

DENSIDAD FOTONICA Y COMPOSICION ESPECTRAL DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO Y PARTICION DE MATERIA SECA EN *Artemisia verlotorum*

M. C. LAVALLE (1); J. BELTRANO (2) y E. R. MONTALDI (3).

(1) Facultad de Ciencias Naturales y Museo

(2) Instituto de Fisiología Vegetal. UNLP y CIC B.A.

(3) Instituto de Fisiología Vegetal. UNLP y CONICET

CC 31 (1900) La Plata, Argentina

Recibido: 20 de noviembre de 1989. Aceptado: 29 de diciembre de 1989

RESUMEN

La arquitectura de las plantas puede ser modificada tanto por la cantidad como por la calidad de la radiación incidente. Bajas relaciones R/RL (Z) aplicadas al final del día (EOD), reducen el tamaño de las hojas en algunas especies, mientras que las aumenta en otras. Además, se ha demostrado que el sistema fitocromo regula la partición de fotoasimilados en numerosas especies.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar los efectos de irradiaciones con luz roja (R) y roja lejana (RL) de baja energía aplicadas al final del día, como así también de diferentes niveles de densidad fotónica (DFFF) sobre el crecimiento y la morfología de la maleza "Yuyo de San Vicente".

Dos grupos de 15 plantas fueron sometidas a irradiaciones EOD con bajos y altos valores de Z. Otros tres grupos se los sometió a distintos niveles de irradiancia en forma continua (100%; 50% y 10% de luz solar plena). Al cabo de 30 días se dió por finalizado el ensayo.

Las plantas sometidas a diferentes valores de Z no modificaron su altura ni el número de hojas. El área foliar y la biomasa total se incrementaron con R. Alta relación R/RL provocó mayor desarrollo del sistema subterráneo. Las plantas sometidas a sombreado intenso no modificaron significativamente su altura ni el número de hojas aunque sí el peso seco de cada una de las fracciones. Es de destacar que aún con bajas irradiancias se formaron rizomas, lo que indica la capacidad de adaptación del "Yuyo de San Vicente" a condiciones de muy baja disponibilidad de DFFF, y medrar bajo canopeos densos.

Palabras claves: *Artemisia verlotorum*, fitocromo, sombreado, fotomorfogenesis.

SUMMARY

PHOTONIC DENSITY AND SPECTRAL COMPOSITION AS DETERMINANTS OF GROWTH AND DRY MATTER PARTITION IN *Artemisia verlotorum* L.

Artemisia verlotorum plants were irradiated with lights of different red/far red ratio during 60 min. at the end of the day. High red/far ratio increased photoassimilate partitioning toward underground organs (roots and rhizomes) and enhanced total biomass and leaf area. Stem height and leaf number were not modified. Photosynthetic photon density as low as 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ decreased both shoot and underground dry weight. However, the production of rhizomes was not hindered.

It is concluded that phytochrome is involved in photoassimilate distribution and that even under very weak photon flux, and consequently low photosynthetic activity, rhizomes were differentiated in this weed. According to these results it is logical to affirm that *Artemisia verlotorum* is a shade-tolerant plant capable to grow under dense canopies. Eradication of this weed by crop shading seem unlikely.

Key words: *Artemisia verlotorum*, photomorphogenesis, phytochrome, shading.

Abreviaciones: R = Luz roja; RL = Luz rojo lejano; EOD = Fin del día; DFFF = Densidad de flujo fotónico fotosintético
Z = Relación R/RL.

INTRODUCCION

La luz que incide sobre las plantas sufre cambios tanto en su intensidad como en su duración y calidad. Las plantas que crecen bajo un canopeo denso difieren de las que lo hacen en forma aislada, tanto en la cantidad y partición de su biomasa, como en su arquitectura (Ballaré, 1988).

Modificaciones en las plantas ocurren cuando crecen bajo un canopeo natural, no solamente causados por el sombreado, sino también por cambios que ocurren en la calidad de la radiación incidente (baja DFFF y baja relación de Z).

Bajas relaciones de Z aplicadas durante el período lumínico, como al final del día, reducen el tamaño de las hojas en *Sinningia speciosa* (Satter and Wetherell, 1968), *Nicotiana tabacum* (Kasperbauer, 1971), pero aumentan el tamaño en *Taraxacum officinale* (Cogliatti and Sanchez, 1982), *Glycine max* (Thomas and Raper, 1985), *Petunia axilaris* (Casal et al., 1987 a). Willemoës et al. demostraron que en plantas de *Cynodon dactylon* que crecían a la luz solar directa y cuyos estolones eran irradiados con luz roja, estos alargaban sus entrenudos y sus láminas, mientras que bajo luz roja lejana su aspecto era de típicos rizomas, con entrenudos cortos y hojas escamosas.

El alargamiento del tallo ocurre con baja relación Z, siendo más marcado en especies heliófilas como *Chenopodium album* (J.E. Huges and E. Wagner, 1987) y *Senecio vulgaris*.

El pigmento que detecta la calidad de la luz incidente es el fitocromo (Holmes and Smith, 1977), mediante el cual la planta ajusta su metabolismo y hábito de crecimiento a las distintas situaciones de radiación. El sistema fitocromo puede actuar como un indicador de la calidad de luz o grado de sombreado al que esta expuesta la planta. (Morgan and Smith, 1981). Beltrano et al. (1991) demostraron que este pigmento determina la distribución de los fotoasimilados en *Cynodon dactylon*. Montaldi et al. (1984) determinaron que en plantas de *Wedelia glauca* en condiciones

de alta irradiancia, las yemas cotiledonales forman rizomas, mientras que cuando se las sombrea o se las defoliaba generaban tallos aéreos.

En el presente trabajo se estudiaron los efectos de irradiaciones diarias breves con luz roja y roja lejana al final del día (EOD) y de la acción de distintos niveles de irradiancia sobre el crecimiento y la morfología del "yuyo de San Vicente" (*Artemisia verlotorum*). Esta planta es una maleza rizomatosa que causa daños en diversos cultivos de la Argentina y de otros países.

MATERIALES Y METODOS

A partir de plantas recogidas en las proximidades de La Plata se obtuvieron estacas con dos yemas, sin hojas y de aproximadamente 10 cm de longitud. Se colocaron en recipientes plásticos conteniendo tierra tamizada para su enraizamiento, y el riego se realizó por subirrigación. Cuando las plantas tenían dos pares de hojas totalmente expandidas, se las ubicó en un invernáculo a luz solar directa ($1200 \pm 500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y se las sometió a diferentes tratamientos.

Experimento 1.

Quince plantas cultivadas en la forma ya descrita, fueron sometidas al final del día a 60 min. de irradiación con luz roja de dos tubos fluorescentes (Sylvania) de 40 W, con una intensidad de $5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, entre 400-700 nm; $0.8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ entre 700-850 nm con un pico muy marcado en 660 nm de $4,96 \mu\text{W cm}^{-2} \text{nm}^{-1}$. Otras 15 plantas fueron irradiadas con luz roja lejana proveniente de una fuente consistente en dos lámparas incandescentes de 100 W filtrada por una lámina de celofán azul, una de acrílico rojo y una de agua corriente de 10 cm de espesor para absorber la radiación infrarroja. La irradiancia a nivel de las plantas fue de $6,7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ entre 700-850 nm; $1,3 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ entre 400-700 nm con un pico en 730 nm de $3,27 \mu\text{W cm}^{-2} \text{nm}^{-1}$.

Tabla 1: Efectos de la luz roja (R) y roja lejana (RL) sobre el crecimiento y la partición de materia seca en *Artemisia verlotorum*Effects of red (R) and far red (RL) light on growth and dry matter partition in *Artemisia verlotorum*.

Parámetro	Luz Roja	Luz Roja Lejana
Altura (cm)	19,70 ± 3,3 a	20,70 ± 2,6 a
Número de Hojas	19,00 ± 1,9 a	17,00 ± 2,0 a
Area Foliar (cm ²)	110,27 ± 10,8 a	83,51 ± 7,6 b
PS Hojas (mg)	287,20 ± 22,4 a	192,64 ± 17,7 b
PS Tallo (mg)	170,00 ± 15,8 a	173,70 ± 12,4 a
PS Area (mg)	457,20 ± 45,6 a	366,34 ± 49,8 a
PS Raiz (mg)	84,20 ± 12,9 a	29,66 ± 20,6 b
PS Rizoma (mg)	39,00 ± 6,7 a	16,17 ± 5,8 b
PS Subt (mg)	123,20 ± 21,5 a	45,83 ± 18,6 b
PS Total (mg)	580,40 ± 25,7 a	412,17 ± 27,9 b
PS Rizoma / PS Raiz	0,46	0,54
PS Subt / PS Total	0,21	0,11
PS Subt / PS Aereo	0,27	0,12

La densidad de flujo fotónico fotosintético (DFFF) fue medido con un quantum-radiometro-fotometro LI-COR modelo LI-185 A, con sensor LI 190 S (entre 400-700 nm) y LI 220 S NIR (entre 800-850 nm), la distribución espectral se midió con un espectrorradiómetro ISCO modelo SR.

Al cabo de 30 días se analizaron las plantas y se midieron los parámetros que se indican en el cuadro 1.

Experimento 2.

Tres grupos de 15 plantas fueron colocados bajo distintos niveles de irradiancia logrados mediante capas superpuestas de malla neutra:

- luz solar directa. 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \pm 300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.
- 50% de luz solar directa (dos capas de malla neutra) 750 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \pm 200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.
- 10% de luz solar directa (cuatro capas de malla neutra) 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} \pm 50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

A los 30 días se dieron por finalizados los tratamientos y se analizaron los parámetros indicados en el cuadro 2.

Las experiencias se repitieron en dos oportunidades. Las mediciones se realizaron por los métodos convencionales de laboratorio, el área foliar se determinó mediante el uso de un integrador Li-Cor modelo Li 3000.

Los valores obtenidos se evaluaron estadísticamente mediante ANOVA y la prueba de Tuckey indicando la significancia al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 muestra que la altura de las plantas y el número de hojas no fueron afectados por los tratamientos (EOD), aunque sí se modificó el área foliar, la biomasa y la partición de asimilados en coincidencia con Ballaré (1988).

Resultó de interés el hecho que un alto valor de Z provocó una mayor partición de fotoasimilados hacia la parte subterránea y consecuentemente un mayor peso de rizomas.

Tabla 2: Efectos de la disminución de la densidad de flujo fotónico fotosintético sobre el crecimiento y la partición de materia seca en *Artemisia verlotorum*.
Effects of reducing photosynthetic photon flux density (DFFF) on growth and dry matter partition in *Artemisia verlotorum*

Parámetro	100%	50%	10%
Altura (cm)	24,65 ± 3,2 a	21,75 ± 2,8 a	23,30 ± 4,1 a
Número de Hojas	17,00 ± 1,1 a	15,00 ± 1,3 a	15,00 ± 1,0 a
Area Foliar (cm ²)	66,32 ± 6,4 a	38,06 ± 6,8 b	51,33 ± 4,1 ab
PS Hojas (mg)	320,86 ± 36,7 a	230,79 ± 27,3 b	229,76 ± 32,5 b
PS Tallo (mg)	432,54 ± 32,8 a	425,83 ± 4,7 a	298,79 ± 32,8 b
PS Area (mg)	753,40 ± 45,9 a	656,62 ± 38,6 ab	528,55 ± 30,7 b
PS Raiz (mg)	560,94 ± 46,7 a	226,44 ± 26,8 b	199,45 ± 31,8 b
PS Rizoma (mg)	113,63 ± 24,4 a	57,81 ± 12,8 b	73,90 ± 10,9 b
PS Subt (mg)	674,57 ± 58,6 a	284,25 ± 25,6 b	273,35 ± 30,6 b
PS Total (mg)	1427,97 ± 96,0 a	940,87 ± 48,4 ab	801,90 ± 56,2 b
PS Hoja / PS Tallo	0,74	0,54	0,76
PS Rizoma / PS Raiz	0,20	0,26	0,37
PS Subt / PS Total	0,47	0,30	0,34
PS Subt / PS Aereo	0,90	0,43	0,52

Las plantas sometidas a irradiaciones con luz roja (alta relación de Z) distribuyeron el peso seco total en forma preferencial hacia las raíces y rizomas, lo que resultó de una relación materia seca subterránea / peso seco total de 0,21 comparado con 0,11 cuando las plantas fueron tratadas con luz roja lejana (baja relación de Z). Además, si bien la luz roja favoreció la partición hacia la parte subterránea, esto no significó una mayor producción relativa de rizomas, respecto del peso seco de las raíces como surge de la relación materia seca de rizomas / materia seca de la raíz que arrojó valores significativamente diferentes (0,46 y 0,54). El menor crecimiento relativo de rizomas con luz roja conduce a pensar en la intervención del fitocromo en este proceso, en coincidencia con lo determinado por Willemoes et al. (1987). Es evidente que el pulso de luz al final del día actuó sobre la partición, siendo el sistema fitocromo el responsable de la distribu-

ción de fotoasimilados, corroborando lo encontrado por Beltrano et al. (1991). Es por esto, que existe una gran diferencia en materia seca de la parte aérea y subterránea en las plantas sometidas a tratamientos de luz roja cuando se las compara con las crecidas bajo luz roja lejana intermitente.

Por otro lado, si bien el cociente peso seco de la parte subterránea / peso seco total se hizo menor con el sombreado, se puede observar un incremento en la relación peso seco rizoma / peso seco raíz, lo que indica una distribución diferencial de materia seca en favor de los rizomas según puede observarse en el cuadro 2. En coincidencia con Farkland (1986), la disponibilidad de fotoasimilados se vió disminuída por el sombreado (Tabla 2). Con 10% de la luz solar directa se manifestó una significativa disminución en el peso seco de las hojas, tallos, raíces y rizomas. En *Wedelia glauca* cultivada en condiciones de

sombreado intenso, o con baja disponibilidad de asimilados por defoliación, las yemas cotiledonales no generan rizomas, sino que devienen tallos erectos (Montaldi et al 1984). El "yuyo de San Vicente" produjo una respuesta diferente, ya que esta maleza formó rizomas aún en condiciones de muy baja irradiancia.

Estos resultados permiten concluir que la *Artemisia verlotorum* modifica su hábito de crecimiento cuando la composición espectral de la luz

y la densidad fotónica de la misma se modifican por los efectos filtrantes de un canopeo denso. Por otro lado, se puede deducir que se trata de una planta tolerante a la sombra, ya que su arquitectura si bien se modificó, no lo hizo en la misma magnitud en que se transformó el microclima lumínico. Además, se debe tener en cuenta el hecho que aun con el 10% de la luz solar se diferenciaron rizomas normalmente lo que hace que pueda medrar bajo fuerte competencia.

BIBLIOGRAFIA

- Baliare, C., Sánchez R., Scopel, A. and Ghersa C. Morphological responses of *Datura ferox* seedlings to the presence of neighbours: their relationships with the canopy microclimate. *Oecologia* (Berlin). 76: 551-557 (1988).
- Beltrano, J.; Willemoës, J.; Montaldi, E.R. and Barreiro, R. Photoassimilate partitioning modulated by phytochrome in Bermudagrass *Cynodon dactylon* (L.) Pers. *Plant Sci.* 55: 17-20. (1991)
- Casal, J.J., Sanchez, R.A. and Deregibus, V.A. The effect of light quality on shoot extension growth in three species of grasses. *Annals of Botany* 59, 1-7. (1987).
- Casal, J.J., Aphalo, P. J. and Sanchez, R.A. Phytochrome effects on leaf growth and chlorophyll content in *Petunia axillaris*. *Plant Cell Envir.* 10: 509-514. (1987).
- Cogliatti, D.H. and Sánchez, R.A. Influencia del fitocromo sobre el crecimiento foliar de *Taraxacum officinalis*. *Phyton* 42: 191-199 (1982).
- Holmes, M.G. and Smith, H. The function of phytochrome in the natural environment. I. Characterization of daylight for studies in photomorphogenesis and photoperiodism. *Phytochem. Photobiol.* 25: 533-538. (1977 a)
- Holmes, M.G. and Smith, H. The function of phytochrome in the natural environment II. The influence of vegetation canopies on the spectral energy distribution of natural daylight. *Photochem Photobiol.* 25: 539-545 (1977 b).
- Hughes, J.E. and Wagner, E. Photomorphogenesis in *Chenopodium album*. Effects of supplementary far-red light on the kinetics of stem extension. *Planta* 172: 131-138. (1987).
- Kasperbauer, M.J. Spectral distribution of light in a tobacco canopy and effects of end-of-day light quality on growth and development. *Plant Physiol.* 47: 775-778. (1971).
- Montaldi, E.R.; Beltrano, J.; Abedini, W. y Marrone, Teresa. Factores que afectan la formación de rizomas en el "sunchillo" (*Wedelia glauca* Ort. Off.) *Rev. Fac. Agr. Buenos Aires.* 5: 139-145. (1984).
- Willemoës, J.; Beltrano, J. and Montaldi, E.R. Stolon differentiation in *Cynodon dactylon* (L.) Pers. mediated by phytochrome. *Environ. Exp. Bot.* 27: 15-20. (1987).