



ORIGINAL ARTICLE /ARTÍCULO ORIGINAL

GERMINATION OF SACHA INCHI, *PLUKENETIA VOLUBILIS* L. (MCBRIDE, 1951)
(MALPIGHIALES, EUPHORBIACEAE) UNDER FOUR DIFFERENT CONDITIONS

GERMINACIÓN DEL SACHA INCHI, *PLUKENETIA VOLUBILIS* L. (MCBRIDE, 1951)
(MALPIGHIALES, EUPHORBIACEAE) BAJO CUATRO DIFERENTES CONDICIONES

Rafael La Rosa & Jane Quijada

Laboratorio de Ecofisiología Vegetal. Escuela Profesional de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.
Universidad Nacional Federico Villareal. Calle Río Chepén s/n, El Agustino. Lima, Perú
rafolarosa@yahoo.es

The Biologist (Lima), 2013, 11(1), jan-jun: 9-14.

ABSTRACT

Seeds of *Plukenetia volubilis* L. “Sacha Inchi” have a great economic value because oilseeds have a higher content of unsaturated fatty acids, being especially rich in omega 3, which is important for health and nutrition. Given this, the objective of the present study was to determine the conditions appropriate for the germination and development of *P. volubilis*. We tested four treatments, three of which were under *in vivo* conditions. The first treatment used fine moss as a substrate, sand, agricultural soil and humus for the second treatment, sand, sawdust and filter paper for the third treatment, and *in vitro* conditions for the fourth treatment. We used 40 seeds from Ucayali, Perú and 40 from Tarapoto, Perú for each treatment, dividing 20 seeds for extraction and 20 without extraction of the seed coat. We evaluated percentage of germination, the degree of contamination, and the index of germination rate. We found the best values in the first treatment, both with and without scarification; for fourth treatment better results were for seeds without a seed coat. Moreover, we found that germination in all treatments was better in seeds without seed coat. There is a negative effect of the seed coat in germination, as it acts as a barrier in water absorption and gas exchange.

Keywords: germination, *in vitro*, *in vivo*, Sacha Inchi, testa.

RESUMEN

Las semillas de *Plukenetia volubilis* L. “Sacha Inchi” poseen un gran valor económico, debido a que son semillas oleaginosas con un alto contenido de ácidos grasos insaturados, especialmente ricos en omega 3, repercutiendo de manera importante en la salud y nutrición de las personas. Debido a ello, el objetivo de la presente investigación fue determinar las condiciones adecuadas para la germinación y desarrollo de *P. volubilis*. Se realizaron cuatro tratamientos, tres de los cuales fueron en condiciones *in vivo*. Para el primer tratamiento se usó como sustrato musgo fino; para el segundo arena fina, tierra agrícola y humus; para el tercero arena, aserrín y papel filtro; y el cuarto se realizó en condiciones *in vitro*. Se utilizaron un total de 40 semillas procedentes de Ucayali (Región Ucayali), Perú y 40 semillas procedentes de Tarapoto (Región San Martín), Perú para cada tratamiento, dividiéndose a la mitad la cantidad de dicha semillas, para la siembra sin extracción y con extracción total de la testa en cada tratamiento. Se evaluó el porcentaje de germinación, el grado de contaminación y el índice de velocidad de germinación. Se

encontraron los mejores valores en el primer tratamiento, tanto para las semillas escarificadas y sin escarificación, y para el cuarto tratamiento en las semillas escarificadas. La germinación en todos los tratamientos se encontró favorecida en las semillas escarificadas. Se evidencian efectos negativos de la testa en la germinación, debido a que actuaría como una barrera en la absorción de agua e intercambio gaseoso.

Palabras claves: germinación, *in vitro*, *in vivo*, Sacha Inchi, testa.

INTRODUCCIÓN

Plukenetia volubilis L. es una planta arbustiva perteneciente a la familia Euphorbiaceae (Mcbride 1951) y debido a su alto valor nutricional y medicinal, el cultivo de *P. volubilis* tiene un gran potencial económico, no solo por la cantidad de proteínas que contiene (23%) sino también por su contenido de aceites (49,9%) (Castillo *et al.* 2010), entre los que destacan los aceites ricos en omega 3, 6 y 9 (Merino *et al.* 2008, Castillo *et al.* 2010, Gorriti *et al.* 2010), por lo que las semillas de esta especie son usadas en tratamientos para reducir la lipemia posprandial (Huamán *et al.* 2008). Además, el contenido de otros fitoconstituyentes como taninos, flavonoides, esteroides, alcaloides y saponinas, hacen que esta especie adquiera mayor importancia para fines medicinales (Castillo *et al.* 2010).

En el Perú, se encuentra en estado silvestre en casi toda la Amazonía, pero muy poco se ha investigado sobre su manejo agronómico bajo condiciones controladas (Peña *et al.* 2008), a pesar que las condiciones del ambiente (clima y suelo) donde se desarrollan los ecotipos, hacen que la composición química de sus semillas varíe uno del otro (Merino *et al.* 2008). Un factor poco estudiado en la germinación de *P. volubilis* es la presencia de la testa, debido a que su presencia y permeabilidad, influye de manera directa en la absorción de agua y la consecuente hidratación del tejido de reserva de la semilla permitiendo la germinación (Bewley & Black 1994). Por lo tanto el objetivo del trabajo fue comparar dos

formas de germinación *P. volubilis*, tanto *in vivo* como *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron semillas de frutos maduros de *P. volubilis* colectadas en las ciudades de Ucayali (08°22'40"S, 74°34'27"W) y Tarapoto (6° 29' 0" S, 76° 22' 0" W), Perú, respectivamente. Después de la recolección, las semillas fueron desinfectadas exponiéndolas a una solución de hipoclorito de sodio al 1,5 % durante 10 min. Inmediatamente después las semillas fueron remojadas en agua corriente (conductividad eléctrica 0,1 mS y pH 7) por 72 h, cambiándoles el agua cada 24 h. Se emplearon 40 semillas de *P. volubilis* de cada departamento para un total de cuatro tratamientos, tres de los cuales fueron *in vivo* y uno *in vitro*, a su vez las semillas fueron repartidas la mitad en cada tratamiento para su germinación con extracción total de la testa (ETT) y sin extracción de la testa (SET).

Germinación *in vivo*

Se utilizaron recipientes de plástico transparentes, de medidas de 9 x14 cm, con capacidad para 4 semillas. Para el primer tratamiento (T₁) se usó como sustrato musgo fino estéril, para el segundo (T₂) se usó tierra agrícola, arena de río y humus estéril, mezclados en la proporción 2:2:1 y para el tercero (T₃) se usó arena de río estéril, la cual fue nivelada y cubierta de papel filtro, tras lo cual se colocó una capa de aserrín estéril cubierta también con papel filtro. Se

sembraron las semillas de *P. volubilis* a una profundidad de 2 cm en T₁ y T₂, y en la superficie en T₃; luego se humedeció cada recipiente con aproximadamente 50 mL de agua destilada, y se les cubrió con plástico transparente adherente. Los recipientes fueron mantenidos en condiciones ambientales a 26°C ± 2°C y 47% ± 2% de humedad relativa.

Germinación *in vitro*

Este fue el cuarto tratamiento (T₄) y se usó una solución nutritiva hidropónica A y B, la cual está compuesta por: N 200 mg·L⁻¹, K 250 mg·L⁻¹, P 40 mg·L⁻¹, Mg 35 mg·L⁻¹, S 46 mg·L⁻¹, Ca 116 mg·L⁻¹, Fe 1,5 mg·L⁻¹, Mn 0,5 mg·L⁻¹, Zn 0,2 mg·L⁻¹, Cu 0,1 mg·L⁻¹, B 0,4 mg·L⁻¹ & Mo 0,01 mg·L⁻¹, procedente de la Universidad Mayor de San Marcos (UNMSM), suplementado con sucrosa (30,0 g/L), tiamina – HCl (0,5 mg/L), carbón activado (2,0 g/L) y agar-agar (8,0 g/L), a pH 5,5. Las semillas de *P. volubilis* con testa fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1,5 % por 10 min y sembradas en el medio de cultivo en una cámara de cultivo. Las semillas ETT, fueron desinfectadas de igual manera tras desprenderlas de sus testas, y luego de la

desinfección se procedió a extraer los embriones con la ayuda de una pinza y un bisturí, sobre una placa petri estéril y dentro de la cámara de cultivo, luego los embriones se sembraron en el medio de cultivo. Los medios de cultivo de *P. volubilis* se mantuvieron a 25°C ± 1°C, 47% ± 2% de humedad relativa y 55 u mol. ms⁻²·S⁻² fotones de luz por 12 h por día.

Análisis de datos

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación (PG) de *P. volubilis* y el índice de velocidad de germinación (IVG) de *P. volubilis* y el porcentaje de contaminación (PC). Las semillas fueron inspeccionadas diariamente, considerándose una semilla germinada cuando la radícula era visible (Fig. 1). Para el IVG se usó el índice de Maguire (1962), el cual se calculó mediante la sumatoria de los cocientes que resultan de dividir el número de semillas germinadas (ni) entre el tiempo durante el cual germinan, y se realizó una prueba de correlación para saber si hay diferencias entre las dos localidades de donde se obtuvieron las semillas.

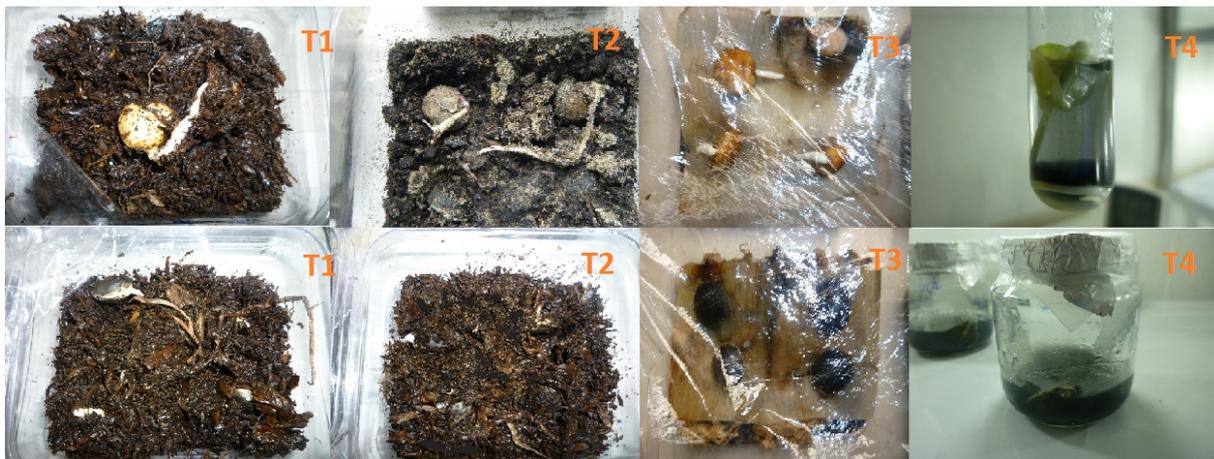


Figura 1. Parte superior: Germinación en tratamientos ETT de *P. volubilis*; Parte inferior: Germinación en tratamientos SET de *P. volubilis*. T₁= musgo fino; T₂= tierra agrícola + arena de río + humus (2:2:1); T₃= arena de río; T₄= *in vitro*.

RESULTADOS

El inicio de la germinación de *P. volubilis* se evidenció a partir del día 3 para el T₄ y a partir del día 6 para los demás tratamientos. Los mayores porcentajes de germinación para las semillas de *P. volubilis* de Ucayali y de Tarapoto se observaron en la siguiente secuencia: T₁ (ETT) > T₄ (ETT) > T₁ (SET) (Tabla 1). De igual manera podemos evidenciar que los menores porcentajes de germinación para las semillas de *P. volubilis* de ambas procedencias se dieron en el T₄ (SET) < T₃ (SET) < T₂ (SET). En todas estas secuencias se evidenciaron diferencias significativas al 0,05%.

En cuanto al IVG de *P. volubilis* se encontró que el mayor valor correspondía al T₄ (ETT) para las semillas de Ucayali y luego para las semillas de Tarapoto, consiguiéndose también

valores considerables para las semillas del T₁ de ambas procedencias. Los valores más bajos del IVG correspondieron a las semillas de T₂ y T₃ de ambas procedencias, a excepción del T₃ (ETT) de Ucayali (Tabla 2). Se encontró además un importante porcentaje de contaminación en los T₄ (SET) de Ucayali y Tarapoto y en el T₃ (SET) de Ucayali y Tarapoto. Los otros porcentajes para los demás tratamientos fueron insignificantes (Tabla 2).

Se determinó que los valores de IVG y porcentaje de germinación de *P. volubilis* de todos los tratamientos estaban muy correlacionados tanto para Ucayali ($r = 0,83$) como para Tarapoto ($r = 0,89$), así mismo dichos valores no mostraron mayores diferencias por la procedencia de las semillas, lo que nos muestra que las diferentes procedencias de las semillas no afectaron en el proceso de germinación.

Tabla 1. Porcentajes de germinación de *P. volubilis* por tratamiento y por localidad. Teniendo en cuenta si se extrajo la testa o no. A los 15 días después de sembrados.

Tratamiento	SET		ETT		Varianza
	Tarapoto	Ucayali	Tarapoto	Ucayali	
T ₁	0	70	95	95	1512,5
T ₂	15	35	10	15	92,18
T ₃	5	15	10	50	312,5
T ₄	0	0	75	80	1504,68
Varianza	37,5	687,5	1456,25	937,5	

Sin extracción de la testa (SET). Extracción total de la testa (ETT).

Tabla 2. Medidas del índice de velocidad de germinación (IVG) y porcentaje de contaminación (PC) en cada tratamiento de la germinación de las semillas de *P. volubilis*.

Tratamiento	Testa	Ucayali		Tarapoto	
		IVG (sem/día)	PC	IVG (sem/día)	PC
T ₁	SET	1,92	0	1,26	0
	ETT	2,77	0	2,97	0
T ₂	SET	0,86	0	0,31	0
	ETT	0,5	10	0,22	10
T ₃	SET	0,5	50	0,1	65
	ETT	1,42	15	0,22	10
T ₄	SET	0	65	0	85
	ETT	5,1	10	4,77	5

DISCUSIÓN

Los altos valores de PG e IVG de *P. volubilis* en el T₁, correspondientes a la germinación *in vivo*, se debe al uso de musgo fino como sustrato, debido a que éste le proporciona el adecuado drenaje, aireación y retención de agua a las semillas para su germinación (Juárez & De La Cruz 1995).

Los altos valores de IVG de *P. volubilis* en el T₄ (ETT), que correspondería a la germinación *in vitro* para las semillas sin testa, se debe principalmente al contenido de azúcares que tiene el medio que estimula al embrión a que los degrade como fuente de energía para su posterior germinación (Barcelo *et al.* 2005), producción y emergencia de la radícula. Además, la eliminación de la testa provoca la ausencia de sustancias inhibitoras de la germinación (Mantilla 2003). De esta manera, la germinación se dio en menor tiempo a diferencia de los demás tratamientos, los cuales demoraron en germinar al haber tenido que transformar primero los lípidos a glucosa, haciendo el proceso de germinación más largo.

En cuanto a los T₂ y T₃, correspondientes a la germinación *in vivo* y al T₄ (SET), relacionado con la germinación *in vitro* para las semillas de *P. volubilis* con testa, los valores bajos para PG e IVG, se deberían principalmente a 2 factores: 1) los sustratos usados para T₂ y T₃, si bien permiten la retención de agua, no le proporcionan un adecuado drenaje al sustrato lo que es perjudicial para las semillas (Manco 2006), debido a que provocan la disminución del oxígeno en el sustrato, inhibiendo la germinación; además de ello, la entrada rápida de agua en la semilla daña los tejidos y produce la liberación de una mayor cantidad de azúcares, y 2) éstas condiciones de alta humedad favorecen el desarrollo de microorganismos patógenos, tales como hongos (PPB 2009). Lo cual se evidenció en el

gran porcentaje de contaminación por hongos en los tratamientos con testa del T₃ y T₄.

En cuanto al efecto de la testa, se pudo evidenciar que, en general, los tratamientos sin testa obtuvieron mejores resultados en la germinación, y esto podría estar provocado por que la testa de *P. volubilis* al ser tan gruesa impediría el flujo necesario de agua y oxígeno para la germinación (Kelly *et al.* 1962, Matilla 2003).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barcelo, J.; Nicolás, G.; Sabater, B. & Sánchez, R. 2005. *Fisiología Vegetal*. Ediciones Pirámide. Madrid. España. 566 p.
- Bewley, J. D. & Black, M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. Plenum Press, New York. 445 p.
- Castillo, S.E.F.; Castillo, V.S.F. & Reyes, A.C.E. 2010. Estudio fitoquímico de *Plukenetia volubilis* L. y su efecto antioxidante en la lipoperoxidación inducida por Fe³/ascorbato en hígado de *Rattus rattus* var. Albinus. UCV-Scientia, 2: 11-21.
- Gorriti, A.; Arroyo, J.; Quispe, F.; Cisneros, B.; Condorhuamán, M.; Almora, Y. & Chumpitaz, V. 2010. Toxicidad oral a 60 días del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) y determinación de la dosis letal 50 en roedores. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 27: 352-360.
- Huamán, J.; Chávez, K.; Castañeda, E.; Carranza, S.; Chávez, T.; Beltrán, Y.; Caffo, C.; Cadillo, R. & Cadenillas, J. 2008. Efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo (sacha inchi) en la

- trigliceridemia posprandial. Anales de la Facultad de Medicina, 69: 263-266.
- Juarez, E & De La Cruz, E. 1995. *Cultivos para suelos ácidos. Paquetes tecnológicos y avances de investigación*. Fundación para el Desarrollo Agrario del Alto Mayo/Subprograma de Recuperación de Suelos Ácidos-Calzada-Moyobamba-Perú. p. 21.
- Kelly, K.M.; Van Staden, J. & Bell, W.E. 1992. Seed coat structure and dormancy. *Plant Growth Regulation*, 11: 201–209.
- Manco, E. 2006. *Cultivo de Sacha Inchi*. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA). San Martín. p. 7.
- Maguire, D. 1962. Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2: 176-177.
- Matilla, A. 2003. *Ecofisiología de la germinación de semillas*. En: *La Ecofisiología Vegetal*. Reigosa, M.; Pedrol, N. & Sánchez, A. (Eds.). Thompson Editores Spain paraninfo S.A. 1° Ed. 2da. reimpression. pp. 901-922.
- Mcbride, F. 1951. *Euphorbiaceae*. In *Flora of Peru*. Botanical Series vol. 13, Part IIIA. Field Museum of Natural History. pp. 115-118.
- Merino, C.; Sotero, V.; Del Castillo, D.; Vásquez, G.; Cachique, D. & Vásquez-Ocmín, P. 2008. Caracterización química de nueve ecotipos de *Plukenetia volubilis* L. de los departamentos de Loreto y San Martín. *Folia Amazonica*, 17: 39-45.
- Peña, S.; Lara, I.; Zárate, P.; Lolay, M. & Marín, P. 2008. *Protocolo del cultivo de Sacha inchi*. Informe final del Subproyecto: “Adaptación y validación participativa de paquete tecnológico para la producción competitiva del sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Cuenca del Perené”. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo (CIED) Selva Central, Junín - Perú. 86 p.
- PPB (Proyecto Perú Biodiverso). 2009. *Manual de producción de Sacha Inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible*. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo - MINCETUR, Agencia de Cooperación Técnica Alemana - GTZ, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE. Secretaria de Estado de Economía - SECO. Perú. pp. 18-20.

Received February 5, 2012.
Accepted February 25, 2013.