

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO SOBRE EL USO DE LUMINARIAS LED EN  
AGRICULTURA PROTEGIDA

**Reporte de Estancia**

Que presenta XOCHITL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Como requisito parcial para obtener el Diploma como  
ESPECIALISTA EN MANEJO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES  
DE ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS

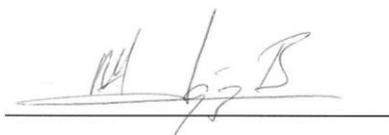
Saltillo, Coahuila

Junio 2022

ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO SOBRE EL USO DE LUMINARIAS LED EN  
AGRICULTURA PROTEGIDA

**Reporte de Estancia**

Elaborado por XOCHITL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ como requisito parcial para obtener el diploma como Especialista en Manejo Sustentable de Recursos Naturales de Zonas Áridas y Semiáridas con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa  
Asesor Principal



Dr. Antonio Juárez Maldonado  
Asesor



Dr. Jesús Valdés Reyna  
Asesor



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente  
Subdirector de Postgrado  
UAAAN

Saltillo Coahuila

Junio 2022

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por permitirme culminar hoy mi etapa de formación profesional.

A la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**, "*Alma Terra Mater*" por brindado la oportunidad de prepararme profesionalmente.

Al **CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)**, por el apoyo brindado en el financiamiento de mis estudios de Especialidad.

Al **DR. LORENZO ALEJANDRO LÓPEZ BARBOSA**, por su valioso tiempo y también por compartir sus conocimientos para llevar a cabo este trabajo, además de su paciencia, confianza.

Al **DR. ANTONIO JUÁREZ MALDONADO**, por formar parte del trabajo de investigación y estar siempre involucrado con las decisiones para culminar este proyecto.

Al **DR. JESUS VALDES REYNA**, por formar parte del trabajo de investigación y también por estar siempre involucrado con las decisiones para culminar este proyecto en tiempo y forma.

Al **LIC. LUIS HERNÁNDEZ, ING. ROBERTO**, y a su equipo de trabajo por brindarme la oportunidad de realizar las prácticas en la empresa Sola Basic en la Ciudad de México.

## **DEDICATORIAS**

***A mis Padres: HERLINDO MARTÍNEZ GAYTÁN Y MARGARITA HERNÁNDEZ  
CRUZ***

Gracias por darme la herencia más bonita de la vida, el estudio. Mamá porque siempre me has brindado tu apoyo incondicional. Papá por ser parte de nuestra vida, de alguna manera sus consejos de ambos, siempre fortaleciéndome con sus palabras, y en los momentos difíciles han estado siempre presentes. Gracias por creer en mí.

***A MI FAMILIA NUÑEZ MARTINEZ  
ROLANDO Y A MI HIJO ELIÁN ROLANDO Y ALISSON.***

Sin ustedes esto no fuese posible, Rolando gracias por todo tu apoyo brindado, siempre has estado para mí y eso te lo agradezco de todo corazón, un sueño que iniciamos juntos y hoy culminan estos proyectos a lado de nuestros hijos. Mi Elián por siempre estar conmigo en los momentos más difíciles, y a ti mi bella hija por llegar justo en el momento indicado, y formar parte de nuestra pequeña familia.

***A mis hermanos: Herlindo, Adelaida, Gerardo, Mariano, Estela, Berenice,  
Netzahualcóyotl, María Ignacia y Ana Alhelí.***

A todos ustedes hermanos que de alguna manera han aportado a mi vida profesional. Con sus consejos y motivándome para seguir superándome cada día más.

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
OBJETIVOS .....	3
Objetivo general .....	3
Objetivo específico .....	3
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
Historia de los LEDs.....	5
Longitud de onda.....	6
UV.....	6
Blue .....	7
Red.....	7
Far Red.....	8
Aspectos biológicos .....	8
Incremento de Producción.....	8
Incremento de calidad .....	9
Nutrientes .....	9
Tamaños .....	10
Reducción de tiempo de producción .....	10
Plagas y Enfermedades.....	10
Normas oficiales que aplican para el uso de lamparas led en un cultivo .....	11
<b>Tipos de impactos: social, ambiental y económico.....</b>	<b>17</b>
Impacto económico .....	17
Impacto social .....	19
Impacto ambiental .....	20
<b>DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>24</b>
Información general de la empresa .....	24
Ubicación del experimento .....	26
Procedimiento.....	27
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>

**CONCLUSIONES ..... 31**  
**REFERENCIAS ..... 32**

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Características fotométrica.....	<b>6</b>
Cuadro 2. Análisis DAFO .....	<b>26</b>

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de nuevas fuentes de iluminación a través de nuevas tecnologías está incursionando a un nuevo mercado en donde, debido a los altos costos de energía para alimentar un invernadero crea un gran impacto en la economía de los agricultores, por otro lado, el uso de la iluminación a través de LED se dice que es una de las tecnologías más recientes e innovadoras que han tomado los últimos años el liderazgo y ahorro que pueden proporcionar a los usuarios, larga duración, generando un menor impacto al medio ambiente, adquiriendo beneficios como: El uso de LED, es una luz para el crecimiento vegetal, siendo una fuente de luz artificial que ha sido diseñada para cultivar plantas cuando hay muy poca luz natural o cuando se requiere alargar la duración del día de meses de invierno para cultivar plantas que necesitan más horas de iluminación para su crecimiento.<sup>1</sup>

Recientemente se fabrican LEDS en gran variedad de tamaños y voltajes, con iluminación brillante, en donde, incluye los colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul y blanco. Recientemente, este tipo de tecnología LED se está introduciendo de forma eficaz y eficiente a un menor costo, provocando ahorros considerables en el consumo de energía, por todo lo anterior, se convierte en una nueva alternativa para indagar sobre los costos y gastos de operación que conlleva en establecer una tecnología de este tipo.

Lo cual, en base a lo anterior, se plantea un objetivo para obtener información sobre la rentabilidad que tienen las luminarias LED en un sistema de iluminación con un control espectral a 4 ondas (UV, azul, rojo y rojo lejano) en

---

<sup>1</sup>Francisca Ferrón-Carrillo, Infoagro.

[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)

un invernadero de investigación, de tal forma que posibilite el desarrollo de información de las plantas en Agricultura Sustentable

Es por ello que presente trabajo de investigación, se plantea buscar alternativas para analizar el potencial del uso de un sistema de fuente de energía de iluminación (LED) en Agricultura Sustentable. Ya que en la actualidad se ha generado diversas situaciones que en donde el uso indebido de fuentes de energías hacia el medio ambiente causan daños y desequilibrio en el mundo actual. En donde hay impacto económico, social y ambiental. Es por ello que se busca implementar una revisión más a fondo para conocer y tomar medidas que disminuyan estos daños ocasionados por el uso de éstas fuentes dañinas. Este proyecto de investigación se centra en un estudio realizado con la colaboración de la empresa Industrias Sola Basic en Iztapalapa, Ciudad de México, para conocer la rentabilidad de las luminarias LED establecidas en un invernadero con sus diferentes longitudes de ondas en cultivos hortícolas, y analizar los diferentes impactos ya sea ambiental, económico y social.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Analizar el impacto del potencial del uso de un sistema de fuente de energía de iluminación (LED) en invernaderos, que facilite el desarrollo de las plantas en Agricultura Sustentable.

### **Objetivo específico**

1. Describir el impacto socioeconómico del posible uso de iluminación artificial en agricultura sustentable.
2. Identificar las ventajas de aplicación de LED en la Agricultura Protegida.
3. Identificar oportunidades de impactos ya sea social, ambiental y económico mediante en el uso de la iluminación LED en la agricultura.

## **JUSTIFICACIÓN**

Se realiza este trabajo de investigación para conocer e identificar los beneficios con uso de la iluminación LED en cultivos hortícolas con interés enfocados al impacto ambiental, económico y social. Se hace énfasis en la importancia que brinda este tipo de energía, como también, las posibles ventajas y desventajas que de alguna manera permite tener un equilibrio en el uso de los recursos naturales utilizados por el hombre.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Historia de los LEDs.

El origen de los LEDs surge aproximadamente en 1927 cuando el autor del primer diodo LED formado por óxido de cinc y carburo de silicio fue el científico ruso Oleg Vladimirovich Losev en 1927.<sup>2</sup> Su descubrimiento supuso abrir el camino a los posteriores descubrimientos. En 1962 Nick Holonyak inventó el primer LED rojo que emitía en el espectro visible aunque debido a su escasa luminosidad, únicamente sirvió como indicador. Quince años más tarde descubriría el láser de punto cuántico que abriría las puertas a las comunicaciones por fibra óptica y reproductora de CD. En la década de los 90 se desarrollaron los LEDs ultravioleta y azul, lo que permitió crear el LED de luz blanca, mejorando la iluminación de los diodos a través de conversión luminiscente en 1995. Actualmente es una tecnología que está en continuo desarrollo para mejorar sus prestaciones y descubrir nuevas aplicaciones. (Rojas, 2014).

Estudios recientes han encontrado la utilización de las primeras pruebas con lámparas LED en crecimiento de plantas, en donde los programas de ciencias biológicas de la NASA patrocinaron la primera investigación de plantas con LED realizada por un consorcio de investigadores académicos e industriales en Wisconsin, EE. UU. El interés de la NASA era desarrollar un sistema de iluminación de plantas robusto y energéticamente eficiente con una masa y volumen de lanzamiento bajos y con potencial para el control espectral (Mitchell *et al* 2020).

La industria de la iluminación se ha preocupado por el medio ambiente y por ello ha desarrollado nuevas tecnologías en los últimos años, pensando en el bien común mediante el ahorro de energía. En donde mencionan que más de la mitad de las importaciones proviene de dos países: China (33%) y Japón (21%). En México, el valor total durante 2014 alcanzó los 4, 800, 000,000 de pesos. A

---

<sup>2</sup> <https://www.iluminet.com/historia-del-led/>

nivel mundial la tasa de penetración en 2014 llegó a 11%; se espera que en 2020 este indicador en México llegue a más de 70 por ciento. Por otro lado, menciona que hace siete años la venta de focos LED en México registró un valor de 5, 700,000 dólares y esta cifra aumentó en 2013 a 31, 700,000 dólares. A este alentador panorama se suman los programas gubernamentales que se vienen implementando.<sup>3</sup> Lo cual indican que ha aumentado el uso de lámparas LED debido a la disminución de sus costos, tendencia que se espera continúe en los próximos años; incluso, algunos de los comerciantes más optimistas esperan una reducción de hasta 50% en el costo.<sup>4</sup>

## Longitud de onda

Parámetros determinados características fotométricas.

Cuadro.1. Características Fotométricas.

Color	Rango del espectro (nm)
Ultravioleta	385
Azul	455
Rojo	675
Rojo Lejano	740

## UV

Se divide en UV-A, UV-B y UV-C. Esta última es la más perjudicial a la vida y no se encuentra en el Tierra debido a que es absorbida en la atmosfera por las moléculas oxígeno y ozono. Los LEDs emiten en este rango están aún en constante desarrollo para intentar incrementar la emisión de radiación.

<sup>3</sup>Secretaría de Economía. Sistema de Información Arancelaria Vía internet (SIAMI). Importaciones y exportaciones de productos con el número arancelario 85437099 (2007-abril de 2015).

<sup>4</sup> Secretaría de Economía. Sistema de Información Arancelaria Vía internet (SIAMI). Importaciones y exportaciones de productos con el número arancelario 85437099 (2007-abril de 2015).

Ultravioleta A. Comprende la región entre 320 y 400 nm. Se descubrió que ayuda a prevenir intumescencias y tumores en plantas que crecen en ambientes protegidos (Morrow y Tibbits, 1988).

Ultravioleta B. Su longitud de onda se encuentra entre los 290 y los 320nm. El ozono la absorbe parcialmente en la atmosfera pero aún es capaz de causar problemas en la piel. Puede jugar un papel importante en mejorar la defensa contra patógenos mediante la manipulación de metabolitos secundarios o aumentar el valor nutritivo de algunas hortalizas (Morrow, 2008) aunque es mayormente absorbida por los flavonoides para prevenir el daño. (Ouzounis, 2014).

### **Blue**

En este sentido, la luz azul (400e 500nm) se encuentra en el extremo de longitud de onda corta y alta energía de fotones del PAR. El azul es aproximadamente un 25% menos eficiente que el rojo en la curva de eficiencia cuántica para impulsar la fotosíntesis. (Nelson y Bugbee, 2014). Crea tolerancia de la planta en cualquier etapa del ciclo y desarrollo de la planta.

### **Red**

La luz roja que reciben las plantas, donde va de un rango de (600-700nm) tiene un mayor peso seco y fresco mayor que aquellos que carecen de ella. También es más eficiente cuánticamente. (Hogewoing, 2012). En el caso de los fitocromos que se encuentran en las células vegetales interactúan. Sin embargo, Chang *et al* (2013) mencionan que si la relación de luz azul/rojo es poco (<10%), puede producirse un aumento de tallo y amarillamiento en las hojas. Por otro lado, Kong *et al* (2019) la eficiencia de las matrices LED utilizadas para este tipo de iluminación en plantas de lechuga es más eficiente que cualquier otro tipo de ondas.

## **Far Red**

La disponibilidad de la luz roja lejana en los LEDs muestra de tal forma, que hay una eficacia fotonica mejorada (700e800nm). En donde surgen nuevas oportunidades para el fotocontrol de plantas en PFAL. Son los primero nanómetros de la banda de ondas FR, siendo de gran utilidad para impulsar el fotosistema I de la fotosíntesis. (Emerson, 1967).

Para los cambios que hacen referencia a una atenuación de ondas para atenuar un LED, el controlador debe reducir la corriente promedio.

Existen dos formas de hacerlo:

1. Reducción de corriente constante (CCR): Método simple en donde se suministra corriente continua para mantener el LED encendido, reduce la salida y el brillo percibido.
2. Modulación de ancho de pulso (PWM): la corriente suministra al LED se cambia continuamente entre encendido y apagado. Cuando más tiempo este completamente apagado el LED, más se atenuara su salida.<sup>5</sup>

La atenuación del LED tiene ventajas muy importantes como el ahorro energético, mayor aprovechamiento de la fuente de luz, periodo de vida en ambientes distintos en un mismo espacio. Específicamente en dos importantes elementos: LED y controlador.<sup>6</sup>

## **Aspectos biológicos**

### **Incremento de Producción**

De cierta forma, Kosai *et al* (2016) remarca que los diodos emisores de luz (LED) tienen un buen rendimiento de costos debido a un alto factor de conversión de electricidad a luz, coloración variada (espectros), temperatura

---

<sup>5</sup> <https://www.iluminet.com/sistemas-atenuacion-led-y-problema-parpadeo/>

<sup>6</sup> <https://www.iluminet.com/importancia-driver-atenuacion/>

superficial baja lo que permite reducir costos de enfriamiento debido a la menor generación de energía térmica, durabilidad de las lámparas, construcción en estado sólido sin gas en sistemas compactos que permite su colocación cerca de las plantas.

Por sus ventajas medioambientales y de eficiencia productiva, las iluminarias LED se han descrito como la invención más revolucionaria en la luminotécnica hortícola en las últimas décadas. (Bures *et al*, 2018). Por otro lado, Paniagua-Pardo *et al* (2015), sobre el efecto de la luz LED de alta intensidad de tres longitudes de onda (rojo, azul, verde) en la germinación y crecimiento de plántulas de brócoli. En donde, obtuvieron resultados de germinación favorables con respecto al control en semilla de brócoli en los tratamientos con luz LED roja de alta intensidad, donde a mayor tiempo de exposición hubo mayor velocidad.

### **Incremento de calidad**

Un estudio realizado por el especialista Shelford (2020) enfatiza que con el uso de LED puede mejorar el crecimiento de plantas en invernaderos, se necesitan normas para determinar la intensidad y colores de luz óptima, según la investigación de Rutgers en donde dice que podrían aportar una mejor eficiencia energética de los productos de iluminación hortícolas. Mientras que Rodoni y Hasperué (2020) realizaron un estudio reciente sobre la iluminación con diodos emisores de luz (LEDs), en donde proyectan una forma más económica y energéticamente con el uso de LED se hace más eficiente al aplicar iluminación en las poscosecha.

### **Nutrientes**

Un estudio por Samuolienė *et al* (2017), hacen referencia del uso de LED, en cuestiones de mejorar la calidad nutricional, han demostrado la flexibilidad en la selección de la luz, lo cual se le atribuye como una variable importante para encontrar las condiciones óptimas o estresantes de luz que inducen mayor

acumulación de metabolitos vegetales y una mayor calidad nutricional de las hortalizas.

### **Tamaños**

En la actualidad se fabrican LEDS en gran variedad de tamaños y voltajes, con iluminación brillante, en donde, incluye los colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul y blanco. Recientemente, este tipo de tecnología LED se está introduciendo de forma eficaz y eficiente a un menor costo, provocando ahorros considerables en el consumo de energía, por todo lo anterior, se convierte en una nueva alternativa para indagar sobre los costos y gastos de operación que conlleva en establecer una tecnología de este tipo. Productos en función de las necesidades particulares del espacio y su respectiva aplicación. Deben realizarse pruebas fotométricas, de ciclo de vida y de simulación de las luminarias LED para horticultura.<sup>7</sup>

### **Reducción de tiempo de producción**

Según un estudio realizado por Bourget (2008), menciona que algunos cultivos crecen más rápido en algunos arreglos que en otros, pero todos crecen lo suficientemente bien para crear cultivos comercializables, si no rentables. En donde, la rentabilidad comercial a largo plazo está respaldado por un tipo determinado de matriz de LED para una especie o cultivo en particular.

### **Plagas y Enfermedades**

El incremento en la frecuencia e intensidad de los cambios climáticos y su impacto en la sequía hace más crítica la evolución agropecuaria hacia la producción de técnicas que aporten solución a la escasez de agua y contaminación del suelo en las plantas. Por eso, Castresana *et al*, (2017) en donde evaluaron la efectividad de diferentes tipos de trampas caseras con diodos emisores de luces (LEDs) alimentadas con energía solar en combinación

---

<sup>7</sup> Horticultural Luminaire Testing Report Iluminación artificial en agricultura. The On-going LED Horticulture Lighting Market Expansion.

con feromona para la captura de adultos de polilla del tomate como alternativa ecológica de control en un cultivo protegido de tomate en Concordia, Argentina. En donde los resultados mostraron que la trampa con LEDs de 470 nm combinada con feromona sexual registró un mayor número de capturas de polilla del tomate respecto al resto de las trampas. De ahí, se deriva sobre la importancia del desarrollo reciente en el área de iluminación por LED resulta de gran interés en los cultivos, ya que permiten manipular el espectro de radiación que va a incidir sobre las plantas, con el objetivo de aumentar su producción o generar determinados efectos fisiológicos, especialmente en invernaderos (Viñuela s.f. citado por Campo, 2015).

### **Normas oficiales que aplican para el uso de lamparas led en un cultivo**

Actualmente la tecnología de producción de plantas en invernadero ha alcanzado cotas impensables hace tan solo unos 30 años. Tanto los materiales como las técnicas y procedimientos han avanzado de modo tan considerable que el incremento de producción y calidad hace posible la utilización rentable de materiales de alta calidad, mano de obra cualificada y especializada. Su uso, que inicialmente estaba concebido para la producción de plantas herbáceas y leñosas ornamentales como el rosal, se ha extendido a la producción viverística de frutales y cítricos y, en la actualidad, el cultivo de frutales leñosos en invernadero, para la producción de frutos, constituye un nuevo concepto de fruticultura que sin duda cambiará la mentalidad sobre el cultivo frutal actual, asemejándose su uso, cada vez más, al cultivo y producción de plantas herbáceas.

## **NORMAS QUE APLICAN PARA EL USO DE LAMPARAS LED EN UN CULTIVO**

### **NOM 058 SCFI 1999. Productos eléctricos -balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas- Especificaciones de seguridad.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de seguridad que deben cumplir los balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas, con el propósito de prevenir y eliminar los riesgos para la inocuidad corporal de los usuarios y para la conservación de sus bienes. La norma es aplicable para balastos que operan con tensión de línea monofásica o bifásica de circuito abierto de 2000 V<sub>rms</sub>\* o menores, en base a lo descrito en la NOM 001 SEDE. La tensión nominal de alimentación de los balastos debe ser una o más de las siguientes: 120 V, 127 V, 220 V, 240 V, 254 V, 277 V, 440 V, 480 V c.a., con variaciones momentáneas de +/- 10%, 60 Hz y en corriente directa hasta 24 V c.d. Esta Norma aplica para los balastos electrónicos que pueden operar dentro de intervalo continuo de tensiones de alimentación, siempre que éste contemple una o varias de las tensiones arriba mencionadas.

### **NOM-064-SCFI-2000. Productos eléctricos -luminarias para uso en interiores y exteriores- Especificaciones de seguridad y métodos de prueba**

Esta NOM establece los requisitos de seguridad y los métodos de prueba aplicables a los luminarios para interiores y exteriores que requieren lámparas ya sean fluorescentes, de descarga de alta intensidad, de tungsteno-halógeno, o de vapor de sodio de baja presión. No aplica para luminarios de señalización, exhibidores portátiles, sumergibles, para aplicaciones terapéuticas, para alumbrado de emergencia, para equipos instalados en dispositivos de alumbrado menores a 24 V nominales y para áreas clasificadas o peligrosas.

### **NOM-025-STPS-2008. Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo**

Esta Norma Oficial tiene como objetivo principal que los centros laborales cuenten con los niveles de iluminación ideales para un correcto desempeño de

las funciones de cada trabajador, en un ambiente seguro y saludable. Su última modificación se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto de 2015.

**NOM-017-ENER/SCFI-2008. Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba**

La Norma establece los límites mínimos de eficacia para las lámparas fluorescentes compactas autobalastadas (LFCA), así como las especificaciones de seguridad al usuario y los métodos de prueba aplicables para verificar dichas especificaciones. Asimismo, establece el tipo de información que deben llevar los productos objeto de esta Norma Oficial Mexicana que se comercialicen dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos y de igual forma, atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro de energía. La norma aplica a todas las lámparas fluorescentes compactas autobalastadas (LFCA) sin envoltorio, con envoltorio y con reflector integrado, con base Edison E-12, E-14, E-26, E-27, E-39, E-40 y con base tipo bayoneta B-22, en tensiones de alimentación de 100 V a 277 V c.a. y 50 Hz o 60 Hz, que se fabriquen, importen o comercialicen en el territorio nacional.

La Norma excluye a las lámparas fluorescentes compactas autobalastadas (LFCA) que incorporan en el cuerpo de la misma accesorios de control tales como fotoceldas, detectores de movimiento, radio controles, o atenuadores de luz. Así mismo, quedan excluidas las lámparas fluorescentes compactas modulares.

**NOM-028-ENER-2010. Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba**

Esta Norma aplica para las lámparas de uso general para la iluminación de los sectores residencial, comercial, servicios, industrial y alumbrado público (todas aquellas lámparas de descarga en alta intensidad, fluorescentes compactas autobalastadas, fluorescentes lineales, incandescentes, incandescentes con

halógenos y luz mixta) que se comercialicen en el territorio nacional. La última modificación fue presentada el 6 de diciembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.

**NOM-030-ENER-2012, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz**

Se publicó el 5 de junio de 2012 en el Diario Oficial de la Federación y presenta la información técnica esencial que debe portar este tipo de producto. Esta Norma busca asegurar que los luminarios de LEDs propicien el uso eficiente y el ahorro de energía. Aplica para todas las lámparas con LED integradas omnidireccionales y direccionales, que se destinen para iluminación general, en tensiones eléctricas de alimentación de 100 V a 277 V c. a. y 50 Hz o 60 Hz, que se fabriquen o importen para ser comercializadas en México. No aplica para luminarios, módulos y lámparas LED con tensión eléctrica de operación igual o menor a 24 V.

**NOM-031-ENER-2012, Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba**

Esta Norma establece especificaciones sobre eficacia luminosa para luminarios con LEDs destinados a vialidades y áreas exteriores públicas, así como los métodos de prueba para su verificación. Además establece las características técnicas acordes con el uso destinado que deben llevar los productos que se comercializan dentro de México, y del mismo modo atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro energético. No aplica para las lámparas con LEDs de base roscada y a los luminarios con tensión eléctrica de operación igual o menor a 48 V. Tampoco aplica para los luminarios para alumbrado de exteriores que cuenten con una o más de las siguientes características: decorativos, ornamentales, con emisión de luz cambiante de colores, luz monocromática (verde, rojo, amarillo, azul, etc.), para empotrar en piso, destinados a ser usados bajo el agua, o para señalización.

### **NOM-013-ENER-2013. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades**

Esta Norma tiene como objetivo establecer niveles de eficiencia energética en términos de valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), así como la iluminancia promedio para alumbrado en vialidades en las diferentes aplicaciones señaladas en la Norma, con el propósito de que se diseñen o construyan bajo un criterio de uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la aplicación de equipos y tecnologías que incrementen la eficacia sin dejar de lado los requerimientos visuales. El campo de aplicación de esta NOM comprende todos los sistemas nuevos de iluminación para vialidades y estacionamientos públicos abiertos, cerrados o techados, así como las ampliaciones o modificaciones de instalaciones ya existentes que se construyan en el territorio nacional, independientemente de su tamaño y carga conectada.<sup>8</sup>

Un estudio reciente de López, (2020). Habla sobre la investigación de mejorar la eficiencia energética de productos de iluminación hortícolas. En donde, los cultivos en invernaderos que utilizan lámparas LED no solo apoyan a la economía de los productores, su uso también tiene un impacto positivo en el medio ambiente, ya que utilizan únicamente el 5% del agua, 3% del espacio y la mitad del tiempo que un cultivo normal necesitaría.

Sin embargo, aún se necesitan lineamientos específicos acerca de los niveles óptimos de intensidad y color de la luz. Un nuevo estudio de la Universidad Rutgers explica que se podría mejorar aún más la eficiencia de los productos de iluminación para cultivos y propone una etiqueta para estandarizar todas las opciones existentes en el mercado.

Existen otras investigaciones que podrían contribuir al estudio, como la que dirige el equipo de ciencia en el Centro de Sistemas y Aplicaciones Habilitadas de Iluminación (LESA, por sus siglas en inglés) en el Instituto Politécnico de Rensselaer. Los investigadores utilizan sistemas avanzados de iluminación para

---

<sup>8</sup> <https://www.lumikon.com.mx/blogs/glosario-de-iluminacion/normas-vigentes-en-la-industria-e-iluminacion>

horticultura para estudiar y comprender las respuestas que tienen los cultivos ante ciertas longitudes de onda y tiempo de exposición a la luz. Aplican estos parámetros a plantas que comúnmente se producen para consumo.

Otros científicos han reportado una diferencia significativa entre la luz emitida por el Sol y la generada por lámparas comunes, incluyendo lámparas LED, de sodios de alta presión, incandescentes y fluorescentes, todas empleadas para iluminar cultivos. Se espera que estos estudios contribuyan al desarrollo de rangos de onda específicos que promuevan el crecimiento de las plantas.

### **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-030-ENER-2016, EFICACIA LUMINOSA DE LÁMPARAS DE DIODOS EMISORES DE LUZ (LED) INTEGRADAS PARA ILUMINACIÓN GENERAL. LÍMITES Y MÉTODOS DE PRUEBA.**

Se basa en Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que propician el uso eficiente de energía en las lámparas de led integradas para iluminación general, es aplicable a todas las lámparas de led integradas omnidireccionales y direccionales, que se destinan para iluminación general, en tensiones eléctricas de alimentación de 100 V a 277 V c.a. y 50 Hz o 60 Hz de frecuencia, que se fabriquen o importen para ser comercializadas dentro del territorio nacional.

También Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana deben consultarse y aplicarse las siguientes normas vigentes:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.

NOM-024-SCFI-2013, Información comercial para empaques, instructivos y garantías de los productos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos

NMX-J-507/2-ANCE-2013, Iluminación-fotometría para luminarios-parte 2: métodos de prueba

## **Tipos de impactos: social, ambiental y económico.**

### **Impacto económico**

Estudios recientes muestran que las investigaciones sobre diodos emisores de luz (LED) han destacado su gran potencial como sistema de iluminación para el control del crecimiento, desarrollo y metabolismo de las plantas. Por lo tanto, estos dispositivos para el cultivo de plantas se han convertido en una tecnología de desarrollo muy importante en sistemas controlados o cerrados. Lo cual, en el estudio que se llevó a cabo, tiene como objetivo proporcionar una visión de la aplicación LED hortícola. La esperanza de vida de un sistema de iluminación LED también es un parámetro importante para que los productores estimen el tiempo de sustitución de la lámpara y los costes asociados.

Según Wang (2012) realiza un estudio, en donde hace mención que los cambios climáticos causan grandes pérdidas económicas en el sistema tradicional de cultivo, lo cual ha generado un creciente uso de sistemas de cultivo protegidos y el desarrollo de nuevas tecnologías como el uso de lámparas LED (Light Emitting Diode) para procesos relacionados a la agricultura.

Además, el entorno de cultivo de plantas se caracteriza por una atmósfera húmeda y puede ser sometido a varios factores de corrosión. En consecuencia, la gran mayoría de los fabricantes de LED hortícolas ofrecen sus luminarias con los más altos estándares de protección contra influencias externas o desfavorables condiciones de humedad. (Paucek *et al*, 2020). Por otro lado, Guevara (2015) hace referencia a retos para la puesta en marcha de una política pública de doble dividendo, también genera beneficios económicos y ambientales de manera simultánea, puesto que, en el contexto de posibles iniciativas de mitigación ante el cambio climático. Se analiza la génesis y desarrollo del *Proyecto nacional de eficiencia energética en alumbrado público municipal en México*. Se describe el análisis de factibilidad técnica y económica, del cual se desprende que existen amplias oportunidades de inversión rentables con una Tasa Interna de Retorno (TIR) promedio de 63% y una posible captura de 15 929 t de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), que representa una

reducción de 30% con respecto a las emisiones que se generarían sin la inversión. Asimismo, describe obstáculos diversos para su realización y estrategias de política para enfrentarlos. Finalmente, se presentan los resultados logrados hasta la fecha. Básicamente se busca implementar medidas que aporten al desarrollo sustentable, considerando elementos de eficiencia económica, social y ambiental, así como la dimensión política. Sin embargo, Serrano-Tierz *et al* (2015), mencionan que con la tecnología de iluminación LED contribuye en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y en la eliminación de residuos tóxicos como es el mercurio. También, Ramos & Ramírez (2016) indican que en esencia surge la necesidad de proponer y poner bajo prueba un sistema de iluminación capaz de estimular positivamente el proceso de la fotosíntesis en algunas plantas, de manera eficiente para cultivos en interiores donde el control total y/o parcial y automatizado de procesos o tareas pueda revelar la importancia de la iluminación artificial LED. Mientras Olalla (2018) dice que este tipo de tecnología LED permite un ahorro en el consumo de energía, constituye un ahorro monetario para el usuario, lo que repercute en la economía de los hogares. A pesar de que las bombillas LED tienen un costo de adquisición más alto que las convencionales, se convierten en una inversión recuperable en un corto tiempo. La iluminación LED que ya se encuentra en el mercado, es una alternativa eficiente que repercute en el bienestar del usuario y en la conservación del medio ambiente. Haciendo referencia en Costo-Beneficio de la iluminación led residencial, en donde la relación costo beneficio compara el costo de un producto con el beneficio que éste entrega a fin de valorar su conveniencia y tomar la mejor decisión en términos de compra. Un porcentaje considerable de energía que se consume en el hogar, corresponde a la iluminación. Si se compara los diferentes sistemas de iluminación tradicionales con el de tipo LED, en donde también menciona que en base de uso de este tipo de energía LED se genera una inquietud para conocer las características técnicas de la iluminación con bombillos de alta presión de sodio y las compara contra la nueva tecnología en iluminación con diodos emisores de luz de alto brillo LED.

## **Impacto social**

Durante los últimos años, un gran número de empresas de iluminación se han introducido en el sector hortofrutícola en una colaboración conjunta con productores de plantas y académicos. Por otra parte, Espinal *et al* (2018) nos hablan de las implicaciones del uso de las luces LED en la producción agrícola, con enfoque innovadora de metodologías de producción, pueden llegar a ser una alternativa en la agricultura; no será una respuesta contundente a la seguridad alimentaria, pero, podrá aplacar en alguna medida la escasez de alimentos en nuestro medio generando más alimentos en poca área aprovechando el espacio en vertical de un ambiente. Por lo que Hernández *et al* (2017) hace hincapié sobre los problemas reales causados por el consumo cada vez mayor de energía eléctrica, el estado inadecuado de los segmentos que conforman la red eléctrica y el impacto ambiental negativo de las tradicionales fuentes de generación de electricidad, proponiendo un conjunto de estrategias para un nuevo plan de uso racional y eficiente de la energía eléctrica, aplicable a cualquier país y basado en la coexistencia de nuevas formas de generación de energía. Sin embargo, Tanco *et al* (2018) también le dan un enfoque del uso de energía eléctrica en residencias en cuanto a la iluminación ya que existen diferentes tipos de lámparas donde el las personas desconoce su consumo de energía así como los daños que puede ocasionar, además se determinó el factor ambiental que ocasiona fatiga y daño ocular en las personas y el impacto en la salud humana y al medio ambiente, también se evaluó la tecnología LED con otras tecnologías existentes y el beneficio/costo en el ahorro de energía empleándose el software del método e-Lest para detectar el daño visual y su propuesta de remediación. Por el cual, podemos mencionar que estos estudios difieren en diferentes perspectivas según el caso a evaluar.

## **Impacto ambiental**

La vida útil de los sistemas de iluminación LED para horticultura puede verse afectada negativamente por varios componentes (p. ej., controladores, ventiladores y conectores) y parámetros, como altas temperaturas de unión de LED, normativa vigente, calidad de fabricación, vibraciones y entorno operativo. García *et al* (2018) obtuvieron modificaciones en el desarrollo de las plantas en respuesta a los tratamientos de luz; la clorofila es el principal pigmento vegetal sintetizado para utilizar la energía lumínica, en donde este estudio la luz roja incremento la síntesis de clorofila a y b. Mejorando el uso eficiente del agua. Por otro parte, Higuchi y Hisamatsu (2016) señalan que la forma en que percibe la luz la planta es mediante los foto-receptores, que son aquellos sensores encargados de percibir la luz en las plantas, proveen a la planta la información sobre los cambios en la composición espectral de la luz, su intensidad, la dirección y duración de ésta. Controlando de alguna manera, las respuestas fisiológica y morfológicas además de la fotosíntesis. Las señales enviadas por la iluminación de este tipo de foto-receptores altera de alguna manera el equilibrio de la composición de la planta, activando cambios en la estructura de la hoja y formas de las hojas, la germinación de semillas, elongación de tallos, la etapa de floración entre otro. Sin embargo, Fletes-Camacho *et al* (2017) implementan un prototipo de automatización y control sustentable para invernadero, donde se toman en cuenta variables físicas de relevancia para el cuidado de los cultivos bajo techo. Podemos mencionar algunos aspectos físicos: como la temperatura, el tiempo de iluminación artificial deseada para el remplazo de la radiación solar, la humedad relativa en el entorno interno del invernadero y la humedad del sustrato donde se cultiva.

Por otro lado, un estudio Al-Hadithi *et al* (2016) sobre el desarrollo hardware y software de un sistema de iluminación artificial para cultivos protegidos. En donde básicamente, el sistema está formado por lámparas , circuitos de control de potencia y un sensor de intensidad lumínica, que junto al software, permiten llevar a cabo el control sobre la cantidad de energía irradiada durante todo el proceso de cultivo teniendo en consideración la forma en que esta energía se

distribuye en cada fotoperiodo. En donde, finalmente, se analizan los resultados experimentales obtenidos en diversas pruebas realizadas haciendo uso de ambos algoritmos de control comparando los beneficios e inconvenientes de cada controlador.

Según indica estudios recientes, con la luces LED, afirma que existen ciertas ventajas en el uso de la tecnología LED:

- ❖ Menos consumo energético. -que se refleja en la factura de la luz, al consumir hasta un 85% menos que la iluminación tradicional.
- ❖ Larga durabilidad. -este tipo de lámparas ofrecen entre 35.000 y 50.000 horas de funcionamiento, contrastando con las 1.000 horas de las bombillas incandescentes, ahorrando en el reemplazo de las mismas.
- ❖ Menor contaminación lumínica. -debido a la direccionalidad de los dispositivos led, la luz que emiten no se esparce en todas las direcciones, por lo que su exposición al cielo es menor.
- ❖ Menos contaminantes. -al no funcionar ni con mercurio ni con tungsteno, lo convierten en un producto más seguro y menos contaminante. Las luces led no emiten radiación infrarroja ni ultravioleta y producen menos CO<sub>2</sub>, por lo que su uso se convierte en un beneficio para la preservación del medio ambiente.
- ❖ Mayor resistencia. -a los cambios térmicos, la humedad, las vibraciones, los golpes accidentales y a las oscilaciones en el flujo de electricidad de un hogar. Lo que hace que las luces no se quemen con facilidad, por lo tanto, no habrá filamentos rotos por un mínimo golpe que se pueda producir.-Encendido instantáneo. -las bombillas LED no tardan en encenderse una vez que se acciona el interruptor, no provocan parpadeos y al instante dan la máxima potencia de luz.-Gran variedad de diseños y colores. -en el mercado se puede encontrar versatilidad en sus diferentes formatos: como luces decorativas,

reflectores, luces interiores; sin que se tenga que adaptar o cambiar las instalaciones eléctricas de las viviendas para utilizar luces LED, ajustándose a los gustos y necesidades de los consumidores.

Un reciente estudio, realizado por Hernández (2018) en el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), hace referencia sobre la evolución de las fuentes de luz artificial: de la antorcha al led, hace hincapié que se vive en una etapa de las revoluciones tecnológicas más importantes del siglo XXI, la de la iluminación artificial. Es el resultado de varias décadas de investigación científica que ha venido sumando esfuerzos a nivel internacional. Por otra parte, resaltan las invenciones y descubrimientos más significativos en el desarrollo y evolución de las fuentes de luz artificial. En el mismo tenor, Santomé (2018), señala la “Importancia de la historia de la iluminación en la Ciudad de México”, rescata las vicisitudes de la implementación de las tecnologías de alumbrado público en la capital mexicana, poniendo en primer plano el papel de las políticas públicas en la adopción de los avances tecnológicos más eficientes. Continuando en la misma área de estudio, Saldaña (2018), habla sobre la “Normalización de la eficiencia energética en iluminación”, ahonda en el papel de las políticas públicas ya no solo en la adopción de nuevas tecnologías, sino también en la definición de estándares mínimos de calidad, eficiencia energética y seguridad para los usuarios a través de la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX), resaltando el rol vital que juegan las dependencias oficiales en este proceso, como es el caso de las Secretarías de Economía y de Energía, así como la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Mientras el especialista Shelford (2020) enfatiza en la iluminación LED puede mejorar el crecimiento de plantas en invernaderos, se necesitan normas para determinar la intensidad y colores de luz óptima, según la investigación de Rutgers en donde dice que podrían aportar una mejor eficiencia energética de los productos de iluminación hortícolas. En este sentido, Andrade *et al* (2017) comentan que los seres humanos se pueden seguir abasteciendo de los recursos naturales, siempre y

cuando se realice de manera sustentable. Para lo cual, se considera indispensable verificar los esfuerzos científicos para explicar y resolver los problemas ambientales mediante un análisis sociedad-naturaleza.

## DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Las actividades se realizaron durante mes de Junio-Diciembre 2021, con una estancia en la empresa **ISB Sola Basic**, y estará siendo uso de sus lámparas LED proporcionadas por la misma, bajo un invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Campus Saltillo, Coahuila.

### **Información general de la empresa**

**ISB Sola Basic** es una empresa fundada 1955 teniendo como objetivo dos importantes propósito: calidad y vanguardia tecnológica. Con capital, tecnología y accionistas 100% mexicanos. Empresa comprometida en el diseño, fabricación y distribución de productos de reguladores de voltaje, sistema de energía interrumpida, balastros, controladores, iluminación LED arquitectónica, comercial y pública. Fuente de trabajo para más de 2 mil empleados altamente competentes y comprometidos.

Diseña todos los productos que comercializa como política constitucional por más de 60 años Industrias Sola Basic ha iluminado gran parte de del territorio mexicano.

Cuenta con certificaciones como ISO-9001 que incluyen los procesos de Diseño, Producción, Comercialización y Servicio.

Tiene 1 matriz en la Ciudad de México y 9 sucursales en el interior de la Republica instaladas estratégicamente asegurando la cobertura nacional en el mercado como son: Ciudad de México, Culiacán, Chihuahua, Mérida, Yucatán, Hermosillo, Monterrey, Querétaro y Veracruz. Al igual que oficinas de venta en almacenes de Canadá y Estados Unidos.

Ha estado involucrado en grande proyectos de alumbrado público del país como la Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara entre otro.

Actualmente ISB se ha mantenido actualizado con desarrollo tecnológico, incrementando el número de productos disponibles, con tecnologías innovadoras, competitivas y de alta calidad.<sup>9</sup>

Se pretende buscó información sobre del uso de un sistema de fuente de energía de iluminación (LED) en Agricultura Sustentable. Asi como la información brindada por parte de la empresa para sustentar más el conocimiento del uso de las lámparas LED. Ya que en la actualidad se ha generado diversas situaciones que en donde el uso indebido de fuentes de energías hacia el medio ambiente causan daños y desequilibrio en el mundo actual. En donde hay impacto económico, social y ambiental.

Proyecto en el que se busca optimizar los beneficios al utilizar lámparas LED en un invernadero. ,

Con ayuda de la información brindada por parte de la industria Sola Basic se realizó un análisis FODA con el objetivo de formar una imagen general actual se exponen algunas características internas (fortalezas y debilidades) y externas (oportunidades y amenazas).

---

<sup>9</sup> <https://www.isbmex.com/articulo.php?post=38>

Cuadro 2. Análisis DAFO.

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevas áreas de investigación</li> <li>• Mayor control ambiental</li> <li>• Menor gasto de costo de luz               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor costo para mantenimiento</li> </ul> </li> <li>• Líderes alumbrado publico</li> <li>• 66 años en el mercado.</li> <li>• Fabricación en México</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en un proyecto de adquisición de lámparas LED</li> <li>• Aumento de prestigio de los organismos e instituciones involucradas</li> <li>• Proyecto innovador e único en la Universidad.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Poca experiencia en campo</li> <li>➤ Mayor gasto en mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ A un futuro, otras empresas y/o Universidades con el mismo servicio.</li> </ul>

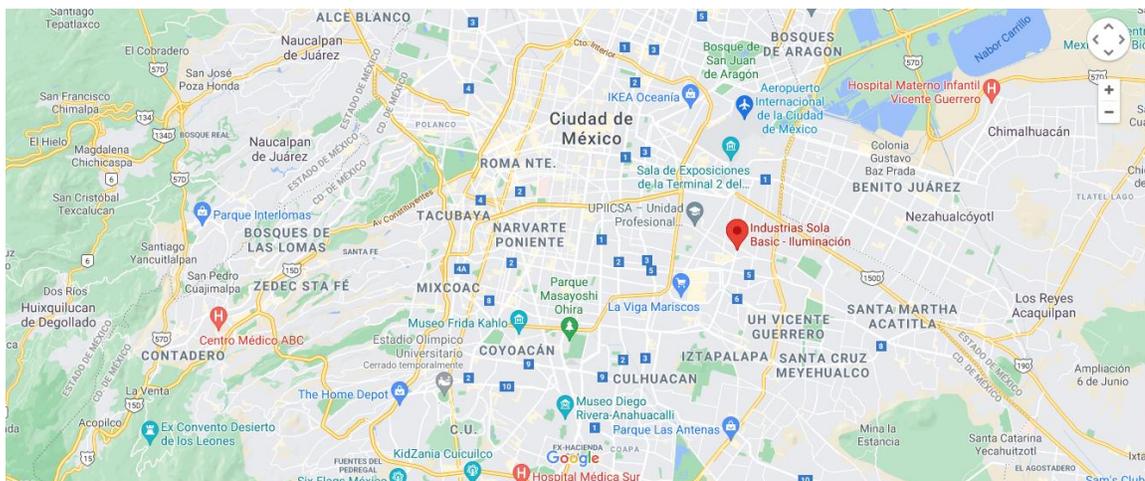
Elaboración propia.

Referente a los aspectos económicos posee gran ventaja de lanzamientos de sus productos hacia el mercado. Puesto que ellos mismos elaboran sus productos que cumplen con todas las características que un cliente necesita.

### **Ubicación del experimento**

Se realizó un estudio de planta central en un invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el municipio de Saltillo, Coahuila.

También se realizó una visita en la empresa con la siguiente localización: Calz Javier Rojo Gómez 510, Col. Leyes de Reforma, CP. 09310, Iztapalapa, Ciudad de México. Tel. 55 58042020.



## Procedimiento

Para el caso de este estudio, se inició con una extensa revisión y análisis del uso de iluminación artificial (LED) con enfoque hacia el desarrollo en la agricultura sustentable. Proyecto en el que se busca optimizar los beneficios al utilizar lámparas LED en un invernadero.

Es por ello que surge la idea de realizar una estancia referente a este estudio, para conocer y esclarecer más el trabajo de investigación. Y así poder plantear algún modelo de resolución para integrar estos componentes que se apegan a este estudio.

Por otra parte, conocer estas áreas es de vital importancia para el estudio, ya que son pruebas importantes que deben tener los productos que se generen en dicha industria.

**Electrotécnica:** aquí se aplican pruebas eléctricas y de seguridad, desempeño y eficiencia de balastos, led, iluminarias, controladores, etc.

**Laboratorio de fotometría:** realizan esta mediante un fotogoniómetro de tipo C con foto celda con curva CIE y espejo móvil que gira a 180°C y el cabezal de 0

a 180 horizontales, con una distancia de prueba de 10m, obteniendo resultados normalizados y con gran exactitud.

**Laboratorio con pruebas ambientales:** Se realizan las pruebas en base a la norma Oficial Mexicana (NOM-064 y la norma mexicana NMX-J-307-ANCE, donde hay una variedad de equipo de prueba mecánica como:

Lluvia , evalúa la hermeticidad al agua en luminarias para uso exterior.

Vibración, evalúa las especificaciones en condiciones causadas por el viento y tráfico vehicular.

La gran mayoría de las empresas de hoy en día que se dedican a operar en estas áreas su principal prioridad es el de uso eficiente de energía eléctrica, como la FIDE, que ayuda a las empresas a consumir menos energía sin sacrificar el desempeño de sus procesos, ya que son técnicamente viables y económicamente rentables con inversiones pagadas con ahorros generados y plazos de recuperación del financiamiento máximo en 3 años.<sup>10</sup>

En esta misma revista FIDE, hace hincapié que los LEDS serán fuente de iluminación artificial predominante en casas, oficinas, empresas, edificios, industrias, iluminación pública, automotriz, horticultura y en todo aquello que se requiera luz artificial ya se en corto y largo plazo.

---

<sup>10</sup> FIDE. Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica.

## RESULTADOS

Se amplió los conocimientos mediante las pruebas ISB, siendo uno de los laboratorios completos y reconocidos del país. Básicamente para poder conocer más a fondo el desempeño y funcionamiento de los productos diseñados en la empresa de Industrias Sola Basic, ya que cuenta con infraestructura, equipos, instrumentos y personal eficaz y eficiente en cada una de sus áreas ya sea Electrotécnica, mecánica, ambiental y fotométricas.

Es por ello que es de vital importancia tener acceso a estas variables ya que determinaran los resultados de su viabilidad a grandes rasgos.

- ❖ Inversión y otros costos
- ❖ Inversión inicial
- ❖ Costes anuales derivados de la implantación de la tecnología
- ❖ Mantenimiento y reposición
- ❖ Costos de personal:
- ❖ (encargado, ayudante, becario)
- ❖ Total costos personal
- ❖ Suministro de materiales y plantas
- ❖ Gastos administrativos y varios
- ❖ Coste de energía

El costo de la iluminación a grandes rasgos, se considera el costo de la fuente de luz artificial, la instalación, los costos de mantenimiento y su consumo de electricidad, después de un cierto periodo, por ejemplo de 12 meses de uso, el mayor costo lo representará el consumo de energía eléctrica, mucho más alto para las lámparas incandescentes. Por lo tanto, las lámparas Led representan actualmente el medio más económico y versátil de iluminación artificial.

Posee gran ventaja de lanzamientos de sus productos hacia el mercado. Puesto que ellos mismos elaboran sus productos que cumplen con todas las características que un cliente necesita.

El consumo eléctrico de las Leds de uso doméstico, con las tarifas especificadas y con aportación gubernamental, ya que a mayor consumo de kWh menor aportación gubernamental. En donde se tienen, Inversionistas, Entidades financieras, Fondos de inversión especializadas ya sea público o privado.

- ❖ Se conoció la parte de Importante describir proceso de producción.
  - Área de manufactura de materiales
  - Proceso de producción de lámparas led (desde uso de materia prima hasta el producto final).
  - Laboratorios de pruebas de Óptica en donde abarca el tipo de enfoque de luz, y la cantidad de lúmenes en lámparas.  
Área química: (Laboratorios, material de prueba) Desechos: desecho de cobre, estaño y otros materiales que sean residuos
- ❖ Uso de materiales disponibles, adecuación a las necesidades del cliente.



## CONCLUSIONES

Como estudiante de la Especialidad en Manejo Sustentable de Recursos Naturales de Zonas Áridas y Semiáridas, la estancia fue satisfactoria, al obtener información sobre la elaboración y funcionamiento de las lámparas LED, asimismo la importancia que conlleva tener un producto terminado para un fin común.

La empresa SOLA BASIC cuenta con las herramientas necesarias para desarrollar trabajos y/o actividades asignadas, ya que cuenta con diferentes áreas que respaldan un producto terminado bien calificado, equipado, redes manejables, para organizaciones, universidades, empresas de sector público y privado.

Las lámparas LED's de la empresa SOLA BASIC presentan ciertas ventajas sobre las que hay en el mercado, ya que tiene mayor vida útil, variabilidad de mayor flujo luminoso, emisiones lumínicas y consumo de energía menor. Este aspecto es de vital importancia ya que actualmente la generación de energía eléctrica se logra reducir su consumo total se mitigaría notablemente esta problemática energética.

Finalmente considerando los aspectos anteriores, se evalúan los modelos a tomar en cuenta todos los aspectos expuestos anteriormente, considerando las ventajas y desventajas, de la mano con el cuidado del medio ambiente, de las personas y el uso eficiente de la energía.

### **Definiciones básicas y glosario de términos**

**Atenuación:** El termino atenuación se refiere a cambios en la amplitud de ondas, en donde para atenuar un LED, el controlador debe reducir la corriente promedio.

**Incandescentes:** Adquiere color rojo o blanco a causa de haber sido sometido a altas temperaturas.

**LFC:** Lámparas fluorescentes compactas y lámparas LED.

**LED:** Diodo emisor de luz empleado en computadoras, paneles numéricos entre otros.

## REFERENCIAS

- Al-Hadithi B M, Cecilia E. García C CE, Raquel Cedazo L R , Loor L C. 2016. Desarrollo de un Sistema de Iluminación Artificial Inteligente para Cultivos Protegidos. Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial. 421–429. Madrid, España.
- Mitchell C A., Gómez C D., Lopez R., Burr JF., Hernández R., Kubota, Currey C J, Meng Q R, 2015. Diodos emisores de luz en horticultura. Hortico. Rev., 43, 1–87.
- Hogewoing S. W., Wientjes E., Douwstra P., Trouwbort G., Van Leperen W., Croce R., y Harbinson J. 2012. Photosynthetic quantum yield dynamics: from photosystems to leaves. The plant Cell. 24(5), 1921-1935.
- Olalla C .2018. Análisis de Costo-Beneficio de Iluminación LED Residencial. Revista INSTA Magazine I+D. 1 (1).
- Chang C L., Hong G F., y Li Y L.2014. A supplementary lighting and regulatory scheme using a multiwavelength light emitting diode module for greenhouse application. Lighting Research and Technology. 46(5), 548-566.
- Kong Y., Nemali A., Mitchell C., Nemali K. 2019. La calidad espectral de la luz puede afectar el consumo de energía eficiencia en el uso de energía de la iluminación eléctrica en el cultivo de lechuga en interiores. Hortscience.
- Guevara S, Alejandro E, & Lara P, J A. (2015). Mitigación del cambio climático a través de un alumbrado público eficiente en México: superando

los retos políticos en aras de la eficiencia económica y el equilibrio ambiental. *Acta universitaria*, 25(1), 43-55.

Higuchi Y and Hisamatsu T (2016). Light acts as a signal for regulation of growth and development. (cap. 5, pp. 57-73). En: Kozai, T.; K. Fujiwara and E. Runkle. (Ed.). *LED lighting for urban agriculture*. Singapore: Springer. 454p.

Hernández J C, Pinto A D, González J A, Pérez-García N A, Torres J M y Rengel J E. 2017. Nuevas Estrategias para un Plan de Uso Eficiente de la Energía Eléctrica Ciencia, Docencia y Tecnología, Universidad Nacional de Entre Ríos Concepción del Uruguay, Argentina. vol. 28, núm. 54. pp. 75-99.

Emerson R. 1957. Dependencia del rendimiento de la fotosíntesis en rojo de onda larga en la longitud de onda y la intensidad de luz suplementaria. *Science*. 125-746.

Espinal C J A Y Del Castillo G C R. 2018. Uso de las luces LED en la producción agrícola. *Revista Estudiantil AGRO – VET*. 2(2):273-176. ISSN: 2523-2037. 273.

Shelford T. 2020. Universidad de Comell, Claude Wallace. revista *Acta Horticulturae*.

Wang, Shoubing. 2012. "An Intelligent Controlling System for LED Plant Supplemental Lighting Greenhouse." *Photonics and Optoelectronics (SOPO), Symposium on*. Shanghai: explorer. 1 – 3.

- Serrano-Tierz, Ana, & Martínez-Iturbe, Abelardo, & Guardon-Muñoz, Oscar, & Santolaya-Sáenz, José Luis (2015). Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de caso. *Dyna*, 82(191), 231-239.
- Santomé C. 2018. Importancia de la historia de la iluminación en la Ciudad de México. *Revista del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica*. Año 5. No. 20 Edición Especial de Iluminación. p 22.
- Samuolienė G, Brazaitytė A, y Vaštakaitė V. 2017. Chapter 8 Light-Emitting Diodes (LEDs) for Improved Nutritional Quality Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry, Institute of Horticulture, Kaunas str. Babtai, Kaunas distr., Lithuania . 30, 54333.
- Saldaña P Y. 2018. Normalización de la eficiencia energética en iluminación. *Revista del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica*. Año 5. No. 20 Edición Especial de Iluminación. p 30.
- Rodoni L M y Hasperué J H. 2020. Uso de radiación visible y UV generada con diodos emisores de luz (LEDs) para retrasar la senescencia y reducir las pérdidas poscosecha de hortalizas. *Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA)*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. *Investigación Joy*. Vol. 7 (2).
- Nelson J Y y Bughee B. 2014. Análisis académico de la iluminación de invernaderos: diodos emisores de la luz frente a alta presión accesorios de sodio. *PLoS One*. 9(6).

- Ouzounis T. 2014. (Doctoral dissertation, SDUSDU, Det Tekniske FakultetFaculty of Engineering, Institut for Kemi-,Bio-og Miljøtek. Spectral effects of light-emitting diodes on photosynthetic characteristics and secondary metabolism in greenhouse plants.
- Morrow R C. 2008. LED lighting in horticulture. *HorScience*. 43(7), 1947-1950.
- Morrow R C y Tibbits T W. 1988. Evidence for involvement of phytochrome in tumor development on plants. *Plant physiology*. 88(4), 1110-1114.
- Castresana, J, & Puhl, L. (2017). Estudio comparativo de diferentes trampas de luz (LEDs) con energía solar para la captura masiva de adultos polilla del tomate *Tuta absoluta* en invernaderos de tomate en la Provincia de Entre Ríos, Argentina. *Idesia (Arica)*, 35(4), 87-95.
- Paniagua-Pardo G, Hernández-Aguilar C, Rico-Martínez F, Domínguez-Pacheco F A, Martínez-Ortiz E, y Martínez-González C L. 2015. Effect of High Intensity LED Light on the Germination and Growth of Broccoli Seedlings (*Brassica oleracea* L.) Instituto Politécnico Nacional, SEPI-ESIME "Zacatenco", Unidad Profesional Adolfo López Mateos, col. Lindavista, México, DF, CP 07738. Núm. 40: 199-212.
- Paucek I, Appolloni E, Pennisi G, Quaini S, Gianquinto G and Orsini F. 2020. LED Lighting Systems for Horticulture: Business Growth and Global Distribution. *Revista Sustainability*. 10, 1002.
- Campo, E. M. Ventajas de la iluminación LED en invernaderos. Recuperado de: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias>

/Noticias/2013/10/04/Lasventajas-de-la-iluminacion-LED-en-los-invernaderos.aspx

[http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6353/sener11\\_C/sener11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6353/sener11_C/sener11_C.html)

Bourget CM. 2008. Introduccion a los LED. Hortsciencie 43, 1944e1946.

Campo, E. M.2015. Ventajas de la iluminación LED en invernaderos. Recuperado de: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2013/10/04/Las-ventajas-de-la-iluminacion-LED-en-los-invernaderos.aspx>.

Ramos & Ramirez, E. 2016. Desarrollo de un sistema de iluminación artificial LED para cultivos en interiores - vertical farmings (VF). Colombia.

Kozai T, Fujiwara K, Runkle E S, Eds; Springer: Singapur, 2016. Desarrollos recientes en iluminación de plantas. En Iluminación LED para Agricultura Urbana; Pp. 233-236.

Andrade A G, Zepeda A J A Y González P J M. 2017.Origen y Evolución del Concepto de Desarrollo Sustentable. Realidad Económica. Pp. 35.

Fletes-Camacho N G, Paredes-Vázquez C y Vaca-Rosas J. 2017. Diseño e implementación de un prototipo de automatización y control sustentable para invernadero. Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas. Revista de Prototipos Tecnológicos. Vol.3 No.10 1-10.

Tanco F P, Pompilla C N y Fredi Angulo S F. 2018. Biophysical and economic evaluation of energy saving in lighting using LED technology. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa Perú. VÉRITAS Vol. 18(1).

Rojas M. 2018. Historia del LED. <https://www.iluminet.com/historia-del-led/>.

Bures S, Urrestarazu G M y Kotiranta S. 2018. Iluminación artificial en agricultura. 2018. Artículo técnico. Cultivo/Tecnología.

López T S.2020. Revista de iluminet. Salud y Biología.Disponible en: <https://www.iluminet.com/normativa-para-leds-en-horticultura/>

FIDE. [Fideicomiso de la Energía Eléctrica.2018. Revista para el Fideicomiso de la Energía Eléctrica. No.20.](#)