

## RELACIONES EN EL ESPECTRO DE LUZ: UNA BREVE RESEÑA

Uno de los principales beneficios de los LED en comparación con otras fuentes de luz es la posibilidad de crear un espectro personalizado. Con un espectro personalizado para una aplicación específica, se puede controlar mejor la morfología de la planta, la uniformidad, la calidad del rendimiento, el tiempo de floración y otros parámetros. Este beneficio de usar el espectro de luz para controlar el crecimiento de la planta es aún más significativo cuando se usa luz LED en ambientes cerrados, es decir, como única fuente de luz.

Al considerar el desarrollo de la tecnología LED, últimamente ha quedado muy claro que las plantas pueden responder de manera diferente cuando se cultivan bajo diferentes fuentes de luz. Las luces monocromáticas (por ejemplo, los LED compuestos solo por chips rojos y azules) son menos efectivas en las respuestas de las plantas cuando se comparan con un espectro continuo (completo / ancho) donde las diferentes longitudes de onda de color se superponen.

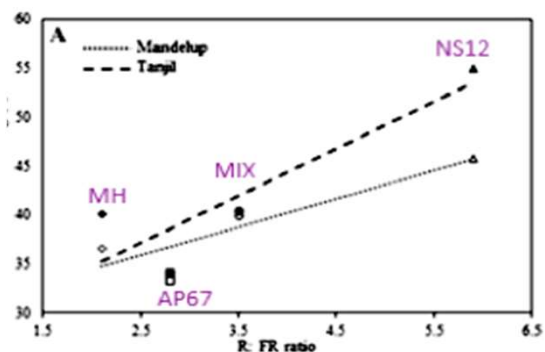
Además de lo rico que es el espectro con varios colores de espectro, también tenemos que considerar las diferentes relaciones entre los colores como un factor contribuyente, como la relación rojo a rojo lejano (R:Fr) y la relación azul a verde (B:G).

### RELACIÓN ROJO A ROJO LEJANO (R:Fr)

La mayoría de las investigaciones sobre las respuestas de las plantas se han hecho con respecto a la proporción de rojo a rojo lejano. La superficie de la hoja de la planta contiene fotorreceptores absorbentes de luz roja y roja lejana llamados fitocromos-B (phyB). Los PhyB cambian entre las formas biológicamente inactivas (Pr,  $\lambda_{max}$ , 660 nm) y activas (Pfr,  $\lambda_{max}$ , 730 nm).

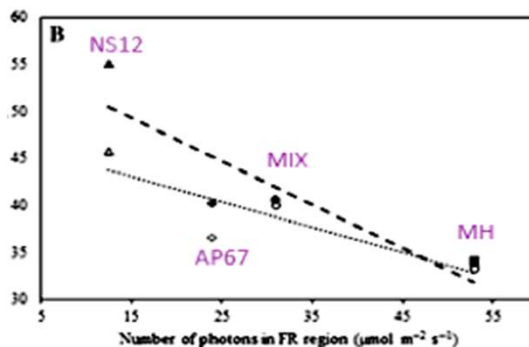
Estas formas afectan directamente a la fotomorfogénesis, el alargamiento, la germinación y la floración de las plantas (Franklin y Whitelam 2005). Este es un buen ejemplo de que no solo es el porcentaje de rojo lejano y rojo lo que importa en el espectro de luz LED continuo, sino la relación entre ellos y la carga de fotones que produce el espectro (Croser et al. 2016).

Tiempo de floración



Gráfica 1. Regresiones entre la proporción rojo a rojo lejano (R:Fr) y los días de floración en temprana (Mandelup) y tardía (Tanjil) de los genotipos de lupino. Línea continua= Mandelup; Línea discontinua= Tanjil. E1 = triángulo; E2 = círculo; E3 = cuadrado y E4 = diamante \* Croser et al. (2016)

Tiempo de floración



Gráfica 2. Regresiones entre el número de fotones en la región FR y los días de floración en temprana (Mandelup) y tardía (Tanjil) de los genotipos de lupino. Línea continua= Mandelup; Línea discontinua= Tanjil. E1 = triángulo; E2 = círculo; E3 = cuadrado y E4 = diamante \* Croser et al. (2016)

Parámetros	Ambiente				
	NS12	MIX	AP67	MH	NL
B	99,7	70,7	38,1	81,9	461,5
R	129,6	146,0	168,3	75,8	610,4
FR	12,5	31,0	52,9	24,0	439,7
Intensidad total	450	380	310	350	2000
R:Fr	5,86	3,42	2,89	2,16	1,14

**Tabla 1.** Características espectrales de los ambientes utilizados en la investigación. Resaltados los datos R:Fr, a partir de los cuales se ha elaborado la gráfica 1.

Parámetros	Ambiente				
	NS12	MIX	AP67	MH	NL
B	99,7	70,7	38,1	81,9	461,5
R	129,6	146,0	168,3	75,8	610,4
FR	12,5	31,0	52,9	24,0	439,7
Intensidad total	450	380	310	350	2000
R:Fr	5,86	3,42	2,89	2,16	1,14

**Tabla 2.** Características espectrales de los ambientes utilizados en la investigación. Resaltados los datos FR, a partir de los cuales se ha elaborado la gráfica 2.

Existen diferentes definiciones de a qué color se refiere una determinada longitud de onda. Según Sellaro et. Alabama. (2010) la luz roja está entre 620-680 nanómetros y el rojo lejano entre 700-750 nanómetros. Una definición anterior de Smith (1982) determina que el rojo está entre 700-750 nanómetros y el rojo lejano entre 720-740 nanómetros.

Si analizamos la literatura científica, podemos observar que la relación de rojo a rojo lejano se describe como relativamente baja (2-3) para parecerse a la luz solar, que tiene una relación R:Fr de alrededor de 0,6-1,3 (0,6 por la mañana y por la tarde y 1,0-1,3 al mediodía). Cuanto más alta sea la relación R:Fr, más compacta será la planta y viceversa.

Las plantas también perciben las mayores cantidades de rojo lejano en el espectro e interpretan las altas cantidades como si estuvieran en la sombra. Esto conduce al llamado "síndrome de evitación de la sombra", que conduce a un tallo estirado y una floración más temprana.

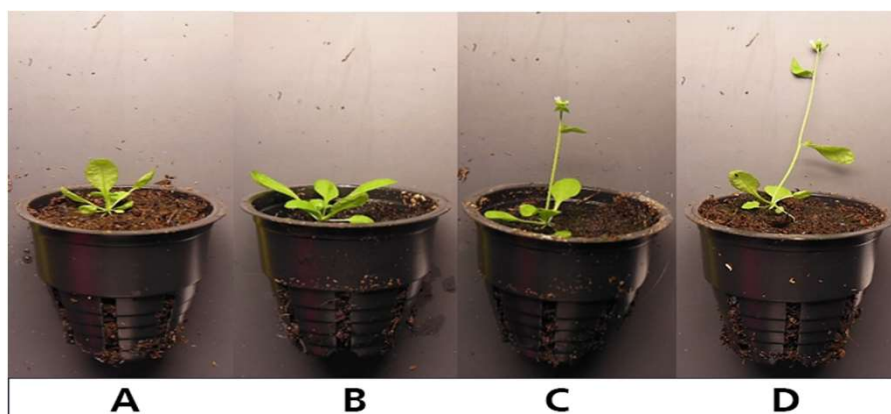


Imagen 1. Plantas de *Arabidopsis thaliana* con 27 días de crecimiento bajo diferentes tratamientos de luz de  $40 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$ , obtenidas a partir de semilla.

- A) Tubo fluorescente: R:Fr 5,87 B:G 2,7 FR  
 B) LED continuo 1: R:Fr 5,5 B:G 1,8 FR 8%  
 C) LED continuo 2: R:Fr 3,3 B:G 1,2 FR 17%  
 D) LED continuo 3: R:Fr 3,1 B:G 25,9 FR 25%

#### RELACIÓN AZUL A VERDE (B:G)

El color azul en el espectro es crítico para el proceso de síntesis y, por lo tanto es, junto con el color rojo, la base para construir un buen espectro de luz de crecimiento. Sin embargo, el efecto del color azul se ve afectado significativamente por la relación de color azul a verde (Möglich et al. 2009). En la literatura académica más reciente, se ha puesto aún más énfasis en la longitud de onda del color verde.

Se sabe que penetra más profundamente en las capas mesófilas de las hojas que en las longitudes de onda azules y rojas. Además, ahora sabemos que es capaz de penetrar a través de las hojas superiores hasta las partes inferiores de la planta y conducir la fotosíntesis donde otras longitudes de onda tienen un “acceso” limitado (Smith et al. 2017). Una dirección de estudio para futuras investigaciones puede ser estudiar la proporción verde a rojo porque el verde también es conocido por afectar las respuestas de luz roja.

#### CONSEJOS PARA CULTIVADORES

Construir un espectro de luz de alta calidad es un proceso complejo que, literalmente, se basa en investigaciones científicas sólidas. Con una gran cantidad de compañías de iluminación que traen sus ofertas al mercado, puede ser abrumador para los productores entender qué tipo de luz alimentará mejor a sus plantas. Siempre es bueno solicitar a los proveedores de iluminación que proporcionen datos de la investigación que realizaron como prueba de que sus espectros se han desarrollado cuidadosamente y que, de hecho, pueden respaldar sus afirmaciones.

Información facilitada por los servicios técnicos de Valoya OY.