

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE PROBLEMAS FOTOPERIODICOS DE LA SOYA

Por **Humberto Valencia P***

INTRODUCCION

Los factores internos y externos que influyen en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de una planta son muy numerosos durante la vida de ésta. Su control depende especialmente en nuestras plantas de cultivo, sólo en pequeña parte del hombre.

Uno de los factores externos que desempeña un papel de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta es la luz y especialmente el período diurno de la luz, es decir, la longitud del día, técnicamente llamado el "fotoperíodo". La manera de reaccionar la planta a este fotoperíodo (día largo y día corto) se conoce bajo el nombre de "fotoperiodismo".

La influencia de la duración del día, sea día largo de 16 a 18 horas o día corto con 12 a 13 horas de luz, sobre las plantas es enorme. Así p. e., las plantas que normalmente viven bajo condiciones de día largo no se pueden transplantar e introducir en zonas de día corto, como p.e. en los países tropicales, en las cercanías del ecuador, sin que ellas cambien completamente su crecimiento, su desarrollo y su aspecto normal. Muchas de estas plantas casi nunca llegan a florecer y en general reaccionan de manera diferente.

Los primeros trabajos más importantes fueron verificados por **Klebs (1913)**, **Carner y Allard (1920)**, **Schaffner (1923)**, **Lysenko (1928)**, **Knott (1934)**, **Buenning (1935)**, **Krajevoy y Kiricenko (1935)**, **Moshkow (1935)**, **Cajlachjan (1936)**, **Kramer (1937)**, y otros más, y en los últimos tiempos o diez años atrás se distinguen especialmente las investigaciones de **Murneek (1948)**, **Kamner (1948)**, **Funke (1948)**, **Roberts y Struckmeyer (1948)**, **Allard (1948)**, **Sircar (1948)**, **Buenning (1947/48)**, **Lang (1948)**, **Melchers (1946/47/48)**, **Nuttonson (1948)**, **Harder (1942)**, etc.

Es conocido que la duración de la luz diurna es diferente en las diferentes zonas del mundo. Así, p.e., en la latitud de 39º norte, las horas de luz solar son el mínimo de 9 y media horas en invierno y el máximo de 15 horas en verano, comprendiendo estas cifras solamente las horas que permanece visible el sol; en verdad las horas de

* Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

luz del día son más largas. A medida que las zonas se alejan de la latitud de 39° en dirección al norte las horas de luz son mayores, y en caso contrario más cortas. La longitud de la luz del día se llama, como ya se ha dicho, el "fotoperíodo", y es natural que este fotoperíodo ha de tener una influencia bastante marcada sobre las plantas que crecen en las diferentes latitudes.

Según el fotoperíodo que influye y necesita la planta para su crecimiento, desarrollo normal, especialmente para la floración en lo que respecta a la aceleración de ésta, se clasifican las plantas en cuatro grupos:

- Plantas de día largo
- Plantas de día corto
- Plantas neutras o indiferentes. y
- Plantas intermedias.

Se entiende por plantas de día largo, especies, variedades y cepas que son influenciadas y aceleradas en su floración con un fotoperíodo de más de 12 a 14 horas (Gardner y Allard, 1920), o, según Hamner requieren un período corto de noche (oscuridad).

Plantas de día corto son aquellas que requieren un fotoperíodo no menor a 12 o 14 horas para ser aceleradas en su floración (Gardner y Allard).

Plantas neutras se llaman aquellas en que el fotoperíodo no influye en la floración (Gardner y Allard).

El cuarto grupo, las plantas intermedias, son aquellas que requieren un fotoperíodo justo entre 12 a 14 horas, mientras condiciones de día largo o de día corto las inhiben en su floración. De este grupo se conocen muy pocas plantas (Gardner).

En la tabla siguiente doy algunos ejemplos de los diferentes grupos de plantas:

TABLA No. 1

Ejemplos de los cuatro grupos de plantas con respecto al fotoperíodo que necesitan para su floración normal y acelerada.

Fotoperíodo	Plantas
Día largo	Triticum vulgare (clases de primavera) Hordeum vulgare (clases de primavera) Spinacia oleracea Lactuca sativa

Fotoperiodo

P l a n t a s

	<i>Raphanus sativa</i>
	<i>Solanum tuberosum</i>
	<i>Rudbeckia speciosa</i>
	<i>Trifolium pratense</i>
	<i>Mentha piperita</i>
	<i>Hyoscyamus niger</i>
	<i>Epilobium hirsutum</i>
	<i>Nicotiana silvestris</i>
Día corto	<i>Nicotianad tabacum</i>
	<i>Glycine soja</i>
	<i>Chrysanthemun indicum</i>
	<i>Salvia glutinosa</i>
	<i>Poinsettia spec.</i>
	<i>Kalanchoe blosfeldiana</i>
	<i>Xanthium strumarium</i>
	<i>Perilla ocymoides</i>
Neutro	<i>Solanum lycopersicum</i>
	<i>Fagopyrum sativum</i>
	<i>Gossypium sativum</i>
	<i>Taraxacum officinale</i>
	<i>Teucrium scordium</i>
	<i>Thlaspi arvense</i>
	<i>Cardamine pratensis</i>
Intermedias	<i>Mikania scandens</i>
	<i>Phaseolus polystachyus</i>
	<i>Eupatorium torreyannum</i>
	<i>Saccharum spontaneum</i>

En los trabajos sobre fotoperiodismo, los autores más importantes en este ramo de la ciencia, los he mencionado ya, y alcanzan hoy en día a varios centenares. Trabajos sobre la influencia de la luz natural y artificial se llevaron a cabo en el siglo pasado, sin obtener en estas investigaciones una idea clara de los problemas fotoperiódicos. El primer autor que habla de la influencia de la duración del día es **Klebs (1913)**, demostrando que el fotoperíodo influye sobre la floración, especialmente sobre la aceleración de ésta en forma determinante.

Los verdaderos investigadores de los fenómenos fotoperiódicos son **Garner y Allard** desde 1920. Ellos dan en sus primeros trabajos explicaciones claras sobre fotoperiodismo, es decir, la manera de reaccionar la planta a determinados fotoperíodos. Introducen también la terminología en esta importante rama de la ciencia biológica. Después de sus primeras investigaciones siguen en todo el mundo trabajos sobre fotoperiodismo, especialmente en los Estados Unidos de Norte América, Rusia y Alemania.

En este trabajo quiero ocuparme especialmente de la soya (**Glicine soja**), planta que emplearon **Garner y Allard (1920)** para demostrar el fotoperiodismo por primera vez. Encontraron entonces que las plantas de soya (var. **Biloxi**), que normalmente son plantas de día corto, en condiciones de día largo demostraban un mayor rendimiento y desarrollo vegetativo.

Después de los primeros ensayos de **Garner y Allard** siguen una serie de trabajos de investigación sobre los problemas fotoperiódicos de la soya, y en las siguientes líneas voy a mencionar brevemente los resultados de estos experimentos, para discutirlos al final de mi trabajo, comparándolos con los resultados obtenidos en mis investigaciones.

Parker y Borthwick (1939) demostraron, que plantas de soya (var. **Biloxi**), después de haber iniciado la formación de flores y que fueron sometidas a un fotoperíodo largo (16 a 18 horas), no abrieron las flores y dándoles 13 horas de iluminación no formaron frutos. Pudieron demostrar además que variedades tempranas de soya formaron flores también en condiciones de día largo, mientras que variedades tardías lo hicieron solamente en días cortos. Estos ensayos nos muestran una influencia muy decisiva del fotoperíodo sobre la reproducción sexual de esta planta.

Además **Garner y Allard (1923)** habían demostrado que también la temperatura desempeña un gran papel en el fotoperiodismo de la soya. Así p. e. encontraron que el día corto y la temperatura calurosa favorecen la formación de flores y frutos en plantas de soya tardías como la variedad **biloxi**.

Lang y Wettstein (1940) deducen de sus ensayos que el efecto

fotoperiódico no es un síntoma uniforme y que es necesario distinguir con mayor rigor entre las diferentes acciones de la longitud del día.

Gerhard (1949) da un buen ejemplo en sus ensayos con *Ullucus tuberosos* para las conclusiones de los autores antes mencionados.

Hamner (1940) proporciona interesantes ensayos, probando que la soya (var. biloxi) necesita para la formación de flores por lo menos 10 y media horas de oscuridad y 4 horas de luz. La oscuridad influye en la reacción solar cualitativamente, análogo al fenómeno de todo o nada, ya se alcance un máximo a las 12 horas. La luz al contrario acciona cuantitativamente con una curva de máximo con la cima a las 10 a 12 horas (intensidad constante y también período constante de oscuridad). Períodos de luz de más de 20 horas no permiten la formación de flores aun cuando se dé oscuridad de duración óptima.

Sobre el fotoperiodismo en los trópicos ofrece **Sen** (1944-45) un trabajo, diciendo que un fotoperíodo de 9 y media horas acelera la floración.

Buening (1948) da una interesante contribución al estudio del fotoperiodismo en los trópicos, especialmente sobre el fotoperiodismo de la soya. Esta planta de día corto, crece por ejemplo muy bien en las regiones templadas y subtropicales de Asia. Si se trasladan estas variedades a los trópicos (Java), florecen con tanta rapidez (muchas veces después de un mes cuando la planta tiene una altura de 10 centímetros) a causa del día corto, que el desarrollo vegetativo queda detenido y no da cosechas óptimas como en las regiones antes mencionadas. Así p.e. en Java se cosechan más o menos 600 kilos. (Java tiene más o menos la misma latitud que Colombia). **Buening** opina que al suavizar las condiciones extremas del día corto en las regiones tropicales sería posible aumentar enormemente la cosecha en la soya. Para realizar este plan no haría falta más que dar por la noche durante algunos minutos un poco de luz, no muy intensa, y esto durante algún tiempo. Nada más que elegir el momento preciso durante la noche. **Buening** determina este momento de la disposición de reacción, del estudio de los movimientos de las hojas.

Todos estos trabajos me han conducido a seguir con estos interesantes ensayos en nuestras regiones tropicales de Colombia, para investigar el problema fotoperiódico de la soya y ver la manera de influenciar las cosechas de esta planta, cuyo cultivo crece de día en día.

MATERIALES Y METODOS

Para el desarrollo del presente trabajo se empleó la **Glicine soja**, var. Missoy, o sea, aquella que con más rusticidad crece en nuestro

medio. La semilla fué sembrada en materas de barro cocido que contenían tierra contaminada con *Bacterium radicola*. Se prepararon las materas con tierra donde anteriormente había crecido un cultivo de soya, mezclada con un 25% de arena fina y limpia para proporcionar un mejor drenaje. La siembra se efectuó el 10 de mayo, iniciándose la germinación el 14. para llegar a su totalidad el 17 de los mismos.

A. Primer ensayo

Este ensayo fue proyectado con el fin de observar los efectos producidos al reducir el fotoperíodo normal, es decir, en sentido contrario al segundo ensayo que se describe más adelante. Una vez que las plantas en las materas habían alcanzado una altura de 10 centímetros aproximadamente, se dividieron en grupos de cuatro materas cada uno. Cada grupo fue cubierto a diferente hora con cajas que para tal efecto se pintaron de negro y fueron pegadas sus ranuras, de tal manera, que no permitieran el paso del más leve rayo de luz. Estas precauciones en las cajas me aseguraban resultados reales, ajustados al fotoperíodo que a cada grupo se suministraba. El cuadro siguiente muestra claramente la disposición y horas de luz que cada grupo recibió.

Grupos	Hora de cubrir	Hora de destapar	Fotoperíodo
I	4 p.m.	5 a.m.	10 horas
II	5 p.m.	5 a.m.	11 horas
III	7 p.m.	6 a.m.	12 horas
IV	7 p.m.	7 a.m.	11 horas
V	7 p.m.	8 a.m.	10 horas
VI	7 p.m.	9 a.m.	9 horas

Como puede apreciarse en el cuadro anterior, los varios grupos coinciden con otros en cuanto a fotoperíodo, pero uno de otro se diferencian en lo relacionado con la hora en que recibe la luz, es decir, una vez se quita la luz por la mañana y otra vez se disminuye el fotoperíodo por la tarde.

B. Segundo ensayo

Siendo la soya una planta considerada de día corto, pero suavizando las condiciones extremas de día corto de nuestras regiones, el objetivo principal consistía en aumentar el desarrollo vegetativo, la floración y la producción prolongando el fotoperíodo o período de luz. Para tal efecto, se escogieron sitios dentro de la Estación Experimental de Palmira donde no llegara más luz que la instalada, con

el propósito de suministrar cierta cantidad de luz por el tiempo convenido, o sea, el de una hora para cada grupo y en tiempo diferente durante la noche, como puede apreciarse en el cuadro que a continuación se expone:

Grupos	Período de luz solar	Luz artificial nocturna
1	Todo el día	Toda la noche
2	Todo el día	Doce de la noche a 1 a.m.
3	Todo el día	Una de la mañana a 2 a.m.
4	Todo el día	Ausencia total de luz artificial

La anterior división en cuanto a iluminación artificial se refiere, tenía por objeto, como antes lo anoté, investigar el desarrollo, floración y producción, y la determinación de la hora más apropiada para la iluminación durante la noche. Durante esa hora sólo son necesarios pocos minutos como lo asegura **Buening**.

ENSAYOS DE ESTIMULACION FOTOPERIODICA DISMINUYENDO EL FOTOPERIODO

Según los trabajos mencionados en la introducción, sabemos que la soya es planta de día corto, pero según la opinión de **Buening** podemos suponer, además, que suavizando las condiciones extremas del fotoperíodo en el trópico se puede mejorar el desarrollo general de las plantas.

Según los trabajos mencionados y la hipótesis de **Buening**, tenía que desmejorarse el normal desarrollo de esta planta acortando el fotoperíodo de nuestras regiones. Por esta causa, he incluido en mis investigaciones también experimentos sobre la influencia de un estímulo fotoperiódico disminuyendo el fotoperíodo. Por esta causa, como ya he mencionado en el capítulo de Materiales y Métodos, he quitado a dos series de plantas 1 y 2 horas de luz por la tarde, y a tres series de plantas se les quitó luz por la mañana en 1, 2 y 3 horas, y las comparé con plantas que tenían sus 12 horas de luz normal.

He observado en esta serie de experimentos especialmente la velocidad de la floración, el desarrollo vegetativo y la producción de las plantas así tratadas.

En el gráfico de la Fig. 1 se indica la influencia del fotoperíodo disminuyendo una vez por la tarde y otra por la mañana, sobre la formación de flores. Al observar estas curvas anotamos que la dis-

minución de la luz en 1 y 2 horas, bien sea por la tarde o por la mañana aceleró la floración, fenómeno ya encontrado por **Sen** (1944/45), y aumentó la cantidad de flores formadas. Al reducir el fotoperíodo a 9 horas, vemos según la curva, que la velocidad de la formación de flores disminuye bastante y también la cantidad de flores formadas. Según **Hamner** (1948), la soya da la mejor formación de flores entre 10 a 12 horas de luz (experimentos hechos con la variedad biloxi), datos que coinciden más o menos con los encontrados en mis experimentos con la variedad Missoy.

Pero esta aceleración de la floración reduciendo el fotoperíodo en 1 y 2 horas y el aumento de la cantidad de flores en los mismos fotoperíodos, no influyen en alguna manera sobre la producción final de estas plantas, como nos indican los resultados obtenidos según la Tabla No. 2 al compararlas con el control que estuvo sometido a fotoperíodos de luz normal de 12 horas, y la fotografía de la Fig. 2.

LAMINA I

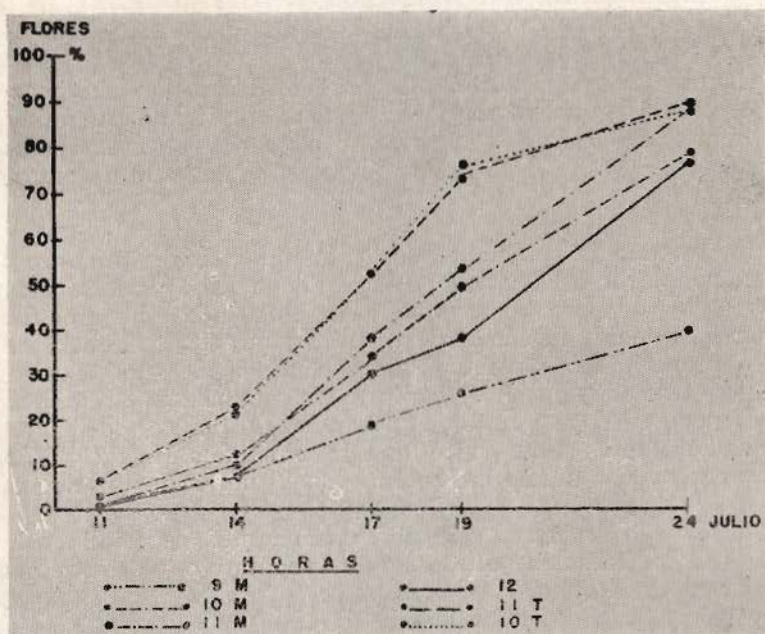


Fig. 1.— Influencia del estímulo fotoperiódico en plantas de soya, disminuyendo el fotoperíodo por la tarde y mañana, sobre la formación de flores.

TABLA No. 2

Influencia del estímulo fotoperiódico en plantas de soya disminuyendo el fotoperíodo (promedio de cuatro replicaciones con tres plantas de materia).

Fotoperíodo	Peso total de las plantas x materia. grs.	No. de vainas por materia	Peso vainas por planta. grs.	Disminución o aumento
Quitando luz por la tarde				
10 horas	92.75	59.25	48.00	91.00
11 horas	105.75	48.00	47.30	90.00
Control (12h)	108.00	62.50	52.50	100.00
Quitando luz por la mañana				
9 horas	51.75	25.75	23.50	44.00
10 horas	88.75	46.50	44.25	84.00
11 horas	105.75	56.00	48.75	92.00

La tabla anterior nos indica que el desarrollo vegetativo de las plantas a las cuales hemos quitado luz es reducido y también el peso de las vainas por planta. Al quitar, p. e., 3 horas de luz dejando un fotoperíodo de 9 horas, la producción bajó a menos de la mitad, y la producción de aquellas plantas con fotoperíodo de 10 horas y 11 horas se aumentó en algo, comparándolas con las de 9 horas de fotoperíodo, pero sin alcanzar la producción del control.

Parece, según la tabla 2, que la reducción del fotoperíodo en horas de la tarde o de la mañana en nada influye sobre la producción.

La fotografía No. 2 muestra dos plantas de soya de la misma edad. La planta a la izquierda tuvo un fotoperíodo de 10 horas y muestra ya las primeras vainas formadas a causa de la aceleración de la floración y desarrollo vegetativo menor, en tanto que la planta a la derecha es planta control en plena floración sin haber formado vainas y con desarrollo vegetativo normal.

Para demostrar los efectos obtenidos al reducir el fotoperiódico se da la fotografía de la Fig. 3, que nos muestra cuatro plantas de soya y su desarrollo vegetativo después de siete semanas de sembradas. Vista desde la izquierda muestra:

- 1.— Plantas con fotoperíodo de 9 horas.
- 2.— Plantas con fotoperíodo de 10 horas.
- 3.— Plantas con fotoperíodo de 11 horas, y
- 4.— Plantas testigos.

LAMINA II

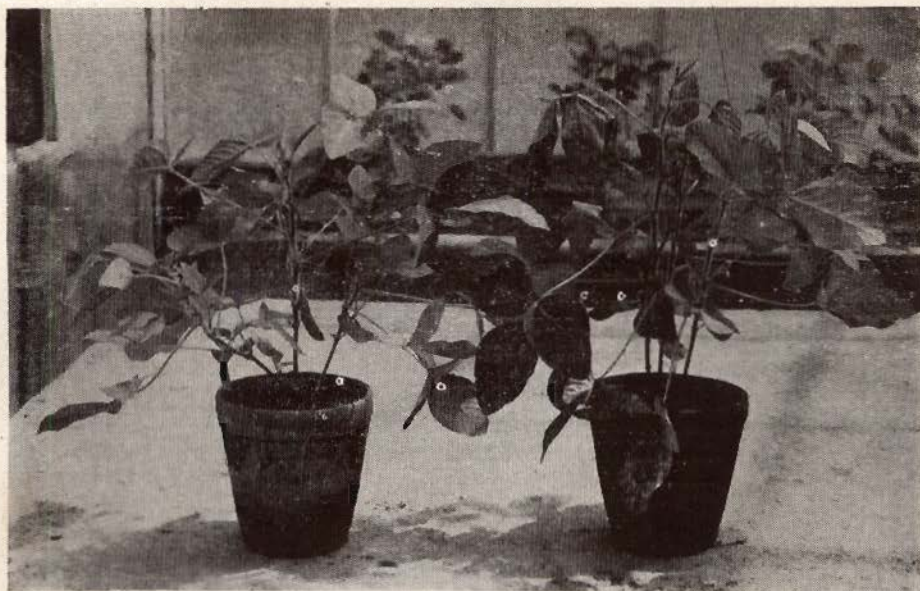


Fig. 2.— Influencia del fotoperíodo sobre el desarrollo vegetativo y floración de plantas de soya (var. Missoy). A la izquierda: plantas con 12 horas de luz.— Foto T. Rengifo.

LAMINA III



Fig. 3.— Influencia de la reducción del fotoperíodo en el desarrollo vegetativo de las plantas a medida que se alejan del fotoperíodo normal (planta a la derecha). Foto: T. Rengifo.

ENSAYOS DE ESTIMULACION FOTOPERIODICA AUMENTANDO EL FOTOPERIODO

Como ya he mencionado en la introducción, **Buenning** (1948), en su interesante contribución al estudio del fotoperiodismo en los trópicos, opina que al suavizar las condiciones extremas del día corto en nuestras regiones tropicales sería posible aumentar enormemente la cosecha en la soya; y según este autor no haría falta más que dar por la noche durante algunos minutos un poco de luz.

Para investigar este posible aumento de cosecha mencionado por **Buenning** se iluminó soya en dos grupos durante la noche en una hora más, dándole a un grupo luz entre las 12 de la noche y una de la mañana (bombilla de 100 w) y al otro grupo entre la una y dos de la mañana. Además, he incluido un experimento con luz permanente, es decir con fotoperíodo de 24 horas.

Los experimentos se compararon con plantas de soya sometidas a su fotoperíodo normal. Hay que mencionar que la soya empleada para este experimento es una variedad bastante temprana (período vegetativo de 4 meses). La luz se suministró a las plantas cuando tenían 4 semanas después de la siembra y se siguió suministrando luz hasta el final de la floración. Los resultados obtenidos en este experimento se dan en la tabla número 3.

TABLA No. 3

Influencia del aumento del fotoperíodo durante las 12 de la noche y 2 a.m., y luz permanente sobre la producción en soya. (experimentos en 8 replicaciones con 4 plantas por materia).

Fotoperíodo	Peso de una planta. grs.	Cantidad de vainas por planta	Peso de vainas por planta	Aumento o disminución	Observaciones
Testigo 12 horas	25.3	15.42	13.31	100	Floración antes que las plantas con fotoperíodo aumentado.
13 h.luz 12 a 1 a.m.)	29.2	20.6	23.69	177	Mejor desarrollo vegetativo y mayor formación de flores.
13 h.luz (1 a 2 a.m.)	18.7	19.5	22.43	162	
24 hs.luz	17.6	2.00	2.30	17	Formación de flores sin fructificación.

Según esta tabla y el gráfico de la figura No. 4, anotamos: que la producción de vainas por planta fué bastante aumentada dando una hora más de luz entre las 12 de media noche y la una de la mañana, y de la 1 a.m., siempre dando mejor producción las plantas iluminadas desde las doce de la noche a una de la mañana.

Al observar las plantas durante su desarrollo se vió que los testigos con su fotoperíodo normal de 12 horas florecieron antes que las plantas con el fotoperíodo aumentado, pero el mejor desarrollo vegetativo y una mayor producción de flores se notó en las plantas

LAMINA IV

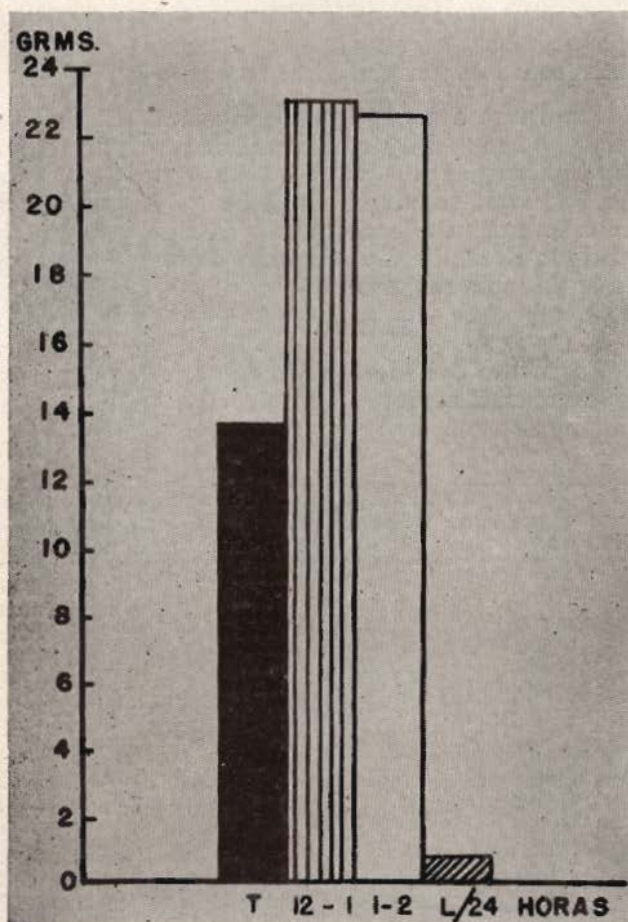


Fig. 4.— Influencia sobre el aumento en la producción al suministrar por una hora y durante la noche luz artificial.

artificialmente iluminadas (véase foto de la figura No. 5). Estos resultados coinciden con los experimentos de **Arner y Allard (1923)** quienes demostraron un mejor crecimiento y desarrollo vegetativo al aumentar el fotoperíodo.

Los experimentos con luz permanente dieron resultados que no coinciden con los trabajos de **Hamner, (1948)** quien pide para la formación de flores por lo menos diez y media horas de oscuridad. He observado en estos ensayos una formación de flores bastante elevada, pero todas esas flores formadas no formaron frutos, y al final del experimento el promedio de la cantidad de vainas por planta fue solamente de 2. Tengo que decir desde luego, que esta fructificación se notó en aquellas plantas que recibieron durante la iluminación en la noche la mayor sombra ocasionada por las plantas vecinas, ya que la lámpara se colocó en un extremo del sitio en donde estaban las plantas del experimento.

La fotografía de la figura No. 5 muestra con claridad el desarrollo vegetativo de las plantas por la influencia ejercida por los diferentes fotoperíodos.

Matera No. 8 control (12 horas de fotoperíodo).

Matera No. 1 plantas sometidas a iluminación permanente.

LAMINA V

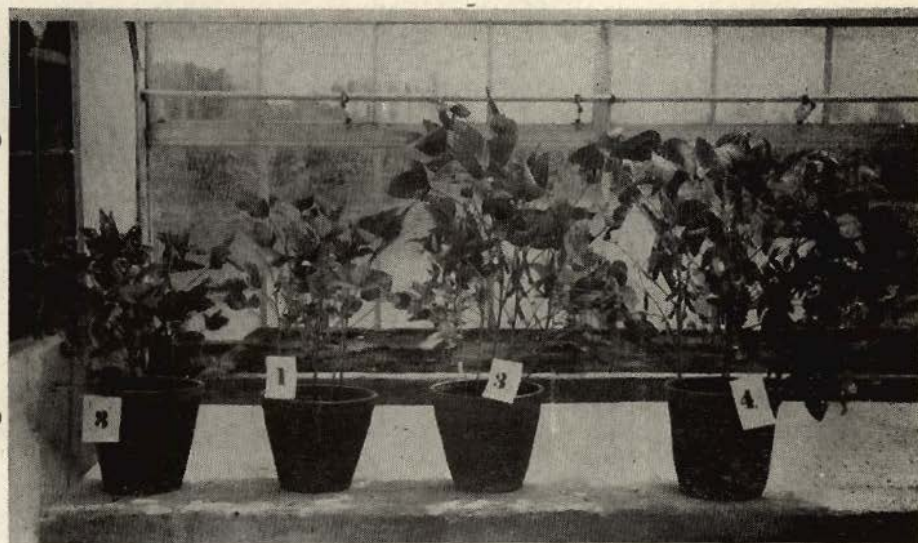


Fig. 5.— Efectos producidos sobre plantas de soya (var. Missoy) de la misma edad, al aumentar el fotoperíodo en una hora (3 y 4), luz permanente (1), comparadas con el testigo (8), con relación al desarrollo vegetativo y formación de vainas.— Foto: T. Rengifo.

Matera No. 3 plantas a las cuales se suministró además de su fotoperíodo natural, iluminación por una hora de 12 de media noche a una de la mañana.

Matera No. 4 Plantas sometidas además de su fotoperíodo natural a una hora de luz, de 1 a.m. a 2 a.m.

El suelo que contenía las materas fué idéntico para ellas en cuanto a su composición. Puede apreciarse en la materia No. 8 una constitución similar a las comunmente sembradas en los campos de cultivo, presentando una normal producción de vainas.

La materia No. 1 (iluminación permanente), no presenta fructificación alguna a causa de la iluminación. Las plantas mostraron al poco tiempo de estar recibiendo dicha iluminación un color amarillo-verdoso y un follaje poco frondoso.

La materia No. 3, como muestra la fotografía, presenta un desarrollo más robusto de las plantas y el color de tallos y hojas fue normal, superior al control.

La materia No. 4, presenta un aspecto muy similar a las plantas de la materia No. 3 pero al verificar su peso resultaron ser más pesadas que las de dicho número, pudiéndose apreciar mejor este detalle en la tabla No. 3.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES PRACTICAS

Al discutir sobre los resultados obtenidos en los diferentes ensayos, una vez recortando el fotoperíodo y otra aumentando este mismo, tengo que decir que estos resultados coinciden en una gran parte con las investigaciones hechas por otros autores (**Garner y Allard** 1920, **Sen** 1944-45, **Buening** 1948, etc.)

Así se puede demostrar para la soya (var. Missoy), planta de día corto, que al disminuir su fotoperíodo, bajó el desarrollo vegetativo de esta planta en una proporción bastante elevada, combinada con una aceleración en la floración, pero con una producción menor al compararlas con plantas que recibieron la luz normal de nuestra región.

La aceleración de la floración al reducir el fotoperíodo coincide con la reacción fotoperiódica de una planta de día corto, que según la curva construída por **Lang y Melchers** (1941) para plantas de día corto, un fotoperíodo de 7 a 11 horas es óptimo para la formación de flores, que no quiere decir que también sea óptimo para la cantidad de flores formadas que cuajan, como hemos visto en nuestra gráfi-

ca de la figura No. 1. Según esta gráfica las plantas con 10 y 11 horas de luz forman más flores que las plantas testigos, pero al final los flores que cuajan se presentan más en las plantas testigos.

Al aumentar el fotoperiodo pude demostrar, también como otros autores (**Garner** y **Allard** 1923, etc.) un desarrollo vegetativo mucho mayor que en plantas en condiciones normales, y con este desarrollo, una mayor producción.

Según las anotaciones de **Buening** (1948) y según su curva sobre la regulación de una rítmica endógena y del movimiento de las hojas causado por un estímulo de luz en plantas de día corto, se experimentó con luz artificial en las horas de la noche, desde las 12 de media noche hasta las 2 de la mañana, observando que la mejor producción y el mejor desarrollo vegetativo se obtuvo en las plantas que fueron iluminadas entre las 12 de media noche a 1 de la mañana.

Empleando para la iluminación las horas de la una de la mañana a las 2, ya baja el desarrollo vegetativo de las plantas menos que el control, pero siempre aumenta la producción al compararlas con el testigo, aunque ya menos que las plantas que recibieron su fotoperiodo prolongado entre las 12 y 1 de la madrugada. Es decir, el momento preciso para la prolongación del fotoperiodo es la hora mencionada. Probablemente no haría falta iluminar las plantas durante toda esta hora, porque según lo indicado por **Buening** (1948) es posible que bastarían unos pocos minutos.

Una prolongación del fotoperiodo en las horas de la tarde, es decir, después de las 6, no tuvo ninguna influencia sobre el desarrollo vegetativo, como se pudo demostrar en un ensayo en el invernadero con plantas que recibieron luz entre las 6 y 7 p.m. y según las investigaciones de **Buening** (1944), la observación hecha coincide con las teorías del autor mencionado sobre la reacción de luz en las fases de la rítmica endógena.

En ninguna manera coinciden mis investigaciones con las de otros autores al darle luz a las plantas durante todo su periodo de vegetación. Según las diferentes investigaciones no deberían florecer nunca estas plantas con un fotoperiodo de 24 horas. Al contrario he observado una floración bastante abundante desde luego, una pequeña cantidad de estas flores cuajó.

Hamner (1940), pide para la formación de flores por lo menos 10,5 horas de oscuridad y 4 de luz. Según **Lang** y **Melchers** (1941) encima de las 14 horas las plantas de día corto no pueden formar flores. Con todos los experimentos y con todas las diferentes teorías existentes hoy sobre fotoperiodismo no se puede dar una explicación de este fenómeno, que debe ser objeto de otras investigaciones.

Los aumentos obtenidos con un estímulo fotoperiódico al pro-

longar ensayos podrían ser la clave para futuros experimentos y para un aumento de producción en general de esta planta cuyo valor y uso se aumenta día a día.

Podemos dar desde luego, razón a la opinión de **Buening** (1948) que al suavizar nuestras condiciones extremas de día corto se podría obtener aumentos considerables en la producción de esta planta.

Los resultados obtenidos con la prolongación del fotoperíodo dándole a las plantas luz artificial durante una hora en la noche creo posible que en un futuro no lejano, quizá, se pueda emplear este sistema para el aumento de nuestras cosechas en soya.

En un cálculo superficial que hice y en fincas que dispongan de instalación eléctrica, creo posible hacer una instalación barata y transportable en la proporción de una bombilla de 100 a 200 watios por plaza, costos estos que creo puedan ser cubiertos con el aumento en la primera cosecha, en una extensión no menor de 5 a 10 plazas y en terrenos próximos a la fuente de luz eléctrica.

En mis ensayos empleé bombillas de 100 watios que estaban sobre el grupo de plantas a una altura promedia de 4 metros con su correspondiente interruptor.

Hasta hoy nunca hemos tomado en cuenta en todos nuestros cultivos este factor fotoperiódico que sin duda desempeña un papel muy importante en la agricultura, especialmente cuando se trata de la propagación de semillas que llegan de otras zonas del mundo, por ejemplo, puede influir este factor bastante fuerte en el cultivo de arroz y varias legumbres.

Las diferentes variedades y razas de una misma especie pueden diferir notablemente en lo que se refiere a la longitud del día más favorable para florecer o para desarrollarse en forma vegetativa. El fracaso en la aclimatación de muchas especies, atribuidos a la temperatura desfavorable, puede ser en realidad resultado de una longitud de día no adecuada.

El conocimiento del fotoperiodismo, como se han denominado estas respuestas a la longitud del día, ayudaría al agricultor a conseguir variedades tempranas o tardías para una región determinada, así también ayuda a definir con claridad el problema de extender el área de las plantas cultivadas. El cultivo de plantas puede simplificarse notablemente y acelerarse mediante el control artificial de la duración de la luz; puede lograrse que las plantas florezcan en cualquier época del año, siendo posible así realizar cruza entre tipos próximos, que en otra forma sería imposible. Una vez conocidas las exigencias específicas de cada tipo de planta, los floricultores serán capaces de forzar la floración en cualquier época. Los métodos para realizarlos son simples y los resultados decisivos.

RESUMEN

El autor da en la introducción un breve resumen sobre el fotoperiodismo en general y sobre los trabajos más importantes hechos respecto a los problemas fotoperiódicos de la soya.

En sus propias investigaciones con la var. Missoy ha obtenido los siguientes resultados:

- 1— Una reducción del fotoperíodo normal de la región tropical de Colombia (Valle del Cauca) aceleró la floración, disminuyó el desarrollo vegetativo y la producción en la cosecha.
- 2— Un fotoperíodo de 9 horas no aceleró la floración, y con respecto al desarrollo vegetativo y producción obtuvo el menor rendimiento.
- 3— Alargando el fotoperíodo normal (12 horas) a 13 horas dando luz a continuación del día no obtuvo ninguna influencia sobre la floración y desarrollo vegetativo.
- 4— Iluminando las plantas entre las 12 de media noche y la una de la mañana, es decir, aumentando el fotoperíodo en una hora, estimuló el desarrollo vegetativo, retardó algo la floración, pero aumentó la producción en un 77%.
- 5— Aumentando el fotoperíodo en la hora de 1 a.m. a 2 a.m. observó un menor desarrollo vegetativo, retardó algo la floración, pero siempre una producción mayor al compararla con los controles de fotoperíodo normal, en un 62%.
- 6— Plantas que recibieron luz durante toda su período vegetativo sin intervalos de oscuridad, formaron, en oposición a las observaciones hechas por otros autores, bastantes flores pero la mayoría de ellas no cuajaron.
- 7— Al final el autor discute los resultados y da conclusiones para posibles aplicaciones prácticas.

BIBLIOGRAFIA

- Allard, H. A.— 1938.— Complete or partial inhibition of flowering in certain plants when days are too short or too long. Jour. Agric. Res. 57 (10).
- . —1948.— Length of day in the climates of past geological eras and its possible effects upon changes in plant life. Vernalization and Photoperiodism. pp 101-119.
- Borthwick, H. A.— 1948.— Der Einfluss der Tageslaenge auf die Pflan-

zenbluete. Landwirtschaft. (15/16): 221-223. Extractado en Biological Abstracts: 1707.

- Buenning, E.**— 1935.— Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 53:594-623. Citado por Vernalization and Photoperiodism, 1948.
- . — 1944.— Die allgemeinen Grundlagen der photoperiodischen Empfindlichkeit. Flora 38 (1): 93-119.
- . — 1948.— Studien ueber Photoperiodizitaet in den Tropen. Vernalization and Photoperiodism. pp 161-164.
- . — 1948.— Die entwicklung sphysiologische Bedeutung der endogenen Tagershythmik bei den Pflanzen. Vernalization and Photoperiodism. pp 167-174.
- Cajlachjan, M. H.**— 1936.— Hormonal theory of plant development. Compt. Rend. Acad. Sco. USSA, 10: 89-93. Citado por Vernalization and Photoperiodism, 1948.
- Evans, M. W and H. A. Allard.**— 1934.— Relation of length of day to growth of timothy. Jour. Agric. Res., 48: 571-586.
- Funke, G. L.**— 1948.— The photoperiodicity of flowering under short day with supplemental light of diferent wave lengths. Vernalization and Photoperiodism. pp 79-82.
- Garner, W. W., and H. A. Allard.**— 1920.— Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. Jour. Agric. Res., 18: 553-606.
- . — 1923.— Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night. Jour. Agric. Res., 23: 871-920.
- Gerhard, C.**— 1940.— Uber die Entwicklung der Planzen unter dem Einfluss der Tageslaenge und der Temperatur im Jgendstadium. Jour. f. Landw., 87, 161.
- . — 1948.— Hormones in relation to Vernalization and Photoperiodism. Vernalization and Photoperiodism. pp 63-70.
- Harder, R.**— 1942.— We itere Untersuchungen ueber die Veraenderung der photoperiodischen Reaktion bei Kalanchoe Blossfeldiana. Naturwiss., 29, 273.
- . — 1944.— Notiz ueber die Abhaengigkeit der Ausbildung der Bluetenstande von der Groesse der photoperiodischen behandelten Blattflaeche bei Kalanchoa Blossfeldiana. Flora: 38 (1): 1-10.
- Klebs, G.**— 1913.— Sitzungsab. Heidelb. Acad. Wiss. Abt. B: 3-47. Ci-

- Knott, J. E.**— 1934.— *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 31: 152-154. Citado por Vernalization an Photoperiodism, 1948.
- Krajevoj, S. J. and Kiricenکو, F. G.**— 1935.— *Comp. Rend. Acad. Sci. USSR.* 7: 171-176. Citado por Vernalization and Photoperiodism, 1948.
- Kramer, P. J.**— 1937.— Photoperiodic stimulation of growth by artificial light as a cause of winter killing. *Plant Physiol.* 12: 881-883.
- Lang, A.**— 1948.— *Beitrage zur Genetik des Photoperiodismus. Vernalization and Photoperiodism.* pp 175-183.
- Lang, A. and F. v. Wettstein.**— 1940.— *Entwicklungsphysiologie. Fortschritte der Botanik.* 10: 278-307.
- Lang, A. and G. Melchers.**— 1941.— Ueber den hemmenden Einfluss der Blaetter in der photoperiodischen Reaktion der Pflanzen. *Naturwiss.* 29, 82.
- . — 1948.— Ausloesung von Bluetenbildung bei Langtagpflanzen unter Kurztagsbedingungen durch Anpfropfung von Kurztagspflanzen. *Zeitschrift. Naturforschung*, 3b (3/4) 108-111.
- Laurie, A., and G. H. Poech.**— 1932.— Photoperiodism. The value of supplementary illumination and reduction of light on flowering plants in the greenhouse. *Ohio Agric. Exp. Sta., Bull.* 512.
- Lysenko, T. D.**— 1928.— Effect of the Thermal factor on length of phases in development of plants (en ruso). *Vernalization and Photoperiodism.* pp 5-8.
- Melchers, G. y A. Lang.**— 1948.— Versuche zur Ausloesung von Bluetenbildung an zweijaehrigen *Hyoscyamos niger*-Planzen durch Verbindung mit e injaehrigen ohne Gewebeverwachsung. *Zeitschrift Naturforschung* 3b (3/4): 105-107.
- Moshkow, B. S.**— 1935.— *Bull. Agric. Genetic. and Pl. Breed.* 17: 25-30. Citado por Vernalization and Photoperiodism, 1948.
- Murneck, A. E.**— 1948.— History of research in photoperiodism. *Vernalization and Photoperiodism.* pp 39-61.
- Nuttoson, M. Y.**— 1948.— Some preliminary observation of phenological data as a tool in the study of photoperiodic and

thermal requirements of various plant material. Vernalization and Photoperiodism. pp 129-143.

- Parker, M. W. y H. A. Borthwick.**— 1939.— Effect of variation in temperature during photoperiodic induction upon initiation of flower primordia in Biloxi soybean. Bot. Gaz. pp 101-145.
- Roberts, R. H., and B. E. Struckmeyer.**— 1949.— Anatomical and histological changes in relation to vernalization and photoperiodism. Vernalization and Photoperiodism. pp 91-100.
- Schaffner, J. H.**— 1923.— The influence of relative length of daylight on the reversal of sex in hemp. Ecology, 4: 323-334.
- Sen, B.**— 1944/45.— Annual report of the scheme for research on vernalization of crop plants. Imperial Council of Agriculture Research, New Delhi, India.
- Sircar, S. M.**— 1948.— Vernalization and photoperiodism in the tropics. Vernalization and Photoperiodism. pp 122-128.