

---

## Sistemas de riego para la producción de planta de *Prosopis laevigata* (Humb & Bonpl. ex. Wild), M.C. Johnst. en vivero forestal.

P. L. López Martínez\*, H. Villalón Mendoza, J. I. Yerena Yamallel, J. Jiménez Pérez, J. A. Guevara González y R. A. Martínez Barrón

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional Km 145, C.P. 67700, Linares, Nuevo León, México.

---

*Irrigation systems for Prosopis laevigata (Humb & Bonpl. ex. Wild), M.C. Johnst. plants production in a forest nursery.*

### Abstract

Among the treatments applied to improve productivity and quality of nursery plants include the choice of substrate, aeration, irrigation, fertilizers and environmental conditions. In order to determine which irrigation system improves production plant of *Prosopis laevigata* in forest nursery were compared two methods: spraying with hose in manually and flood. Furthermore, the percentage of seed germination was evaluated by different pregerminative. Scarification method obtained the highest germination percentage with 50%, while the lowest gibberellic acid 12%. The best irrigation system in terms of root production, increased stem diameter, plant quality according Dickson index and lower water consumption, was the flood.

*Key words:* germination, flood irrigation, Dickson index, water consumption.

### Resumen

Entre los tratamientos aplicados para mejorar la productividad y calidad de plantas en vivero destacan la elección del sustrato, aireación, sistemas de riego, fertilizantes y condiciones ambientales. Con la finalidad de determinar qué sistema de riego mejora la producción de plantas de la especie *Prosopis laevigata* en vivero forestal se compararon dos métodos: por aspersión con manguera en forma manual y por inundación. Además, se evaluó el porcentaje de germinación de la semilla mediante diferentes tratamientos pregerminativos. El método de escarificación obtuvo el porcentaje mayor de germinación con un 50%, mientras que el ácido giberélico el menor 12%. El mejor sistema de riego en cuanto a producción de raíces, incremento en diámetro del tallo, calidad de planta según el índice de Dickson y consumo de agua inferior, fue el de inundación.

*Palabras clave:* germinación, riego por inundación, índice de Dickson, consumo de agua.

---

\*Autores de correspondencia  
Email: zenitram\_bar09@hotmail.com

## Introducción

El agua juega un papel importante para las plantas por sus efectos sobre fenómenos físicos diversos (FAO, 2002), y como principal factor limitante del crecimiento de los ecosistemas naturales y artificiales. La calidad y cantidad del agua requiere de un eficiente y confiable sistema de riego el cual es necesario para todos los viveros (Landis *et al.*, 2000). La aplicación del riego depende del tamaño e infraestructura del vivero (Amo *et al.*, 2002), y de las características de la especie (Landis *et al.*, 2000; Juárez, 2011). Existen numerosos sistemas de riego, entre los que destacan los riegos con manguera, por aspersión, por micro-aspersión, por surcos, por goteo y por inundación (Amo *et al.*, 2002; FAO, 2002). Esta información es importante, pero la elección de un sistema de riego no solo se basa en criterios técnicos o sociales, sino también en criterios económicos y condiciones exteriores como la disponibilidad de agua y materiales.

Otro aspecto importante en el seguimiento para la producción de plántulas en vivero, es el proceso de germinación de la semilla. La germinación, definida como un conjunto de procesos que dan como resultado la transformación de un embrión en una plántula (Matilla, 2003), por ello, la germinación es uno de procesos más vulnerables por los que una planta atraviesa durante su ciclo de vida y que esta ocurra en lugar y tiempo adecuados y bajo las condiciones ambientales favorables (De la Cruz *et al.*, 2013). Muchos estudios se han enfatizado en la germinación de semillas aplicando diversos métodos (Godínez-Álvarez y Flores-Martínez, 1999; García-Pérez *et al.*, 2007; Easton y Kleindorfer, 2008; Delgado-Sánchez *et al.*, 2010; La Rosa y Quijada, 2013).

En este contexto, en el presente estudio se realizó la comparación de técnicas de riego para mejorar la producción de plantas de la especie de *Prosopis laevigata* en vivero forestal. Asimismo, se evaluó la germinación de las semillas de esta especie. Esta información, pretende proporcionar elementos necesarios para contar con sistemas de producción de planta de calidad mejor desarrollados y con menores costos.

## Materiales y método

### Área de estudio

El presente estudio se realizó en el vivero forestal

de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), ubicada en el Km 145 de la Carretera Nacional Cd. Victoria–Monterrey, en el municipio de Linares, Nuevo León, México. Coordenadas: 24° 47' Latitud Norte 99° 32' Longitud Oeste. La precipitación media anual es aproximadamente de 805 mm y la altitud promedio de 350 msnm.

### Colecta de semillas

Las semillas se obtuvieron por medio de la recolección directa de frutos maduros de la especie de *Prosopis laevigata*, donde se consideraron para la colecta aquellos árboles que mostraran mejor aspecto saludable, sin plagas ni enfermedades. La colecta se realizó durante la primavera y el verano del 2013, donde se obtuvieron 2,000 semillas de *Prosopis laevigata*.

### Germinación

Se seleccionaron 800 semillas al azar con las que se establecieron cuatro tratamientos: para el primer tratamiento (Escarificado) se utilizaron 400 semillas las cuales se escarificaron, es un método mecánico de lijado, considerado el más eficiente para la germinación de semillas de cubierta dura (Flores y Jurado, 1998; García-Pérez *et al.*, 2007), para el segundo (AG3+Esc) de esas 400 semillas a 200 se les aplicó ácido giberélico AG3. Las otras 400 semillas no fueron escarificadas, para el tercer (AG3) a 200 se les trató con ácido giberélico, y para el cuarto (Testigo) a las 200 restantes se utilizaron como testigo; para cada tratamiento fueron separadas en cuatro muestras de 50 semillas, en total se obtuvieron 16 muestras, se pusieron en cajas Petri debidamente identificadas, para posteriormente colocarlas dentro de la germinadora a 25 °C.

### Sistemas de riego

En el vivero se llenaron 500 bolsas de polietileno con orificios en la parte inferior, utilizando tierra de monte, se realizó una siembra de dos semillas escarificadas en cada bolsa. Las bolsas se separaron en dos grupos, dividiéndolos en cinco subgrupos de 50; al primer grupo se aplicó el sistema de riego por aspersión con manguera en forma manual (riego tradicional); en el segundo se usó el sistema de riego por inundación, el cual consiste en colocar un plástico bajo las bolsas en la cama de repique, de tal manera que el agua pueda contenerse sin que se

salga, la cama es llenada y el sustrato absorbe el agua por capilaridad.

#### Plantas de calidad

Este concepto es de gran interés en la actualidad, debido a que en una plantación se trata de predecir su éxito en base a índices de calidad de las mismas (Juárez, 2011), donde se requiere considerar aspectos morfológicos y fisiológicos (Alarcón *et al.*, 2001; Juárez, 2011). Por lo tanto, para determinar la calidad de las plántulas producidas en vivero se utilizó el Índice de Dickson (QI), este índice integra la relación entre la masa seca total de la planta, la suma de la esbeltez y la relación parte seca aérea / parte seca radicular (Dickson *et al.*, 1960), el cual presenta la siguiente fórmula:

$$QI = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura tallo (cm)}}{\text{Diámetro tallo (mm)}} + \frac{\text{Peso seco tallo (g)}}{\text{Peso seco raíces (g)}}$$

Este índice se ha empleado con éxito para determinar la calidad de las plantas de diferentes especies (Robles, 2010; Chávez *et al.*, 2014). Para determinar este índice se tomaron cinco muestras por sistema de riego, a las que se les midió la altura y el diámetro del tallo, después de cinco meses de la siembra. Posteriormente, se colocaron en la estufa de secado a 70 °C durante 24 horas, para obtener el peso seco de las mismas.

#### Análisis de datos

Las variables de respuesta obtenidas fueron analizadas estadísticamente mediante un análisis de varianza, utilizando el programa estadístico Statistics. En base a los tratamientos de germinación que mostraron diferencias se sometieron a la prueba de medias de la mínima diferencia significativa (LSD), y de esta manera se determinó el mejor tratamiento.

### Resultados y discusión

#### Germinación

Con el análisis de varianza se determinó que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0.001$ ) entre los tratamientos pregerminativos. El escarificado obtuvo el porcentaje mayor de germinación con un 50%, mientras que el ácido giberélico el menor 12% (Figura 1). Los resultados obtenidos corroboran lo indicado por Godínez-Álvarez y Flores-Martínez (1999) y D'Aubeterre *et al.* (2002) que el mejor tratamiento para promover la germinación es el método por escarificación. Godínez-Álvarez y Flores-Martínez (1999) reportaron valores superiores de 70-80% de germinación para 32 especies de la costa de Guerrero; mientras que García-Pérez *et al.* (2007) citan un porcentaje similar, de 47.07 de germinación para cuatro especies del noreste de México, tres nativas (*Cordia boissieri*, *Ebenopsis ébano* y *Caesalpinia mexicana*) y una introducida (*Melia*

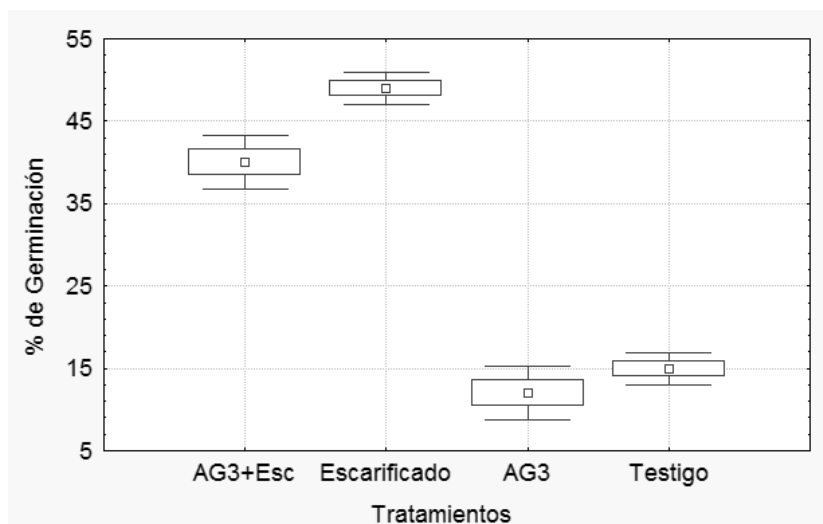


Figura 1. Porcentaje de germinación de las semillas de *Prosopis laevigata* por tratamiento.

*azederach*). El tratamiento de escarificación más ácido giberélico (AG3), generó un 40% de germinación, concuerda con lo que señalan D'Aubeterre *et al.* (2002) que al incorporar ácidos como el ácido giberélico (AG3), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y el hidróxido de sodio (NaOH), más el tratamiento de escarificación, son métodos eficientes para la germinación de semillas de *Prosopis juliflora* y *Prosopis laevigata*.

#### Sistemas de riego

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el volumen de agua utilizada en los sistemas

de riego. El mejor método de riego en cuanto a la eficiencia y uso del agua, es el sistema de riego por inundación con un consumo de agua inferior, el de aspersión con manguera el gasto de agua por planta fue superior (Figura 2).

#### Calidad de las plantas

Para la densidad de raíces se observó una diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.001$ ) entre los dos métodos, donde se demuestra que el sistema de riego por inundación promueve mejor el desarrollo y la densidad de raíces (Figura 3). Asimismo, referente a la longitud de la raíz en base

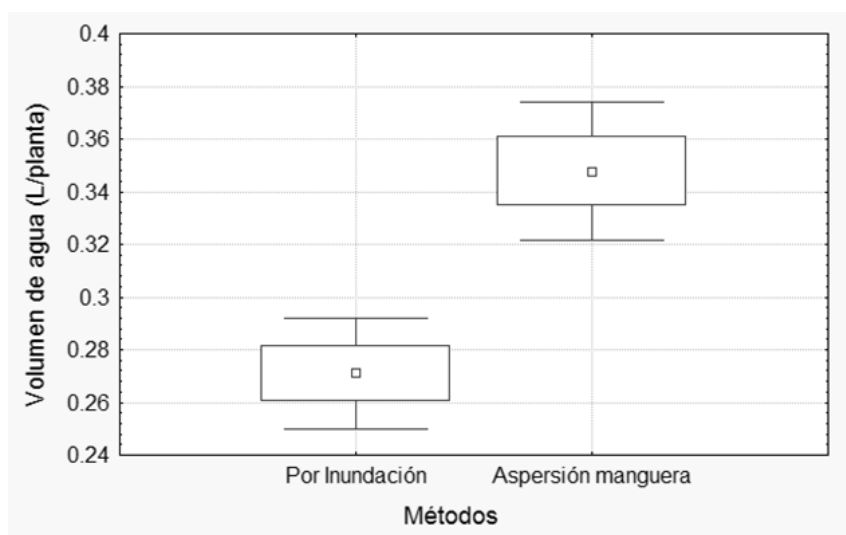


Figura 2. Volumen de agua utilizada por sistema de riego.

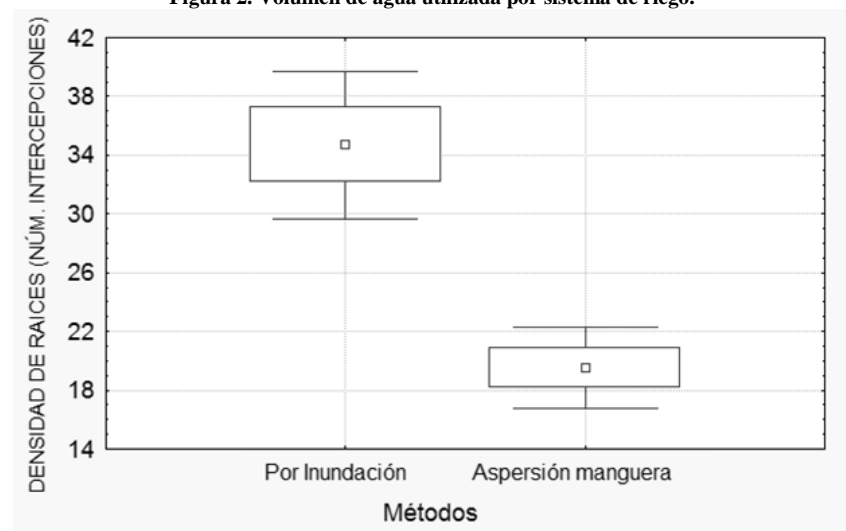


Figura 3. Densidad de raíces por sistema de riego.

a los dos sistemas de riego, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Al respecto, Planelles et al. (2004) señalan que el potencial de desarrollo radical es influenciado positivamente por el recurso hídrico.

Se comprobó que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el diámetro del tallo de la planta, donde los resultados muestran que el sistema de riego por inundación es el que mejor promueve su desarrollo (Figura 4). Bello (2012) menciona que para obtener plantas con el mayor diámetro posible en la etapa de vivero es necesario que estas se mantengan espaciadas unas de otras y bajo sombra. Con respecto a la altura de la planta, no se encontró

diferencia significativa entre los sistemas de riego ( $P > 0.05$ ), mostrando un crecimiento similar, este resultado puede deberse también a la radiación (Castro et al., 2004; García-Pérez et al., 2007).

En la determinación de la calidad de las plantas producidas en el vivero mediante el Índice de Dickson, se observó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.001$ ) entre los sistemas, con un QI superior en el sistema de riego por inundación (Figura 5), alcanzando valores de 0.19 a 0.21, definiéndose como planta de calidad. Hunt (1990) recomienda un QI superior a 0.2 para plantas de *Pinus* spp., y señala que un índice inferior a 0.15 en *Abies* spp., y *Pinus* spp., puede significar problemas

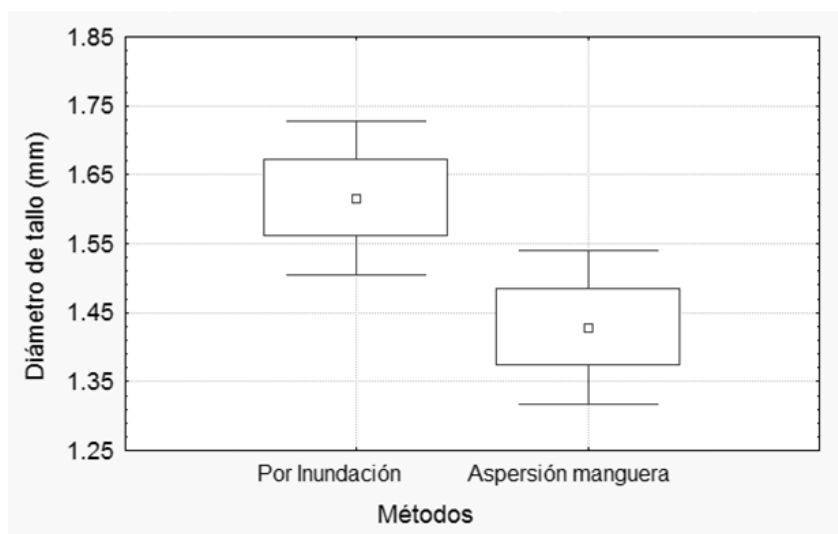


Figura 4. Diámetro del tallo por sistema de riego.

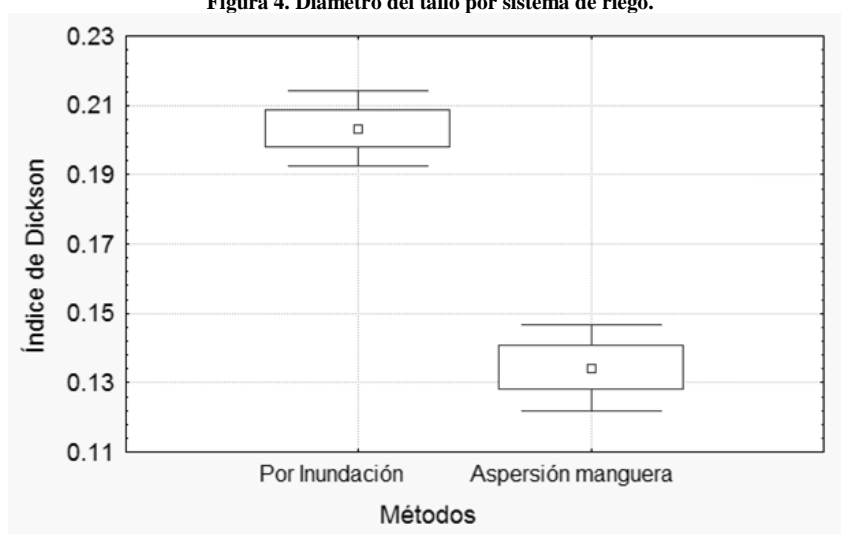


Figura 5. Índice de Dickson por sistema de riego.

para la planta al establecerla en campo. Por su parte Chávez *et al.* (2014) alcanzaron un valor mayor de 0.55 para plántulas de *Pinus radiata* cuando fueron sometidas a tratamiento con una mezcla de los hongos *Corioloopsis rigida* y *Rhizopogon luteolus*. Mientras que Robles (2010) reporto un QI de 0.33 para plantas de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Dickson *et al.* (1960) consideran que entre más alto sea el valor de QI mejor es la calidad de la planta, aumentando la posibilidad de que esta se adapte a las condiciones ambientales (Bello, 2012). Cabe destacar que en la mayoría de los trabajos donde se evalúa la calidad de las plantas en vivero se efectúa bajo programas de fertirriego; este es un proceso en el que los fertilizantes son aplicados junto con el agua de riego (Sánchez, 2000), para el presente estudio, la utilización de agua para el riego fue sin ningún apoyo de fertilizantes.

Estos resultados corroboran lo mencionado por Servín *et al.* (2012) que es conveniente formar una estrategia capaz de mejorar la eficiencia del agua de riego, basada en el conocimiento de los aspectos claves de las necesidades hídricas y de la producción de plantas con excelente calidad.

## Conclusiones

El método de escarificación es el más adecuado para la germinación de semillas de *Prosopis laevigata* sin la necesidad de utilizar ácido giberélico para acelerar su desarrollo.

El sistema de riego por inundación para la producción de plantas de calidad demuestra ser un método alternativo viable para la implementación en viveros, principalmente porque el volumen de agua que se utiliza es menor en comparación con el riego por aspersión con manguera.

## Bibliografía

Alarcón, A., Almaraz, J.J., Ferrera, R., González, M., Lara, M., Manjarrez, M., Quintero, R. y Santamaría, S. 2001. Manual de tecnología de hongos micorrízicos en la producción de especies forestales en vivero. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México, 98 p.

Amo, R.S., Vergara, T.M.C., Ramos, P.J.M., Sainz, C.C. 2002. Germinación y manejo de especies forestales tropicales. (en <http://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf>).

Bello, H.R. 2012. Evaluación del crecimiento en plantas en el vivero de la Universidad de la Sierra Juárez. Tesis Licenciatura, Universidad de la Sierra Juárez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A. y Gómez, J.M. 2004.

Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat. *J. Ecol.* 92: 266-277.

Chávez, D., Pereira, G., Machuca, A. 2014. Estimulación del crecimiento en plántulas de *Pinus radiata* utilizando hongos ectomicorrízicos y saprobios como biofertilizantes. *BOSQUES* 35: 57-63.

D'Aubeterre, R., Principal, J., García, J. 2002. Efecto de diferentes métodos de escarificación sobre la germinación de tres especies del género *Prosopis*. *Revista Científica*, 12: 575-577.

De la Cruz, C.J., López, M.E., Zavaleta, S.C., Mendoza, M.W., Gonza, C.A. 2013. Efecto de la estratificación en la germinación de semillas del ciruelo europeo, *Prunus domestica*. *Revista Científica de Estudiantes*, 1: 49-53.

Delgado-Sánchez, P., Ortega-Amaro, M.A., Rodríguez-Hernández, A.A., Jiménez-Bremont, J.F. and Flores, J. 2010. Further evidence from the effect of fungi on breaking *Opuntia* seed dormancy. *Plant Signaling & Behavior*, 5: 1229-1230.

Dickson, A.A., Leaf, L. and Hosner, J.F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36: 10-13.

Easton, L.C. and Kleindorfer, S. 2008. Interaction effects of seed mass and temperature on germination in Australian species of *Frankenia* (Frankeniaceae). *Folia Geobotánica*, 43: 383-396.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2002. El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo. (en <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm>).

Flores, J. y Jurado, E. 1998. Germination and early growth traits of 14 plant species native to northern Mexico. *Southw. Nat.* 43: 40-46.

García-Pérez, J.F., Aguirre-Calderón, O., Estrada-Castillón, E., Flores-Rivas, J., Jiménez-Pérez, J. y Jurado-Ybarra, E. 2007. Germinación y establecimiento de plantas nativas del matorral tamaulipeco y una especie introducida en un gradiente de elevación. *Madera y Bosques*, 13:99-117.

Godínez-Álvarez, H. y Flores-Martínez, A. 1999. Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. *Polibotánica*, 11:1-19.

Hunt, G.A. 1990. Effect of styroblock design and copper on morphology of conifer seedlings. In Rose R, SJ Campbell, TD Landis eds. *Proceedings, Western Forest Nursery Association*. Fort Collins, CO USA, pp. 218-222.

Juárez, R.C.L. 2011. Producción de planta forestal en dos viveros tecnificados del estado de Tamaulipas 2008-2009. Memoria de Experiencia, Universidad Autónoma de Chapingo, Texcoco, Edo. De México.

Landis, T.D., Tinus, R.W., MacDonald, S.E., Barnett, J.P., Nisley, R.G., Rodríguez, D.T., Sánchez, R.V., Aldana, R.B. 2000. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. (en [http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/manual\\_prod\\_planta\\_forestal\\_contenedor\\_volumen1\\_cap4.pdf](http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/manual_prod_planta_forestal_contenedor_volumen1_cap4.pdf)).

La Rosa, R. y Quijada, J. 2013. Germinación del sacha inchi, *Plukenetia volubilis* L. (Mcbride, 1951) (Malpighiales, Euphorbiaceae) bajo cuatro diferentes condiciones. *The Biologist* (Lima), 11: 9-14.

Matilla, A. 2003. Ecofisiología de la germinación de semillas.

- En: M.J. Reigosa., N. Pedrol. y A.M. Sánchez (Eds), La Ecofisiología Vegetal. Una ciencia de síntesis. Paraninfo S.A., Madrid, Cap. 29, pp. 901-922.
- Planelles, G.R., Salvador, V.P., Oliet, P.J., López, A.M. 2004. Efecto de tres niveles de estrés hídrico y dos periodos de aplicación sobre algunos parámetros de calidad funcional de plántulas de *Quercus ilex* L. y su desarrollo postrasplante. Sociedad Española de Ciencias Forestales, 17: 81-85.
- Robles, S.R. 2010. Calidad de planta y variación de semillas en *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. En la región costa de Oaxaca. Tesis Licenciatura. Universidad del Mar Campus Puerto Escondido, Oaxaca.
- Sánchez, V.J. 2000. Fertirrigación. Principios, factores, aplicaciones. Seminario de Fertirrigación: Apukai-Comex Perú Lima, 26 p.
- Servín, P.M., Medina, G.G., Casas, I.F., Catalán, E.V. 2012. Sistema en línea para programación de riego de chile y frijol en Zacatecas. Folleto Técnico No. 42. Campo Experimental Zacatecas, 42 p.