

## Pregerminative seed treatments and seedling initial development of amashito chilli (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*)

### Tratamientos pregerminativos a semillas y desarrollo inicial de plántulas de chile amashito (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*)

Brondo-Ricárdez, René<sup>1</sup>; Domínguez-Angulo, Santiago<sup>1</sup>; Pérez-Hernández, Isidro<sup>1\*</sup>; D'Artola-Barceló, Alain Lois<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica del Golfo de México. Paraíso, Tabasco, México, C.P. 86600.

\*Autor para correspondencia: iph02@hotmail.com

#### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate pregerminative treatments of fresh and dried seeds and the seedling initial development of amashito chilli (*Capsicum annuum* L.).

**Design/methodology/approach:** The experimental unit consisted of a Petri dish in which five seeds were placed, two experiments were performed: in the first one freshly collected seeds were used, in the second they were allowed to dry under shade for thirty days. Three treatments were applied, and a control treatment, with three repetitions for each one. Hydrochloric acid 3% (T1), sodium hypochlorite 3% (T2) and undiluted lemon juice (T3) were used.

**Results:** Fresh seeds treated with sodium hypochlorite had the highest germination values (93.3%). The treatment with hydrochloric acid (T1) showed 0% germination. The dried seeds of T2 had a higher height (4.1 cm), the same treatment with dried seeds had the lowest height (1.9 cm). The survival of plants was not affected by pregerminative treatments, the values fluctuated between 77 and 100% in all treatments

**Limitations on study/implications:** The development of plants was monitored only in a part of its life cycle.

**Findings/conclusions:** Sodium hypochlorite is the best treatment for seed germination. In the case of hydrochloric acid, it is suggested to experiment with concentrations less than 3% to promote seed germination. It is recommended to let dry the seeds for thirty days and apply 3% sodium hypochlorite to stimulate germination.

**Key words:** Culture, conservation, gastronomy, rural economy, wild species.

#### RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar tratamientos pre germinativos de semillas frescas y secas de chile amashito (*Capsicum annuum* L.) y el desarrollo de plántulas.

**Diseño/metodología/aproximación:** La unidad experimental consistió en una caja Petri en la cual se colocaron cinco semillas, se realizaron dos experimentos: en el primero se usaron semillas frescas recién colectadas, en el segundo se dejaron secar bajo sombra por treinta días. Se aplicaron tres tratamientos y el testigo con tres repeticiones. Se usó ácido clorhídrico al 3% (T1), hipoclorito de sodio al 3% (T2) y jugo de limón sin diluir (T3).

**Resultados:** Las semillas frescas tratadas con hipoclorito de sodio presentaron los valores más altos de germinación (93.3%). El tratamiento con ácido clorhídrico (T1) presentó 0% de germinación. Las semillas secas del T2 presentaron mayor altura (4.1 cm), el mismo tratamiento con semillas secas presentó la menor altura (1.9 cm). La supervivencia de plantas no fue afectada por los tratamientos pre germinativos, los valores fluctuaron entre 77 y 100% en todos los tratamientos.

**Agroproductividad:** Vol. 13, Núm. 2, febrero, 2020. pp: 53-59.

**Recibido:** octubre, 2019. **Aceptado:** enero, 2020.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** Sólo se dio seguimiento al desarrollo de plantas en una parte de su ciclo de vida.

**Hallazgos/conclusiones:** El hipoclorito de sodio es el mejor tratamiento para la germinación de semillas. Para el caso del ácido clorhídrico, se sugiere experimentar con concentraciones menores a 3% para promover la germinación. Se sugiere dejar secar las semillas por treinta días y aplicar hipoclorito de sodio al 3% para estimular la germinación.

**Palabras claves:** Cultura, conservación, gastronomía, economía rural, especie silvestre.

el alto valor económico que poseen los frutos de esta especie, que podría contribuir significativamente a la economía familiar (Mariaca, 2012; Muñoz y Santos, 2015).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio experimental se desarrolló en condiciones de laboratorio en las instalaciones de la Universidad Politécnica del Golfo de México, Paraíso, Tabasco, México (18° 22' 7.28" N 93° 11' 51.80" O) (Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, 2017).

### Germinación de semillas

Se recolectaron frutos maduros directamente de 10 individuos de la especie (*Capsicum annuum* L.) var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill (Sin. *C. annuum* L. var. *aviculare*) para la obtención de semillas. Las plantas padres donde se obtuvieron las semillas se localizaron en las coordenadas 18° 22' 7.28" N 93° 11' 51.80" O, en el municipio de Paraíso, Tabasco. Los frutos se abrieron manualmente para obtener las semillas, por inspección visual se seleccionaron las semillas que no presentaban daño o fueran vanas. Se realizaron dos experimentos para lo cual las semillas se dividieron en dos lotes. En el primer experimento se usaron semillas frescas recién obtenidas de los frutos y para el segundo, se usaron semillas secas con 30 d a la sombra a temperatura ambiente (26 °C). En los dos experimentos se aplicaron los tratamientos pre germinativos que se muestran en la Cuadro 1. El testigo consistió en mantener las semillas sólo con agua destilada durante todo el experimento. T0-S: Tratamiento 0 con semillas secas, T0-F: Tratamiento 0 semillas frescas. Al concluir el tiempo de

## INTRODUCCIÓN

**En el mundo** existen 87 variedades del género *Capsicum* (USDA, Agricultural Research Service, National Plant Germplasm System, 2019), las cuales se han utilizado de diversas maneras para la alimentación desde la época prehispánica. En México, el género *Capsicum* (chiles) cuenta con más de 26 especies (López, 2003), la importancia del chile radica en que está ligado a la cultura desde sus orígenes y se encuentra distribuido por todo el territorio nacional (Laborde-Cansino y Pozo-Campodónico, 1982). Algunas especies de chile se han utilizado en las ceremonias religiosas, en especial cuando se rendía tributo a Tlatlahuqui Cihuatl Ichilzintli, la diosa prehispánica del chile (Long, 1998). También ha sido utilizado como un remedio medicinal para contrarrestar problemas de presión alta, fiebre, dolor de muela, dolor de oído, gripa, tos, entre otros (Long, 1998; Bañuelos et al., 2008), además de una extensa importancia en ámbitos de nutrición (Liu et al., 2013) y economía (Rodríguez et al., 2004). Una especie del género *Capsicum*, es el chile amashito (*Capsicum annuum* L.) var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill (Sin. *C. annuum* L. var. *aviculare*), se distribuye de manera silvestre desde el sur de Estados Unidos de América hasta Perú (Long, 2011). El chile amashito se caracteriza por presentar bajos porcentajes de germinación a pesar que las semillas estén maduras y las condiciones ambientales sean las adecuadas. Esta limitante se conoce como dormancia fisiológica, en la cual una o varias condiciones internas de la semilla le impiden germinar, aunque las condiciones ambientales sean óptimas (Hernández-Verdugo et al., 2010; Prado-Urbina et al., 2015). Esto se debe a que la semilla tiene una cera epicuticular que la hace impermeable (Ramírez-Meraz et al., 2003). De manera natural, el chile amashito presenta problemas de germinación, con porcentajes menores al 5% (Ramírez-Meraz et al., 2003; INIFAP, 2011) y usando tratamientos pregerminativos se alcanzan rangos de germinación de 40% hasta 99.5% (Araiza et al. 2011; Prado-Urbina et al., 2015; González-Cortés et al., 2015). La mayoría de las investigaciones que buscan estimular la germinación han utilizado como principal tratamiento el ácido giberélico en las diferentes versiones comerciales (García et al., 2010; González-Cortés et al., 2015), en otros experimentos se ha usado hidrotermia y ácido clorhídrico (Araiza et al., 2011; Prado-Urbina et al., 2015). En la presente investigación se plantea evaluar el efecto de tres tratamientos químicos en la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de semillas frescas y secas de chile amashito (*Capsicum annuum* L.), con el fin de promover la germinación de semillas de chile amashito y su propagación para cultivos, principalmente en zonas rurales, lo cual pueda proporcionar beneficios por

**Cuadro 1.** Tratamientos aplicados a semillas de chile amashito (*Capsicum annum*) en Paraíso, Tabasco, México.

Clave	Descripción del tratamiento
T1-S	Semillas sumergidas en ácido clorhídrico (HC [37.5]) diluido a 3% por 72 h.
T1-F	Semillas sumergidas en ácido clorhídrico (HCl) diluido al 3% durante 72 h.
T2-S	Semillas sumergidas en Hipoclorito de sodio (NaOCl) al 3% durante 24 h.
T2-F	Semillas sumergidas en Hipoclorito de sodio (NaOCl) al 3% durante 24 h.
T3-S	Semillas sumergidas en jugo limón (pH=2.5) sin diluir durante 24 h.
T3-F	Semillas sumergidas en jugo limón sin diluir durante 24 h.

los tratamientos, se enjuagaron las semillas con agua destilada. Luego se depositaron 15 semillas del mismo tratamiento divididas en tres unidades experimentales que consistieron en cajas Petri de vidrio de 10 cm de diámetro con papel filtro (Whatman™) como sustrato, se usó agua destilada para mantener húmedo el papel filtro. Las unidades experimentales se mantuvieron en sombra a temperatura ambiente. El experimento se condujo del 01 de julio al 18 de agosto de 2018.

### Trasplante de semillas germinadas

Después de tres días de germinadas las semillas, se procedió a trasplantar un individuo en unidades experimentales cilíndricas de unicel de 8.5 de cm diámetro superior y 5 cm de diámetro inferior. Como sustrato se usó una mezcla compuesta de 25% abono de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L), 25% de arena, 25% composta y 25% de cáscara de grano de cacao. El sustrato se mantuvo húmedo con agua destilada, las unidades experimentales se mantuvieron a media sombra en condiciones de laboratorio.

Se evaluó el porcentaje de germinación, registrando diariamente la cantidad de semillas que presentaron emergencia de la radícula hasta 30 d después de la siembra. Se calculó la tasa media de germinación (Martínez-Sánchez, 2004), que puede definirse como la relación del número total de semillas germinadas con el tiempo hasta que se obtuvo el último registro de germinación, se calculó mediante la ecuación:

$$Tm = n/t$$

$Tm$ =tasa media de germinación;  $n$ =número total de semillas germinadas;  $t$ =tiempo de germinación desde la siembra hasta la germinación de la última semilla.

El crecimiento de plantas se evaluó cada 8 d, durante 5 sem registrando altura total de plántula, a partir de la

base y hasta la yema apical. Para esta variable, se consideraron todas las semillas germinadas por tratamiento, sin tomar en cuenta la condición de semillas secas y frescas.

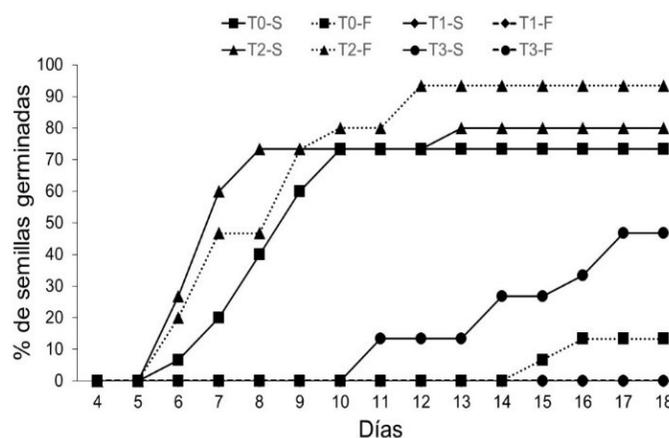
La supervivencia de plántulas fue evaluada considerando la diferencia entre plántulas vivas y muertas del total expresadas en porcentaje. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar las diferencias entre tratamientos. Se aplicó la prueba Post hoc de Tukey para ver cuáles tratamientos marcaron diferencias. Se aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas y normalidad de los datos antes de realizar el análisis estadístico. Se usó el paquete estadístico STATISTICA 7.0 para analizar los datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ANDEVA mostró diferencias significativas en la cantidad de semillas germinadas entre los tratamientos pre germinativos ( $p=0.000$ ,  $F=15.69$ ) y entre semillas secas y frescas ( $p=0.022$ ,  $F=6.32$ ). La mayor cantidad de semillas germinadas se registró en los tratamientos T2-F y T2-S (93.3 y 80%, respectivamente), sin diferencias de acuerdo al análisis de Post hoc de Tukey ( $p<0.05$ ) con T0-S (73.3%) y con T3-S (46.7%). Los tratamientos T1-S, T1-F, T3-F, presentaron 0% de germinación de semillas, sin diferencias estadísticas ( $p<0.05$ ) con el T0-F (13.3%) (Figura 1).

### Tasa media de germinación

La mayor tasa de germinación de semillas lo registró el T2-F (1.17), seguido del T0-S (1.1) y T2-S (0.92). El menor



**Figura 1.** Germinación de semillas de chile amashito (*Capsicum annum* L.) var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill (Sin. *C. annum* L. var. *aviculare*) con tres tratamientos pregerminativos aplicados a semillas secas y frescas.

valor lo presentaron T1-S, T1-F y T3-F (Cuadro 2). Se puede observar en el Cuadro 2 que el T0-S fue el primero en alcanzar su máxima germinación de semillas a los 10 d, seguida del T2-F a los 12 d y de T2-S a los 13 d, seguida del T0-F a los 16 d y T3-S a los 17 d.

**Crecimiento y sobrevivencia de plantas**

De acuerdo con el ANDEVA, la altura de plantas en los tratamientos con semillas secas y frescas presentó diferencias significativas ( $p=0.000$ ,  $F=564.3$ ). La mayor altura se encontró en el T2-S (4.1 cm), y de acuerdo al análisis Post hoc de Tukey, no mostró diferencias significativas con el T0-S (4 cm), con diferencias significativas con el T2-F y T0-F (1.9 y 2.2 cm, respectivamente) que presentaron los menores valores (Figura 2)

No se encontraron diferencias significativas en la supervivencia de plantas entre los tratamientos pre germinativos (ANDEVA,  $p=0.23$ ,  $F=1.63$ ). Los valores fluctuaron entre 100 y 77%. El mayor valor lo presentaron T0-S, T0-F y T3-S y los valores más bajos T2-F y T2-S (Figura 3). En la gráfica no se muestran datos de supervivencia del T1 y T3-F, debido a que no se presentó germinación de semillas.

Existen semillas de diversas especies que han desarrollado estrategias de supervivencia, una de éstas es la dormancia, en la cual las semillas tienen condiciones internas que le impiden germinar aun cuando las condiciones del ambiente sean óptimas (Palma *et al.*, 2000; Muñoz *et al.*, 2004). La dormancia puede ser por impermeabilidad, embrional o fisiológica (Figuerola *et al.*, 2004; Pérez-Ruiz *et al.*, 2015), y con ello, las semillas pueden hacer frente

**Cuadro 2.** Semillas germinadas, tiempo de germinación y tasa media de germinación de semillas secas (S) y frescas (F) de chile amashito amashito (*Capsicum annum L.*) var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill (Sin. *C. annum L.* var. *aviculare*) con la aplicación de tres tratamientos pregerminativos: ácido clorhídrico (T1), hipoclorito de sodio (T2), jugo de limón (T3), y el testigo (T0).

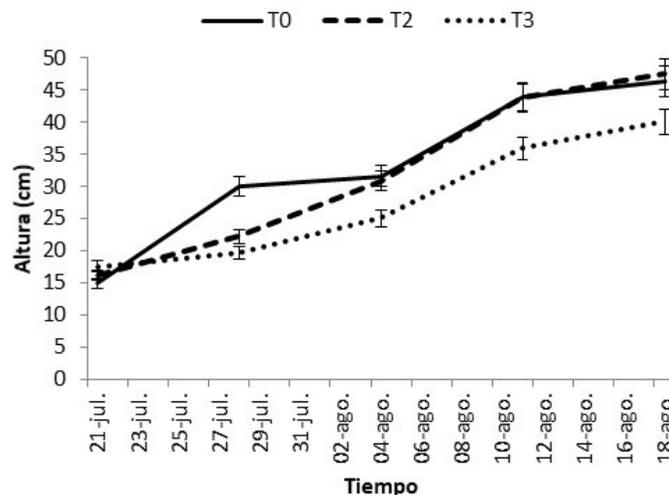
Tratamientos	Semillas germinadas	Tiempo de germinación (días)*	Tasa media de germinación
T0-S	11	10	1.1
T0-F	2	16	0.13
T1-S	0	n/a	0.00
T1-F	0	n/a	0.00
T2-S	12	13	0.92
T2-F	14	12	1.17
T3-S	7	17	0.41
T3-F	0	n/a	0.00

\*Días hasta cuando germinó la última semilla para el tratamiento.

a las condiciones adversas que puedan presentarse en la naturaleza y sobrevivir (Hernández *et al.*, 2009; Jessica, 2010; Escobar *et al.*, 2015). Sin embargo, esta estrategia puede resultar una limitante al momento de establecer un cultivo comercial (Schutz *et al.*, 2002; Smith *et al.*, 2010), tal es el caso del chile amashito que se presenta bajo porcentaje de germinación por la impermeabilidad, dureza de la testa, baja permeabilidad del embrión y dormancia (Bañuelos *et al.*, 2008; Araiza *et al.*, 2011).

Para romper la latencia de semillas, en varias investigaciones han usado ácidos fuertes como el ácido clorhídrico y sulfúrico, ácido nítrico y nitrato de potasio ( $HNO_3$  y  $KNO_3$ ) (Hernández-Verdugo *et al.*, 2010; Martínez *et al.*, 2013; Prado-Urbina *et al.*, 2015; Merino-Váldés *et al.*,

2018); estas sustancias escarifican la testa de la semilla, promoviendo la entrada de agua a los cotiledones. El Hipoclorito de sodio es una sustancia corrosiva (74.4%) que en bajas concentraciones y en periodos cortos pueden escarificar la testa sin causar daños al embrión. Por esta razón, se considera que fue el efecto que tuvo sobre las semillas de *C. annum L.* var. *glabriusculum*, que promovió la germinación en 93.3% en semillas frescas



**Figura 2.** Altura de plantas de chile amashito amashito (*Capsicum annum L.*) var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill (Sin. *C. annum L.* var. *aviculare*) con tres tratamientos pregerminativos aplicados a semillas secas y fresca.

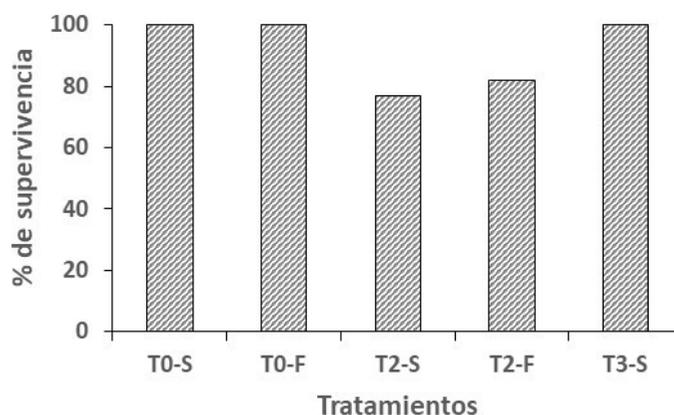
y 80% en semillas secas. Estos valores son similares a los reportados en otros estudios donde usaron ácido giberélico en diferentes concentraciones y presentaciones comerciales (Hernández-Verdugo et al., 2001; García et al., 2010; Araiza et al., 2011; Cano-Vázquez et al., 2015; González-Cortés et al., 2015; Mireles-Rodríguez et al., 2015; Prado-Urbina et al.,

2015). Con relación a esto, Araiza et al. (2011) reportan un porcentaje de germinación del 97% en una solución de ácido giberélico de  $400 \text{ mg L}^{-1}$  durante 20 h para *Capsicum annum* L. en la región serrana de Sonora.

Autores como Prado-Urbina et al. (2015) obtuvieron 92% de germinación con AG<sub>3</sub> Bayer (ácido giberélico comercial) usando una solución de  $5000 \text{ mg L}^{-1}$  en inmersión de 24 h, y mencionan que la condición de luz y el tratamiento hidrotérmico no influyó en el porcentaje de germinación. Otros, como Cano-Vázquez et al. (2015) reportan que existe variabilidad en el porcentaje de germinación entre colectas sin tratamiento, y acondicionando las semillas con AG<sub>3</sub> en concentración de  $5000 \text{ mg L}^{-1}$  eleva la germinación a 59%.

La nula germinación que se encontró con el tratamiento de ácido clorhídrico (T1) probablemente se deba a que el ácido llegó a causar daño en el embrión por la concentración o el tiempo de inmersión al que estuvieron expuestos, pues es una sustancia altamente corrosiva (Consejo Colombiano de Seguridad, 2005). Para *Capsicum pubences*, Merino-Váldes et al. (2018) reportaron que el ácido sulfúrico causa un daño drástico en la germinación de semillas en concentraciones de 60% a 100%. También Rodríguez et al. (2004) obtuvieron 9% de germinación usando HCL al 5% con inmersión de las semillas por 30 min. Respecto al jugo de limón, pese a que es ácido ( $\text{pH}=2.5$ ) no mostró valores altos de germinación, y no hay bibliografía que reporten su uso como tratamiento pregerminativo para esta especie, pero se utilizó basado en conocimiento tradicional.

En los resultados obtenidos, aunque no hubo diferencias estadísticas en la altura, se observa que los trata-



**Figura 3.** Porcentaje de supervivencia de plantas de chile amashito (*Capsicum annum* L.) var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill (Sin. *C. annum* L. var. *aviculare*) con tres tratamientos pre germinativos.

mientos con semillas secas presentaron mayor altura. Con relación a esto, Randle y Honma (1980) recomiendan secar las semillas por 6 sem para alcanzar el completo desarrollo embrionario. Tal vez por esta razón, las semillas secas presentaron mayor crecimiento. Se evaluó la altura de plántulas sin tratamiento, sólo para determinar el efecto de los tratamientos pre

germinativos en el desarrollo de las plántulas, de acuerdo a los resultados, se puede determinar que los tratamientos usados no influyeron en la altura de las plantas. No se encontró estudios científicos con chile amashito donde se considere el efecto de los tratamientos en el desarrollo de las plántulas. El valor más alto de esta investigación fue de 4.1 cm al mes (T2-S), en condiciones similares, Araiza et al. (2011) encontraron una altura de 6.5 cm utilizando ácido giberélico ( $400 \text{ mg kg}^{-1}$ ) como tratamiento pregerminativo. Rodríguez et al. (2004), aplicando ácido clorhídrico al 5 y 2%, obtuvo alturas de 2.8 y 2.4 cm.

Aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, se observó mayor supervivencia de plántulas en T0-S, T0-F y T3-S, debido a posiblemente a la aplicación de hipoclorito de sodio, lo cual pudo afectar al embrión por sus características corrosivas y oxidantes en el T2. Por otra parte, esta sustancia elimina la proliferación de hongos por lo que este tratamiento en semillas secas y frescas no presentó este fenómeno a diferencia de los demás tratamientos.

## CONCLUSIONES

El hipoclorito de sodio fue el tratamiento con mayor germinación de semillas de chile amashito (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*). El ácido clorhídrico no promovió la germinación de semillas. Los valores de inmersión en jugo de limón no fueron relevantes. La altura de las plantas de semillas frescas fue afectada por el tratamiento pre germinativo. Los tratamientos aplicados a las semillas no afectan la supervivencia de plantas. No se registró diferenciación en el comportamiento entre semillas secas y frescas en la



germinación de semillas y en la supervivencia de plántulas. Las semillas secas crecieron mejor que las semillas frescas. Para promover la germinación de *Capsicum annuum* se recomienda dejar secar las semillas por treinta días y aplicar hipoclorito de sodio al 3%.

## LITERATURA CITADA

- Andrade, S. & Laurentin H. (2015). Efecto del nitrato de potasio sobre la germinación de semillas de tres cultivares de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq). Revista Unelles de Ciencia y Tecnología. 33: 25-29.
- Araiza L.N., Araiza LE., & Martínez M.J.G. (2011). Evaluación de la germinación y crecimiento de plántula de chiltepin (*Capiscum annuum* L. variedad *glabriusculum*) en invernadero. Revista Colombiana de Biotecnología, 13(2), 170-175.
- Bañuelos, N.L., Salido, P., & Gardea, A. (2008). Etnobotánica del chiltepin. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. Estudios sociales (Hermosillo, Son.), 16 (32), 177-205.
- Cano-Vázquez, A., López-Peralta, M. C., Zavaleta-Mancea, H. A., Cruz-Huerta, N., Ramírez-Ramírez, I., & Gardea-Béjar, A. G.-H. (2015). Variación en grados de latencia en semillas entre colectas de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*). Botanical Sciences 93 (1), 175-184. Doi: 10.17129/botsci.138
- Consejo Colombiano de seguridad. (19 de Diciembre de 2005). Hoja de datos de seguridad ácido clorhídrico líquido. Obtenido de Hoja de datos de seguridad ácido clorhídrico líquido: chrome-extension://bbbnbmpdkfknckfmcndgabefnmdedfp/http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido\_clorhidrico.pdf.
- Escobar, E.D.F. & Cardoso, V. (2015). Germinación y latencia de semillas de *Miconia chartacea* (Melastomataceae), en respuesta a luz, temperatura y hormonas vegetales. Revista de Biología Tropical, 63(4), 1169-1184.
- Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. (2017). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Recuperado el 27 de Marzo de 2017, de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM27tabasco/municipios/27014a.html>
- Figueroa, J. & Jaksic, F. (2004). Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. Revista Chilena de Historia Natural, (77) 201-215.
- García, F.A., Montes, H.S., Raguél, L.J., García, M., & Mendoza, E. (2010). Respuesta fisiológica de la semilla chile piquín (*Capsicum annuum* L.) var. *glabriusculum*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 1 (2), 203-216.
- González-Cortés, N., Jiménez V.R., Guerra B.E.C., Silos E.H., & Payro D.L.C.E. (2015). Germinación del chile amashito (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) en el sureste mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (11), 2211-2218.
- Hernández-Verdugo, S., Oyama, K. & Vázquez-Yanes, C. (2001). Differentiation in seed germination among populations of *Capsicum annuum* along a latitudinal gradient in Mexico. Plant Ecology 155, 245-257. Doi: 10.1023/A: 1013234100003.
- Hernández, M. I., Lobo, M. A., Medina, C. I. C., Cartagena, J. R. V. & Delgado, O. A. P. (2009). Comportamiento de la germinación y categorización de la latencia en semillas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). Agronomía Colombiana, 27 (1), 15-23.
- Hernández-Verdugo S., López-España R.G., Porras F., Parra-Terrazas S., Villareal-Romero M. & Osuna-E.T (2010). Variación en la germinación entre poblaciones y plantas de chiles silvestres. Agrociencia, (44), 667-677.
- INIFAP. (2011). Generación de tecnologías de producción de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*). Folleto informativo: 434.
- Jessica, D. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales, 31(1), 74-85.
- Laborde-Cansino, J., & Pozo-Campodónico, O. (1982). Presente y pasado del chile en México. México: Publicación especial No. 85. INIA-SARH.
- Liu, C., Ning, M., Wang, P.-Y., Fu, N., & Shen, H.-L. (2013). Transcriptome Sequencing and De Novo Analysis of a Cytoplasmic Male Sterile Line and Its Near-Isogenic Restorer Line in Chili Pepper (*Capsicum annuum* L.). PLOS ONE 8(6), 10.1371/journal.pone.0065209.
- Long, J.T. (1998). *Capsicum* y cultura: La historia del chilli. México: Fondo de cultura económica.
- Long, J.T. (2011). Los senderos prehispánicos del. Históricas digital, 79-106.
- López, G.O.R. (2003). Chilli: La especia del Nuevo Mundo. Ciencias, 66-75.
- Mariaca M.R. (2012). La complejidad del huerto familiar maya del sureste de México. El huerto familiar del sureste de México, 7-97.
- Martínez-Sánchez, J. L. (2004). Fragmentación y remoción de semillas en el piso de la selva húmeda tropical: el caso de la reserva natural de Los Tuxtlas, sureste de México. Universidad y Ciencia Vol. 20 (39), 7-14.
- Martínez, S. J., Villegas, A. Y., Enríquez-del Valle, R., Carrillo, J. C. R. & Vásquez, M. A. D. (2013). Estrategias de escarificación para eliminar la latencia en semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. (6), 1263 – 1272.
- Merino-Valdés M.; Andrés-Meza P; Leyva-Ovalle O.R.; López-Sánchez H; Murguía-González J.; Núñez-Pastrana, R.; Cebada-Merino M., Serna-Lagunes R.; Espinosa-Calderón A; Tadeo-Robledo M.; Sierra- Macías M.; Rosario-Arellano J.L. (2018). Influencia de tratamientos pregerminativos en semillas de chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.). Acta Agronómica. 67 (4) 531-537.
- Mireles-Rodríguez, E., Moctezuma-Balderas, N. L., Castro-Nava, S., Salazar-Hernández, R., Lucio-Castillo, H., & Pérez-Jasso, C. (2015). Preacondicionamiento en la germinación de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annuum* var. *aviculare*) de Tamaulipas, México. Acta agrícola y pecuaria, 1 (3), 99-106.
- Muñoz, C.B.A., Sánchez J. & Almaguer, W. (2004). Germinación, dormancia y longevidad potencial de las semillas de *Guazuma ulmifolia*. Pastos y forrajes, 27 (1).
- Muñoz C.J.M., & Santos R.A.J. (2015). Personas de la tercera edad de comunidades rurales y la cocina tradicional de Tabasco, México. Revista española de nutrición comunitaria Vol. 21 (1), 29-33.
- Palma, R.M., López, H.A., Molina M.J.C. (2000). Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Andropogon gayanus* Kunth. Agrociencia, 34(1), 41-48.

- Pérez-Ruiz, J.A., Mejía-Contreras, J.A., Hernández-Livera, A. & Zamora-Díaz, D.M. (2015). Ausencia de latencia en semilla de genotipos mexicanos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) para malta. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38 (3), 249–255.
- Prado-Urbina, G., Lagunes-Espinoza, L.D., García-López, E., Bautista-Muñoz, C.D., Camacho-Chiu, W., Mirafuentes G.F., & Aguilar-Rincón, V.H. (2015). Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 2(5), 139-149.
- Ramírez-Meraz, M., Pozo C.O., & Rodríguez D.B.L.A. (2003). Tecnología para inducir a la germinación de chile piquín. Primer simposio regional sobre chile piquín, 35-36.
- Randle, W. M., & Honma, S. (1980). Inheritance of low temperature emergence in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. *Euphytica* 29, 331-335. Doi: 10.1007/BF00025131.
- Rodríguez, D.B.L.A., Ramírez-Meraz, M. & Pozo, C.O. (2004). Tecnología de producción de chile en el noreste de México. INIFAO-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnico Núm. 29 Tamaulipas, México. 33 p.
- Schutz, W., Milbert, P., & Lamont, B.B. (2002). Seed dormancy, after-ripening nad light requirements of four annual Asteraceae in south-western Australia. *Annals of Botany* 90 (6), 707-714.
- Smith, M.T, Wang, S.P.B, & Msanga, H.P. (2010). Dormancia y germinación. En E. M. Flores, & J. A. Vozzo, *Manual de Semillas de Árboles Tropicales* (págs. 157-182). Canadá: FAO.
- USDA, Agricultural Research Service, National Plant Germplasm System. 2019. Germplasm Resources Information Network (GRIN-Taxonomy). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomysimple.aspx>. Accessed 11 March 2019.

