



Efecto de la luz LED sobre el crecimiento y desarrollo de vitroplantas de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Meza Norkys Marilyn; Alvares, Israel; Carrera, Héctor; Bastidas, Elsy; Torin, Carmen y Porras, Ericka

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). El Cují, Lara, Venezuela

<https://orcid.org/0000-0002-1256-9718> norkysmeza@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-9852-73805> israelalvarez9915@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-0198-4067> h.carrera73@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-5573-598x> ebastidas28@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-3973-649x> carmentorin75@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-9908-9283> erickaeporras@gmail.com

ASA/artículo

doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.14431889>

Recibido: 06-06-2024

Aceptado: 03-12-2024

RESUMEN

En el cultivo in vitro, las fuentes de luz LED han sustituido a las lámparas luminiscentes estándar y han adquirido un papel importante en micropropagación. Se estudió el efecto de la luz LED sobre el desarrollo de cuatro variedades de papa in vitro. El ensayo se realizó en el Laboratorio de cultivo in vitro del INIA-Lara, las variedades utilizadas fueron María bonita, Atlantic Dalinia y Kennebec. Estas se colocaron bajo condiciones de fotoperíodo 8 horas en oscuridad y 16 horas con luz artificial luz LED (iluminación de 150-163 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y con temperatura promedias de 23 ± 2 °C. El diseño utilizado fue completamente al azar con 4 tratamientos con 5 repeticiones de 5 frascos para cada uno. La caracterización *in vitro* se consideró evaluando las características morfológicas, longitud de la vitroplanta y del sistema radical, el número de hojas y el diámetro de tallo. La fuente de luz LED es adecuada para la micropropagación de papa, ya que se observó buen crecimiento y desarrollo en las variedades evaluadas. En cuanto a la altura de las plántulas la variedad Atlantic presentó mayor desarrollo. Por otra parte, la longitud de las raíces fue mayor en las variedades Kennebec y Atlantic mientras que la variedad Dalinia presentó los valores más bajos. Kennebec desarrolló mayor cantidad de hojas, mientras que Dalinia. María bonita y Atlantic desarrollaron valores estadísticamente equivalentes y finalmente Kennebec y Atlantic produjeron tallos más gruesos excepto Dalinia y María bonita quienes produjeron tallos más delgados.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*; luz; crecimiento; micropropagación.



Effect of LED light on the growth and development of vitroplants of four potato varieties (*Solanum tuberosum* L)

ABSTRACT

In in vitro culture, LED light sources have replaced standard luminescent lamps and have acquired an important role in micropropagation. The effect of LED light on the development of four potato varieties in vitro was studied. The test was carried out in the INIA-Lara in vitro culture laboratory, the varieties used were María Bonita, Atlantic Dalinia and Kennebec. These were placed under photoperiod conditions of 8 hours in darkness and 16 hours with artificial LED light (illumination of 150-163 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and with an average temperature of 23 ± 2 °C. The design used was completely randomized with 4 treatments with 5 repetitions of 5 bottles for each one. The in vitro characterization was considered by evaluating the morphological characteristics, length of the vitroplant and the root system, the number of leaves and the diameter of the stem. The LED light source is suitable for potato micropropagation, since good growth and development was observed in the evaluated varieties. Regarding the height of the seedlings, the Atlantic variety presented greater development. On the other hand, the length of the roots was greater in the Kennebec and Atlantic varieties while the Dalinia variety presented the lowest values. Kennebec developed a greater number of leaves, while Dalinia. María Bonita and Atlantic developed statistically equivalent values and finally Kennebec and Atlantic produced thicker stems except Dalinia and María Bonita who produced thinner stems.

Keywords: *Solanum tuberosum*; light; growth; micropropagation.

INTRODUCCIÓN

La propagación clonal in vitro es un método efectivo que con éxito complementa a los métodos tradicionales de reproducción y fitomejoramiento en el cultivo de papa. El cultivo de plantas in vitro es una técnica de propagación que requiere de un control ambiental tanto físico como químico sumamente exigente, tiene muchas ventajas con respecto a otros métodos de propagación, desde un punto de vista práctico, es el alto coeficiente de reproducción (propagación), y la posibilidad de obtener materiales de propagación vegetativa (plántulas) libre de patógenos, especialmente virus, en cualquier época del año, y es de una gran importancia para la conservación in vitro del germoplasma (Sharry et al. 2015). Esta tecnología, que forma parte de la Biotecnología Agrícola (Suarez, 2020), permite obtener una gran cantidad de material de siembra idéntico y sano. El éxito de un nuevo cultivo o variedad puede ser alcanzado cuando se tiene la cantidad necesaria de material de siembra requerida por los productores. Tres aspectos han demostrado grandes influencias en el crecimiento de plántulas in vitro, la calidad intensidad de luz y fotoperíodo. El uso de iluminación de tipo LED

tienen un gran potencial para ser usados en la micropropagación, presentando múltiples ventajas en distintos cultivos, controlando parámetros específicos para cada planta, mayor vida útil y reducción de costos. La iluminación es importante y existen estudios con respecto al efecto de la calidad de la luz, en la multiplicación y formación de embriones somáticos, en diferentes variedades y especies de plantas. (Bello-Bello et al. 2017).

La luz es uno de los factores primordiales en el desarrollo de las vitroplantas, por ello la importancia de controlar este factor y optimizar su uso en cultivos de tejidos. Entre los factores que la calidad del espectro de luz tiene influencia tenemos: crecimiento y grosor de tallos, ramificación lateral, extensión y número de hoja (Golovatskaya y Karnachuk, 2015).

En los últimos años se han buscado diversos mecanismos de iluminación para mejorar el desarrollo de las vitroplantas en el laboratorio, entre ellas la iluminación artificial LED es la que ha tomado más relevancia sobre los demás tipos de iluminación artificial. (Mitchell, 2019). Actualmente la luz emitida por diodos (LED) ha tenido un fuerte impacto en el área de micropropagación, la tecnología de iluminación moderna en forma de ledes (diodos emisores de luz), la iluminación es uno de los principales

Efecto de la luz LED sobre el crecimiento y desarrollo de vitroplantas de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L)

factores que afectan la morfogénesis en la micropropagación. El control de la morfogénesis por la luz se denomina fotomorfogénesis, es decir los efectos provocados por los cambios en la cantidad y composición espectral de la luz en la inducción, crecimiento y desarrollo de órganos. (Priyadarshani, 2017).

Gupta y Agarwal (2017) confirman que el uso de sistemas LED tiene muchas ventajas como bajo requerimiento de energía, esta baja energía hace más rentable la propagación *in vitro*, tienen una vida útil entre las 25,000 y 100,000 horas. Asimismo, en esta se puede emitir el color deseado sin necesidad de filtros, así generando solo el tipo de luz o espectro específicamente deseado para las plantas. La generación de calor es muy baja, así que los cultivos pueden ser colocados a cortas distancias sin percibir ningún daño o foto estrés. (Gupta y Jatothu 2013).

En la producción de plántulas *in vitro* de papa la luz es utilizada principalmente para el proceso de fotomorfogénesis, a diferencia que en el campo donde las plantas emplean la luz sobre todo para fotosíntesis. Hoy día la mayoría de los laboratorios de cultivo de tejidos usan luz artificial y controlan temperatura. Distintos tipos de luces se han venido usando para transmitir energía, entre estas se encuentran los tubos fluorescentes. Distintos estudios han demostrado

Meza Norkys Marilyn; Alvares, Israel; Carrera, Héctor; Bastidas Elsy; Torin, Carmen y Porras, Ericka

que luz cercana a la UV y azul mejora la tasa de crecimiento y morfogénesis en los explantes, además de una correcta proporción de las longitudes de onda y densidad de flujo (Chen et al. 2020). El uso de luz LED ha sido exitoso en gramíneas como caña (Medeiros et al. 2017): arroz (Yu et al. 2020) y en plantas ornamentales (Miler et al. 2019)

Para el caso de vitroplantas de papa no existen suficientes estudios de caracterización *in vitro* de cultivares en base al desarrollo vegetativo y radical, desarrolladas bajo luminosidad LED.

Por lo antes planteado en esta investigación se pretende evaluar el crecimiento y desarrollo de las vitroplantas en las variedades de papa Kennebec, Atlantic, María bonita y Dalinia crecidas bajo condiciones de luz LED en el laboratorio de Biotecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Laboratorio de cultivo *in vitro* del INIA-Lara, donde existe un plantel de vitroplantas de papa libres de patógenos de las variedades María bonita, Atlantic Dalinia y Kennebec. Se procedió a multiplicar cada variedad inicial en frascos, se colocaron 10 microesquejes uninodales por frasco en medio semisólido de Murashige y Skoog (MS)

Efecto de la luz LED sobre el crecimiento y desarrollo de vitroplantas de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L)

Meza Norkys Marilyn; Alvares, Israel; Carrera, Héctor; Bastidas Elsy; Torin, Carmen y Porras, Ericka

(Murashige y Skoog, 1962), y se colocaron bajo condiciones de fotoperíodo 8 horas en oscuridad y 16 horas con luz artificial luz LED marca Thinks de 50 vatios (iluminación de 150-163 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y con temperatura promedias de 23 ± 2 °C.

El diseño utilizado fue completamente al azar con 4 tratamiento con 5 repeticiones de 5 frascos para cada uno para un total de 100 frascos por cada variedad. La caracterización *in vitro* de cada variedad se realizó evaluando las características morfológicas del desarrollo vegetativo y radical de las vitroplantas evaluando las siguientes variables al final de las cuatro semanas de cultivo: La longitud de la vitroplanta y del sistema radical estas se determinaron utilizando una regla milimétrica. La cantidad de raíces se determinó de forma visual, el número de hojas se contaron en la

medida que fueron apareciendo y el diámetro de tallo se hizo utilizando un vernier digital. Las evaluaciones se realizaron cada 7 días durante un mes. Los datos fueron procesados a través del paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al. 2017).

RESULTADOS

Las variables de desarrollo vegetativo y radical analizados presentaron diferencias significativas entre las cuatro variedades evaluadas, lo cual indica que un mayor o menor desarrollo vegetativo y del sistema radical puede depender de las características fenotípicas y genotípicas de cada variedad. En cuanto a la altura de las plántulas se observa que la variedad Atlantic presentó mayor altura en comparación con las demás variedades, las cuales mostraron alturas similares (Figura 1).

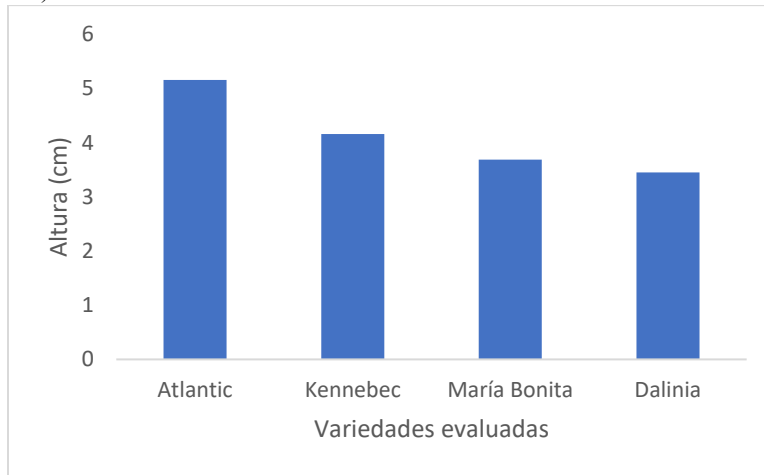


Figura 1. Altura de las vitroplantas en las variedades evaluadas bajo condiciones de luz LED

En cuanto a la longitud de las raíces Kennebec y Atlantic desarrollaron raíces de mayor longitud, la variedad Dalinia presento los valores más bajos durante el ensayo (Figura 2). Jian et al. (2019) determinaron los efectos de diferentes diodos emisores de luz LED en el crecimiento de

plántulas de papa variedad Favorita logrando altura y longitud de raíces similares a las encontradas en esta investigación. En la Figura 3 se observa el desarrollo radical en las cuatro variedades evaluadas durante 30 días bajo condiciones de luz LED.

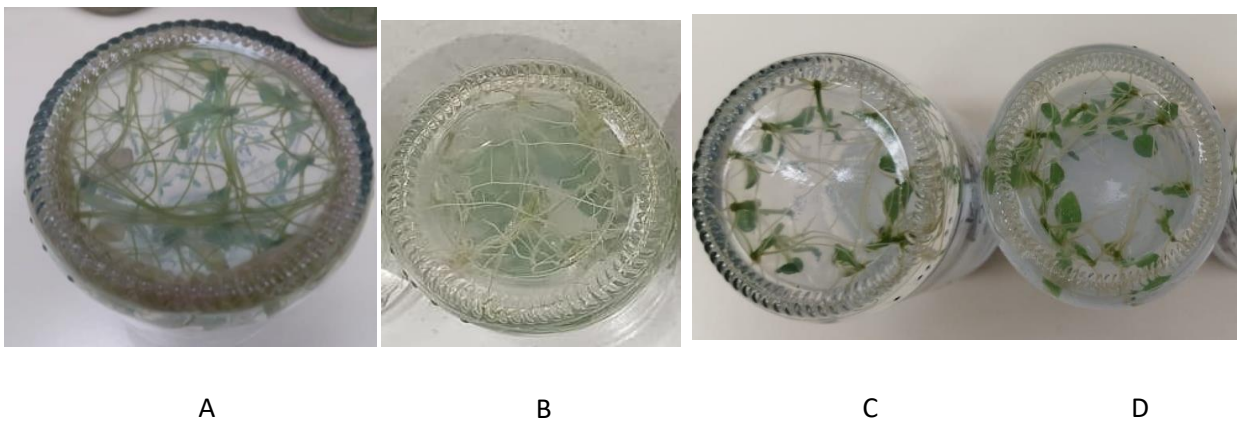


Figura 3. Crecimiento radical de vitroplantas de Kennebec (A), Atlantic (B), María bonita (C) y Dalinia (D).

En relación a la variable número de hojas Kennebec desarrollo mayor cantidad, mientras que Dalinia, María bonita y Atlantic presentaron valores estadísticamente equivalentes. Chen et al. (2020) al evaluar el desarrollo de hojas en

vitroplantas de papa bajo dos fuentes de luz LED demostraron que con esta fuente de luz se producen plantas robustas y con hojas bien desarrolladas.

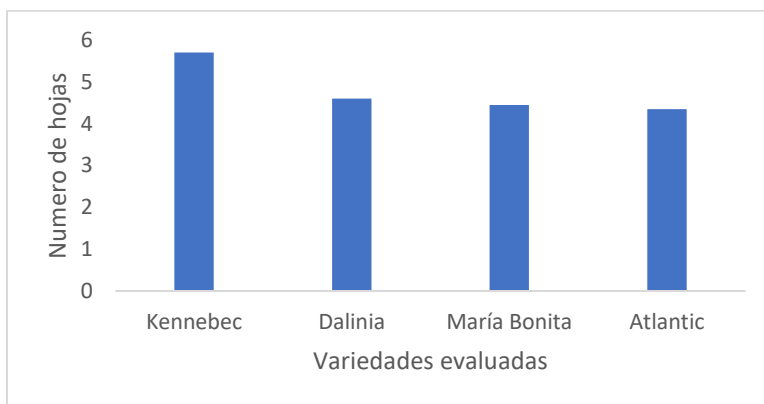


Figura 4. Numero de hojas de las vitroplantas en las variedades evaluadas bajo condiciones de luz LED

En cuanto al diámetro de tallo Kennebec y Atlantic produjeron tallos más gruesos en comparación con Dalinia y María bonita quienes desarrollaron tallos más delgados (Figura 5).

Paradiso et al. (2019), señalaron que las diferencias en las respuestas a la luz, esta determinadas por la diversidad genética, entre los distintos cultivares de papa.

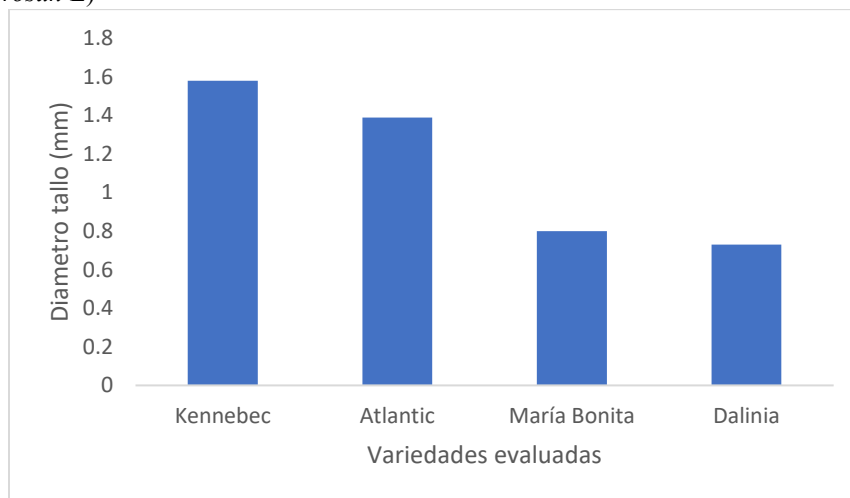


Figura 5. Diámetros de tallos en vitroplantas de las variedades evaluadas bajo condiciones de luz LED.

Grishchenko et al. (2022), al evaluar el efecto de fuentes de luz, como LED de banda ancha sobre el desarrollo de plántulas de papa in vitro variedad Nevsky demostraron que la luz LED proporcionó el crecimiento de plántulas con hojas grandes, raíces bien desarrolladas y tallos alargados. De igual manera Silva et al. (2023) al

estudiar el efecto de condiciones de iluminación sobre el establecimiento in vitro de yemas de papa Var. Cecilia a los 30 días de crecimiento expuestas a luz LED concluyeron que esta luz favorece el establecimiento in vitro en el cultivo papa.

CONCLUSIONES

El estudio reveló que el espectro de fuente de luz LED es adecuada para la micropropagación de papa, ya que se observó buen crecimiento y desarrollo en las variedades evaluadas, sin

embargo, se observaron diferencias significativas entre las variedades evaluadas. En cuanto a la altura de las plántulas se observó que la variedad Atlantic presentó mayor altura en

Efecto de la luz LED sobre el crecimiento y desarrollo de vitoplantas de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L) comparación con las demás variedades, las cuales mostraron alturas similares. Por otra parte, la longitud de las raíces fue mayor en las variedades Kennebec y Atlantic mientras que la variedad Dalinia presento los valores más bajos. Kennebec desarrollo mayor cantidad de hojas,

Meza Norkys Marilyn; Alvares, Israel; Carrera, Héctor; Bastidas Elsy; Torin, Carmen y Porras, Ericka mientras que Dalinia. María bonita y Atlantic desarrollaron valores estadísticamente equivalentes y finalmente Kennebec y Atlantic produjeron tallos más gruesos excepto Dalinia y María bonita quienes desarrollaron tallos más delgados.

REFERENCIAS

- Bello-Bello JJ, Martínez-Estrada E, Caamal-Velázquez JH, Morales-Ramos (2016). Effect of LED light quality on in vitro shoot proliferation and growth of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews). *Afr J Biotechnol.* 15(8): 272-277.
- Casierra-Posada F, Peña-Olmos J. (2015). Modificaciones fotomorfogénicas inducidas por la calidad de la luz en plantas cultivadas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* 39(1);84-92.
- Chen LL, Zhang K, Gong XC (2020). Effects of different LEDs light spectrum on the growth, leaf anatomy, and chloroplast ultrastructure of potato plantlets in vitro and minituber production after transplanting in the greenhouse. *J Integr Agric;* 19(1): 108-119.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M y Robledo CW. (2017). *InfoStat versión 2017*, Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Golovatskaya IF, Karnachuk RA. (2015). Role of green light in physiological activity of plants. *Russ J Plant Physiol.* 62(6):727-740.
- Grishchenko Olga V., Eugeny P. Subbotin, Irina V. Gafitskaya, Yulia V. Ereshchagina, Elena V. Burkovskaya, Yulia A. Khrolenko, Valeria P. Grigorchuk, Olga V. Nakonechnaya, Victor P. Bulgakov, and Yuri N. Kulchin (2022). Growth of Micropropagated *Solanum tuberosum* L. Plantlets under Artificial Solar Spectrum and Different Mono- and Polychromatic LED Lights. *Horticultural Plant Journal,* 8 (2): 205–214.
- Gupta SD, Agarwal A. (2017). Artificial lighting system for plant growth and development: Chronological Advancement, Working Principles, and Comparative Assessment. En: Dutta S, editor. *Light Emitting Diodes for Agriculture*. Kharagpur: Springer. p. 1-25.
- Jiang L, Wang Z, Jin G, Lu D, Li X. (2019). Responses of Favorita Potato Plantlets Cultured in Vitro under Fluorescent and Light-Emitting Diode (LED) Light Sources. *Am J Potato Res.* 96: 396-402.
- Medeiros de Araújo M, Barboza A, Oliveria-Filho RA, Camara T, Willadino L, Gouveia-Neto A. (2016). The effect of spectral light quality on in vitro culture of sugarcane. *Acta Scientiarum. Biological Sciences.* 38(2):157-161.

Efecto de la luz LED sobre el crecimiento y desarrollo de vitroplantas de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L)

Miler N, Kulus D, Wozny A, Rymarz D, Hajzer M, Wierzbowski K, Nelke R, Szeffs L. (2019). Application of wide-spectrum light-emitting diodes in micropropagation of popular ornamental plant species: a study on plant quality and cost reduction. In *Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. 55(1):99-108.

Mitchell CA, Sheibani F. (2019). LED advancements for plant-factory artificial lighting. En Kozai T, Niu G, Takagaki M, editores. *Plant Factory: An indoor vertical farming system for efficient quality food production*. 2 ed. Inglaterra. Elsevier. p. 167-184. 17.

Murashigue, T., Skoog, F.S. (1962). A revised medium for rapid growth and biosays with tobacco tissue culture. *Plant Physiology*, 15: 173-197.

Paradiso, R., Arena, C., Roupheal, Y., d'Aquino, L., Makris, K., Vitaglione, P., de Pascale, S., (2019). Growth, photosynthetic activity and tuber quality of two potato cultivars in controlled environment as affected by light source. *Plant Biosystems*, 153: 725–735.

Priyadarshani P, Batra V. (2017). Tissue Culture of Potato (*Solanum tuberosum* L.): A review. *Int J Curr Microbiol Appl Sci*. 6(4): 489-495.

Ramírez-Mosqueda MA, Iglesias-Andreu LG, Bautista-Aguilar JR. (2017a). The Effect of Light Quality on Growth and Development of *In vitro* Plantlet of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Sugar Tech*. 19(3):331-336.

Ramírez-Mosqueda Ma, Iglesias-Andreu LG, Luna-Sánchez IJ. (2017b). Light quality affects growth and development of *in vitro* plantlet of *Vanilla planifolia* Jacks. *South*

Meza Norkys Marilyn; Alvares, Israel; Carrera, Héctor; Bastidas Elsy; Torin, Carmen y Porras, Ericka

African Journal of Botany. 109(1):288-293.

Sharry SE, Adema M, Abedini W. (2015). *Plantas de probeta: Manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos in vitro*. 1a ed. La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata. 201 p

Silva Agurto C, Leiva Mora M, Sanchez Ortiz N, del Castillo Bastidas D. (2023). Influencia de las condiciones de iluminación sobre el establecimiento in vitro de yemas de *Solanum tuberosum* L. var. Cecilia. *Revis Bionatura* 8 (3) 9-16

Suarez IE. (2020). *Cultivo de tejidos vegetales*. 1a Ed. Colombia: Fondo Editorial Universidad de Cordova. 120p

Yu L, Song C, Sun L, Li L, Xu Z, Tang, C. (2020). Effects of light-emitting diodes on tissue culture plantlets and seedlings of rice (*Oryza sativa* L). *Journal of Integrative Agriculture*. 19(7): 1743-1754