

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias del
Agro,
Ingeniería
y Tecnología

Año 16 N° 45

Enero - Abril 2025

Tercera Época

Maracaibo-Venezuela

Estudio del tiempo y la frecuencia de inmersión en la multiplicación *in vitro* de *Paulownia elongata* S.Y.Hu.

Jorge Alberto Vílchez-Perozo *

Nilca Rosa Albany de Vílchez **

RESUMEN

La mayoría de los clones comerciales de paulonia son micropropagados y hoy en día se investigan técnicas de micropropagación que permitan reducir los costos de las vitroplantas, como el cultivo en sistemas de inmersión temporal que han demostrado ser altamente eficientes para la multiplicación *in vitro* de muchas especies. El tiempo y la frecuencia de inmersión en los sistemas de inmersión temporal son los principales parámetros que determinan su eficiencia, es por ello que se planteó en esta investigación estudiar el tiempo y la frecuencia en la multiplicación *in vitro* de *Paulownia elongata* S.Y.Hu en Recipientes de Inmersión Temporal Automatizado (RITA®). Se realizó un experimento factorial para determinar la frecuencia (cada 6 y 8 h) y el tiempo (1 y 2 min) de inmersión, con cinco repeticiones por tratamiento y 12 microesquejes de paulonia por repetición. Después de dos subcultivos de 30 días cada uno, se encontró que la combinación de una frecuencia de inmersión cada 8 h y 1 min de inmersión permitió obtener el mayor número de nudos (8,6) y coeficiente de multiplicación (10,0). Los mayores valores de número de brotes (2,26) se lograron con la frecuencia cada 6 h, independientemente del tiempo de inmersión y la longitud de los brotes no fue afectada por las variables estudiadas. Se concluye que el tiempo y la frecuencia de inmersión resultaron determinantes para aumentar la multiplicación *in vitro* de *P. elongata* en los RITA®.

PALABRAS CLAVE: Coeficiente de multiplicación, Micropropagación, Paulonia, RITA®, Sistemas de inmersión temporal.

*Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela.
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8360-2514> E-mail: jvilchezp@fa.luz.edu.ve

**Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0184-7583>. E-mail: nalbany@fa.luz.edu.ve

Recibido: 09/07/2024

Aceptado: 02/10/2024

Study of Time and Frequency Immersion in the *in vitro* Multiplication of *Paulownia Elongata* S.Y.Hu.

ABSTRACT

Most of the commercial clones of paulownia are micropropagated and nowadays micropropagation techniques are being investigated to reduce the costs of vitroplants, such as cultivation in temporary immersion systems, which have proven to be highly efficient for the *in vitro* multiplication of many species. The time and frequency of immersion in temporary immersion systems are the main parameters that determine their efficiency, which is why in this research it was proposed to study the time and frequency in the *in vitro* multiplication of *Paulownia elongata* S.Y.Hu in Automated Temporary Immersion Vessels (RITA®). A factorial experiment was conducted to determine the frequency (every 6 and 8 h) and time (1 and 2 min) of immersion, with five replicates per treatment and 12 paulownia microshoots per replicate. After two subcultures of 30 days each, it was found that the combination of a frequency of immersion every 8 h and 1 min of immersion allowed obtaining the highest number of nodes (8.6) and multiplication coefficient (10.0). The highest values of number of shoots (2.26) were achieved with the frequency every 6 h, independently of the immersion time and the length of the shoots was not affected by the variables studied. It is concluded that time and frequency of immersion were determinant in increasing *in vitro* multiplication of *P. elongata* in RITA®.

KEYWORDS: Micropropagation, Multiplication coefficient, Paulownia, RITA®, Temporary immersion systems.

Introducción

El género *Paulownia* es originario de China y comprende nueve especies y varios híbridos naturales de árboles caracterizados por su rápido crecimiento y regeneración (Jakubowski, 2022; Bing *et al.*, 2019). La paulonia es un árbol forestal utilizado en programas de reforestación debido a su gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas (Jakubowski, 2022; Rodríguez-Seoane *et al.*, 2021). Además, tiene múltiples usos para la producción de madera, la fabricación de muebles, tableros e instrumentos musicales, en la alimentación animal, el biocarbón, la producción de biocompuestos y biocombustibles (Corrêa

Jorge Vilchez & Nilca de Vilchez // Estudio del tiempo y la frecuencia de inmersión en la multiplicación... 110-119 *et al.*, 2024; Sedighizadeh *et al.*, 2023; Rodríguez-Seoanea *et al.*, 2020; Testa *et al.*, 2022; Stewart *et al.*, 2018.). Hoy en día, las especies de paulonia se consideran los cultivos forestales más importantes del mundo (Shaaban *et al.*, 2022).

La propagación de paulonia se realiza principalmente a partir de semilla, siendo la propagación sexual lenta (Połta *et al.*, 2022), sin embargo, en condiciones industriales, la reproducción es casi exclusivamente vegetativa (Jakubowski, 2022). Pero la mayoría de los clones se propagan comercialmente mediante la micropropagación. Esta técnica de cultivo *in vitro* de tejidos asegura la obtención de plantas genéticamente idénticas a la planta madre, grandes cantidades en un corto periodo de tiempo y el cultivo de plantas en condiciones estériles (Shaaban *et al.*, 2022; Fokina *et al.*, 2020).

Sin embargo, la micropropagación ha dejado de ser un proceso económicamente eficiente debido a sus altos costos (Mendoza *et al.* 2022), por el uso de un gran número de recipientes de cultivo, medios de cultivo gelificados y la manipulación manual de los tejidos en condiciones asépticas. También implica el subcultivo periódico (3-6 semanas) del material vegetal a medio de cultivo fresco debido al agotamiento de los nutrientes del medio y al continuo crecimiento y proliferación de los tejidos, que está limitado por el tamaño del recipiente (Maene y Debergh 1985).

Los sistemas de inmersión temporal fueron concebidos para viabilizar la comercialización de la micropropagación, ya que con éstos se reducen los costos de producción (Preil, 2005) y permiten la automatización o semiautomatización de los sistemas de cultivo (Georgiev *et al.*, 2014), además el principio someter al tejido de la planta cultivada a ciclos alternos de inmersión temporal (pocos minutos) en el medio líquido seguido del drenaje y la exposición del tejido a un medio ambiente gaseoso renovado mejoran considerablemente la producción y calidad de los cultivos *in vitro* (Georgiev *col.*, 2014; Etienne y Berthouly, 2005), ya que estos facilitan la absorción de nutrientes por parte de los tejidos, disminuyen el tiempo requerido para el desarrollo de los cultivos, simplifican las operaciones de preparación y dispensado del medio, permitiendo establecer métodos de control y muestreo en cada etapa (Satyahari, 2005; Etienne y Berthouly, 2002).

El empleo de sistemas de inmersión temporal en la fase de multiplicación *in vitro* requiere de la estandarización de algunas condiciones específicas como lo son, el tiempo y frecuencia de inmersión, densidad de explantes por recipiente de cultivo, volumen de medio de cultivo, tiempo de subcultivo, entre otros, destacando el tiempo y la frecuencia de inmersión como los más críticos, ya que gobiernan el consumo de nutrientes en los tejidos cultivados (Berthouly y Etienne 2005). Por ello el objetivo de esta investigación fue estudiar el tiempo y la frecuencia en la multiplicación *in vitro* de *Paulownia elongata* S. Y. Hu en Recipientes de Inmersión Temporal Automatizado (RITA®).

1. Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en las instalaciones entre los meses de febrero a junio de 2022, en el laboratorio de Biotecnología “Profa. Silvia León de Sierralta” de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia en Maracaibo, Venezuela.

1.1. Procedimientos generales

El pH de los medios de cultivo se ajustó a 5,8 con NaOH 1N y HCl 1N según el caso, antes de la esterilización en autoclave a 121 °C y 20 PSI durante 20 min. Todas las manipulaciones de los explantes se realizaron bajo condiciones de asepsia empleando una cámara de flujo laminar horizontal de aire esterilizado, con un flujo constante de 1,0 PSI. El instrumental (pinzas y bisturíes) se desinfectó con una solución de NaClO al 1 % i.a. (v/v) durante 15 min y las cápsulas de Petri se esterilizaron en autoclave a 121 °C y 17 PSI durante 30 min y seguidamente se secaron en una estufa a 80 °C por 8 h.

1.2. Condiciones del cultivo

Los cultivos *in vitro* se mantuvieron en un cuarto de crecimiento, bajo luz blanca fluorescente continua con una radiación fotosintéticamente activa de 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, temperatura de 26 ± 1 °C y humedad relativa promedio de 46 %.

1.3. Material vegetal

Se utilizaron microesquejes de *Paulownia elongata* S. Y. Hu, en fase multiplicación *in vitro* de un quinto subcultivo (subcultivada cada 30 días) en medio de Murashige y Skoog (1962), suplementado con 3 % de sacarosa y 7 mg/L de 6-Bencilaminopurina (BAP), gelificado con 6 g/L de gellanum.

A fin de estudiar los parámetros de tiempo y frecuencia de inmersión adecuados, para la multiplicación *in vitro* de *P. elongata* mediante un diseño experimental completamente aleatorio con un arreglo factorial de los tratamientos se evaluaron cuatro tratamientos, resultantes de la combinación de dos tiempos de inmersión (1 y 2 min) y dos frecuencias de inmersión (cada 8 y 6 h). Se utilizaron 5 repeticiones por tratamiento y cada repetición la constituyó un recipiente de inmersión temporal automatizado (RITA®) de 0,9 L de capacidad, cuyo funcionamiento y características son descritas por Etienne y Berthouly (2002). A cada RITA® se le adicionaron 200 mL de medio de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962) con 7 mg/L de BAP, 30 g/L de sacarosa. En cada RITA®, se sembraron 12 microesquejes de 2 cm de longitud y con un nudo y de un quinto subcultivo de edad.

Después de dos subcultivos de 30 días cada uno se evaluaron las siguientes variables: número de brotes (NB), contando los brotes de cada RITA®; número de nudos (NN) contando los nudos cada repetición; longitud de brote en cm, midiendo la distancia de cada nuevo brote desde su base hasta el ápice y coeficiente de multiplicación (CM), el cual se calculó mediante la siguiente fórmula: $CM=(NB-1)(NN)$.

1.4. Análisis estadístico

Data processing was carried out using Statistix® version 8.0 analytical software (Analytical Software, Tallahassee, Florida, USA, 2003). Prior to statistical analysis, data obtained in each experiment were subjected to check the assumption of a normal distribution to the Shapiro-Wilk test a significance level of $P \leq 0.05$ (Sokal and Rohlf, 2013). Subsequently, analysis of variance (ANOVA) was executed in order to determine the effect of the study factors with a significance level of $P \leq 0.05$. In those cases, where the effect of the study factor and/or its interaction was statistically significant ($P \leq 0.05$), mean comparison was performed using the Tukey's test.

2. Resultados y discusión

En ninguna de las combinaciones de tiempo y frecuencia de inmersión evaluadas se observaron brotes con evidencia de hiperhidratación de tejidos. El ANOVA detectó diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) para la interacción de los factores de estudio tiempo y frecuencia de inmersión sobre las variables evaluadas (cuadro 1) a excepción de la variable longitud de los brotes para la cual no se detectó diferencias estadísticas para los factores de estudio ni para la interacción, siendo el promedio de la longitud de los brotes de 1,47 cm

Tabla 1. Efecto de dos frecuencias (cada 6 y 8 h) y dos tiempos de inmersión (1 y 2 min) sobre la multiplicación de micro esquejes de *Paulownia elongata* S. Y. Hu. Letras distintas en las variables difieren estadísticamente para la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Factores de estudio		Variables			
Frecuencia (h)	Tiempo (min)	Numero de brotes	Numero de nudos	Coeficiente de multiplicación	Longitud de brotes (cm)
6	1	2,27 a	6,0 b	8,2 b	1,30 ns
6	2	2,25 a	6,5 b	9,5 a	1,51 ns
8	1	2,05 b	8,6 a	10,0 a	1,55 ns
8	2	1,85 b	6,6 b	6,8 b	1,46 ns
EE		0,04	0,17	0,57	0,05

Los mayores valores de números de brotes se encontraron con las combinaciones de inmersión cada seis horas con uno (2,27 brotes) o dos (2,25 brotes) minutos de inmersión, cuales fueron estadísticamente similares entre si y diferentes a las combinaciones de inmersiones cada ocho horas por uno (2,05 brotes) y dos (1,85 brotes) minutos. Dolcet-Sanjuan *et al* (2024) han indicado que el desarrollo óptimo de los brotes en sistemas de inmersión temporal a partir de explantes de brotes internodales cultivados incluye la multiplicación por ramificación axilar, el alargamiento de los brotes y el desarrollo de las hojas sin vitrificación. En este ensayo conseguimos que independientemente del tiempo de inmersión el número de brotes fue mayor con inmersiones cada seis horas. En este sentido Etienne y Berthouly (2002) plantearon que en

Jorge Vilchez & Nilca de Vilchez // Estudio del tiempo y la frecuencia de inmersión en la multiplicación... 110-119

los sistemas de inmersión temporal se favorece la producción de nuevos brotes, debido al movimiento de los explantes dentro del recipiente de cultivo durante cada inmersión, que afecta la dominancia apical y promueve la separación de los explantes. Preil (2005) indica que el aumento de la brotación *in vitro* en los sistemas de inmersión temporal puede ser debida una mayor superficie de contacto de absorción de nutrientes y de reguladores de crecimiento de los explantes. Resultados similares a los encontrados en esta investigación, fueron reportados por Cardenas (2014) para la multiplicación *in vitro* en sistemas de inmersión temporal de *P. elongata*, *P. fortunei* y su híbrido.

El mayor valor de número de nudos fue de 8,6 nudos y se logró con la combinación de inmersiones cada ocho horas por un minuto de duración, siendo esta combinación superior a las demás evaluadas (tabla 1). El número de nudos depende del vigor que desarrolle el brote, brotes vigorosos desarrollaran entrenudos largos con pocas yemas axilares, en este ensayo con la combinación de inmersiones cada ocho horas de un minuto se obtuvo los mayores valores de numero de nudos y de coeficiente de multiplicación. Mientras que para el coeficiente de multiplicación las combinaciones de inmersiones cada seis horas por dos minutos (9,5) y de cada ocho horas por un minuto de inmersión (10) (tabla 1). En ese sentido, Bello-Bello *et al.* (2019) indican que los sistemas de inmersión temporal promueven el aumento de la tasa de crecimiento de las plantas en muchas especies al mejorar la ventilación del recipiente de cultivo. Esto promueve los procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la respiración, el desarrollo de la clorofila y la función estomática para que puedan adaptarse bien al entorno *ex vitro* durante la aclimatación (Aragon *et al.* 2014). Bouman y Tiesktra, (2005) reportan que en los sistemas de inmersión temporal los nutrientes precipitado en el medio de cultivo se reedisuelven, debido a una disminución del pH o por la absorción de los tejidos o explantes de componentes disueltos en el medio de cultivo y el cambio resultante en el equilibrio de la disociación, provoca la disolución de los precipitados

Conclusiones

Se concluye que menos frecuencia y tiempos de inmersión favorecen la multiplicación *in vitro* de microesquejes de *Paulownia* sp. en sistemas de inmersión temporal.

Referencias

Dolcet-Sanjuan, R., Casanovas, M., Franquesa, S., Alsina, E., Carrasco-Cuello, F., Torres, E. Torres, Rufat J. & Teixido, N. (2024). GreenTray®, a TIS Bioreactor for Plant Micropropagation and Abiotic or Biotic Stress Bioassays. Preprints.org <https://doi.org/10.20944/preprints202404.0793.v1>

Aragón, C.E., Sánchez, C., Gonzalez-Olmedo, J., Escalona M., Carvalho, L. & Amâncio, S. (2014). Comparison of plantain plantlets propagated in temporary immersion bioreactors and gelled medium during *in vitro* growth and acclimatization. *Biologia Plantarum*, 58, 29–38. <https://doi.org/10.1007/s10535-013-0381-6>

Bello-Bello, J.J., Cruz-Cruz, C.A. & Pérez-Guerra, J.C. (2019). A new temporary immersion system for commercial micropropagation of banana (*Musa* AAA cv. Grand Naine). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 55, 313–320. <https://doi.org/10.1007/s11627-019-09973-7>

Berthouly, M. & Etienne, H. (2005). Temporary immersion system: a new concept for use liquid medium in mass propagation. In A.K., Hvoslef-Eide & W. Preil, (Eds) *Liquid Culture Systems for in vitro Plant Propagation* (pp. 165-195). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-3200-5_11

Bing, L., Yun-Hong, T., Liu, S., Olmstead, R., Min, D.Z., Chen, Z.D., Joshee, N., Vaidya, B., Chung, R. & Li, B. (2019). Phylogenetic relationships of *Cyrtandromoea* and *Wightia* revisited: a new tribe in Phrymaceae and a new family in Lamiales. *Journal of Systematics and Evolution*, 58 (1), 1–17. <https://doi.org/10.1111/jse.12513>

Bouman, H. & Tiekstra, A. (2005). Adaptions of the mineral composition of tissue culture media on the basis of plant elemental analysis and composition of hydroponic substrates. In A.K. Hvoslef-Eide & W. Preil (Eds), *Liquid Culture Systems for in vitro Plant Propagation* (pp. 493-505). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-3200-5_37

Cárdenas Rubio, A. M. (2015). *Validación y desarrollo de una tecnología para la multiplicación in vitro de Paulownia elongata, Paulownia fortunei y un híbrido (P. fortunei x P. elongata) bajo sistemas de propagación convencional e inmersión temporal* (Bachelor's thesis, Universidad Politécnica Salesiana). <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8735>

Corrêa, C. A., da Cunha, A. B., dos Santos, Á. S., Tambosi, J. L., & Rios, P. D. A. (2024). Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Paulownia fortunei* (Seem.) Hemsl. var. Mikado crescendo no Sul do Brasil. *Observatório De La Economía Latinoamericana*, 22(2), e3384. <https://doi.org/10.55905/oelv22n2-188>

Etienne, H., Berthouly, M. (2002). Temporary immersion systems in plant micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 69, 215–231. <https://doi.org/10.1023/A:1015668610465>

Fokina, A., Satarova, T., Denysiuk, K., Kharytonov, M., Babenko, M., & Rula, I. (2020). Biotechnological approaches to *Paulownia in vitro* propagation and *in vivo* adaptation. *Scientific Bulletin Series F. Biotechnologies*, 24(1), 167-172. https://www.biotechnologyjournal.usamv.ro/pdf/2020/issue_1/Art23.pdf

Jorge Vilchez & Nilca de Vilchez // Estudio del tiempo y la frecuencia de inmersión en la multiplicación... 110-119

Georgiev, V., Schumann, A., Pavlov, A., & Bley, T. (2014). Temporary immersion systems in plant biotechnology. *Engineering in life sciences*, 14(6), 607-621. <https://doi.org/10.1002/elsc.201300166>

Jakubowski, M. (2022). Cultivation Potential and Uses of Paulownia Wood: A Review. *Forests*, 13, 668. <https://doi.org/10.3390/f13050668>

Maene L., & Debergh P. (1985) Liquid medium additions to established tissue cultures to improve elongation and rooting *in vitro*. *Plant Cell Tissue Organ Cult* 5, 23-33. <https://doi.org/10.1007/BF00033566>

Mendoza C., Dolcet-Sanjuan R., Orellana M., López M., Vargas M. & Rivera D., (2022). Micropropagación de *Agave marmorata* utilizando un nuevo Sistema de Inmersión Temporal. *Revista Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 10(1), 10-16. <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fbleda6b/t/632b7c1eed29414555cff135/1663794207231/MendozaMoralesCarlosRolando-CTSV2N12022-10-16.pdf>.

Murashige, T., & Skoog, F. (1962) A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Plant Physiology*, 15, 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>

Poşta, D. S., Rózsa, S., Gocan, T. M., & Cântar, I. C. (2022). Research on seed germination stimulation at *Paulownia tomentosa* Thunb. Steud. *Current Trends in Natural Sciences*, 11(22), 231-239. <https://doi.org/10.47068/ctns.2022.v11i22.027>

Preil, W. (2005). General introduction: a personal reflection on the use of liquid media for *in vitro* culture. In A.K. Hvoslef-Eide & W.Preil (Eds.), *Liquid Culture Systems for in vitro Plant Propagation* (pp. 1-18). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-3200-5_1

Rodríguez-Seoane, P., Del Pozo, C., Puy, N., Bartrolí, J., & Domínguez, H. (2021). Hydrothermal Extraction of Valuable Components from Leaves and Petioles from *Paulownia elongata* x *fortunei*. *Waste Biomass Valor* 12, 4525-4535. <https://doi.org/10.1007/s12649-020-01298-6>

Rodríguez-Seoanea, P., Díaz-Reinosob, B., Moure A., & Dominguez H. (2020). Potential of *Paulownia* sp. for biorefinery. *Industrial Crops and Products*, 155, 112739. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112739>

Sedighzadeh, P., Moradpour, P., & Hosseinabadi, H.Z. (2023). Possibility of making flexible three-ply plywood using poplar (*Populus deltoides*) and Paulownia (*Paulownia fortunei*) veneers. *European Journal of Wood and Wood Products*, 81, 209-221. <https://doi.org/10.1007/s00107-022-01857-9>

Shaaban A., Salem H., Abo Sneena M., & Abughnia, E. (2022). Micropropagation of *Paulownia elongata* tree through plant tissue culture technology. *Scientific Journal for Faculty of Science-Sirte University*, 2(2), 73-79. <https://doi.org/10.37375/issn.2789-858X>

Sokal, R. & Rohlf, F. (2013). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W.H. Freeman and Company, New York.

Jorge Vilchez & Nilca de Vilchez // Estudio del tiempo y la frecuencia de inmersión en la multiplicación... 110-119

<https://www.researchgate.net/publication/44554870> *Biometry the principles and practice of statistics in biological research* Robert R Sokal and F James Rohlf#fullTextFileContent

Statistix 8. (2003). Statistix 8: Analytical Software User's Manual. Tallahassee, Florida, U.S.A

Stewart, W.M., Vaidya, B.N., Mahapatra, A.K., Terrill, T.H., Joshee, N., (2018). Potential use of multipurpose *Paulownia elongata* tree as an animal feed resource. *American Journal of Plant Sciences*, 9, 1212–1227. <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.96090>

Testa, R., Schifani, G., Rizzo, G., & Migliore, G. (2022). Assessing the economic profitability of Paulownia as a biomass crop in Southern Mediterranean area. *Journal of Cleaner Production*, 336, 130426. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130426>

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Declaración ética

Los autores declaran que el proceso de investigación que dio lugar al presente manuscrito se desarrolló siguiendo criterios éticos, por lo que fueron empleadas en forma racional y profesional las herramientas tecnológicas asociadas a la generación del conocimiento.

Copyright

La *Revista de la Universidad del Zulia* declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista

Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional



REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 31 de mayo de 1947

UNIVERSIDAD DEL ZULIA, Fundada el 11 de septiembre de 1891