



## CAMBIOS MORFOLÓGICOS INDUCIDOS EN LAS PLANTAS MEDIANTE TRATAMIENTOS LUMINOSOS

Lilia Mexicano Santoyo<sup>a</sup>, Juan Carlos Ramírez-Granados<sup>a</sup>, Blanca E. Gómez-Luna<sup>a</sup>,  
Israel E. Herrera-Díaz<sup>a</sup>, Rafael A. Veloz García<sup>a</sup>, Marija Strojnik<sup>b</sup>, G. Páez<sup>b</sup>, Adriana Mexicano<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías,  
Universidad de Guanajuato, Celaya, Gto., lilia\_lasalle@hotmail.com, jcramrez@ugto.mx,  
bgomezl2000@yahoo.com.mx, enrique\_herrera@att.net.mx, alejandrovloz@hotmail.com,

<sup>b</sup>Centro de Investigaciones en Óptica, A.C., León, Gto. mstrojnikp@aol.com, gpaez@cio.mx

<sup>c</sup> División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria,  
mexicanao@gmail.com

### RESUMEN

Las plantas necesitan nutrientes del suelo y el agua para su desarrollo. También requieren energía solar para realizar muchos procesos vitales. La radiación solar es un factor que repercute en el desarrollo y crecimiento de las plantas durante sus periodos vegetativo y reproductivo. Existe una gran diferencia entre las plantas que crecen en presencia de la luz en comparación con las que crecen en su ausencia o en condiciones de iluminación deficientes. En las plantas, la radiación solar provoca una morfología denominada fotomorfogénica ya que es controlada por fotoreceptores. Con el fin de analizar cómo es afectada la morfología de las plantas durante su desarrollo y crecimiento aplicamos tratamientos luminosos a 80 plantas de tomate en condiciones ambientales normales durante dos meses. Las plantas fueron divididas en cuatro grupos de 20 especímenes y les aplicamos cuatro tratamientos diferentes. Los tratamientos luminosos aplicados fueron: T0 – Control (luz solar), T1 - luz solar y lámpara de 630 nm; T2 - luz solar y lámpara de 470 nm; T3 - luz solar y lámpara de 395 nm. Los resultados mostraron que las plantas iluminadas con radiación solar y de 470 nm tuvieron un área foliar y un diámetro de tallo mayor que con otros tratamientos debido a que esta longitud de onda se encuentra cercana al pico de absorción de la clorofila B. Esto indica que la energía radiante con longitud de onda de 470 nm mejora la tasa fotosintética de las plantas en comparación con los tratamientos T1 y T3. Las plantas irradiadas con una longitud de onda de 630 nm obtuvieron un área foliar y un diámetro de tallo menor en comparación con los tratamientos de T2 y T3 debido a que la absorción es menor en estas bandas, lo cual redujo su tasa fotosintética.

### INTRODUCCIÓN

Todas las plantas necesitan los nutrientes que son tomados del suelo y el agua para sobrevivir y crecer, así como la energía que llega del sol para realizar la mayor parte de sus procesos vitales; por tanto, el fotoperiodo y la temperatura son de suma importancia para el estado reproductivo y vegetativo de las plantas, las cuales son capaces de sintetizar las moléculas orgánicas que necesitan a partir de sustancias inorgánicas sencillas como son el CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y la energía de la luz; a este proceso se le conoce como fotosíntesis [1].

Por otra parte, la energía de solar o radiación útil para las plantas es aquella que puede ser usada en la fotosíntesis, de forma que la energía de los fotones incidentes puede ser convertida en energía química (ATP). Se le conoce como PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa) o PFD (densidad del flujo de fotones fotosintéticos) y está entre longitudes de onda de 400-700 nm [2]. Esta radiación es absorbida por diferentes pigmentos foliares: clorofilas (A y B) que absorben intensamente la luz violeta, azul y roja (reflejan la verde), dicha radiación luminosa también es absorbida por otros pigmentos como xantofilas, carotenoides y antocianinas que absorben la luz azul y verde y



posteriormente transfieren esa energía; reflejando la luz en amarillo, naranja y rojo. Estos pigmentos accesorios a la clorofila, le permiten a las plantas absorber una gama más amplia del espectro de luz disponible para realizar fotosíntesis, actuando como receptores que transfieren energía [3].

El efecto que la radiación solar puede tener en las plantas es la diferencia en el desarrollo y crecimiento que se manifiesta entre plantas crecidas en ausencia y presencia de luz. Plantas crecidas en oscuridad, desarrollan una morfología etiolada, mientras que las plantas que crecen bajo la acción de la radiación desarrollan una morfología denominada fotomorfogénica, donde el control de la morfogénesis ocurre a través de los siguientes fotorreceptores: fitocromo, que absorbe la luz del rojo y rojo lejano (600-800 nm); criptocromos, que absorben longitudes de onda del azul y ultravioleta de onda larga (UV-A, 320 a 480 nm); fotorreceptor UV-B, que absorben radiación ultravioleta con longitudes de onda entre 280 y 320 nm; y la fotoclorofilina, que absorbe luz roja y azul [4].

La fotomorfogénesis depende de un proceso por medio del cual las plantas reciben señales de los factores ambientales y las transmiten a las células y estas a su vez originan una respuesta de adaptación, defensa o modulación.

En el presente trabajo se presenta el experimento realizado en plantas de tomate en las que se aplicaron diferentes longitudes de onda con el fin de analizar cómo son afectadas en su morfología durante su desarrollo y crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicaron tratamientos luminosos a 80 plantas de tomate en condiciones ambientales normales (a campo abierto) durante un periodo de dos meses. Las plantas se dividieron en cuatro grupos de 20 especímenes. Los tratamientos luminosos aplicados fueron los siguientes: T0 – También llamado Control son plantas que tuvieron un desarrollo y crecimiento únicamente con luz solar, T1 – Plantas que se desarrollaron con luz solar más una lámpara de 630 nm; T2 – Plantas que se desarrollaron con luz solar más una lámpara de 470 nm; T3 – Plantas desarrolladas con luz solar más una lámpara de 395 nm. En la Figura 1 se muestran las imágenes de los tratamientos luminosos aplicados para los cuales se realizaron mediciones en los parámetros: a) número de hojas y b) diámetro del tallo, cada cuatro días durante los 20 días de duración del experimento.

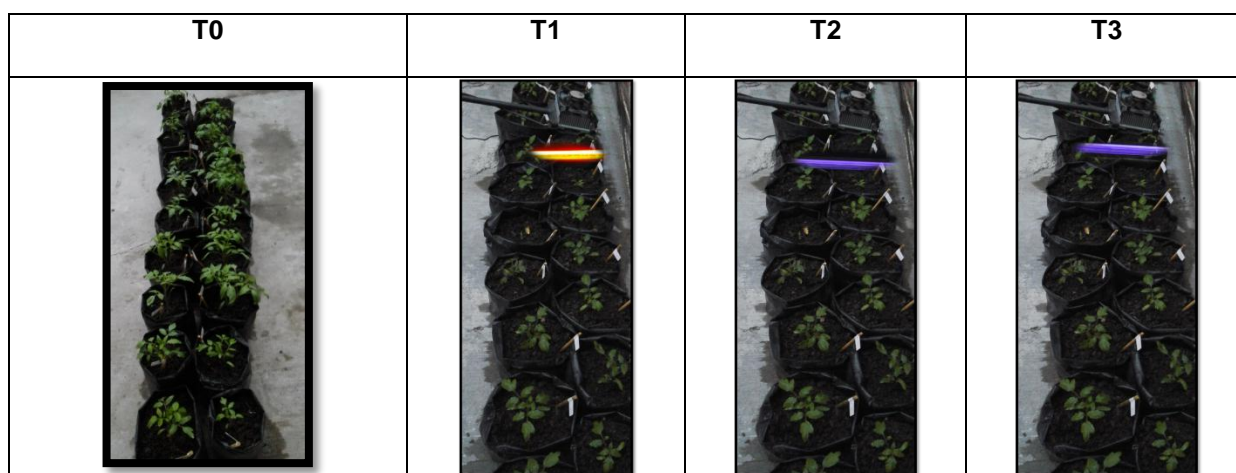


Figura 1 Imágenes de los tratamientos luminosos aplicados a plantas de Tomate. T1: Control, T2: luz solar + lámpara 630 nm, T3: luz solar + lámpara 470nm y T4: luz solar + lámpara 395 nm.



## ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a la experimentación realizada se pudo observar que las plantas irradiadas con los tratamientos T0 y T2 obtuvieron un área foliar y un diámetro mayor con respecto a las de los tratamientos T1 y T3 lo que indica que las plantas del tratamiento T2 tienen una tasa fotosintética mayor con respecto a los tratamientos T1 y T3 lo cual es producto del tipo de longitud de onda recibida. Por otra parte se observó que las plantas irradiadas con longitud de onda de 470 nm (T2), la cual se encuentra cerca del pico de absorción de la clorofila B, al absorber una luz azul que es captada por fotoreceptores (criptocromos) que intervienen en procesos tales como la germinación, crecimiento, desarrollo apertura y cierre de estomas, entre otros, obtuvieron una mejor fotosíntesis reflejada en una mayor biomasa de las plantas (Tabla 1 y 2).

En el caso de las plantas irradiadas con el tratamiento T1 se observó que el número de hojas y diámetro de tallo fue menor en comparación con los tratamientos T2 y T3 lo que indica una menor tasa fotosintética debido a que su absorción es menor. En este caso el resultado obtenido fue debido a que la longitud de onda de 630 nm se encuentra lejos del pico de absorción de la clorofila y por tanto las plantas la absorben en menor cantidad. Los fotoreceptores que absorben ese tipo de luz son los fitocromos que intervienen en la germinación, crecimiento, desarrollo y en ocasiones también intervienen en la dormancia apical, lo cual provocó que las plantas irradiadas con longitud de onda 630 nm tuvieran un crecimiento más lento, teniendo como resultado plantas con menor número de hojas y menor diámetro de tallo, es decir, menor biomasa (Tabla 1 y 2).

La Figura 2 muestra el número de hojas promedio de obtuvieron los tratamientos luminosos T0, T1, T2 y T3 en los 16 días que se tomaron las mediciones, el eje fecha indica los días en los que se tomaron las mediciones y el eje No. de hojas representa el promedio de hojas por tratamiento.

La Figura 3 muestra el diámetro del tallo promedio de obtuvieron los tratamientos luminosos T0, T1, T2 y T3 en los 16 días que se extrajeron las mediciones, el eje fecha indica los días en los que se extrajeron las mediciones y el eje diámetro de tallo muestra el diámetro promedio de las plantas por tratamiento.

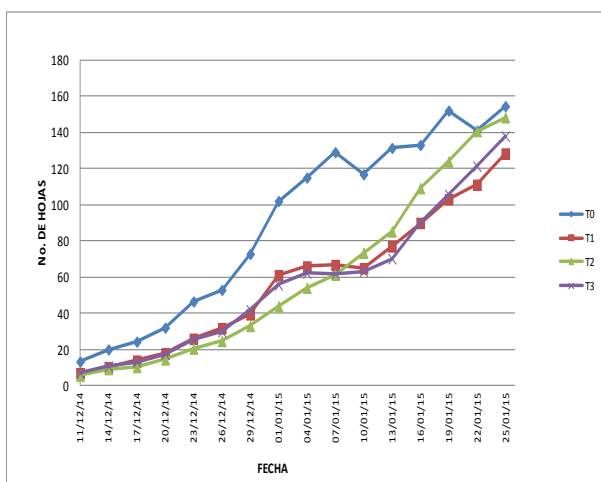


Figura 2. Número de hojas promedio en plantas por tratamiento luminoso.

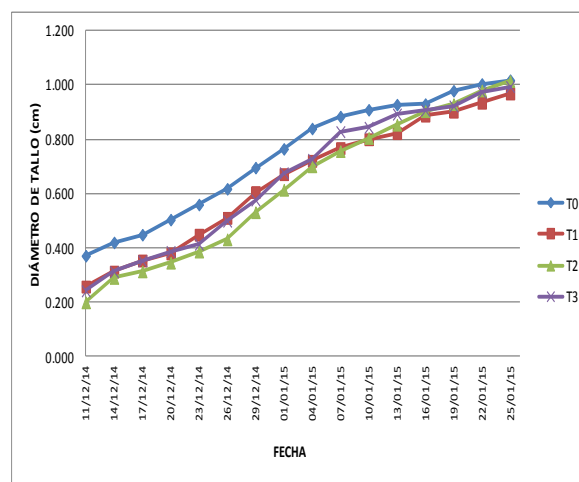


Figura 3. Diámetro del tallo promedio en plantas de tomate por tratamiento luminoso.

Las Tablas 1 y 2 muestran los valores registrados del promedio de los datos obtenidos en cada uno de los tratamientos aplicados durante el experimento para los parámetros de número de hojas (Tabla 1) y diámetro del tallo en centímetros (Tabla 2). En la Tabla 1 se observa, que para la fecha 10 de



enero de 2015 ocurrió un decremento en el número de hojas para T0 y T1 debido a fuertes lluvias acompañadas de granizo ocurridas días anteriores de tomar las mediciones.

Tabla 1. Promedio del número de hojas en plantas de tomate para los tratamientos T0, T1, T2 y T3.

FECHA	T0	T1	T2	T3
11/12/2014	13	7	5	7
14/12/2014	20	10	9	11
17/12/2014	24	14	10	13
20/12/2014	32	18	14	17
23/12/2014	46	26	20	25
26/12/2014	53	32	25	30
29/12/2014	73	39	33	42
01/01/2015	102	61	44	56
04/01/2015	115	66	54	62
07/01/2015	129	67	61	62
10/01/2015	117	65	73	63
13/01/2015	131	77	85	70
16/01/2015	133	90	109	90
19/01/2015	152	103	124	106
22/01/2015	141	111	141	121
25/01/2015	155	128	148	138

Tabla 2. Promedio del diámetro de tallo en centímetros en plantas de tomate para los tratamientos T0, T1, T2 y T3.

FECHA	T0	T1	T2	T3
11/12/2014	0.372	0.258	0.200	0.243
14/12/2014	0.421	0.313	0.290	0.313
17/12/2014	0.449	0.354	0.314	0.353
20/12/2014	0.505	0.380	0.346	0.387
23/12/2014	0.560	0.449	0.387	0.414
26/12/2014	0.618	0.511	0.432	0.499
29/12/2014	0.696	0.606	0.532	0.577
01/01/2015	0.765	0.672	0.615	0.677
04/01/2015	0.840	0.721	0.701	0.727
07/01/2015	0.884	0.768	0.757	0.829
10/01/2015	0.909	0.801	0.806	0.845
13/01/2015	0.928	0.823	0.854	0.893
16/01/2015	0.930	0.888	0.904	0.908
19/01/2015	0.979	0.902	0.930	0.923
22/01/2015	1.004	0.935	0.980	0.973
25/01/2015	1.018	0.969	1.015	0.995

## CONCLUSIONES

En base a los datos obtenidos se puede decir que las plantas irradiadas con luz solar y longitud de onda de 470 nm tienen una mayor tasa fotosintética debido a que esta longitud de onda está cercana al pico de absorción de la clorofila B y que los fotoreceptores que intervienen son los criptocromos (absorben luz azul), lo que le permite a las plantas captar mayor cantidad de luz y optimizar la fotosíntesis. En cuanto a las plantas irradiadas con luz solar y longitud de onda de 630 nm su absorción es menor en estas bandas donde los fotoreceptores que actúan con los fitocromos (que absorben luz roja) generando un crecimiento más lento en las plantas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de (UG), a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado (DAIP) de la UG, al Centro de Investigaciones en Óptica y al CONACYT por su apoyo técnico y financiero a través del proyecto 252-20.

## REFERENCIAS

- [1]Lissarrague José, Baeza Pilar, La Fotosíntesis, Pdf.
- [2]Margulis Lynn, Sagan Dorion, El proceso de nutrición en las plantas, Nutrientes imprescindibles para el desarrollo vegetal, Pdf.
- [3] Saenz G. Enrique, La fotosíntesis, concepciones, ideas alternativas y analogías. Unidad didáctica dirigida a estudiantes de los ciclos 3 y 4 de educación básica del colegio José María Carbonell, Universidad de Colombia Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia, 2012.
- [4] Salisbury y Ross, 1994; Smith, 1995; Terzaghi y Cashmore, 1995 citado en: Benavides M. Adalberto, Respuestas y adaptación de las plantas a la irradiación y balance espectral, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México 2004