

Iluminación LED y crecimiento *in vitro* de palma de jipi

José Humberto Caamal-Velázquez¹
Aylin Guadalupe Ku-Muñoz²
Delfina Margarita Chan-Uc³
Héctor Octavio Guerrero-Turriza³
William Rolando Cetzal-Ix³
Norma Laura Rodríguez-Ávila^{1,§}

1 Colegio de Postgraduados campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná km 17.5, Sihochac, municipio de Champotón, Campeche. C. P. 24450. México. Tel. 555-8 04 59 91. Ext: 64701, (hcaamal@colpos.mx).

2 Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Calkiní. Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche. C.P. 24900. México. Tel. 996-8 13 48 70, (aylinkumunoz@gmail.com).

3 Tecnológico Nacional de México campus I. T. Chiná. Calle 11 S/N ENTRE 22 Y 28, Chiná, Campeche. C.P. 24520. México. Tel: 981-8 27 20 81. (delfina.cu@china.tecnm.mx. hector.gt@china.tecnm.mx, william.ci@china.tecnm.mx).

[§]Autora para correspondencia: norma.ra@china.tecnm.mx.

Resumen

La palma de jipi (*Carludovica palmata*), es una especie muy demandada para la elaboración de artesanías de alto valor económico en el sureste de México. No existen metodologías para el cultivo intensivo de la especie y la producción artesanal depende de características fenotípicas clave. El cultivo *in vitro* con luz LED favorece la micropropagación. En este estudio, llevado a cabo en Chiná, Campeche, México, en el año 2023, se evaluó el crecimiento de plantas de jipi bajo diferentes tratamientos de luz LED (roja, azul, azul/roja y blanca), así como bajo luz fluorescente blanca y oscuridad. Se optimizó un protocolo para la germinación *in vitro* de las semillas y se evaluó el efecto de la kinetina (KIN) en la fase de multiplicación. Las plantas bajo luces LED azul/rojo elongaron significativamente, mientras que las expuestas a LED rojos desarrollaron mejor sistema radicular, siendo estos arreglos óptimos para la producción a gran escala de jipi.

Palabras clave:

Carludovica palmata, cultivo in vitro, jipi, luz LED.



La palma de jipi (*Carludovica palmata*) es un recurso fitogenético altamente demandada en el sureste de México, por su uso en la elaboración de artesanías. Se cultiva solo en pequeños solares entre Campeche y Yucatán (Muñoz-Sánchez *et al.*, 2021), lo que genera escasez de materia prima. Sus semillas germinan lentamente en campo (Gómez *et al.*, 2011), pero *in vitro* logran germinación en 60 días o en 21 días con ácido giberélico (GA3) (Zambrano-Arteaga, 2022). El uso de 6-Bencilaminopurina (BAP) ha promovido la formación de brotes, pero las plantas obtenidas son más pequeñas (Hoyos-Sánchez *et al.*, 2020), por lo que se requieren mejores tratamientos para producir plantas en menos tiempo y con mejores características para su adaptación en campo.

Las luces LED de colores mejoran el cultivo *in vitro* al influir en fotosíntesis y morfogénesis (Nhut *et al.*, 2015), siendo las luces LED rojas y azules particularmente eficaces para el crecimiento de diversas especies (Bello *et al.*, 2016), por lo que es posible esperar una respuesta similar en las vitroplantas de jipi. Este estudio evaluó los efectos de diferentes tratamientos y fitoreguladores en la germinación y crecimiento de vitroplantas de *C. palmata* para optimizar su producción masiva.

Las semillas fueron obtenidas de infrutescencias inmaduras de color verde oscuro y poco carnosas (estado E1, Figura 1A) (Zambrano-Arteaga *et al.*, 2022), recolectadas en plantaciones de Santa Cruz Ex-Hacienda, Calkiní, Campeche, México, 90.239722 longitud; 20.398333 latitud. Después de lavar las infrutescencias con agua corriente y jabón antibacterial líquido comercial, las bayas se cortaron con bisturí estéril para extraer las semillas con pinzas; colocándose sobre papel absorbente durante 3 días a 25 ± 3 °C y almacenándose en microtubos estériles hasta su uso (Figura 1B).

Figura 1. Material vegetal usado en este estudio. A) ejemplares de infrutescencias maduras en estado E1 recolectadas de la localidad de Santa Cruz Ex Hacienda, en Calkiní, Campeche, México) y B) semillas de jipi recuperadas.



Para la siembra *in vitro*, se sumergieron las semillas en alcohol al 70% durante 5 min, se enjuagaron con agua desionizada estéril y luego se trataron con hipoclorito de sodio al 1% durante 1 min. Tras un último lavado con agua estéril, permanecieron en ésta hasta su siembra. El medio de cultivo se basó en los reportados por Hoyos-Sánchez *et al.* (2020); Zambrano-Arteaga *et al.* (2022), con algunas modificaciones. Cada litro incluyó 4.3 g de medio MS, 2 mg L⁻¹ de BAP, 0.025 mg L⁻¹ de AIA, 30 g L⁻¹ de sacarosa, 0.5 mg L⁻¹ de tiamina, 2 mg L⁻¹ de glicina, 0.5 mg L⁻¹ de piridoxina, 0.04 mg

L⁻¹ de GA3, 5 g L⁻¹ de carbón activado y 2.5 g L⁻¹ de Phytigel™, con pH ajustado a 5.7. Se esterilizó a 20 PSI por 20 minutos. Se sembraron 200 semillas en 20 frascos (10 semillas por frasco) y se incubaron a 25 ±3 °C con luz continua. La germinación se evaluó cada siete días por 30 días.

Los ensayos para evaluar el efecto de la kinetina y de los tratamientos luminosos fueron realizados con las plántulas derivadas del ensayo de germinación. Se colocaron tres de éstas en frascos con 25 ml de medio de cultivo suplementado con 2 mg L⁻¹ de kinetina (KIN) en vez de BAP, manteniendo el resto de los componentes igual. Los frascos se incubaron a 25 ±3 °C con distintos arreglos luminosos por 120 días.

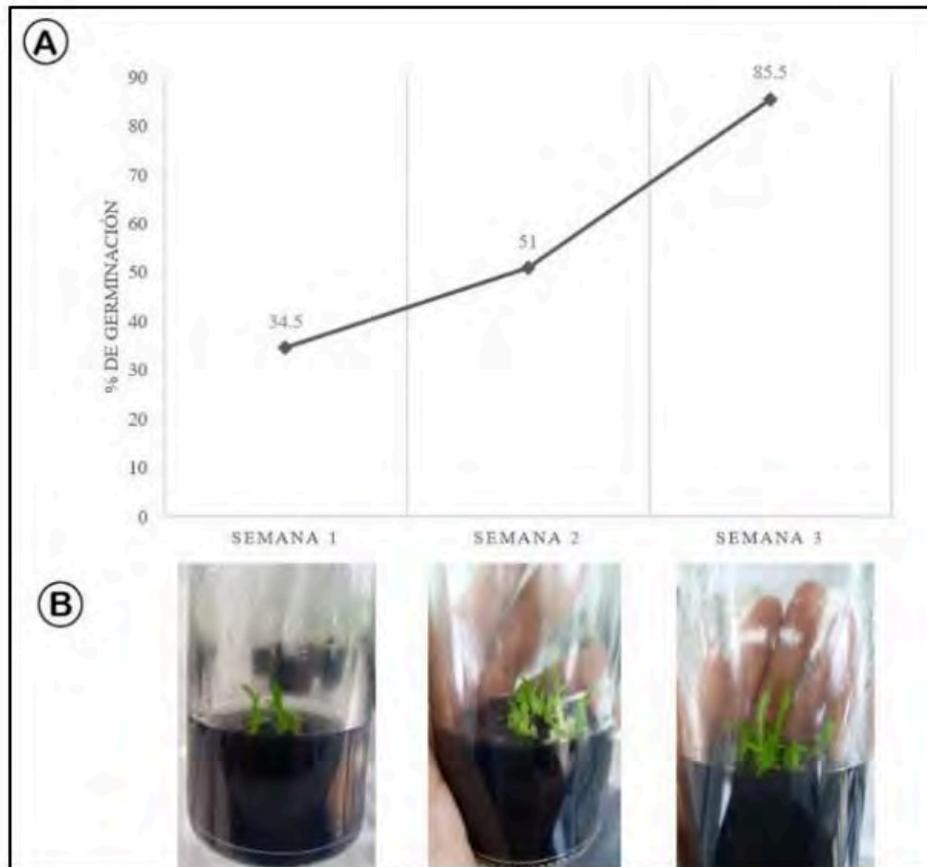
Para evaluar el efecto de los diferentes arreglos de luz LED se utilizó un anaquel en el que se dispusieron regletas LED de 1.2 m, con 90 LEDs m⁻¹, de 18 W y 1400 lúmenes. La intensidad luminosa se midió con un medidor Dawson (DSM155). El primer nivel tenía luces LED rojas (65 lm m⁻²), el segundo, LED azules (524 lm m⁻²), el tercero, una combinación de rojas y azules (393 lm m⁻²), el cuarto, luces LED blancas (654 lm m⁻²) y el quinto sin luz (0 lm m⁻²) y con aislamiento de luz natural, usando un plástico negro grueso para tales efectos. Como control, se usó un estante expuesto a luz fluorescente blanca (589 lm m⁻²).

Las plantas se expusieron a fotoperiodo de 24 h y se midió su altura, número de hojas, raíces, longitud promedio de raíces y brotes a los 18, 50 y 120 días. Los datos se analizaron con Anova de una vía y prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$) usando IBM SPSS Statistics 26 (IBM Corp., 2019).

Con las condiciones de cultivo reportadas, se logró un 85.5% de germinación tras tres semanas (Figura 2A). Estos resultados superan a Zambrano-Arteaga *et al.*, 2022, quienes reportaron emergencia de hojas cotiledonares a los 21 días, mientras que en este estudio se obtuvo un 34.5% de germinación en los primeros ocho días.



Figura 2. Germinación y desarrollo inicial de *C. palmata* en medio modificado de (Zambrano-Arteaga et al., 2022), con 2 mg L^{-1} de BAP, 0.04 mg L^{-1} de GA 3 y 2 mg L^{-1} de AIA. A) porcentaje de germinación a lo largo del tiempo y B) crecimiento de plántulas tras 21 días de experimentación.



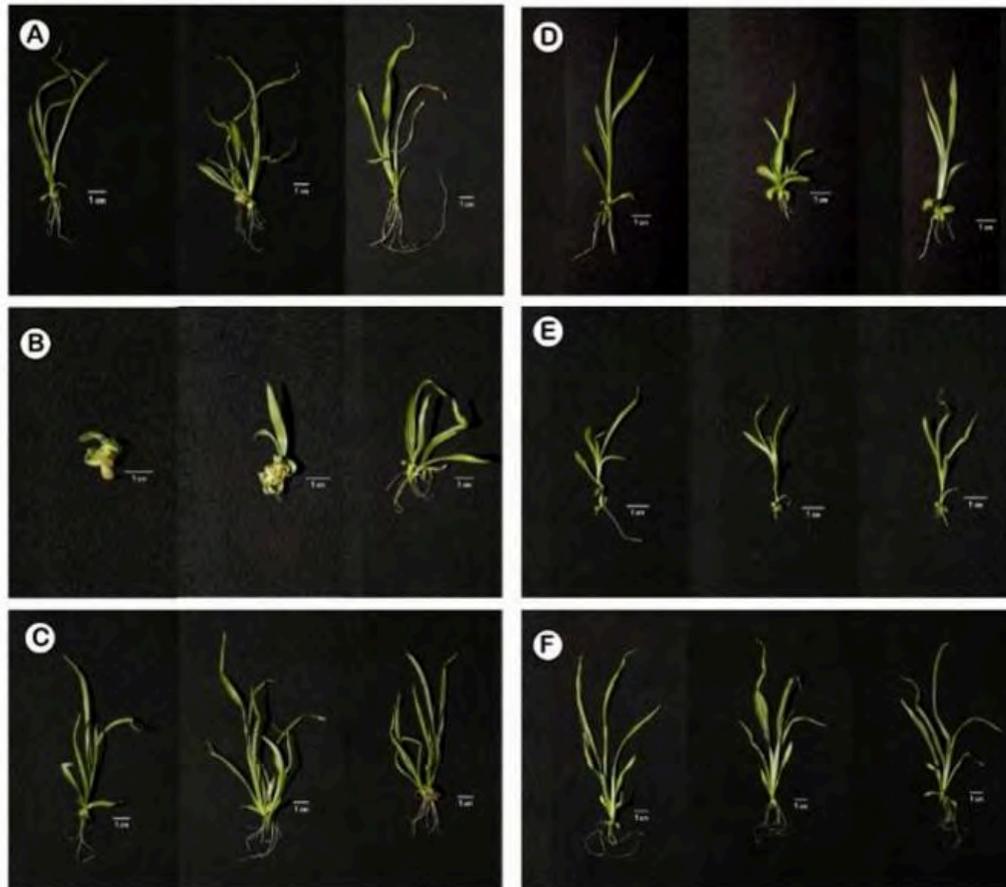
Contrario a lo esperado, la kinetina no tuvo efectos significativos sobre el número de brotes inducidos en las plántulas (datos no mostrados). Por otro lado, hasta los tres meses de incubación se empezaron a observar diferencias entre los tratamientos. Las luces LED blancas y azul/roja (50/50%) mostraron efectos positivos, siendo las plántulas más grandes las expuestas a luz LED blanca (Cuadro 1, Figura 3D), de forma similar a lo reportado para las orquídeas *Oncidium tigrinum* y *Laelia autumnalis* (Murillo-Talavera et al., 2016) y los efectos reportados para *Vanilla planifolia* y para *Anthurium huixtlense*, en la que la combinación de luces LED roja y azul indujeron a un mayor crecimiento (Chen et al., 2013; Bello et al., 2016; Martínez-Estrada et al., 2016).

Cuadro 1. Efecto de la iluminación LED en distintos tiempos postsiembra sobre la altura de plántulas de *C. palmata*

Tratamiento luminoso	Tiempo postsiembra		
	18 días	50 días	120 días
LED rojo	0.9 ^a	2.94 ^{ab}	8.45 ^b
LED azul	1.37 ^a	2.6 ^a	10.25 ^b
LED azul/roja	1.25 ^a	4.49 ^b	11.5 ^{bc}
LED blanco	1.12 ^a	2.96 ^{ab}	14.58 ^c
Oscuridad	1.76 ^a	1.42 ^a	4.4 ^a
Fluorescente blanca	1.68 ^a	2.44 ^a	10.94 ^b

Literales diferentes (a, b, c) en la misma columna indican diferencia estadística significativa (Tukey, $p \leq 0.05$)

Figura 3. Fotografías de plántulas bajo diferentes arreglos luminosos tras 90 días. Tratamientos. A) LED azul; B) LED roja; C) LED azul/roja (50% c/u); D) LED blanca; E) oscuridad y F) luz fluorescente blanca.



La luz LED roja produjo raíces más largas, acorde a lo reportado en explantes de uva (Poudel *et al.*, 2008) (Cuadro 2). De forma similar, un estudio realizado por Wu y Lin (2012) demostró que la exposición de plántulas de *Protea cynaroides* a la luz LED roja promueve un aumento considerable en la densidad y longitud de las raíces en comparación con condiciones de iluminación convencionales. Asimismo, las plántulas bajo LEDs azul/roja desarrollaron más hojas y raíces más largas que las de luz blanca, lo que favorece su aclimatización (Figura 3C, Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la iluminación LED en el crecimiento de vitroplantas de *C. palmata* tras 120 días de incubación.

Tratamiento luminoso	Núm. de brotes	Longitud promedio raíces (cm)	Núm. de raíces	Núm. hojas
LED rojo	0.3 ^a	8.6 ^b	6.3 ^a	6.3 ^{ab}
LED azul	0.6 ^a	6.8 ^{ab}	6 ^a	7.6 ^{ab}
LED azul/roja	0.5 ^a	7.3 ^{ab}	6.8 ^a	10 ^b

Tratamiento luminoso	Núm. de brotes	Longitud promedio raíces (cm)	Núm. de raíces	Núm. hojas
LED blanco	0.3 ^a	5.3 ^{ab}	7.6 ^a	8 ^{ab}
Oscuridad	0 ^a	1.75 ^a	5.6 ^a	4.6 ^a
Fluorescente blanca	0 ^a	2.6 ^{ab}	8 ^a	6.4 ^{ab}

Literales diferentes (a, b, c) en la misma columna indican diferencia estadística significativa (Tukey, $p \leq 0.05$).

Conclusiones

Se estableció un protocolo de germinación *in vitro* de *C. palmata* más eficiente que los reportados en estudios previos. El uso de luz LED aumentó significativamente el crecimiento de las plántulas, destacando la combinación de LED roja y azul, que promovió formación de hojas, mientras que los LED rojos favorecieron la elongación de raíces y los LED blancos la elongación de las plántulas, tras tres meses de tratamiento.

Bibliografía

- Bello-Bello, J. J.; Martínez-Estrada, E.; Caamal-Velázquez, J. H. and Morales-Ramos, V. 2016. Effect of LED light quality on *in vitro* shoot proliferation and growth of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews). *Revista Africana de Biotecnología*. 15(8):272-277.
- Chen, Y.; Wang, Z.; Ji, S.; He, S. and Xia, Y. 2013. Effects of different light quality ratios of light emitting diode (LED) on the growth of *Anthurium andraeanum* plantlets *in vitro*. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*. 35(2):375-380.
- Gómez, T. J.; Sánchez, M. A. y Rivera, L. R. 2011. El manejo de semilla de *Carludovica palmata* Ruiz & Pav. (*Palma jipi*) para la producción de plantas. VI Reunión Nacional de Innovación Forestal. León, México. 44 p.
- Hoyos-Sánchez, R. A.; Chicaíza-Finley, D. and Zambrano-Arteaga, J. C. 2020. *In vitro* multiplication of iraca palm (*Carludovica palmata* Ruiz & Pavón). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 73(1):9039-9046. 10.15446/rfnam.v73n1.80139.
- IBM Corp. 2019. Released. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY.
- Martínez-Estrada, E.; Caamal-Velázquez, J. H.; Morales-Ramos, V. and Bello-Bello, J. J. 2016. Light emitting diodes improve *in vitro* shoot multiplication and growth of *Anthurium andraeanum* Lind. *Propagation of Ornamental Plants*. 16(1):3-8.
- Muñoz-Sánchez, A.; Godoy-Hernández, G. y González-Estrada, T. 2021. Los sombreros y la palma jipi (*Carludovica palmata*). *Desde el herbario CICY*. 13(1):156-161.
- Murillo-Talavera, M. M.; Pedraza-Santos, M. E.; Gutiérrez-Rangel, N.; Rodríguez-Mendoza, M. N.; Lobit, P. and Martínez-Palacios, A. 2016. Calidad de la luz led y desarrollo *in vitro* de *Oncidium tigrinum* y *Laelia autumnalis* (orchidaceae). *Agrociencia*. 50(8):1065-1080.
- Nhut, D. T.; Huy, N. P.; Tai, N. T.; Nam, N. B.; Luan, V. Q.; Hien, V. T.; Tung, H. T.; Vinh, B. T. and Luan, T. C. 2015. Light-emitting diodes and their potential in callus growth, plantlet development and saponin accumulation during somatic embryogenesis of *Panax vietnamensis* Ha et Grushv. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 29(2):299-308.
- Poudel, P. R.; Kataoka, I. and Mochioka, R. 2008. Effect of red-and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 92(2):147-153.
- Wu, H. y Lin, C. 2012. La irradiación de luz con diodos emisores de luz roja mejora la formación de raíces y hojas en plántulas *in vitro* de *Protea cynaroides* L. difíciles de propagar. *HortScience horts*. 47(10):1490-1494. 10.21273/hortsci.47.10.1490.
- Zambrano-Arteaga, J. C.; Hoyos-Sánchez, R. A. y Chicaiza-Finley, D. 2022. Evaluación de la germinación de semillas de palma de iraca (*Carludovica palmata*) en condiciones *in vitro* y *ex vitro*. *Caldasia*. 44(2):221-230. <https://www.jstor.org/stable/48676821>.

Iluminación LED y crecimiento *in vitro* de palma de jipi

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 January 2025
Date accepted: 01 March 2025
Publication date: 19 May 2025
Publication date: Apr-May 2025
Volume: 16
Issue: 3
Electronic Location Identifier: e3614
DOI: 10.29312/remexca.v16i3.3614

Categories

Subject: Nota de investigación

Palabras clave:

Palabras clave:

Carludovica palmata
cultivo *in vitro*
jipi
luz LED

Counts

Figures: 3

Tables: 2

Equations: 0

References: 12

Pages: 0