

Efecto del fotoperiodo en el desarrollo de plántulas de lenteja (*Lens culinaris* Medik.)

ESCALANTE-ESTRADA, Yolanda Isabel*†, CORONA-RAMÍREZ, Leticia, PARRA-MIJANGOS, José Luis y CARBAJAL-LÓPEZ, Yolanda

Instituto de Investigación Científica Área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero.†U. A. Ciencias Químico Biológicas y Biomédicas. Universidad Autónoma de Guerrero. y_escalante@yahoo.com.mx*

Recibido Junio 4, 2014; Aceptado Octubre 13, 2014

Resumen

La fotoperiodicidad, o respuesta a los ciclos de luz y oscuridad, tiene especial importancia en la determinación del inicio de la floración; así, ciertas plantas son propias de días cortos y sólo florecen cuando el periodo de luz es inferior a cierto valor. En la epidermis puede haber estomas, unas aberturas a través de las cuales la planta intercambia gases con la atmósfera. El tejido fotosintético de la hoja está formado por dos tipos de células: parénquima en empalizada y parénquima esponjoso. Ambos tipos de células tienen cloroplastos, órganos fotosintéticos que ajustan su posición en el citoplasma para recibir la mayor cantidad de luz. Los estomas son unas aberturas que regulan la entrada y salida de gases. En los vegetales, la duración y la periodicidad en la iluminación tienen una influencia decisiva sobre la germinación y la duración del crecimiento vegetativo, así se llega a la conclusión de que muchos fenómenos vinculados al desarrollo de las plantas pueden ser activados o no según las horas de luz que reciba.

Fotoperiodo, desarrollo, plántulas.**Abstract**

Photoperiodism, or response to cycles of light and dark, is particularly important in determining the onset of flowering; well, certain plants are typical of short days and only flourish when the light period is below a certain value. In the epidermis can be stomatal openings through which plant exchange gases with the atmosphere. The photosynthetic leaf tissue consists of two cell types: palisade parenchyma and spongy parenchyma. Both cell types have chloroplasts, photosynthetic organs which adjust its position in the cytoplasm to receive the maximum sunlight. The stomata are openings that regulate the entry and exit of gases. In vegetables, duration and periodicity in lighting have a decisive influence on germination and length of vegetative growth, it concludes that many phenomena related to the development of plants can be activated or not by hours light it receives.

Photoperiod, developing seedlings.

Citación: ESCALANTE-ESTRADA, Yolanda Isabel, CORONA-RAMÍREZ, Leticia, PARRA-MIJANGOS, José Luis y CARBAJAL-LÓPEZ, Yolanda. Efecto del fotoperiodo en el desarrollo de plántulas de lenteja (*Lens culinaris* Medik.). Foro de Estudios sobre Guerrero. Mayo 2013 Abril 2014, 1-1: 8-13

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: y_escalante@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La distribución de la lenteja es en regiones templadas y subtropicales, no se adapta a regiones cálidas, se le puede cultivar durante el invierno en climas cálidos y semicálidos y durante la primavera o verano en climas templados y semifríos. El ciclo vegetativo es de 115-160 días, tipo fotosintético: C3, requiere de atmósferas relativamente secas o moderadamente húmedas, características del ciclo otoño-invierno, en el que generalmente se produce la lenteja, sobre todo en México (Ruíz y col., 1999). El nivel máximo en número de hojas, elongación de tallo y producción de materia seca se obtiene cuando las temperaturas nocturnas se mantienen en el rango de 17 a 23°C y las temperaturas diurnas entre 25 y 31°C (Arnold, 1959), prospera en condiciones de mediana a alta luminosidad, incluso con períodos de nubosidad. Prefiere suelos de textura media o ligera, esto es suelos francos, franco-arenosos o franco-arcillosos, con un rango de pH de 4.5 a 8.2, siendo el óptimo alrededor de 6.8 (FAO, 1994), tiene ligera tolerancia a la salinidad, requiere suelos con buen drenaje.

El fotoperiodo puede llegar a modificar la germinación, el metabolismo y por ende el crecimiento vegetativo de las plantas, de ahí la importancia de conocer su respuesta a éste, ya que así los agricultores pueden cultivar cada especie en la región que mejor se adapte a su fotoperiodo o modificarlo. Se realizó el presente trabajo para mostrar el efecto del fotoperiodo en las funciones metabólicas de plántulas de lenteja durante su germinación y desarrollo primario con las evidencias que aportan la incorporación de materia orgánica e incremento de las dimensiones vegetativas de las plántulas.

Objetivos

Determinar la influencia de la luz sobre la germinación de las semillas, el desarrollo de la materia orgánica de las plántulas y en la captación de agua.

Establecer el efecto de la variación de la luz en la densidad estomática de las plántulas.

Metodología

Para la siembra, las semillas se desinfectaron con hipoclorito al 3%, se lavaron con agua filtrada. Se colocaron 100 semillas de lenteja, las que se repartieron en macetas con vasos de unicel del número 14, se usó suelo propio para siembra. El suelo se esterilizó en olla de presión a 15 libras durante 40 minutos, se dejaron reposar 12 horas y se volvió a esterilizar el mismo tiempo. En 5 macetas se sembraron tres semillas por maceta, para dejar dos plántulas, se colocaron las macetas en luz las 24 horas, igual número para determinar el efecto en el fotoperiodo de 12 h luz y 12 de oscuridad, así como igual número para el de 24 h de oscuridad. Se regaron las plántulas en forma periódica. Se tomaron datos de germinación de cada vegetal, de las alturas y diámetros de los tallos de 10 plántulas de cada tratamiento en periodos de 7 días después de la siembra hasta el día 35. Para el índice estomático se contó el número de estomas en el envés de las hojas en un área de 0.01 mm², la cual es el área que abarca la lente objetivo de 40X, se hizo la lectura en 4 diferentes lugares de la hoja, se obtuvo el promedio y el resultado se multiplicó por 100, con esto dio el índice estomático expresado en 0.1 mm². Se hizo este procedimiento en hojas de 10 plántulas de cada tratamiento y se sacó el promedio respectivo. En la producción de materia orgánica (carbohidratos en peso húmedo (g) y peso seco (g)) se determinó el peso húmedo total de la plántula, para ello se procesaron 10 plántulas de cada tratamiento, se separaron la raíz, tallo y hojas, se pesaron y se sacó el promedio de cada parte vegetativa y del total del peso de la plántula. El procedimiento para el secado al 10% de humedad se realizó colocando la plántula individual en bolsa de papel, se metió al horno a 35° C por dos días.

Se pesaron las partes secas de las 10 plántulas raíz, tallo y hojas, se obtuvo el promedio del peso seco de cada parte y del total de la plántula. Se calculó la cantidad de agua captada por las plántulas por la variación del fotoperiodo, restando al peso húmedo (ph) promedio de las 10 plántulas al peso seco promedio correspondiente, se realizó lo mismo por cada tratamiento. El porcentaje de humedad se calculó tomando el ph como el 100% y el peso del agua para saber el % de materia orgánica que se incorporó por parte de las plántulas. Se realizaron los análisis de varianza correspondientes bajo el diseño completamente al azar con arreglo factorial (2*9) y prueba de diferencia de medias con desviación media estándar (dms) usando el paquete estadístico SAS.

Resultados

La lenteja se considera una planta de día largo, con cuatro etapas definidas anteriores a la floración, la etapa de pre-emergencia, las etapas pre-inductiva y post-inductiva que no son sensibles al fotoperiodo pero sí a la temperatura y la etapa inductiva que si es sensible al fotoperiodo. En los resultados que se obtuvieron en la germinación de las semillas de lentejas a los 5 días de la siembra, en el tratamiento con luz las 24 horas germinaron al 100%, no así en el fotoperiodo (12 horas luz/12 horas oscuridad) y en el de completa oscuridad germinaron el 80% de las semillas, a los 10 días todas las semillas de lenteja habían germinado (Cuadro 1).

Tratamiento	5 días*	10 días*
Fotoperiodo (12h Luz y 12 h Oscuridad)	80%	100%
Luz 24 h	100%	100%
Oscuridad 24 h	80%	100%

Tabla 1 Efecto de la luz en el porcentaje de germinación de semillas de lenteja a los 5 y 10 días.

Las semillas que germinaron a los 5 días de la siembra tuvieron semejante longitud de crecimiento en los tratamientos de fotoperiodo y de luz las 24 h, las de oscuridad su tamaño fue reducido.

A los 10 días de la germinación desarrollaron muy poco, todas crecieron 0.01 mm². Analizando estos datos se considera que la luz es necesaria para el proceso de germinación y para el desarrollo de las plántulas, por el poco crecimiento que tuvieron las del tratamiento de oscuridad comparado con las que recibieron luz (Cuadro 2).

Tratamiento	5 d	a,b	10 d	a,b
Fotoperiodo (12h Luz y 12 h Oscuridad)	5 mm	a	6 mm	a
Luz 24 h	4 mm	a	5 mm	a
Oscuridad 24 h	1 mm	b	2 mm	b

Tabla 2 Efecto de la luz en el crecimiento de las plántulas de las semillas germinadas de lenteja.

En los datos del crecimiento longitudinal de las plántulas de lenteja (Cuadro 3) se observa que las plántulas del tratamiento del fotoperiodo crecieron menos que las de 24 h luz y que las de 24 h oscuridad. Las plántulas de fotoperiodo tuvieron un crecimiento continuo en un promedio de 2.2 cm en la primera, segunda y cuarta semana, en la 3^a y 5^a fue más lento el crecimiento siendo de 1.0 mm². Las plántulas del tratamiento de luz las 24 h tuvieron un crecimiento irregular entre semanas, se tuvo un desarrollo rápido en la 2^a. semana, en las siguientes creció con menor desarrollo hasta prácticamente detenerse en la 5^a. semana. Las plántulas del tratamiento de oscuridad las 24 h tuvieron un crecimiento regular entre 4 semanas de desarrollo, se tuvo un desarrollo mayor en la 4^a. semana. La respuesta de las plántulas a un estrés por falta de luz del medio ambiente fue la de sufrir el fenómeno de etiolación en el cual la falta de luz produce el alargamiento del tallo.

En el metabolismo de los vegetales se producen las hormonas que influyen en el crecimiento vegetal, en el caso del crecimiento longitudinal que se determinó en esta parte de la investigación intervienen las hormonas responsables de este crecimiento llamadas auxinas, éstas van acelerando el crecimiento longitudinal conforme el vegetal incrementa su producción metabólica.

Este efecto se produce principalmente en las plántulas del tratamiento de oscuridad las 24 h, en ellas no se efectúa la fotosíntesis por lo que los procesos metabólicos que producen las auxinas se ven favorecidos, caso que no ocurre en los otros dos tratamientos porque se realizan los otros procesos metabólicos que son desencadenados por los rayos luminosos.

No. días	Tratamiento*					
	Fotoperiodo (12h Luz/12 h Osc.)	a,b**	Luz 24 h	a,b**	Oscuridad 24 h	a,b**
07	2.0 cm	a	0.0 cm	a	5.3 cm	a
14	4.4 cm	b	8.5 cm	b	6.5 cm	a
21	5.6 cm	b	12.6 cm	c	8.5 cm	a
28	8.1 cm	c	13.0 cm	c	18.3 cm	b
35	9.0 cm	c	13.6 cm	c	21.0 cm	b

Tabla 3 Efecto de la luz en el desarrollo vegetativo de plántulas de lenteja.

En los datos del diámetro del tallo de las plántulas de lenteja (Cuadro 4) se tiene que las plántulas del tratamiento del fotoperiodo tuvieron un ligero desarrollo mayor en grosor que las de los otros dos tratamientos, pero no fue significativo estadísticamente en las 4 primeras semanas, solo en la quinta la diferencia fue significativa. Biológicamente se comprueba que el requerimiento de luz para la lenteja es del fotoperiodo, los efectos de los excesos de luz o su completa carencia no se reflejan en el crecimiento en grosor de sus tallos. Las plántulas sin luz las 24 h crecieron lento en las 5 semanas, tuvieron la mitad del grosor de las plántulas que se sometieron a los otros dos tratamientos, con ello se determina que es necesaria la luz para la producción de las giberelinas la cual es la hormona que se encarga del crecimiento secundario (grosor).

No. días	Diámetro del tallo de lenteja (cm)*					
	Fotoperiodo (12h Luz/12 h Osc.)	a,b**	Luz 24 h	a,b**	Oscuridad 24 h	a,b**
07	0.2 cm	a	0.1 cm	a	0.1 cm	a
14	0.2 cm	a	0.2 cm	a	0.1 cm	a
21	0.3 cm	a	0.2 cm	a	0.2 cm	a
28	0.3 cm	a	0.3 cm	a	0.2 cm	a
35	0.5 cm	b	0.4 cm	a	0.2 cm	a

Tabla 4 Efecto de la luz en el crecimiento del grosor del tallo de las plántulas de lentejas.

En los datos del cuadro 5 se ve la producción de materia orgánica por la variación de la fotoperiodicidad en las plántulas.

Se obtuvo mayor peso húmedo y seco expresado en gramos de las plántulas expuestas al tratamiento de exposición a la luz de 24 h diarias. En los tratamientos de fotoperiodo de 12 h luz/12 h oscuridad y el de 24 h oscuridad tuvieron cantidades semejantes, no hubo diferencia significativa. En cuanto al agua que habían absorbido, las del tratamiento de 24 h luz tuvieron menor cantidad de agua absorbida que las plántulas de los otros dos tratamientos. Este peso de agua absorbido por la materia orgánica en las plántulas expuestas a 24 h luz representó un menor porcentaje de humedad comparado con los otros dos tratamientos.

Estos resultados hacen inferir que las plántulas de 24 horas luz tuvieron mayor eficiencia en la formación de materia orgánica por la situación de disponer de la energía luminosa en mayor tiempo que las de los otros tratamientos y que provocó una mayor transpiración con pérdida de moléculas del líquido. Sobre el porcentaje de agua contenida en la materia orgánica, se tuvo que en todos los tratamientos fue de más del 50%. En el desarrollo de las plántulas las que recibieron luz tuvieron color verde, las que no recibieron luz, presentaron una coloración amarillenta, lo que indica que los rayos luminosos desencadenan la formación de la clorofila por parte de las plántulas de lenteja.

Tratamiento	Peso húmedo (ph)*	a,b**	Peso seco (ps)*	a,b	% humedad
12 h luz y sin luz.	12 g	a	5.5 g	a	54
24 h con luz	16 g	b	7.8 g	b	51
24 h sin luz	10 g	c	4.5 g	a	55

Tabla 5 Producción de materia orgánica en la variación de la fotoperiodicidad en plántulas de lenteja.

Con los datos del cuadro 6 se determina que las plántulas de este género presentaron estomas en el envés de las hojas, se tuvo diferencia significativa en las plántulas del tratamiento sin luz, no así entre los otros dos tratamientos. En estos resultados se ve el efecto que tiene la luz en las plántulas que crecieron sin ella, sus hojas no se formaron bien, por consiguiente tampoco los organelos de las plántulas.

Tratamiento	Eeh*	a,b***	EeH**	a,b***
12 h luz y sin luz.	80 estomas	a	600 estomas	a
24 h con luz	100 estomas	a	800 estomas	a
24 h sin luz	30 estomas	b	150 estomas	b

Tabla 6 Producción de estomas de plántulas de lenteja con diferencias en exposición de luz.

Discusión

En la etapa pre-inductiva de la germinación, la semilla absorbe agua hasta rasgar la envoltura externa. El oxígeno absorbido le proporciona la energía necesaria para iniciar el crecimiento, diversas enzimas descomponen los nutrientes almacenados en los cotiledones en sustancias más sencillas. En la etapa pos-inductiva la radícula es el primer elemento embrionario en brotar a través de la envoltura de la semilla. A continuación empieza a alargarse el hipocótilo, que empuja la plúmula y los cotiledones hacia la superficie del suelo. En la etapa inductiva que sí es sensible al fotoperiodo, los cotiledones que salen a la luz forman clorofila y realizan la fotosíntesis hasta que se desarrollan las hojas verdaderas a partir de la plúmula. La fotosíntesis es la conversión de materia inorgánica en materia orgánica transformada por la energía que aporta la luz. En este proceso la energía luminosa se transforma en energía química estable, siendo el (ATP) la primera molécula en la que queda almacenada (Lehninger, 1993). La clorofila absorbe la luz adecuada para realizar la elaboración de azúcar a partir de CO₂, minerales y agua, el oxígeno (O₂), que proviene de la descomposición del agua, es un elemento aceptor de los protones y electrones generados durante el metabolismo de respiración aerobia (Curtis y col., 2001).

Las plántulas de fotoperiodo tuvieron crecimiento de su diámetro del tallo en la primera semana de desarrollo el cual se conserva en la segunda, el incremento ocurrió en la 3^a. semana, el cual se conservó en la 4^a y en la 5^a semana creció el doble.

Lo cual se puede interpretar como una mayor elaboración de carbohidratos estructurales por las plántulas a partir de esta semana relacionando este incremento con el aumento de la fotosíntesis ya que en esta etapa del vegetal presenta sus hojas verdaderas. En el fotoperiodo se detectó en dos ocasiones esta falta de incremento, lo que se puede asociar con las horas expuestas a la luz, la cual fue la mitad del tratamiento de 24 horas luz, lo que las hizo incrementar su diámetro periódicamente.

Se observó mayor eficacia de crecimiento en grosor en las de fotoperiodo durante la 5^a. semana, este comportamiento es asociado con las fases de la fotosíntesis, la luminosa y la oscura, en la primera requiere de la ondas luminosas para el proceso de captura de energía y la oscura no las necesita, en la cual se tiene la realización de los procesos metabólicos de formación de carbohidratos.

La transpiración de las plántulas ocurre cuando hay luz solar, con ella se activa un mecanismo por el cual los estomas se abren y se cierran cuando no la hay. El ácido abscísico interfiere con el mecanismo natural por el cual se abren los estomas. En presencia de luz, al aumentar su concentración, provoca el cierre de los estomas y limita la pérdida de agua. Las plántulas realizan el proceso fotosintético para la producción de su alimento, efectúan la respiración, para obtener la energía necesaria en su desarrollo a partir de la degradación de este alimento.

Conclusión

La lenteja se considera una planta de día largo, con cuatro etapas definidas anteriores a la floración, la etapa de pre-emergencia, las etapas pre-inductiva y post-inductiva que no son sensibles al fotoperiodo pero sí a la temperatura y la etapa inductiva que si es sensible al fotoperiodo.

A los 5 días de sembrar las semillas germinaron al 100% con luz a 24 h, en el fotoperiodo y oscuridad tardaron 5 días más para que germinaran todas.

Desarrollaron mayor longitud las plantas que se sometieron a 24 h luz y 24 h oscuridad.

En grosor tuvieron mayor diámetro las plantas de fotoperiodo (12 h luz/12 h oscuridad).

Para el peso húmedo y seco las plantas que recibieron 24 h luz tuvieron los mayores valores que las de los otros dos tratamientos.

Captaron mayor cantidad de agua las plántulas del tratamiento de 24 h sin luz, seguidas de las del fotoperiodo por último las de 24 h luz.

Las hojas de las plantas que se sometieron al tratamiento de exposición de 24 h luz y fotoperiodo tuvieron mayor cantidad de estomas que las del tratamiento sin luz.

Referencias

Arnold, C. Y. (1959). The determination and significance of base temperature in a linear heat unit system. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.. 74: 430-445.

Curtis, H.y N.S. Barnes. (2001). Biología: Concepto y relaciones. 3a. Ed. Pearson, México. 2001.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1996). Production Yearbook. Rome, Italy.

Lehninger, P. (1993). Principios de Bioquímica. Ediciones Omega. Barcelona. 1993.

Ruíz C., J. A., Medina, G., González, J.. (1999). Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. INIFAP.