

GERMINACIÓN Y VIABILIDAD DE *Tillandsia macdougallii* y *Tillandsia violacea* (Bromeliaceae) CON FINES DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE

Nora B. Vázquez Hurtado^{1§}; José Rodolfo García Nava¹; María Flores Cruz²; Stephen D. Koch Olt¹; Alejandrina Robledo Paz¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo Apartado Postal 56230, Estado de México, México.

²Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento de Biología. Apartado Postal 55-535, 09340. México D.F. §Autor para correspondencia: bio_nora@hotmail.com

Recibido: Noviembre 14, 2012;

Aceptado: Diciembre 2, 2013

RESUMEN

Los procesos sustentables son adoptados con mayor frecuencia por comunidades rurales de México. La conveniencia de conservar y aprovechar de una forma sostenible los recursos naturales, específicamente las bromelias, genera opciones y beneficios para las familias. No obstante, dada la belleza de las bromelias y su gran potencial ornamental, en los últimos años, las poblaciones naturales de estas plantas se han visto afectadas por el saqueo y la destrucción de su hábitat. Como una opción para evitar el saqueo, así como contribuir a la diversificación de los cultivos y manejo y protección de las bromelias, en éste trabajo se tuvo como objetivo evaluar la pruebas de la viabilidad y germinación de *Tillandsia macdougallii* y *Tillandsia violacea* (Bromeliaceae). Las semillas de las especies en cuestión, se colectaron de febrero a junio de 2011, en los bosques de coníferas del parque ecoturístico "Dos aguas", municipio de Tlalmanalco y "Las Juntas" Plan de Vigas, municipio de Temascaltepec, ambas

localidades del Estado de México. La viabilidad se evaluó mediante la prueba de tetrazolio y la germinación a temperatura de $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ y luz constante. Para ambas pruebas los tratamientos se organizaron en un diseño completamente al azar, con tres repeticiones de 50 semillas (viabilidad) y cinco repeticiones con 20 semillas (germinación). Se utilizó análisis de varianza y comparación de medias de Tukey. Hubo diferencias significativas ($P\leq 0.05$) entre especies: *Tillandsia violacea* presentó el porcentaje más bajo de semillas viables (10%) y *T. macdougallii* los más altos (72%). En cuanto a germinación, la primera obtuvo 13% y la segunda un 98% ($P\leq 0.05$). Con el estudio realizado se propone a *Tillandsia macdougallii* como una especie posible para propagar y comercializar dentro de las comunidades agrestes del Estado de México.

Palabras clave: *Tillandsia*, semillas, viabilidad, germinación, sustentable.

INTRODUCCIÓN

Las bromelias epífitas son un componente característico de bosques y selvas. Sin embargo, su presencia ha sido amenazada por la devastación de su hábitat y la extracción masiva de plantas, hecho que afecta seriamente la biodiversidad de estos ecosistemas. En respuesta a ésta problemática, se propone el aprovechamiento sustentable como alternativa para la conservación y comercialización de éste grupo.

El manejo sustentable de bromelias implica, por una parte, mantenimiento del hábitat donde crecen a través de la conservación y, por otra, la producción y comercialización de especies silvestres de acuerdo a lo establecido en Unidades de Manejo Ambiental. Otro aspecto es el manejo comunitario, que abarca la extracción, cultivo, propagación y comercialización de plantas en viveros, ya sea por semillas o hijuelos (Miranda, 2007).

La familia Bromeliaceae se encuentra ampliamente distribuida en México en aproximadamente 18 géneros y 363 especie; de estas, 70% son endémicas del país. El género *Tillandsia* es el mejor representado con 206 especies (Mondragón *et al.*, 2011). Por la importancia y diversidad de este grupo, se tiene conocimiento de los usos siguientes: ornamental, medicinal, comestible, forrajero, cercos vivos, fibras para relleno de muebles, instrumentos musicales y elaboración de bebidas (Sandoval-Bucio *et al.*, 2004). Dentro de los ecosistemas, *Tillandsia* ocupa un lugar importante en el ciclo de nutrientes y provee de sitios para el hábitat de una amplia diversidad de fauna, como insectos, ácaros, crustáceos, moluscos, incluso pequeños anfibios y algunos reptiles (Mondragón *et al.*, 2011).

El género *Tillandsia* comprende un grupo de especies que, en su gran mayoría, son epífitas. Los frutos se

caracterizan por ser tipo cápsula. Las semillas son pequeñas y portan un apéndice plumoso llamado coma, que les permite la dispersión a grandes distancias y su establecimiento en distintos microambientes; además de acumular agua e influir de esta manera en la imbibición de la semilla (Mondragón *et al.*, 2011). La capacidad de germinativa de las semillas es la primera información requerida para su manejo.

Actualmente, la mayoría de la información que se tiene sobre la familia Bromeliaceae se enfoca en aspectos ecológicos, otros a su biología reproductiva y asociaciones con otros grupos. En cambio, existe un desconocimiento importante sobre aspectos relacionados con la germinación y viabilidad de las semillas,

debido a que los escasos estudios han contribuido, básicamente, a la caracterización de las semillas. Entre la información evaluada se cuenta condiciones de luz y temperatura para estimular el proceso germinativo y la viabilidad de la semilla. También se ha utilizado la prueba de tetrazolio y el uso de rayos X (Pinheiro y Borguetti, 2003; Vadillo *et al.*, 2004; Mora, 2007; Tarré, 2007; Sosa-Luría *et al.*, 2012).

Desde una perspectiva sustentable, el objetivo de éste trabajo fue evaluar la viabilidad y germinación de semillas de las especies silvestres *Tillandsia macdougallii* y *Tillandsia violacea*, con potencial ornamental, que se distribuyen en los bosques de zonas templadas del Estado de México,

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de material biológico

En el periodo de febrero a junio de 2011, en el Estado de México se colectaron plantas con cápsulas maduras de las especies *T. macdougallii* y *T. violacea* de las localidades: Reserva "Dos aguas", San Rafael, Municipio de Tlalmanalco, donde la vegetación es bosque de *Pinus* y *Abies*, con un clima templado subhúmedo, temperatura media de 13.2°C, precipitación pluvial de 1092 mm y altitud de 2750 m, y; Plan de Vigas, Parada "Las Juntas", Municipio de Temascaltepec, caracterizado por una vegetación de bosque mixto *Pinus-Quercus* y *Cupressus*, clima templado subhúmedo, temperatura media de 20°C, precipitación pluvial de 1600 mm y altitud de 2949 m.

Viabilidad y Germinación

Las pruebas de viabilidad y germinación se realizaron en el laboratorio de Análisis de Semillas del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Para los dos experimentos se siguieron las normas de la ISTA (2005).

Prueba de viabilidad con tetrazolio

Se eligieron 150 semillas de manera aleatoria, por localidad y especie. Fueron divididas en tres repeticiones de 50 semillas y organizadas bajo un diseño experimental completamente al azar. El tiempo de imbibición fue de 16 h en agua destilada, para permitir el ablandamiento de la testa. Posteriormente, se disectaron longitudinalmente, de tal modo que

permitió la exposición del embrión y facilitó la penetración del terazolium (cloruro de 2, 3, 5-trifeniltetrazolio). Las semillas se sumergieron en una solución de tetrazolio (0.2%), se almacenaron en oscuridad total a 30°C por 12 h. Transcurrido este tiempo, las semillas fueron lavadas y colocadas en cajas Petri sobre papel filtro humedecido (Figura 1). Cada caja se evaluó bajo un microscopio estereoscópico (marca Zeiss 45 50 22).

Prueba de germinación

El diseño experimental usado fue completamente al azar. Para determinar la germinación se tomaron 100 semillas por especie, con las cuales se formaron 5 repeticiones de 20 semillas y colocaron en cajas Petri con papel filtro humedecido en 1 mL de agua destilada. Las cajas se mantuvieron en un cuarto de germinación con control de luz (1090.30 lux) y temperatura (30 ± 1°C). No obstante, la temperatura se registró cada hora con un data logger HOBO durante 15 días (Figura 2). Para cada caja se registró el número de semillas germinadas y se calculó el porcentaje de germinación.

Para ambas pruebas, el porcentaje se transformó mediante la expresión de arcoseno ($\sqrt{\%}$), previo al análisis de varianza. La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey ($P \leq 5$), mediante el paquete estadístico SAS versión 9.0 para windows.



Figura 1. (A) Semillas separadas en bolsas de polietileno; (B) Semillas después de 12 h de tinción con tetrazolio y; (C) Semillas de *Tillandsia violacea* teñidas (C).



Figura 2. Semillas de *Tillandsia violacea* y *Tillandsia macdougallii* en cuarto de germinación, bajo condiciones controladas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una de las limitantes para realizar estas pruebas, fue la baja cantidad de plantas y semillas encontradas en las poblaciones naturales. Sin embargo, las evaluaciones se realizaron con el material disponible.

Para determinar la viabilidad en las semillas se consideró lo siguiente: si el embrión se teñía completamente de rojo o presentaba áreas sin teñir, la semilla fue considerada viable. Embrión sin teñir o de coloración rosada, las semillas fueron consideradas sin viabilidad. De acuerdo con estos parámetros se evaluó la viabilidad y se obtuvo que en las semillas de *Tillandsia macdougallii* y *T. violacea*, se presentaron diferencias significativas entre especies ($P \leq 0.05$) (Cuadro 1; Figura 3). En cuanto a porcentaje de germinación, los resultados fueron los siguientes: *Tillandsia macdougallii* mostró 98% de germinación,

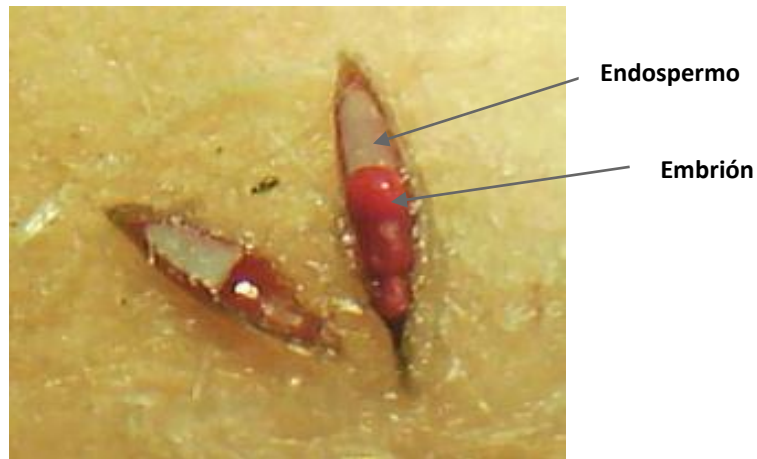
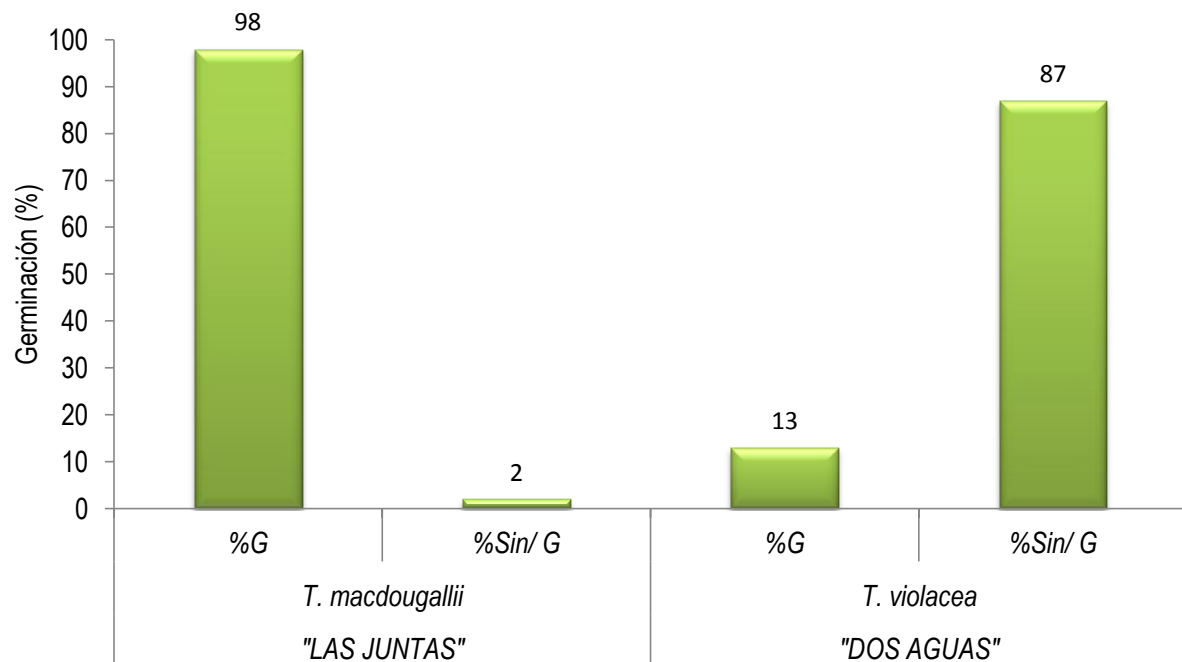
mientras las semillas de *Tillandsia violacea* tuvieron 13% (Figura 4). El porcentaje de viabilidad de *Tillandsia violacea* (10%) coincide con resultados de Sosa-Luría et al. (2012), al trabajar con *T. Fasciculata* (11%) y *T. violacea* (39.1%).

En nuestro caso, la escasez de colectas pudo haber sido consecuencia de la falta de polinizadores, fragmentación del hábitat, contaminación y depredadores como larvas de insectos, algunos escarabajos de la familia *Cucurionidae* y ardillas. En cambio, la posible explicación de la baja calidad de las semillas podría ser atribuible a factores físicos como temperatura baja y alta humedad relativa ambientales. Estas condiciones pudieron influir en la pérdida de viabilidad, debido a que los procesos metabólicos en las semillas continúan y envejecen de forma paulatina.

Cuadro 1. Comparación de medias de las semillas completamente desarrolladas (viables) en dos especies del género *Tillandsia*, según la prueba de Tetrazolio.

Especie	Viables (%)	No viables (%)
<i>T. macdougallii</i>	72.0 a	28.0 b
<i>T. violacea</i>	10.0 b	90.0 a

Valores con la misma letra en la columna indican que los tratamientos son estadísticamente iguales con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

**Figura 3.** Semilla de *Tillandsia macdougallii* con embrión teñido o viable.**Figura 4.** Porcentaje de germinación por especie: %G, porcentaje de semillas germinadas y; %Sin/G, porcentaje de semillas sin germinar.

El envejecimiento se acelera según el almacenamiento de las semillas. Vadillo et al. (2004) menciona que *Puya raimondii* mostró 42% de viabilidad a 21°C, durante dos años de almacenamiento. Sin embargo, en el caso de *T. macdougallii* mantuvo porcentaje de viabilidad alto. No obstante, las semillas fueron colectadas después de la apertura de cápsulas y su dispersión.

Otra característica relevante de las semillas que se consideró como un indicador de vida, al momento de la colecta, fue la coloración de la testa. Si las semillas presentaban una coloración oscura o completamente negra, la viabilidad era baja o nula, como se observó en *T. violacea*. En cambio, semillas de *T. macdougallii* con coloración pardo o pardo-rojiza, tuvieron mayor porcentaje de viabilidad.

El porcentaje de germinación que presentó *T. macdougallii* (98%), es el mismo que se conoce en para *T. brachycaulos* Schltdl. en condiciones controladas (Mondragón y Calvo-Irabienl, 2006), a diferencia de *Puya cryptantha* y *P. trianae*, que mantuvieron viabilidad constante durante un año, aunque con porcentajes de germinación bajos (31%), debido a las condiciones de humedad escasa y ausencia de luz, factores que le confirieron latencia impuesta en las semillas (Mora et al., 2007). La temperatura es un factor importante que limita la germinación de diversas especies. *Tillandsia macdougallii* y *T. violacea* presentaron germinación óptima a 30±1°C, dato que coincide con resultados obtenidos con *Ananas ananassoides* (Baker) L.B. Sm. (Oliveira et al., 2005).

Durante el proceso de germinación, tres días después de la siembra, las semillas de *Tillandsia macdougallii* adquirieron un color verde en la región micropilar. En el caso de *T. violacea* requirió un lapso de seis días para mostrar esta coloración. El tiempo de germinación para la primera fue de seis días (Figura 5) y para la segunda 10 d. Comparado con *Aechmea bromeliifolia*, *A. castelnavii*, *Dyckia duckey* y *D. racemosa*, el

proceso inicia 3 ó 4 d de imbibición y para *Tillandsia adpressiflora* a los 8 d (Silva y Scatena, 2011).

En las especies epífitas, a diferencia de las terrestres de la familia Bromeliaceae, no hay protrusión de radícula, sino que el hipocótilo emerge en primer lugar y origina la primera hoja o nomófilo; ésta es la primera manifestación visible de la germinación (Cecchifordi et al., 2001; Silva y Scatena, 2011). También en otras especies del subgénero *Tillandsia* como *Vriesea heterostachys*, *Alcantarea imperialis* y *Vriesea penduliflora*, la germinación inicia con la aparición del cotiledón (Pereira, 2009).

La correlación existente entre porcentaje de viabilidad y germinación, permite postular a *Tillandsia macdougallii* como una especie con potencial mayor para ser aprovechadas sustentablemente. Sin embargo, para que el manejo sea integral se debe visualizar la importancia económica que tiene y considerar algunas estrategias en el tiempo: a corto plazo, es importante diseñar un plan de manejo que describa la ficha técnica del cultivo, para un buen establecimiento de la especie; a mediano plazo, es importante legalizar su aprovechamiento mediante la conformación de UMAs (Unidades de Manejo Ambiental) o PIMVS (Predio o Instalación que Manejan Vida Silvestre en zonas rurales) y; a largo plazo, producción homogénea del 80%. Además, es necesario implementar otras formas de manejo, como propagación vegetativa (por hijuelos). De esta manera se obtendría un incremento de la producción, en menor tiempo.

El fomento de la comercialización legal de bromelias cultivadas, garantiza plantas libres de plagas y enfermedades al comprador. Además, representa una ventaja importante al productor, ya que el valor adquisitivo tiende a aumentar; con lo que se podría expandir y cubrir la demanda del mercado extranjero y, de esta manera, evitar el saqueo de especies silvestres de bromelias.

CONCLUSIONES

Los resultados de éste trabajo de investigación, tienden a contribuir a la propagación de semillas de *Tillandsia macdougallii*. El taxón en cuestión presentó los mejores porcentajes de germinación y viabilidad, al tomar como referencia la coloración clara de la testa (pardo y pardo-rojiza) y las condiciones de temperatura

y luz que favorecieron el desarrollo. En cuanto a *T. violacea*, la viabilidad y germinación fueron menores; por lo que se requiere mayor cantidad de estudios para determinar los factores que disminuyen la calidad fisiológica de la semilla.

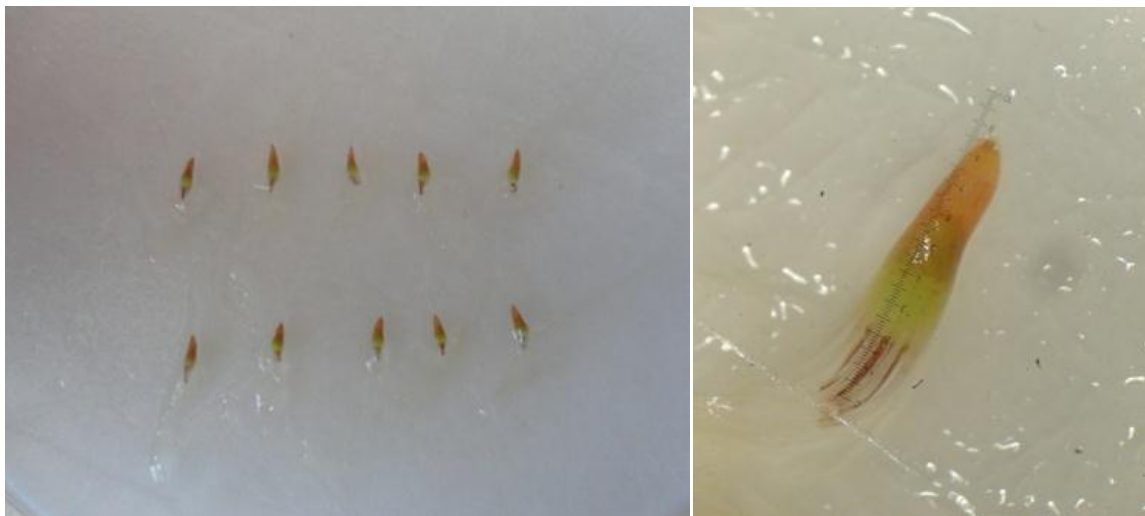


Figura 5. Germinación de *Tillandsia macdougallii*. El proceso inicia con la coloración verde en la región micropilar y termina cuando esta al 100% verde y emerge el hipocótilo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cecchiardi A; Palandri MR; Turicchia S; Tani G; Di Falco P. (2001). Characterization of the seed reserves in *Tillandsia* (Bromeliaceae) and ultrastructural aspects of their use at germination. *Caryologia*. 54(1):1-16.
- ISTA. International Seed Testing Association. (2005). International Rules for Seed Testing. Rules 2005. Ed. ISTA, Zurich, Switzerland. 243 p.
- Miranda MJ; Arellanos JM; Salazar BA; Hernández FM; Quero RC; Pérez LS. (2007). Bases para el manejo comunitario de bromelias ornamentales. Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental (GAIA) A.C. Oaxaca, México. 112 p.
- Mondragón DC; Ramírez-Morillo I; Flores-Cruz M; García-Franco J. (2011). La familia Bromeliaceae en México. 1st. edición. pp. 22-24. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Mondragón D; Calvo-Irabilen L (2006). Seed dispersal and germination of the epiphyte *Tillandsia brachycaulos* (Bromeliaceae) in a tropical dry forest. *The Southwestern Naturalist* 51(4): 462-470.
- Mora F; Chaparro HA; Vargas O; Bonilla MA (2007). Dinámica de la Germinación, Latencia de Semillas y Reclutamiento de Plántulas en *Puya cryptantha* y *P. trianae*, Dos Rosetas Gigantes de los Paramos Colombianos. *Ecotropicos* [on line] 20(1):31-40.
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/s ec_4.htm
- Oliveira AC; Henriques da Silva DJ; Americo-Cardoso A; Ferreira Fontes LE; Barbosa JG. (2005). Germinação de sementes e sobrevivência das plântulas de *Tillandsia geminiflora* Brongn, em diferentes substratos. *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*. 27(1): 165-170.
- Pereira AR (2009). Comportamento germinativo de espécies epífitas e rupícolas de Bromeliaceae do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 32(4): 827-838.
- Pinheiro F; Borghetti F (2003). Light and temperature requirements for germination of seeds of *Aechmea nudicaulis* (L.) Griesbach and *Streptocalyx floribundus* (Martius ex Shultes f.) Mez (Bromeliaceae). *Acta Botanica. Brasilica*. 17(1): 27-3
- Sandoval-Bucio EN; Flores-Cruz M; Martínez-Bernal A (2004). Bromelias útiles de México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 49(4): 100-115.
- Silva IV; Scatena VL (2011). Morfologia de sementes e de estádios iniciais de plântulas de espécies de Bromeliaceae da Amazônia. *Rodriguésia*. 62(2): 263-272.
- Sosa-Luría D; Chávez-Servia JL; Mondragón-Chaparro D; Estrada-Gómez JA; Ramírez-Vallejo P (2012). Viabilidad y Germinación de seis especies de *Tillandsia* (Bromeliaceae) de Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35(5): 37-42.
- Tarré E; Mendes BBP; Mancano APG; Alves LC; Campostrini RF; Mansur E (2007). Germinability after desiccation, storage and cryopreservation of seeds from endemic *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult.f. and *Dyckia* Schult. & Schult. f. species (Bromeliaceae). *Acta Botanica Brasilica*. 21(4):777-783.
- Vadillo G; Suni M; Cano A (2004). Viabilidad y germinación de *Puya Raimondii* Harms (Bromeliaceae). *Rev. Peruana Biol.* [on line] Vol.11, Art. #1.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332004000100009. Consulta: 15 Julio 2012