

## EFFECTO DE DIFERENTES CALIDADES DE LUZ SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Cyperus rotundus*

José Vicente Lazo<sup>1</sup> y Jocelyne Ascencio<sup>1</sup>

### RESUMEN

El efecto de la sombra debajo del dosel de un cultivo es un componente de la interferencia entre malezas y cultivos, y el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la calidad de la radiación producida por la sombra sobre el crecimiento de *Cyperus rotundus*. Se sembraron cormos de corocillo en maceteros colocados bajo filtros de celofán de colores rojo, verde o azul, así como bajo sombra neutra de baja densidad de flujo fotónico o a plena exposición solar, y a los 48 días se muestrearon 10 plantas de cada uno de los tratamientos. Se obtuvo que bajo sombra neutra se produjo por unidad de superficie un menor número de brotes y cormos, biomasa seca de raíces, estolones y hojas, lo cual resultó en una menor biomasa seca total y área foliar. Se detectaron diferencias entre este ambiente y plena exposición y bajo los filtros rojo y azul pero no bajo el filtro verde, siendo importante destacar la mayor razón de área foliar en sombra neutra producto del menor número y peso de cormos en relación a la parte aérea en términos de biomasa seca. Estos resultados indican que el manejo de la sombra debe tomarse en consideración como práctica agronómica dentro de un programa integrado de control de malezas.

**Palabras clave adicionales:** Corocillo, malezas, sombra, transmitancia

### ABSTRACT

#### Light quality effects on *Cyperus rotundus* growth

Canopy shade is an important part of weed-crop interference, and the aim of this study was to determine the effect of the radiation quality on the growth of *Cyperus rotundus*. Nutsedge corms were planted in pots filled with soil and placed under red, green or blue cellophane filters, neutral shade with low photon flux density, or full sun exposure. After 48 days, 10 plants of each treatment were sampled. It was found that under neutral shade lower values for the number of tillers and corms, dry root, stolon and leaf biomass, were observed per unit area, which resulted in a lower total dry biomass and leaf area. Differences were found between this environment and full exposure under the red and blue filters, but not under the green filter; it is important to emphasize the larger leaf area ratio found under neutral shade as a consequence of a lower number and corm dry weight as related to the aerial part in terms of dry biomass. These results indicate that management of the shade should be considered as an agricultural practice within an integrated weed control.

**Additional key words:** Purple nutsedge plants, weeds, shade, transmittance

### INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especies de plantas responden de manera diferente a la calidad de la radiación (color o longitud de onda) y a la cantidad de ella (densidad de flujo fotónico-DFF o irradiancia), así como a las combinaciones de ambas, lo cual representa un factor fundamental en la interferencia entre cultivos y malezas. El efecto de la calidad y la cantidad de radiación se combinan en el componente ambiental de sombra que produce un espectro de radiación característico bajo el dosel de las plantas.

Las hojas absorben fotones en el azul y rojo

del espectro de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) mientras que la absorción en el verde y especialmente en la región del rojo lejano es más débil y gran parte de estos fotones se reflejan como radiación difusa (radiancia). Ballaré et al. (1991) y Ballaré y Casal (2000), fueron pioneros en demostrar la importancia de la proporción entre el rojo y el rojo lejano (R/RL), como componente fundamental de la sombra entre plantas vecinas, la captación temprana de esta señal por los entrenudos y su relación con la densidad del follaje, la cual modula la cantidad de radiación; también demostraron que las plantas pueden detectar la presencia de plantas vecinas mucho antes de que

Recibido: Marzo 2, 2009

Aceptado: Enero 18, 2010

<sup>1</sup> Instituto de Botánica, Facultad de Agronomía Agrícola, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay. Venezuela e-mail: josevicente.lazo@gmail.com; jocelyneorama@gmail.com

estén sombreadas. Posteriormente, Folta (2004) demostró la estimulación del alargamiento temprano de entrenudos en *Arabidopsis thaliana* por un nuevo tipo de sensor, diferente a los fitocromos, criptocromos y fototropinas, activado por la luz verde (500-600 nm) siendo éste un importante hallazgo ya que no se conocen respuestas morfofisiológicas de las plantas en la zona verde del espectro.

El corocillo (*Cyperus rotundus* L.) es una de las malezas más agresivas en los sistemas agrícolas del país y está presente en asociación con casi todos los cultivos, siendo el control de su crecimiento una prioridad en el manejo agronómico en condiciones de campo. Esta planta con fotosíntesis C4 es considerada como la maleza de mayor importancia económica en todos los países del trópico y altamente nociva; presenta pequeños cormos y un rizoma que la convierte en una planta perenne, ya que los mismos pueden encontrarse hasta a 2 metros de profundidad en el suelo. Esto hace muy difícil su control (aún con herbicidas sistémicos) y el desmalezamiento manual no remueve los cormos sino que por el contrario, los dispersa. Por lo anterior el control integrado, fundamentado en el conocimiento de la fisiología de la planta, es de gran importancia.

El efecto de la sombra en términos de una disminución en la cantidad de luz (flujo de fotones) utilizando filtros neutros o saraes ha sido estudiado en un gran número de especies; en corocillo, Bielinski et al. (1997) estudiaron el efecto de cantidades decrecientes de luz incidente sobre dos especies de *Cyperus*: *C. esculentus* y *C. rotundus* y encontraron que la primera era menos afectada por la sombra, lo cual podría explicar su mayor distribución en ambientes con poca luz en contraste con *C. rotundus* la cual generalmente se encuentra en áreas tropicales de elevada irradiancia. Por otra parte, Neeser et al. (1997) demostraron que la sombra artificial, en términos de radiación fotosintéticamente activa (RFA), bajo un dosel de plantas de diferentes cultivos (maíz, pimentón, batata y frijoles) limitaba la producción de cormos de *C. rotundus*, y en otro trabajo, Neeser et al. (1998) elaboraron un modelo mecánico para la dinámica de población de estos cormos donde se incluyó, como parámetro de la matriz de transición, la RFA incidente acumulada sobre las plantas de

corocillo bajo el dosel y se obtuvo que el factor más determinante fue el tamaño de la población.

En un estudio más reciente, Salgado et al. (2006) encontraron que la interferencia con el corocillo redujo el crecimiento vegetativo en maíz, pero que la interferencia del maíz sobre corocillo originó una mayor distribución de asimilados hacia los cormos. Nemoto et al. (1994) y Salgado et al. (2006) reportaron que la combinación de fertilización fosforada y sombra afectó la relación fuente-sumidero en corocillo, ya que la planta respondió con una mayor inversión de fotosintetizados hacia la parte aérea en detrimento del crecimiento de cormos y rizomas. Los autores atribuyeron estos resultados a una interacción de la sombra con la fertilización fosforada.

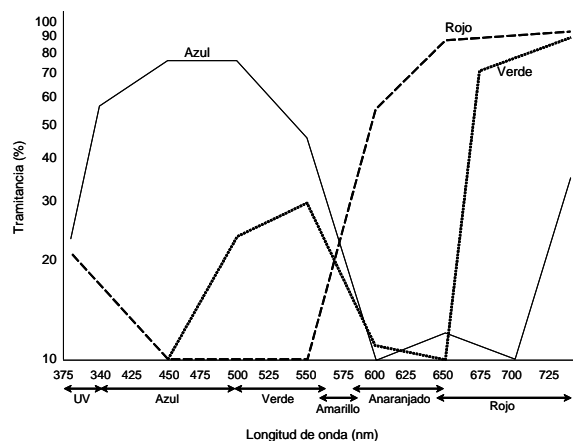
En virtud de la importancia de la sombra en el crecimiento del corocillo y que la mayoría de los trabajos no incluyen el componente de calidad, o sea, la longitud de onda de la radiación, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la calidad de la radiación producida por la sombra sobre el crecimiento de *Cyperus rotundus* con el fin de conocer con mayor detalle las posibles respuestas de esta especie cuando crece bajo el dosel de un cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron cormos de corocillo en poblaciones naturales del campo experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela en Maracay, y se sembraron individualmente en maceteros de 17 cm de diámetro y 15 cm de altura que contenían 1,5 kg de suelo fertilizado. Una vez emergidos los cormos, se seleccionaron cinco grupos cada uno de diez maceteros. Tres de los grupos fueron llevados a gabinetes de vegetación de 1x1x1 m elaborados con malla gruesa y forrados con papel celofán rojo, azul ó verde, que se colocaron bajo plena exposición solar. El cuarto grupo fue trasladado a un cobertizo con sombra neutra de baja DFF, y el último a un ambiente de plena exposición solar (sin cubrir). Previo a la realización de los ensayos se determinó la máxima transmitancia (Figura 1) del papel celofán, mediante barrido de la transmisión de la radiación de 380 a 700 nm en un espectrofotómetro Spectronic 21.

A los 48 días después de sembrados los cormos se realizó un muestreo único de todas las plantas en cada uno de los ambientes para determinaciones de la altura de la planta, número de hojas, biomasa

seca de la parte aérea y subterránea (raíces, cormos y estolones), densidad de macollamiento, número de cormos, biomasa de raíces, biomasa estolones, área foliar total y biomasa de hojas, y biomasa total (parte aérea y parte subterránea). Adicionalmente se calculó la razón de área foliar (RAF), expresada como el cociente entre el área foliar total y la biomasa total de las plantas.



**Figura 1.** Espectro de transmisión de radiación (%T) obtenido por barrido espectrofotométrico de segmentos de papel celofán rojo, azul y verde utilizado para forrar los gabinetes donde crecieron las plantas

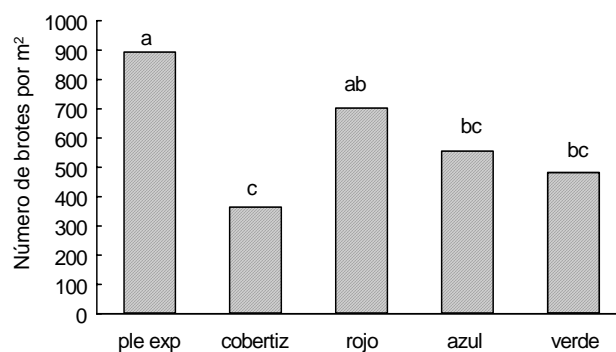
Los resultados se examinaron mediante análisis de la varianza, previa comprobación de los supuestos del análisis, y prueba de medias según la prueba de Duncan.

## RESULTADOS

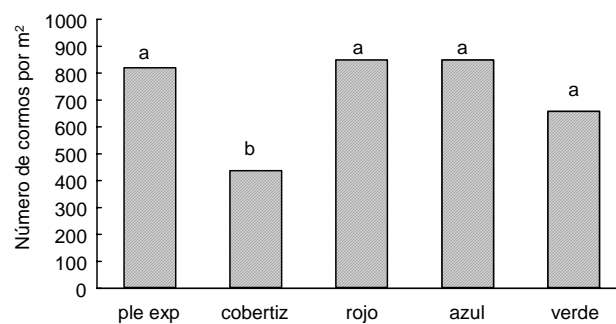
Bajo las condiciones del cobertizo con sombra neutra de baja DFF ( $180 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) se produjo el menor número de brotes y cormos (Figuras 2 y 3), menor biomasa seca de raíces (Figura 4), estolones (Figura 5) y hojas (Figura 6), lo cual resultó en una menor biomasa seca total (Figura 7) y área foliar (Figura 8). Se detectaron diferencias significativas entre este ambiente y cualquiera de las condiciones de plena exposición solar y bajo filtros rojo y azul, pero no en el verde. En este sentido se ratificó la respuesta de las plantas con fotosíntesis C4, como el corocillo, de reducir significativamente su crecimiento bajo condiciones de sombra de baja densidad de flujo fotónico ya que requieren de una alta irradiancia.

Hubo diferencias significativas entre el número de brotes producidos a plena exposición solar y bajo cobertizo (Figura 2), pero no se mostraron diferencias bajo condiciones de cobertizo y filtros azul y verde. Se observó el efecto estimulador del rojo al comparar el número de brotes producidos con lo ocurrido bajo cobertizo de baja DFF. En relación al número de cormos se observaron diferencias significativas en el menor número de cormos producidos bajo cobertizo de baja DFF en comparación con cualquiera de los otros ambientes (Figura 3), aunque las diferencias no fueron significativas al comparar éstos entre sí.

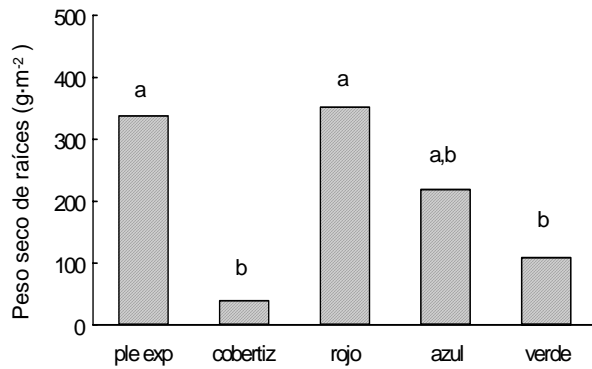
En relación a la biomasa de raíces (Figura 4), el menor valor se observó bajo cobertizo aunque en la comparación con los filtros azul y verde no se observaron diferencias significativas. La mayor biomasa de raíces se observó a plena exposición solar y bajo el filtro rojo, aunque las diferencias no fueron significativas al comparar la biomasa de las raíces obtenido a plena exposición y bajo los filtros rojo y azul.



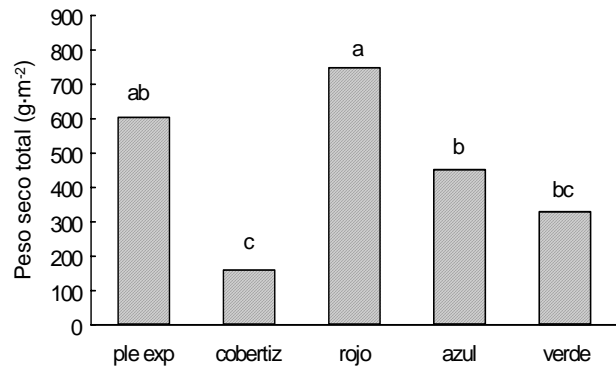
**Figura 2.** Efecto de las diferentes calidades de luz sobre la producción de brotes en *Cyperus rotundus*



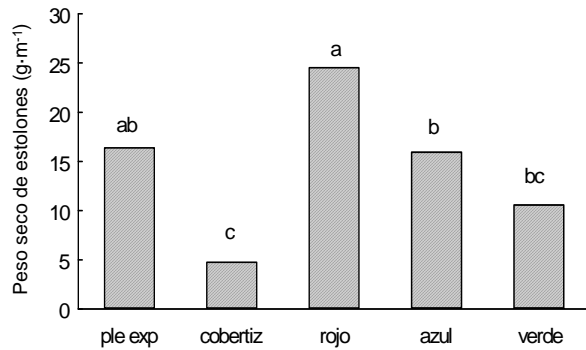
**Figura 3.** Efecto de las diferentes calidades de luz sobre la producción de cormos en *Cyperus rotundus*



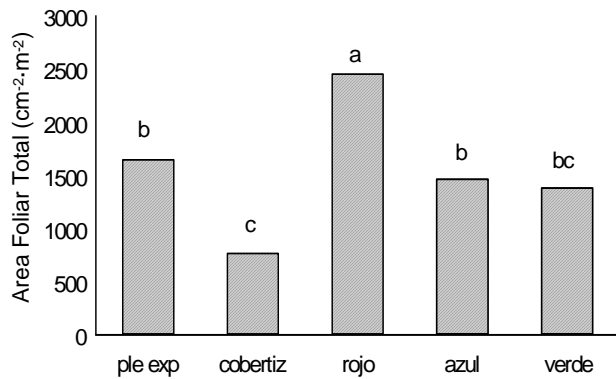
**Figura 4.** Efecto de las diferentes calidades de luz sobre la biomasa seca de raíces en *Cyperus rotundus*



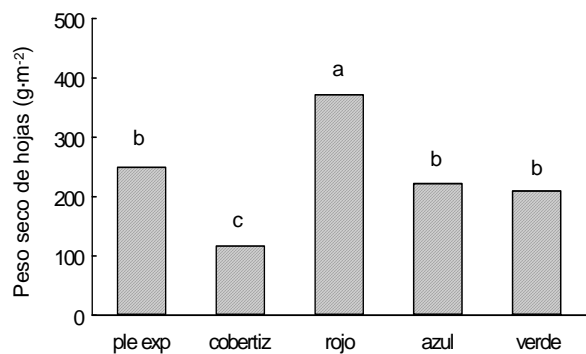
**Figura 7.** Efecto de las diferentes calidades de luz sobre la biomasa seca total en *Cyperus rotundus*



**Figura 5.** Efecto de las diferentes calidades de luz sobre la biomasa seca de estolones en *Cyperus rotundus*



**Figura 8.** Efecto de las diferentes calidades de luz sobre el área foliar total en *Cyperus rotundus*



**Figura 6.** Efecto de las diferentes calidades de luz sobre la biomasa seca foliar en *Cyperus rotundus*

La biomasa seca de estolones fue menor bajo cobertizo observándose diferencias significativas con respecto a plena exposición, filtro rojo y filtro azul (Figura 5); sin embargo aún cuando la biomasa de estolones también lució inferior en comparación al filtro verde, dicha diferencia no fue significativa. Es interesante observar que la mayor biomasa de estolones se produjo bajo el filtro rojo, siendo significativamente superior al resto de los tratamientos con excepción del de plena exposición.

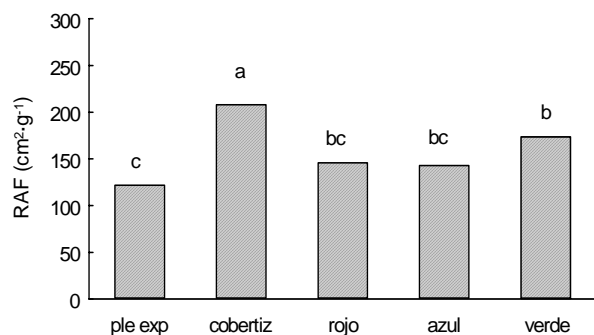
El patrón de comportamiento de la biomasa seca de las hojas (Figura 6) fue muy similar a lo observado para los estolones, con la particular excepción de que la biomasa seca de hojas fue significativamente menor bajo cobertizo en comparación al resto de los tratamientos. Por otra parte bajo el filtro rojo se observó la mayor biomasa de hojas, significativamente diferente a todos los tratamientos, mientras que entre plena exposición y

filtros azul y verde no hubo diferencias significativas.

La biomasa seca total de las plantas (parte aérea y parte subterránea) (Figura 7) reflejó la interdependencia de esta respuesta con la biomasa seca de estolones (Figura 5). En efecto, la biomasa seca total fue menor bajo cobertizo y estadísticamente inferior al resto de los tratamientos, con la única excepción del tratamiento con filtro verde.

El área foliar bajo el filtro rojo fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos (Figura 8). Bajo cobertizo se produjo la menor área foliar, estadísticamente inferior al compararla con plena exposición y filtros rojo y azul, pero igual al área foliar bajo filtro verde.

Bajo condiciones de sombra neutra de baja DFF la RAF fue significativamente mayor que en el resto de los tratamientos (Figura 9). Y entre éstos la única diferencia significativa se observó a comparar la RAF bajo filtro verde con respecto a plena exposición.



**Figura 9.** Efecto de las diferentes calidades de luz sobre la razón de área foliar (RAF) en *Cyperus rotundus*

## DISCUSIÓN

El efecto de los filtros azul y verde sobre las variables de crecimiento no mostró diferencias significativas; el efecto del filtro verde fue similar al de sombra neutra de baja intensidad cuando se compararon por unidad de superficie la biomasa seca de estolones, raíces, área foliar y biomasa total. Es importante resaltar que el número de cormos y biomasa seca de hojas fueron las variables más afectadas por la sombra neutra de baja DFF siendo estadísticamente menores a lo observado en cualquiera de los

otros ambientes utilizados en este estudio. Esto se reflejó en una mayor RAF bajo condiciones de sombra neutra.

Es importante destacar la mayor RAF del corocillo en condiciones de sombra neutra de baja intensidad fue producto de la menor producción del número y biomasa de los cormos en relación con la parte aérea en términos de biomasa seca. Esto indica que bajo condiciones de sombra la planta de corocillo invierte la mayor parte de los fotosintetizados en la formación de área foliar, en detrimento de la producción de órganos subterráneos.

En un estudio anterior Ascencio et al. (2005) reportaron que el número de cormos disminuyó bajo sombra neutra de baja DFF y bajo filtro verde, pero aumentó bajo filtros rojo y azul. Y bajo la sombra de un dosel de frijol, la biomasa seca de hojas, raíces, cormos y área foliar del corocillo se redujo apreciablemente.

En un trabajo realizado por Giraldo de Sendota y Doll (1976) se reportó que los cultivos de maíz, frijol y yuca produjeron el 80% de intercepción de luz a los 35, 40 y 140 días, respectivamente, por lo que la selección del cultivo podría ayudar en el control cultural del corocillo, siendo el maíz y el frijol los mejores para competir con esta maleza.

Tales resultados, así como los del presente estudio, tienen gran significación práctica ya que la sombra producida por un dosel de plantas al cierre del cultivo, provee las condiciones para una menor producción de cormos. Sin embargo, dependiendo de la composición del espectro debajo del dosel del cultivo y al predominio de algunas calidades de radiación sobre otras, podría no observarse el efecto. Los resultados del presente trabajo indican que la producción de cormos fue mayor bajo condiciones de plena exposición solar y filtros rojo, azul y verde. En este sentido Giraldo de Sendota y Doll (1976) reportaron que el número de cormos (que refieren como tubérculos) sólo fue reducido a partir del nivel de 80 % de sombra y que bajo el 100 % de sombra las plantas emergieron pero luego murieron.

La mayoría de los estudios de las interacciones entre crecimiento y desarrollo del corocillo a distintas calidades de radiación se restringen a comparar el efecto de la sombra neutra producida por saranes o mallas de diferente espesor, que modifican la irradiancia (cantidad de radiación) sin tomar en cuenta el otro componente de la sombra definido por las longitudes de onda del ambiente,

tal como fue reportado por Ascencio et al. (2005). Por ejemplo en el trabajo de Bielinski et al. (1997) se comparó el efecto de la sombra producida por saranes neutros para reducir la irradiancia en diferentes porcentajes de la radiación solar y se demostró que la producción de cormos disminuía a medida que se acentuaba la condición de sombra. Este tratamiento es el equivalente al ambiente de sombra neutra de baja DFF utilizado en el presente trabajo y que produjo resultados similares.

En resumen, el manejo fisiológico de la sombra debe ser una práctica agronómica que forme parte del control integrado de malezas, ya que, tal como ha sido reportado por McLachlan et al. (1993), la cantidad y calidad de radiación que se recibe debajo de un dosel a lo largo del ciclo de un cultivo, modifica la arquitectura de las malezas siendo un componente fundamental de los modelos de interferencia entre malezas y cultivos.

### CONCLUSIONES

El presente estudio es una primera aproximación a una investigación más detallada de las interacciones entre la cantidad de radiación y los diferentes componentes del espectro de radiación que inciden sobre *Cyperus rotundus*, los cuales varían con las características y la arquitectura del cultivo que actúa como dosel de plantas. Es decir, la respuesta a la sombra es un proceso complejo que involucra tanto la cantidad como la calidad de radiación y debe ser considerado en esa dimensión.

### AGRADECIMIENTO

La presente investigación fue financiada por el proyecto FONACIT S1-2002000512.

### LITERATURA CITADA

1. Ascencio, J., J.V. Lazo. y E. Hernández. 2005. Respuesta a la calidad y cantidad de sombra en *Cyperus rotundus*. Revista Saber 17: 196-198.
2. Ballaré, C.L. y J.J. Casal. 2000. Light signals perceived by crop and weed plants. Field Crop Research 67:149-160
3. Ballaré, C.L., A.L. Scopel y R.A. Sánchez. 1991. Photocontrol of stem elongation in plant neighborhoods: effects of photon fluence rate under natural conditions of radiation. Plant Cell Environ. 14: 57-65.
4. Bielinski, M.S., J.P. Morales-Payan, W.M. Stall, T.A. Bewick y D.G. Shilling. 1997. Effects of shading on the growth of nutsedge (*Cyperus* spp.). Weed Sci. 45: 670-673.
5. Folta, K.M. 2004. Green light stimulates early stem elongation, antagonizing light-mediated growth inhibition. Plant Physiol. 135: 1407-1416.
6. Giraldo de Sendota F. y J.D. Doll. 1976. Efecto de la sombra sobre el crecimiento y desarrollo del coquito (*Cyperus rotundus* L.). Revista COMALFI 3: 114-123.
7. McLachlan, S.M., M. Tollenaar, C.J. Swanton y S.F. Weise. 1993. Effect of corn-induced shading on dry matter accumulation, distribution, and architecture of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Weed Sci. 41: 568-573.
8. Neeser, C., R. Agüero y C.J. Swanton. 1997. Incident photosynthetically active radiation as a basis for integrated management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). Weed Sci. 45: 777-783.
9. Neeser, C., R. Agüero y C.J. Swanton. 1998. A mechanistic model of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) population dynamics. Weed Sci. 46: 673-681.
10. Nemoto, M.C.M., L.R.P. Nemoto, P.L. Alves, R. Pittelli y C.F. Damiao Filho. 1994. Efeitos do sombreamento e adubacao fosfatada sobre aspectos biológicos da tiririca (*Cyperus rotundus*). Revista Cultura Agronómica, Ilha Solteira-SP 3: 129-142.
11. Salgado, T.P., R.A. Pitelli, P.L. Alves, F.L. Salvador y A.S. Nunes. 2006. Efeitos da adubacao fosfatada nas relacoes de interferencia inicial entre plantas de milho (*Zea mays*) e de tiririca (*Cyperus rotundus*). Planta Daninha 24: 37-44.