

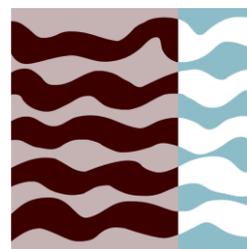
# Prácticas de Fisiología Vegetal

Efectos morfogénéticos durante las primeras etapas del desarrollo vegetativo y ensayo de viabilidad de semillas

Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y jardinería



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



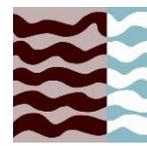
**ETSia**  
Cartagena

M<sup>a</sup> Albadalejo Olivo

Mariela Chaca Obregón

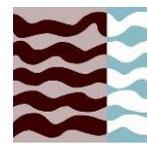
Jorge Cerezo Martínez

M<sup>a</sup> del Mar Galindo Galindo



## Índice

1. Resumen.....	Pág. 3
2. Introducción.....	Pág. 4-5
3. Materiales y metodología	
3.1. Metodología.....	Pág. 6
3.2. Materiales.....	Pág. 7
3.2.1. Material vegetal.....	Pág. 7
3.2.2. Materiales de laboratorio.....	Pág. 7
4. Resultados	
4.1. Cálculo del peso fresco y peso seco de la semilla.....	Pág. 8
4.2. Comparativas en gramos.....	Pág. 8-9
4.2.1. Componentes de la planta.....	Pág. 8
4.3. Comparativas en centímetros.....	Pág. 9
5. Conclusión y discusión.....	Pág. 10-12
6. Referencias y bibliografía.....	Pág. 12

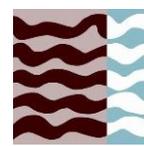


## 1. Resumen:

Es posible relacionar la morfología de una planta con la cantidad de radiación solar que sobre ella incide. Existen fotorreceptores capaces de captar luz, y crear una respuesta en la planta. Con esta práctica se ha querido visualizar un análisis morfológico de la planta sobre aquellos efectos morfogénicos que puede provocar la luz o la ausencia de esta durante el desarrollo vegetativo primario. Y a partir de ahí, ver como una planta se puede defender con su propio mecanismo en ambas condiciones.

### Abstract

It is possible to relate the morphology of a plant with the quantity of solar radiation than fall upon it. There photoreceptors able to capture light and create a response in the plant. This practice has wanted to display a morphological analysis of plant morphogenic effects on those that can cause light or absence of the primary during vegetative growth. And from there, see how a plant can defend its own mechanism in both conditions.



## 2. Introducción

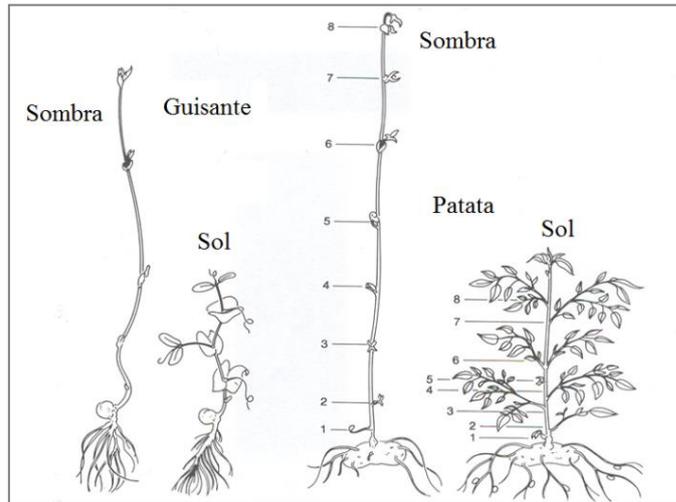


La luz solar es la fuente de energía de la biosfera y esta representa la fuente primaria de energía para la vida sobre la Tierra. La biosfera en la que vivimos es un sistema cerrado y en equilibrio dinámico constante desde el punto de vista termodinámico. Ser un sistema cerrado significa que no intercambia materia con el exterior, pero sí recibe energía. Esta energía "extraterrestre" es esencial para la dinámica tanto geológica como biológica de este planeta, que alberga algo tan genuino como la vida. El Sol es el astro del que recibimos prácticamente la totalidad de esa energía "extraterrestre".

Se puede comprobar la energía solar comparándola con luz artificial. Por ejemplo, un día de sol proporciona al aire libre unos  $2000\mu\text{mol}$  de fotones de luz por metro cuadrado por segundo ( $2000\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ; en potencia, unos  $1000\text{W m}^{-2}$ ). Por contraste, una lámpara de una bombilla 100 vatios situada a un metro de una cuadrado del suelo nos proporciona unos  $20\mu\text{mol}$  de fotones por segundo ( $20\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ; en potencia, unos  $10\text{W m}^{-2}$ ). Es decir, la distancia hasta el Sol es de muchos miles de millones de metros, pero su luz es 100 veces más intensa que la de la lámpara.

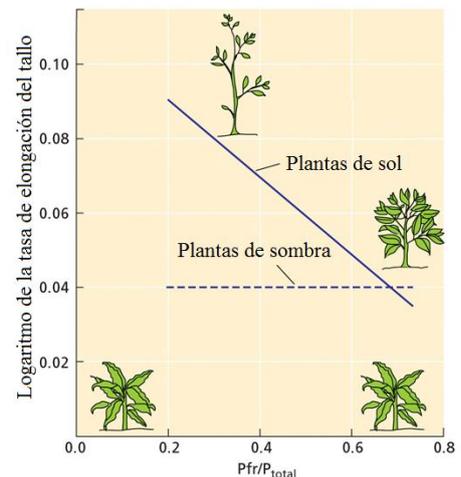
La energía radiante solar que alcanza nuestro planeta es enorme. Esta energía radiante solar que alcanza nuestro planeta es enorme. Esta energía es considerada una constante (llamada constante solar), y se suele expresar como energía recibida por unidad de tiempo y por unidad de área perpendicular a la radiación. Se calcula que la energía total que llega a la superficie de la Tierra en un día (8 horas de radiación en toda su superficie) equivale a la energía contenida en 300.000 millones de toneladas de carbón, es decir, unos 100.000.000 millones en un año. El consumo energético mundial equivale a unos 10.000 millones de toneladas de carbón, es decir, es inferior en cuatro órdenes de magnitud ( $10^4$ ) a la energía que nos llega el Sol.

La luz puede afectar al crecimiento y desarrollo de las plantas como fuente de energía mediante la fotosíntesis, como fuente de calor y como fuente de información. La cantidad de luz (fotones) que incide sobre las plantas en unidad de tiempo y superficie (irradiancia), su composición espectral, la dirección en que incide y su duración diaria (fotoperíodo) son aspectos del ambiente luminoso que cambian en condiciones naturales y proporcionan información sobre una serie de condiciones (época del año, presencia de plantas vecinas, etc.).

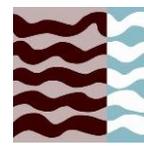


Las plantas poseen fotorreceptores que les permiten utilizar dicha información. Estas moléculas cambian su estado en función del ambiente luminoso y, como consecuencia de ello, modulan distintos aspectos del crecimiento y el desarrollo. A modo de ejemplo, cuando una plántula crece por debajo de la superficie del suelo, no recibe luz.

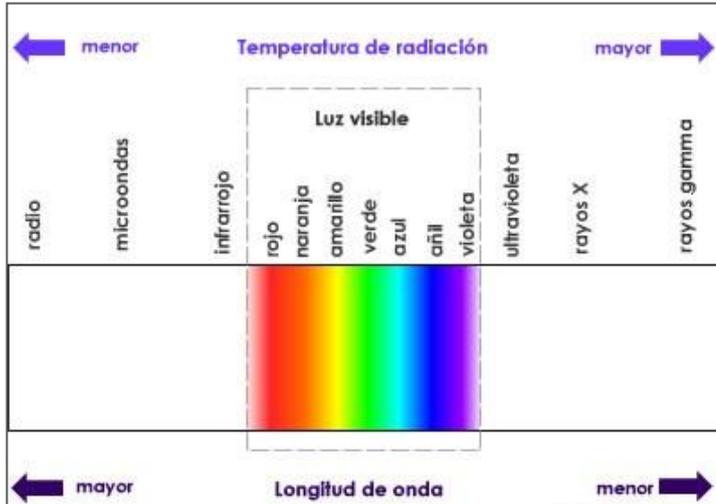
Al emerger, recibe los primeros fotones y, gracias a la acción de los fotorreceptores, la planta puede percibir el cambio en el ambiente luminoso y modificar su morfología en un sentido aparentemente ventajoso desde el punto de vista su adaptación. En las plantas mutantes que son muy deficientes en uno de los fotorreceptores normalmente activos, la respuesta fotomorfológica puede ser significativamente menor que la normal.



En sentido estricto, la fotomorfolénesis se define como los efectos de la información proporcionada por los cambios o en la composición de la luz. Los efectos de la información suministrada por la dirección o por el fotoperíodo se denominan fototrópicos y fotoperiódicos, respectivamente.

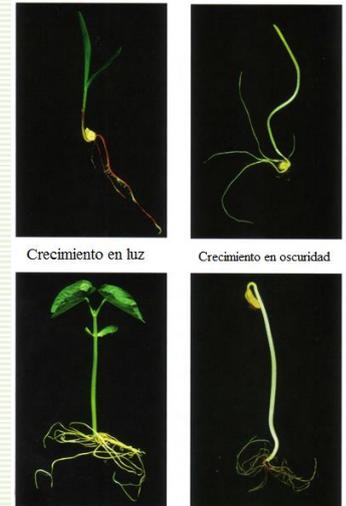


La absorción de cuantos de luz es un prerequisite en las reacciones fotoquímicas y, por consiguiente, en las reacciones fotobiológicas. El “cuerpo negro” es ideal, pues absorbe todas las longitudes de onda, mientras que los “absorbentes reales” absorben algunas longitudes de onda y son transparentes o reflejan otras. Esta absorción diferencial permite que se vean coloreados, y por eso reciben el nombre de cromóforos (“que portan color”).



Los fotorreceptores son moléculas proteicas con capacidad para absorber luz gracias a que poseen uno o más cromóforos. En las plantas se han identificado varias familias de fotorreceptores:

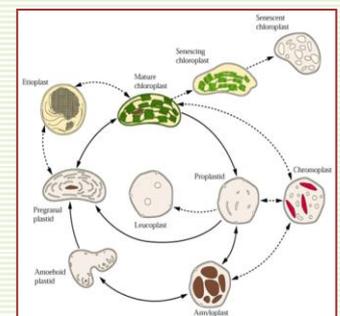
- **Los fitocromos:** Son fotorreceptores de luz roja (600 – 700nm) y luz roja lejana (700 – 800nm) cuyo cromóforo es un tetrapirrol de cadena lineal.
- **Los criptocromos:** Son fotorreceptores de luz azul (400 – 500nm) y ultravioleta A (320 – 400nm) que tienen dos cromóforos, una flavina adenina dinucleótido y una pterina.
- **Las fototropinas:** Son otro grupo de fotorreceptores de luz azul y UV-A. Portan dos flavinas mononucleótidas como cromóforos y son muy importantes en el control de las respuestas fototrópicas, a regulación del movimiento de las células oclusivas de los estomas por la luz azul y el movimiento de los cloroplastos con respecto a la dirección de incidencia. Sin embargo, su papel en la fotosíntesis es menor.
- **Fotorreceptores de ultravioleta B:** Es de los fotorreceptores menos estudiado y ciertos experimentos sugieren su existencia, capta la luz en el rango de 280 – 320nm. Por el momento se desconoce la naturaleza de dichos fotorreceptores, si bien se han propuesto varios candidatos pero de todos los más probables parecen ser flavinas o pterinas reducidas asociadas a proteínas.

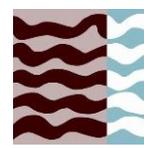


## La desetiación

Este proceso define los cambios entre el patrón de crecimiento y el desarrollo de las plantas cultivadas siempre en oscuridad (escotomorfogénesis) y el patrón característico de las plantas cultivadas con luz (fotomorfogénesis).

La exposición a la luz desencadena una serie de cambios morfológicos y moleculares. En dicotiledóneas, el tallo inhibe su crecimiento y los cotiledones se separan y expanden. También se inicia la síntesis de la clorofila, se organiza el aparato fotosintético y se sintetizan pigmentos antocianos. Estos cambios son el resultado de la acción. Estos cambios son el resultado tanto de la acción de los fitocromos como de la de los criptocromos. Una gran cantidad de genes incrementa su expresión debido a una mayor tasa de transcripción y, en algunos casos, debido también a los cambios postranscripción. Los niveles de mRNA de la enzima rubisco, los de las proteínas que unen moléculas de clorofila a y b a las membranas de los tilacoides de los cloroplastos, los de la enzima nitrato Reductasa, y otros, se ven marcadamente incrementados.





### 3. Materiales y metodología

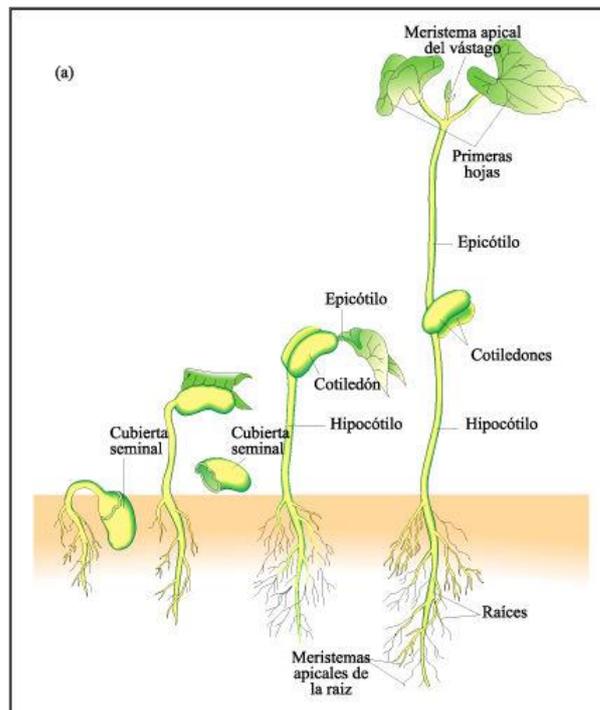
#### 3.1. Metodología

El procedimiento que hemos llevado a cabo lo hemos realizado en el laboratorio, tratando de ser precisos y coherentes a la hora de tomar los datos para poder obtener unas conclusiones experimentales que sean óptimas para un proyecto biológico.

En primer lugar, obtuvimos dos altramuces por persona, uno de ellos había sido plantado anteriormente en un cultivo de vermiculita estéril expuesto a la luz y el otro expuesto a la oscuridad, procedimos a pesar ambas plántulas en la balanza, y así obtener su peso fresco.

A continuación, cortamos las plántulas separando sus diferentes órganos con la ayuda de un bisturí, obteniendo la raíz, el hipocotilo, los cotiledones, el epicotilo, y, finalmente, las hojas secundarias.

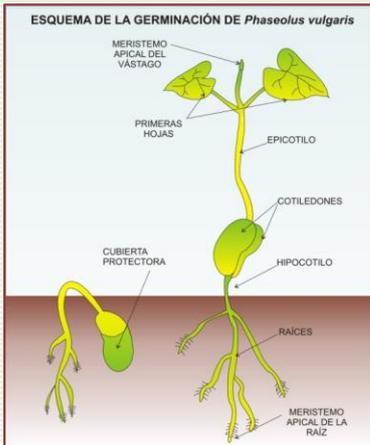
Cada órgano de la plántula lo fuimos pesando en la balanza, tratando de ser lo más precisos posibles, para poder comparar el peso húmedo del seco con una mayor eficacia. Al mismo tiempo medimos también su longitud, en este caso para poder mostrar las diferencias entre la plántula expuesta a la luz y la plántula expuesta a la oscuridad.



Seguidamente, elaboramos cajas con papel de aluminio para colocar cada uno de los órganos en ellas e introducirlas en un horno microondas a unos 70 – 80°C, durante 24 horas, el secado termina cuando los órganos de las plántulas, adoptan al tacto la textura áspera como de papel.

Transcurridas las veinticuatro horas, pesamos de nuevo en la balanza, obteniendo de esta forma el peso seco de cada una de las partes.

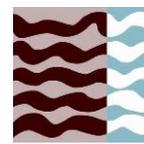
En el apartado de resultados se pueden apreciar las fotografías de las plántulas y sus correspondientes órganos.



#### La planta

Consta de la siguiente composición:

- **Raíz:** Es un órgano generalmente subterráneo y carente de hojas que crece en dirección inversa al tallo y cuyas funciones principales son la fijación de la planta al suelo y la absorción de agua y sales minerales. La raíz del embrión (llamada radícula) es la primera de las partes de la semilla que crece durante la germinación.
- **Hipocotilo:** Es el término botánico usado para referirse a una parte de la planta que germina de una semilla. Cuando se produce la embriogénesis, a medida que el embrión crece durante la germinación, envía un brote (la radícula), que se convertirá en la raíz primaria al penetrar el suelo. Tras la salida de la radícula, el hipocotilo emerge elevando el ápice de la plántula (y normalmente también la envoltura de la semilla) sobre el nivel del suelo
- **Cotiledones:** En botánica, los cotiledones (etimológicamente procedente del griego κοτυληδών, hueco de un corte) son las hojas primordiales constitutivas de la semilla
- **Epicotilo:** En Botánica, el epicotilo es la parte del eje del vástago que, en el embrión, se encuentra situado por encima de la inserción de los cotiledones. En otras palabras, se trata del primer entrenudo de una planta.
- **Hojas secundarias:** Representan la verdadera hoja, tras la caída de los cotiledones que realizan la fotosíntesis de forma auxiliar estas asumirán la mayor parte de la fotosíntesis



## 3.2. Materiales

### 3.2.1 Material vegetal

- Plantas de altramuces (*Lupinus albus*): Es una especie leguminosa de la familia Fabaceae y subfamilia Faboideae. En general, las plantas del género *Lupinus* pueden ser anuales o perennes, de raíces profundas, siendo las principales muy fuertes, hojas digitadas con varios folíolos, inflorescencias terminales muy visibles, vainas comprimidas, de forma oval o cuadrangular, conteniendo pocas semillas.



Estas plantas para la realización de la práctica están crecidas en luz y en oscuridad durante 15-20 días.

### 3.2.2. Material de laboratorio

- Regla

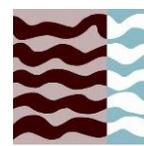


- Balanza: su característica más importante es que poseen muy poca incertidumbre, lo que las hace ideales para utilizarse en mediciones muy precisas.



- Bisturí





## 4. Resultados

### 4.1. Cálculo del peso fresco y peso seco de la semilla

#### Peso fresco de semillas embebidas

7,26 gr      7,66 gr      7,47 gr

#### Peso seco de semillas

3,06 gr      3,12 gr      3,10 gr

#### Peso seco y peso fresco medio de una semilla

##### Peso medio semillas secas

3.09 gr

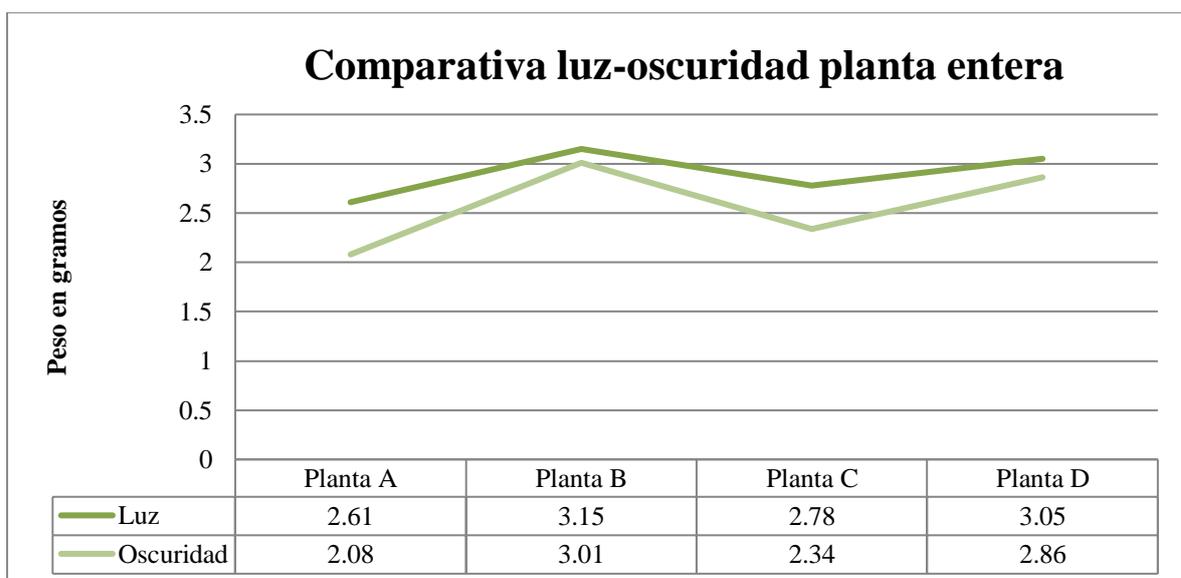
##### Peso medio semillas embebidas

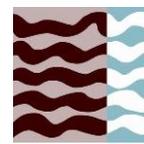
7,463 gr

#### Porcentaje del peso de la semilla en agua

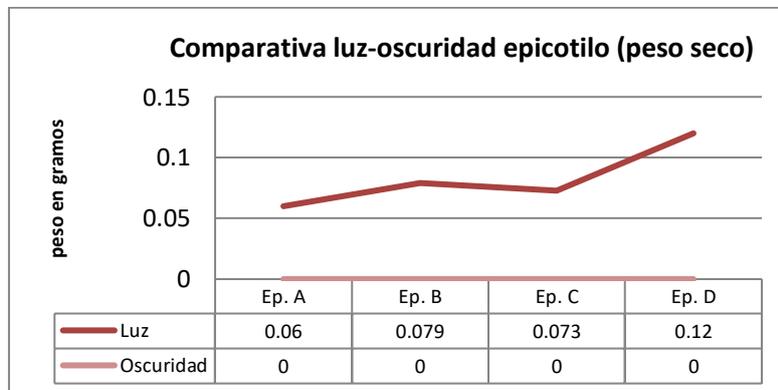
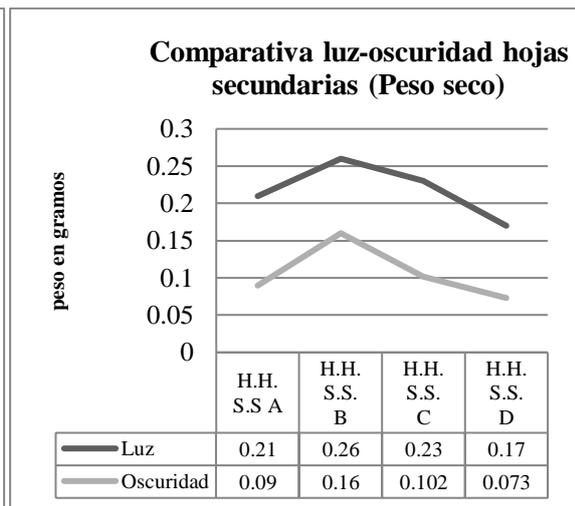
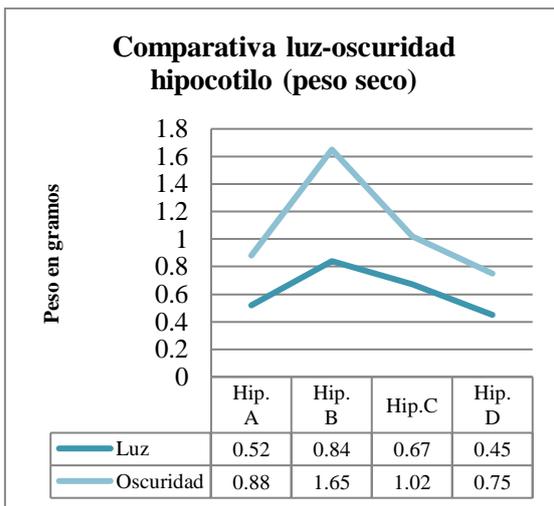
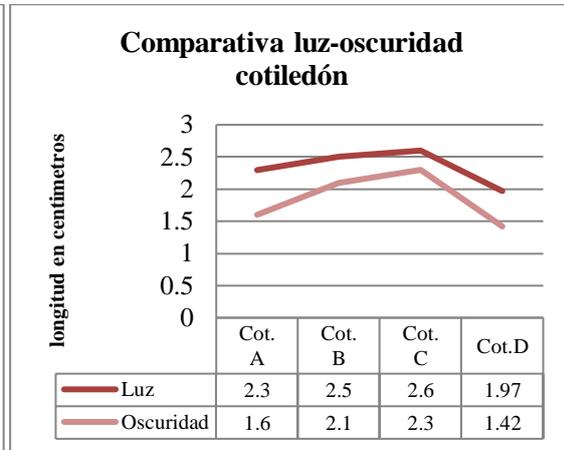
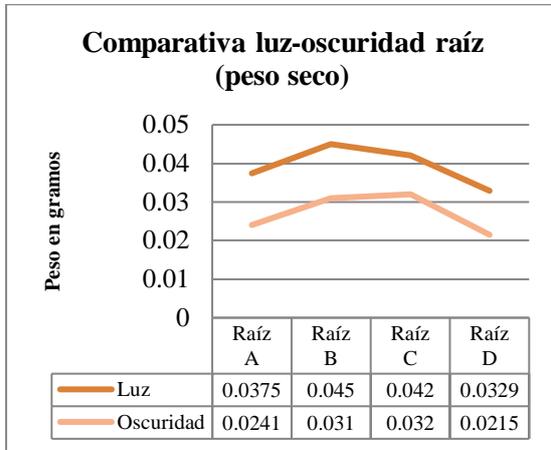
$$\frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \cdot 100 \rightarrow \frac{7,463 - 3,09}{7,463} \cdot 100 = 58,60\%$$

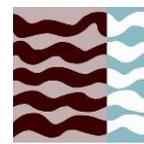
### 4.2. Comparativas en gramos



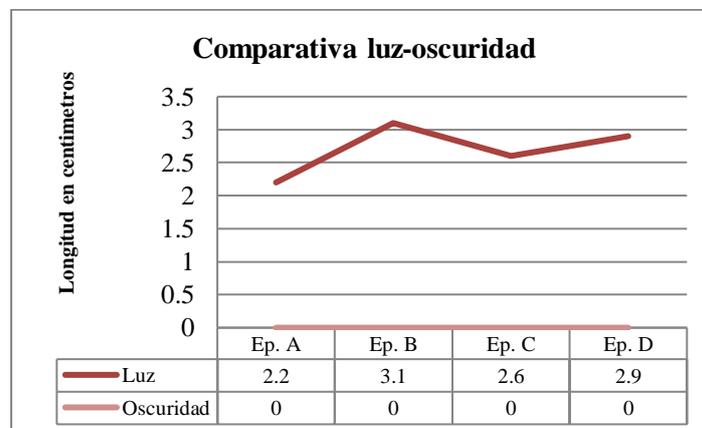
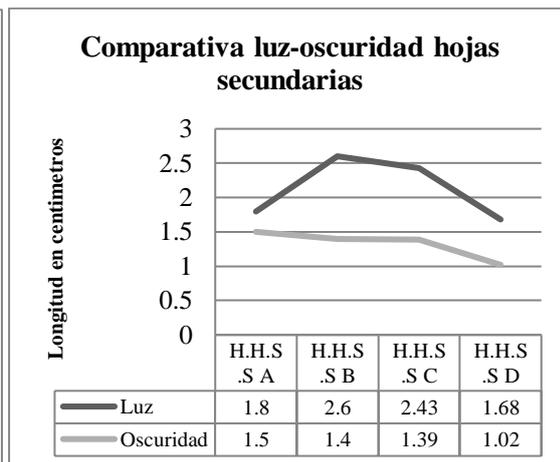
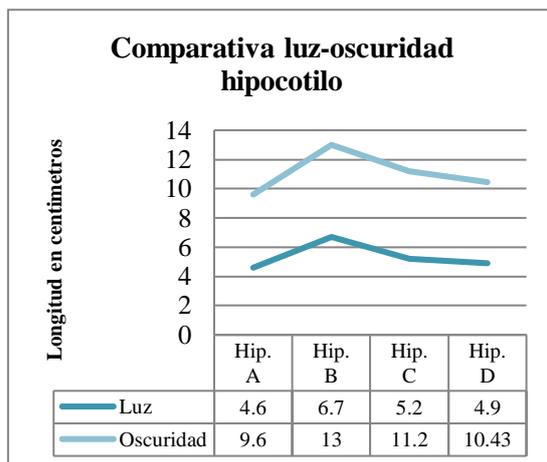
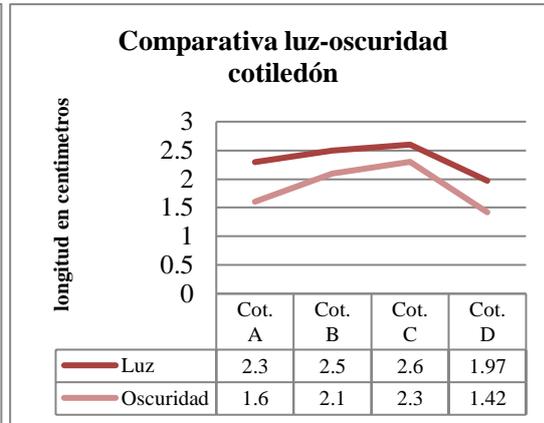
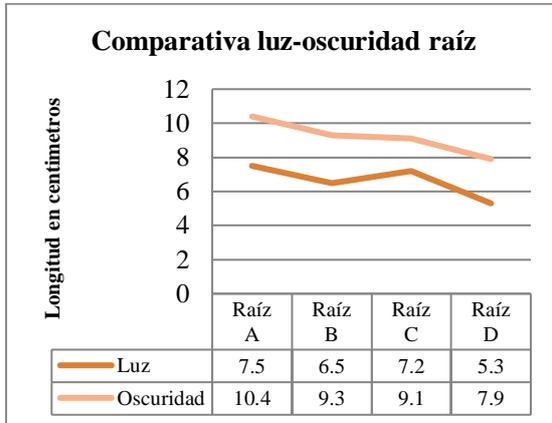


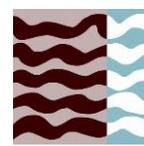
### 4.2.1. Componentes de la planta





### 4.3. Comparativas en centímetros





## 5. Conclusiones y discusión

Como ya se ha comentado anteriormente, la fotomorfogénesis se define como los efectos de la información proporcionada por los cambios en la cantidad o la composición espectral de la luz.

Al desarrollo de las plantas cultivadas en oscuridad se le conoce por escotomorfogénesis, y el patrón característico de las plantas cultivadas con luz, fotomorfogénesis.

En primer lugar nombraremos aquellas diferencias que son evidentes a simple vista y deducibles con ayuda de las mediciones que realizamos en el laboratorio, como son sus diferencias en cuanto a su forma, tamaño y color.

El tamaño se puede relacionar con la diferencia de radiación solar que percibe cada planta, la de oscuridad esta en umbría, para una misma planta a mayor radiación mayor producción de fotosíntesis siempre y cuando no se pase de unos límites.

El crecimiento de la raíz en oscuridad es mayor debido a que va a necesitar captar más nutrientes del suelo porque al no incidir luz sobre esta plántula, no realizará la fotosíntesis y necesita contrarrestar esa carencia de nutrientes que le aportaría la fotosíntesis. En el hipocotilo vemos la misma reacción, en oscuridad es más elongado, debido a que se produce el fenómeno del fototropismo, la planta intenta buscar por todos sus medios posibles la luz. Los cotiledones poseen un mayor tamaño en las plántulas crecidas en luz, y su diferencia más característica es la diferencia de color, en luz son verdes debido a la síntesis de pigmentos como son las clorofilas, y sin embargo en la oscuridad su color es amarillo, por la ausencia de síntesis de estos pigmentos, la diferencia de tamaño es porque son órganos de reserva de proteínas, lípidos y azúcares, y por tanto las plántulas crecidas en luz poseen más nutrientes debido a que realizan la fotosíntesis. En las plantas crecidas en luz podemos apreciar el epicotilo, pero en las plantas crecidas en oscuridad es casi inapreciable. En cuanto a las hojas secundarias son más abundantes en las plántulas crecidas en luz y poseen un color verde por la misma razón que los cotiledones, y en oscuridad hay hojas secundarias pero en menor proporción, y con un color amarillento.

Todas estas diferencias se basan en el proceso conocido por desetiología que se produce en las plantas crecidas en luz, y la etiología en las plantas crecidas en oscuridad.

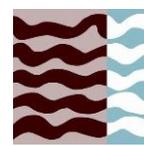
Tanto la síntesis de clorofila como la organización del aparato fotosintético, son cambios debidos al resultado tanto de la acción de los fitocromos como de la de los criptocromos, causan la salida del COP1 del núcleo. Esto permite que los niveles de HY5 aumenten y se produzca la fotomorfogénesis.

La síntesis de clorofila la apreciamos en las diferencias de color, y por tanto podemos también deducir que no se van a producir cloroplastos en aquellas plántulas crecidas en oscuridad.

Otra diferencia que pudimos apreciar al tacto fue que sobre todo el hipocotilo de la plántula crecida en luz era más duro que el de la otra, pudimos deducir que se produce una carencia de síntesis de lignina en plántulas crecidas en oscuridad y por eso les da una estructura más débil y menos endurecida.

Una vez secados los órganos de ambas plántulas podemos observar cómo ha cambiado su textura en ambas plántulas. Su peso disminuye en ambas, pero como es lógico los órganos de la plántula crecida en oscuridad sigue pensando menos que la crecida en luz.

A modo de conclusión, podemos ver como los cambios estructurales que se producen en las plantas van relacionados estrictamente con el fotoperiodo y con los efectos fototrópicos, tratándose así de la activación de unos fotorreceptores que podemos encontrar en las plantas como lo son el fitocromo y los criptocromos.



Luz (Fotomorfogénesis)	Oscuridad (Escotomorfogénesis)
Crecimiento de la raíz	Crecimiento moderado de la raíz
Crecimiento del hipocotilo	Crecimiento moderado del hipocotilo
Mayor tamaño de los cotiledones y poseen color verde	Menor tamaño de los cotiledones y poseen color amarillo
Posee epicotilo	No posee epicotilo
Mayor número de hojas secundarias, poseen color verde	Menor número de hojas secundarias, poseen color amarillo
Organización del aparato fotosintético y realización de la fotosíntesis	No se realiza la fotosíntesis
Mayor síntesis de clorofilas	Menor síntesis de clorofilas
Mayor lignificación de las paredes (apreciable al tacto)	Menor lignificación de las paredes
Tras ser secada pesa más	Tras ser secada sigue pesando menos

## 6. Bibliografía y referencias

### Referencias

- [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema\\_11.htm](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_11.htm)
- <http://botanical.com/botanical/mgmh/1/lupins50.html>
- <http://www.botanical-online.com/partesdelasplantas.htm>

### Bibliografía

- Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide, S.A. – Madrid. Autores: Juan Barceló Coll, Gregorio Nicolás Rodrigo, Bartolomé Sabater García y otros.
- Fundamentos de fisiología vegetal. Mc Graw Hill interamericana Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona. Autores: J. Azcón-Bieto y M. Talón.
- Plant Physiology. Third edition by Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. Version online.
- Plant Physiology. Fifth edition by Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. Version online.