

Es conocida la capacidad termorreguladora de los árboles. Las temperaturas cambiaron desde que la industria reemplazó los talleres artesanales, registrándose hasta un aumento de 4 grados en las ciudades europeas (Schwaab et al, 2021). Temperatura y luz son esenciales para los árboles, siendo los dos factores que determinan la fenología. Las ciudades generan una isla de calor, fenómeno que está acompañado por alteración del ritmo día/noche por la iluminación artificial. Los árboles no pierden las hojas por efecto de la luz artificial, fenómeno acentuado por la intensidad de los LEDs. En una situación normal, la pérdida natural de las hojas en otoño, permite a las plantas poder soportar mejor las bajas temperaturas invernales. Las heladas que queman estas hojas persistentes, también afectarán la brotación posterior.

### 4. Influencia sobre adelanto en la brotación y atraso en la floración

Con relación a la brotación, la iluminación con LED pareciera adelantar el período de brotación pos-invernal, en una suerte de adelanto de la primavera.

Las hojas se despliegan antes de aquellas pertenecientes a plantas testigo no afectadas por esta iluminación artificial. También se comprobó el crecimiento de árboles en las calles iluminadas con LEDs hacia la fuente de luz que está sobre ellos, alterándose el ciclo día/noche para estos ejemplares <sup>10</sup>.

También se observó adelanto en la floración. Muchos animales, particularmente insectos, dependen de estas flores. Naturalmente hay una sincronización entre la

9. Fuente: <https://www.iluminet.com/considerar-insectos-se-piensa-en-iluminacion/>

10. Fuente: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>

brotación y floración de las plantas y la activación de los insectos luego del invierno. Un adelanto en las plantas por efecto de la luz y la mayor temperatura de las ciudades (isla de calor), con animales que responden más al factor temperatura, llevará a una falta de sincronización, y muchas plantas pueden quedarse sin la colaboración de los polinizadores, y por ende una menor producción de semillas.

<b>Lámpara</b>	<b>luz</b>	<b>desventajas</b>	<b>Ventajas</b>
Incandescentes	Espectro continuo, aunque pobre en azules y rica en rojos.	Sistemas muy contaminantes, de bajo rendimiento luminoso (solo el 10-15% de la energía se transforma en luz), poca vida útil (500-1000 h).	Bajo precio, emisión de amplio espectro, variedad de formas, uso en corriente continua y alterna, distintas tensiones.
Halógenas	Mejor rendimiento luminoso y de color.	Temperatura muy elevada.	Tamaño más pequeño que las incandescentes.
			Vida útil mayor que otras lámparas.
			No pierde intensidad con el tiempo de uso.
Lámparas de alta intensidad de descarga: de mercurio de alta presión, de sodio de alta y baja presión y las de halogenuro metálico	Espectro de luz emitido no continuo, pero con picos importantes en el azul y en el rojo.	Muy peligrosas por el tipo de residuos que generan y la posibilidad de envenenamiento.	Destacan por su gran economía en el funcionamiento, gracias a que generan un flujo luminoso sumamente alto en un espacio muy pequeño, casi no emiten calor, excelente reproducción cromática y larga duración.
Fluorescentes		Ocupan más espacio, presentan un parpadeo que puede resultar algo molesto, tiempo de encendido; por el vapor de mercurio son considerados residuos peligrosos.	Bastante económicas, alto rendimiento luminoso y vida útil (5000 – 75.000 horas), poca emisión de calor.
LEDs	Permiten elegir el color de la luz emitida ya que ofrecen luz de distintas longitudes de onda.		Gran ahorro de energía por bajo consumo, alta luminosidad, bajo mantenimiento y larga vida.
(Diodo emisor de luz)			

Figura 3. Comparación entre espectros de luz producidos por un LED (artificial) y por el sol (natural) <sup>11</sup>.

11. Fuente: <https://linzasoro-optika.eus/la-luz-azul-deberia-importarte/>

### *5. Germinación y crecimiento de plantas*

La germinación de las semillas puede ocurrir en presencia o en ausencia de luz, y esto depende de la especie de planta: algunas germinan con luz, otras la luz inhibe la germinación y algunas lo hacen indistintamente, con o sin luz (De La Cuadra, s/a). Muchos trabajos se realizaron sobre la influencia de la luz de LEDs de alta intensidad en la germinación y crecimiento de plantas, particularmente en hortalizas y otras plantas de cultivo. Paniagua-Pardo et al (2015) analizaron detalladamente este fenómeno en el brócoli (*Brassica oleracea*), determinando que el tratamiento con LED de luz roja por 12 horas/día fue el de mejor respuesta. En el ensayo con determinadas radiaciones, se observó menor tiempo en la germinación con luz de LED roja de alta intensidad, incluso aumentada con mayor tiempo de exposición.

En el crecimiento de las plántulas, se observó mayor velocidad con luz verde y luz roja, con 12 horas de exposición diaria. Cuando se analizó el peso seco en plántulas, los tratamientos con luz roja (12 horas) y verde (seis horas) y blanco (seis horas) fueron los más efectivos.

### **Conclusiones**

El uso de la iluminación por tecnología LED significó ventajas y desventajas para el ambiente y los organismos.

Los LEDs consumen mucho menos energía. Esa es una ventaja. Pero su huella de carbono no es menor, esa es la desventaja. Para fabricar un diodo se emiten a la atmósfera mucho CO<sub>2</sub>. Se necesitan las denominadas tierras raras para la fabricación de los chips para los LEDs, donde entran procesos mineros que producen contaminación. Podemos afirmar que no existe un proceso industrial que no produzca una alteración ambiental.

Con respecto a plantas, las ventajas tienen que ver con el uso en invernaderos, la posibilidad de regular la intensidad y seleccionar la radiación determinada para una mayor eficiencia. Pero vimos a lo largo del análisis las numerosas desventajas para plantas que crecen bajo la influencia de la iluminación LED en ambientes abiertos como calles y parques.

#### *¿Hay soluciones? ¿O tenemos que dejar de usar los LEDs?*

El problema son los LEDs de luz blanca que tienen un componente azul predominante. La solución es el uso de LEDs color ámbar, que disminuye la radiación productora de los mayores efectos negativos. Se está tratando de desarrollar diodos de LEDs con menor producción de luz azul. Justamente los LEDs blancos que se utilizan habitualmente son los que tienen la mayor proporción de luz azul. Por eso se aconseja el uso de la luz natural o cálida que tiene un porcentaje inferior de luz azul, y se asemeja más a la luz que nos llega del sol, y con la que evolucionó la vida.

La luz blanca es buena en ambientes de trabajo, pero debería elegirse una con componente azul reducido; la luz natural es la que más se asemeja a la del sol, la

amarilla o cálida es relajante.

Otras medidas son la reducción del uso de carteles de publicidad con apagado a partir de determinada hora, el atenuado de la iluminación de avenidas cuando disminuye el tránsito nocturno, el uso de pantallas que eviten la dispersión de la luz hacia el cielo, la utilización de sensores que activen la iluminación con movimiento... Y por sobre todo el dictado de normas específicas de iluminación. Los EIA son obligatorios para tantos proyectos, pero no por ejemplo para la iluminación de calles y avenidas, donde simplemente la llegada de esta tecnología, condujo al reemplazo de las halógenas y de sodio por estas lámparas LEDs, basándose fundamentalmente en el ahorro energético, pero sin tener presente sus posibles efectos negativos.

## Bibliografía

- Boyes, D.H., D.M.Evans, R.Fox, M.S.Parsons & M.J.O.Pocock (2021). Street lighting has detrimental impacts on local insect populations. *Sci. Adv.* 7, eabi8322 (2021).
- Crespo Garay, C. (2022). La sostenibilidad lumínica a debate: el lado más oscuro de la luz LED. *National Geographic Ciencia*. <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2022/02/la-sostenibilidad-luminica-a-debate-el-lado-mas-oscurito-de-la-luz-led>
- De La Cuadra, C. (1992). Germinación, latencia y dormición de las semillas. Hojas divulgadoras 3/92. Madrid. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf)
- Falchi, F., P.Cinzano, D.Duriscoe, Ch.C. M. Kyba, Ch.D. Elvidge, K.Baugh, B.A. Portnov, N.A. Rybnikova, R.Furgo (2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances*, 2(6), p. e1600377. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600377>
- Fontana, J.L., E.F. Scozzina, V.Marder, J.L.Ramírez & A.de J.Lin (2021). Contaminación lumínica: la iluminación Led. Un análisis del conocimiento actual de sus efectos sobre plantas y animales. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica - Claves para el desarrollo - Vol. 7: 60-77*. Fac. de Cs. Exactas y Nat. y Agrim., UNNE. <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/eitt/issue/view/525/showToc>
- Garner, W.W. & H.A.Allard (1920). Effect of the Relative Length of Day and Night and Other Factors of the Environment on Growth and Reproduction in Plants. *Journal of Agricultural Research*, 18, 553-606.
- González-Madriral, J., H.Solano-Lamphar & M.Rodríguez (2020). La contaminación lumínica como aproximación a la planeación urbana de ciudades mexicanas. *EURE* 46 (138): 155-174.

- Knop, E., L.Zoller, R.Ryser, C.Gerpe, M.Hörler & C.Fontaine (2017). Artificial light at night as a new threat to pollination. *Nature* 548(7666):206-209. doi: 10.1038/nature23288. Epub 2017 Aug 2. PMID: 28783730.
- Kyba C.C.M., T.Kuester, A.Sánchez de Miguel, K.Baugh, A.Jechow, F.Hölker, J.Bennie, C.D.Elvidge, K.J.Gaston & L.Guanter (2017). Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. *Sci. Adv.* 3, e1701528 (2017).
- Lazeroni, C.F. (2019). Impacto de la contaminación lumínica en la calidad del cielo nocturno en las ciudades. Estudio de caso: El barrio de Belgrano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 104 p. <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/1439dfb6-2030-4e7e-823e-72b36cf8495f/content>
- Macgregor, C.J., D.M.Evans, R.Fox & M.J.O.Pocock (2017). The dark side of street lighting: impacts on moths and evidence for the disruption of nocturnal pollen transport. *Global Change Biology* (2017) 23, 697–707, doi: 10.1111/gcb.13371. [https://www.darklighting.com/data/noticias/Riesgos-iluminacion-led\\_Efectos\\_de\\_la\\_luz\\_en\\_el\\_ecosistema\\_nocturno.pdf?3302797](https://www.darklighting.com/data/noticias/Riesgos-iluminacion-led_Efectos_de_la_luz_en_el_ecosistema_nocturno.pdf?3302797)
- Paniagua-Pardo, G., C.Hernández-Aguilar, F.Rico-Martínez, F.A.Domínguez-Pacheco, E.Martínez-Ortiz & C.L.Martínez-González (2015). Efecto de la luz led de alta intensidad sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L.). *Polibotánica* no.40 México.
- Presa, V & R.Picicelli (2014). Legislación argentina sobre polución lumínica. *Ciencia y Tecnología*, 14, 2014, pp. 265-276. Buenos Aires.
- Schwaab, J., R.Meier, G.Mussetti, S.Seneviratne, Ch.Burgi & E.L.Davin (2021). The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities. *Nat Commun* 12, 6763 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26768-w>
- Scozzina, E.F., V. Marder, J. L. Ramírez, José L. Fontana & A. de J. Lin (2021). Desempeño de productos: aspectos tecnológicos más relevantes de los dispositivos y luminarias LEDs. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica - Claves para el desarrollo - Vol. 7: 86-99*. Fac. de Cs. Exactas y Nat. y Agrim., UNNE. <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/eitt/issue/view/525/showToc>