

Tolerancia al ultrasecado y a la temperatura de almacenamiento en semillas de tres especies nativas del Noroeste Argentino

Seed ultra-dry tolerance and storage temperature of three native species from northwestern Argentina

María Manuela Urtasun, Eugenia Mabel Giamminola & Marta Leonor de Viana

Banco de Germoplasma de Especies Nativas (BGEN), Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH). CIUNSA. Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia 5150 (4400) Salta. mmurtasun@gmail.com

Recibido: 06/05/2015 Aceptado: 07/09/2015

Resumen

La conservación de semillas ortodoxas en bancos de germoplasma se basa en la disminución del contenido de humedad (CH) de las semillas hasta un 3-5% y en el almacenamiento a bajas temperaturas (-20°C). Sin embargo, se ha propuesto que si las semillas toleran la desecación hasta ultrasecado (CH<3%), la longevidad de las mismas podría aumentar y no sería necesario el almacenamiento a bajas temperaturas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta al ultrasecado y a la temperatura de almacenamiento de las semillas de tres especies nativas: *Cedrela balansae*, *Cercidium praecox* y *Prosopis nigra*. Se determinó el CH de las semillas frescas, se realizaron ensayos de germinación con semillas frescas, ultrasecadas y ultrasecadas y almacenadas al menos durante 28 meses en diferentes temperaturas (-20, 5 y 25°C). Los porcentajes de germinación fueron superiores al 74% en todos los casos, independientemente de la temperatura de almacenamiento. Estos resultados indican que las semillas de las tres especies estudiadas toleran el ultrasecado y pueden ser almacenadas a temperatura ambiente sin perder viabilidad. El ultrasecado permitiría el ahorro e independencia de energía y constituye una alternativa especialmente en países en los que hay interrupciones en el suministro de electricidad, además de contribuir al conocimiento de nuestras especies nativas.

Palabras clave: semillas, ultrasecado, contenido de humedad, conservación *ex situ*, germinación

Abstract

The conservation of orthodox seeds in genebanks is based in the decrease of seeds moisture content (MC) to 3-5% and storage at low temperatures (-20°C). However, if seeds are tolerant to ultra-dry desiccation (<3% CH), their longevity could improve and low temperatures storage would not be necessary. The aim of this work was to assess seeds ultra-dry tolerance as well as the effect of storage temperature of three native tree species: *Cedrela balansae*, *Cercidium praecox* y *Prosopis nigra*. We determined the moisture content the fresh seeds. We carried out germination assays with fresh, ultradried and ultradried and stored seeds (more than 28 months in different temperatures: -20, 5 and 25°C). *P. nigra*, *C. praecox* and *C. balansae* seeds are tolerant to ultra-drying since germination percentages exceeded 74%, regardless the storage temperatures. Ultra-drying seeds allows saving energy, so can be an alternative especially in countries where there are interruptions in the electricity supply, and is a contribution to the knowledge of ours native species.

Key Words: seeds, ultra-drying, moisture content, *ex situ* conservation, germination

Introducción

El almacenamiento de semillas ortodoxas en bancos de germoplasma es el método de conservación *ex situ* y a largo plazo más ampliamente utilizado. La FAO (2010) reportó la existencia de más de 1750 bancos destinados a la conservación *ex situ* de la diversidad de plantas, aunque la mayoría conserva cultivos y sus congéneres silvestres. A partir del Convenio de Diversidad Biológica, comienza un mayor énfasis en la conservación *ex situ* de las especies silvestres, aunque la información todavía es escasa (Walters 2015). Uno de los objetivos incluidos en la “Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales” es que al menos el 75% de las especies de plantas globalmente amenazadas estén incluidas en las colecciones *ex situ* y que para el año 2020 al menos el 20% esté disponible para programas de restauración y recuperación (Pérez García *et al.* 2006; Hay & Probert 2013).

La conservación de semillas en los bancos de germoplasma se realiza siguiendo los criterios propuestos por Hong *et al.* (1998) aunque estos estándares fueron establecidos principalmente para las especies cultivables. Tradicionalmente, la conservación de semillas ortodoxas en los bancos se basa en la disminución del contenido de humedad (CH) hasta un 3-5% y bajas temperaturas (-20°C) durante el almacenamiento. Sin embargo, el costo de almacenar semillas a bajas temperaturas supera las posibilidades de muchos países en desarrollo (Li *et al.* 2008).

Algunos autores propusieron que la disminución del CH a niveles inferiores al 3% (ultrasecado) podría aumentar la longevidad de las semillas y en tal caso, el requerimiento de almacenamiento a bajas temperaturas no sería necesario (Hong *et al.* 1998; Shen & Qi 1998; Gómez-Campo 2007; Pérez-García *et al.* 2008). Esto disminuiría los costos involucrados en la conservación y mantenimiento de las accesiones, generando un beneficio económico y permitiendo conservar los recursos fitogenéticos en poblaciones locales y sin acceso a servicios de electricidad, por lo que en los últimos años, este tema comenzó a recibir mayor atención (Hong *et al.* 1998; Enoch *et al.* 2004; Li *et al.* 2007, 2008).

En contraposición se propuso que el ultrasecado podría ser perjudicial para las semillas por posibles daños a nivel celular ocasionados por una rápida absorción de agua durante la germinación y la probabilidad de daño sería mayor cuanto más bajo sea su CH (Hong *et al.* 1998; Méndez-Natera *et al.* 2008). Sin embargo son pocos los trabajos que se realizaron sobre este tema especialmente en especies nativas.

Argentina es uno de los 25 países con mayor riqueza de especies, endemismos y diversidad de unidades biogeográficas del mundo, relacionada con la variación latitudinal y altitudinal (Caldecott *et al.* 1996; FAO 2008). Zuloaga *et al.* (1999) registraron alrededor de 9.938 plantas vasculares de las cuales aproximadamente el 18% son endémicas. A nivel regional, el NOA es una de las áreas con mayor diversidad biológica y endemismos, abarcando la provincia de Salta el 32 % de la flora del país.

La aceleración de los procesos de cambio en los usos del suelo y el avance de la frontera agropecuaria en los últimos años son alarmantes con relación a la pérdida de ambientes y biodiversidad. Además, la deforestación, la degradación y la erosión genética han sido especialmente importantes en el noroeste argentino. Por ejemplo, en la Provincia de Salta la deforestación ascendió a 590.241 ha entre 1989 y 2004 y en los dos años previos a la aprobación de la Ley de Bosques N° 26.331 (2006 y 2007), la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible habilitó 527.738 ha para proyectos agrícola-ganaderos que involucran desmontes, la mayoría en el Chaco Salteño (de Viana 2009; de Viana & Morales-Poclava

2010). Esto pone de manifiesto la necesidad urgente de realizar, continuar y profundizar los estudios tendientes a la conservación de nuestros recursos fitogenéticos nativos, ya que además su estado de conservación es incierto.

En este sentido, y considerando que la mayoría de las especies nativas no se encuentran evaluadas con relación a su estado de conservación (IUCN 2015), el Banco de Germoplasma de Especies Nativas del Instituto de Ecología y Ambiente Humano (INEAH) de la Universidad Nacional de Salta, se dedica a la conservación *ex situ* a mediano y largo plazo de las especies nativas del NOA (de Viana *et al.* 2011). El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta al ultrasecado y a la temperatura de almacenamiento de las semillas de tres especies arbóreas nativas: *Cedrela balansae*, *Cercidium praecox* y *Prosopis nigra*.

Materiales y Métodos

Cedrela balansae C. DC (Meliaceae), “Cedro Orán”. Se encuentra en la Selva de Transición o Selva Pedemontana en altitudes inferiores a los 700 m.s.n.m y su distribución abarca Paraguay y Argentina, en las provincias de Salta, Tucumán, Jujuy y Catamarca. Su madera blanda, fácil de trabajar, con buenas propiedades organolépticas es considerada valiosa (Martínez & Andrade 2006; Zuloaga *et al.* 2008). Si bien el estado de conservación de esta especie aún no ha sido evaluado (IUCN 2015), se ha sugerido que de las tres especies del género presentes en el NOA, su situación es la más delicada debido a las transformaciones y reducción de su área de distribución (Minetti 2006). Se recolectaron semillas (aproximadamente 7900) de siete árboles en el departamento de Orán en Agosto de 2009 (23°09' S, 64°19' O).

Cercidium praecox (Ruiz & Pav. Ex Hook) Harms (Fabaceae, Caesalpinioideae), “Brea”. Su distribución abarca Paraguay y Argentina, en las provincias de Catamarca, Chaco, Córdoba, Formosa, Jujuy, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe, San Luis y Tucumán. Se la encuentra en los ambientes de bosque Chaqueño y de Monte en altitudes inferiores a los 2000 m.s.n.m. Presenta usos medicinales (antiemético y antigripal), forrajeros y alimenticios (exuda una resina similar a la goma arábiga) (Haene & Aparicio 2004; Perea *et al.* 2007; Bertuzzi *et al.* 2012; Suarez 2014). El estado de conservación de esta especie aún no ha sido evaluado (IUCN 2015). Se recolectaron semillas (aproximadamente 4600) de siete árboles en las cercanías del Embalse General Manuel Belgrano (departamento La Viña) en Diciembre de 2009 (25°16' S, 65°26' O).

Prosopis nigra (Griseb.) Hieron (Fabaceae, Mimosoideae), “Algarrobo negro”. Su distribución abarca Brasil, Paraguay, Uruguay y en Argentina se distribuye desde el norte hasta el centro del país. Su madera y sus frutos presentan importantes usos en la industria maderera, alimenticia y forrajera (Haene & Aparicio 2004; Perea *et al.* 2007). Según la IUCN (2015) la información para categorizarla es insuficiente. Se recolectaron semillas (aproximadamente 7700) de diez árboles en las cercanías del Embalse General Manuel Belgrano (departamento La Viña) en Enero de 2009 (25° 19'S, 65° 19'O).

Tolerancia al ultrasecado

Teniendo en cuenta que no existen protocolos específicos para determinar la tolerancia al ultrasecado de las semillas, se siguió la metodología de Hong *et al.* (1998) y Gómez-Campo (2006) con modificaciones propuestas en este trabajo. El protocolo consiste en determinar el CH de las semillas frescas, evaluar su germinabilidad con distintos CH (frescas, 10-12%, 3-5% y <3%) y almacenadas a -20 °C (con 3-5% CH). Cuando se alcanza el ultrasecado de las semillas (CH<3%) y si el poder germinativo supera el 70%,

se almacenan en distintas temperaturas -20, 5 y 25°C y luego de un período de almacenamiento se evalúa nuevamente el poder germinativo (Fig. 1) (Giamminola *et al.* 2012; de Viana *et al.* 2014).

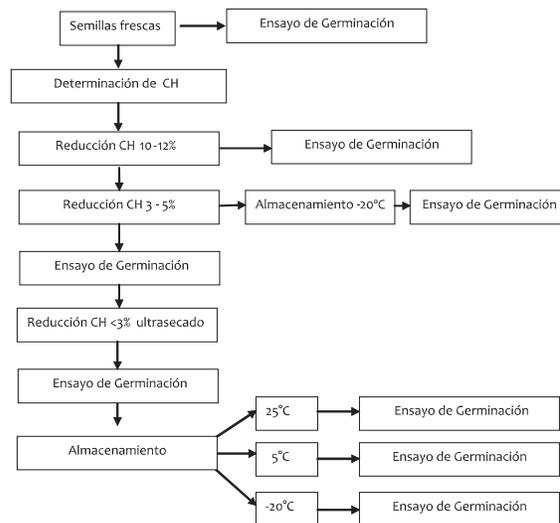


Fig. 1: Protocolo para determinar la tolerancia a la desecación y al ultrasecado de las semillas siguiendo la modificada de Hong *et al.* (1998) y Gómez-Campo (2006) modificada.

Para cada especie el CH de las semillas frescas se determinó en base a la diferencia de pesos fresco y seco, empleando la metodología de secado a alta temperatura constante (3 hs en estufa a 130°C), con cuatro réplicas de entre 2-3 g de semillas (ISTA 2003). Para disminuir el CH, las semillas se colocaron en desecadores con sílica gel y una vez alcanzado el ultrasecado, se evaluó el poder germinativo y se almacenaron en frascos de vidrio sellados herméticamente durante un mínimo de 28 meses.

En este trabajo se evaluó la germinabilidad de las semillas frescas, ultrasecadas y almacenadas a -20, 5 y 25°C, ya que en estudios previos, las semillas de las tres especies fueron evaluadas como probablemente ortodoxas y se encuentran conservadas a -20°C en el BGEN para futuros estudios y/o intercambio con otras instituciones (Giamminola *et al.* 2012; de Viana *et al.* 2014).

Cada ensayo de germinación se realizó siguiendo un diseño completo al azar con cuatro réplicas de 25 semillas cada una, sembradas en bandejas plásticas con 500 g de arena esterilizada (en estufa a 230°C durante 24 horas). Antes del inicio de cada ensayo se aplicó fungicida (Nitrasoil 50) a las semillas para evitar el ataque de hongos. Durante los primeros días cada bandeja fue cubierta con una bolsa transparente con el fin de evitar la pérdida de humedad. Los ensayos se mantuvieron en una cámara de germinación durante 30 días a 25±1°C de temperatura, 45±5% de humedad relativa, 16 hs de fotoperiodo y se regaron con agua destilada. En *C. praecox* y *P. nigra* se realizó escarificación mecánica (incisión con alicate) (Giamminola *et al.* 2012). Para evitar daños por imbibición, las semillas ultrasecadas se mantuvieron en un ambiente saturado de humedad durante 24 hs a temperatura ambiente antes del inicio de cada ensayo (Hong *et al.* 1998). La variable respuesta fue el número de semillas germinadas (utilizando como criterio la emergencia de la radícula) y se expresó como porcentaje promedio de germinación al finalizar el experimento (PG) y tiempo medio de germinación (TMG) (Chen *et al.* 2007). Los datos se analizaron con ANOVA utilizando INFOSTAT (Di Rienzo *et al.* 2013).

Resultados

En *C. balansae* las semillas frescas presentaron un CH de 6.4±0.08% y un PG de 80%. El PG de las semillas ultrasecadas (95%) fue significativamente mayor que el de las frescas. Las semillas ultrasecadas y almacenadas presentaron un PG mayor a 74%, sin diferencias significativas entre las temperaturas de almacenamiento ($p=0.0043$; $gl=4$; $F=6.01$). El TMG fue significativamente menor en las semillas ultrasecadas y almacenadas a 5 y 25°C (6-7 días) que en las frescas y en las almacenadas a -20°C (aproximadamente 9 días) ($p<0.0005$; $gl=4$; $F=33.98$) (Tabla 1).

Semillas	PG (%)	TMG
Frescas	80±1,6 a	9,5±0,5 a
CH <3%	95±2,5 b	6,1±0,1 b
Almacenadas a -20°C	78±5,2 a	9,5±0,1 a
Almacenadas a 5°C	74±3,5 a	6,9±0,2 c
Almacenadas a 25°C	81±1,9 a	6,8±0,2 bc

Tabla 1: Porcentaje de germinación (PG) y tiempo medio de germinación (TMG en días) de semillas frescas, ultrasecadas y ultrasecadas y almacenadas de *C. balansae*. Letras distintas indican diferencias significativas $p<0.001$, ANOVA.

En *C. praecox* las semillas presentaron un CH de 9.07±0.26%. El PG de las semillas frescas fue menor que el de las ultrasecadas y de las almacenadas, aunque en todos los casos superó el 84% ($p=0.005$; $gl=4$; $F=5.72$). No se encontraron diferencias en el PG de las semillas ultrasecadas y almacenadas en las tres temperaturas estudiadas. El TMG de las semillas frescas y ultrasecadas fue bajo (<4 días) y aumentó significativamente con el almacenamiento (>9 días) ($p<0.0001$; $gl=4$; $F=1161.06$) (Tabla 2).

Semillas	PG (%)	TMG
Frescas	84±1,6 a	3,4±0,2 a
CH <3%	94±2,6 b	2,0±0,1 b
Almacenadas a -20°C	98±1,2 b	10,1±0,03 c
Almacenadas a 5°C	95±3,8 b	10,0±0,1 c
Almacenadas a 25°C	98±2,0 b	9,8±0,1 c

Tabla 2: Porcentaje de germinación (PG) y tiempo medio de germinación (TMG en días) en semillas frescas, ultrasecadas y almacenadas de *C. praecox*. Letras distintas indican diferencias significativas $p<0.001$, ANOVA.

En *P. nigra* el CH de las semillas frescas fue de 11.2±0.13%. El PG de las semillas fue elevado y similar en todos los ensayos realizados, sin diferencias entre las temperaturas de almacenamiento (>83%) ($p=0.007$; $gl=4$; $F=5.21$). Las semillas ultrasecadas y almacenadas en las tres temperaturas presentaron menor TMG (<3 días) que las frescas y ultrasecadas ($p=0.0002$; $gl=4$; $F=11.61$) (Tabla 3).

Semillas	PG (%)	TMG
Frescas	90±2,6 ab	4,9±0,9 b
CH <3%	89±1 a	5,3±0,4 b
Almacenadas a -20°C	99±1 c	2,3±0,1 a
Almacenadas a 5°C	96±4 bc	2,3±0,1 a
Almacenadas a 25°C	100±0 c	2,4±0,04 a

Tabla 3: Porcentaje de germinación (PG) y tiempo medio de germinación (TMG en días) en semillas frescas, ultrasecadas y almacenadas de *P. nigra*. Letras distintas indican diferencias significativas $p<0.001$, ANOVA.

Discusión

La tolerancia a la desecación de las semillas ortodoxas es la base para conservar *ex situ* y a largo plazo los recursos genéticos de la mayoría de las especies vegetales, aunque esta información es escasa especialmente para las especies silvestres (Hay & Probert 2013; Mira *et al.* 2014; Walters 2015).

La temperatura de almacenamiento y el contenido de humedad son factores claves para mantener el vigor y la viabilidad de las semillas (Chen *et al.* 2011), aunque algunos autores sostienen que el contenido de humedad es más importante que la temperatura de almacenamiento (Pérez García *et al.* 2006; Kumar *et al.* 2011). Kumar *et al.* (2011) reportaron que semillas ultrasecadas de *Raphanus sativus* almacenadas durante 14 años a 25°C, presentaron una disminución de la viabilidad de tan sólo 6% mientras que la pérdida de viabilidad fue total cuando el CH fue mayor al 7%. Es decir que el deterioro de las semillas durante el almacenamiento aumentó con el CH. Sin embargo, Chen *et al.* (2011) propusieron que el CH óptimo para el almacenamiento varía entre especies y está relacionado con la composición química de las semillas. Cuando contienen un elevado porcentaje de sustancias hidrofóbicas, el CH óptimo será menor y la tolerancia a la desecación mayor. Esto sugiere la importancia de continuar estos estudios, especialmente con las especies nativas.

Trabajos realizados con especies arbóreas nativas del NOA han reportado que *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, *P. alba*, *P. ferox*, *Bulnesia sarmientoi*, *Erythrina falcata*, *Pterogyne nitens*, *Tecoma garrocha* y *Ziziphus mistol*, presentan semillas ortodoxas y sus accesiones se conservan a largo plazo en el BGEN (3-5% CH y a -20°C) (de Viana *et al.* 2009, 2014; Giamminola *et al.* 2012; Morandini *et al.* 2013). Los resultados de este trabajo surgieron que las semillas de *P. nigra*, *C. praecox* y *C. balansae*, además de ser ortodoxas, son tolerantes al ultrasecado ya que su poder germinativo fue elevado (>74%) con contenidos de humedad inferiores al 3%. Resultados similares fueron reportados por Pérez-García *et al.* (2008) para 14 especies endémicas de la Península Ibérica, almacenadas más de 30 años en condiciones de ultrasecado y por Kumar *et al.* (2011) en semillas de *Raphanus sativus* ultrasecadas y almacenadas 14 años a temperaturas entre -20°C y 25°C.

Por otro lado, se ha sugerido que los embriones de las semillas ultrasecadas podrían sufrir daños por una rápida absorción de agua cuando son colocadas a germinar como lo reportaron Powell & Matthews (1978) en *Pisum sativum* y *Phaseolus vulgaris*. En este trabajo, siguiendo las recomendaciones de Hong *et al.* (1998) se evitó el daño por imbibición colocando las semillas en un ambiente saturado de humedad durante 24 horas previas al ensayo de germinación.

Con relación a la temperatura de almacenamiento, podemos concluir que las semillas ultrasecadas de las tres especies estudiadas pueden ser conservadas a temperatura ambiente. Pérez-García *et al.* (2006) propusieron que la temperatura de almacenamiento jugaría un papel secundario en la conservación de semillas cuando estas son ultrasecadas, ya que obtuvieron porcentajes de germinación elevados en semillas ultrasecadas de 25 accesiones de Brassicaceae almacenadas durante 38-39 años a temperatura ambiente. Resultados similares fueron reportados por Steiner & Ruckebauer (1995) que trabajaron con semillas de hierbas y cereales almacenadas durante 110 años a temperaturas entre 10 y 15°C, obteniendo porcentajes de germinación elevados sin diferencias entre las temperaturas de almacenamiento. Por lo tanto, el ultrasecado de las semillas puede considerarse como una opción para eliminar los requerimientos de bajas temperaturas. Cabe destacar la importancia de estos resultados ya que esta metodología permitiría el ahorro

de independencia de energía y constituye una buena alternativa especialmente para la conservación en poblaciones rurales y en lugares en los que hay interrupciones en el suministro de electricidad (Enoch *et al.* 2004; Li *et al.* 2007, 2008).

Según Pérez García *et al.* (2006) el almacenamiento de las semillas puede disminuir, aumentar o mantener la dormancia dependiendo de la especie. Fenner & Thompson (2005) propusieron que las semillas pueden presentar un estado de dormancia innata o bien adquirir un estado de dormancia cuando son expuestas a alguna condición desfavorable para su germinación, como un ambiente muy frío, muy seco o con un bajo porcentaje de oxígeno. En este trabajo, el TMG de las semillas de *P. nigra* disminuyó con el almacenamiento, lo cual podría indicar una reducción de la dormancia (Fenner & Thompson, 2005). Por otra parte, en *C. praecox* el TMG aumentó con el almacenamiento, lo que indicaría que las semillas podrían haber adquirido una dormancia inducida. Si bien, en general las semillas de Fabáceas presentan dormancia física por su cubierta seminal impermeable al agua, se ha reportado que algunas especies de la familia tienen una combinación de dormancia física y fisiológica (Baskin & Baskin 2001; Alvarez & Villagra 2010). Esto destaca la necesidad de profundizar los estudios sobre los mecanismos y tipos de dormancia, ya que muchas semillas que no germinan pueden estar dormantes.

Es importante destacar que se espera que los bancos de germoplasma de especies nativas adquieran un rol fundamental en aspectos relacionados con la restauración y enriquecimiento de ambientes y reintroducción de especies. En este sentido, es vital establecer protocolos específicos para el manejo de las semillas de especies nativas que contemplen los métodos de recolección, procesamiento, tolerancia a la desecación y al ultrasecado, tipo de dormancia, composición química de las semillas, entre otros aspectos (Hay & Probert 2013).

Referencias

- Alvarez, J.A. & Villagra P.E. 2010. *Prosopis flexuosa* DC. (Fabaceae, mimosoidea). Kurtziana 35: 47-61.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 2001. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press. USA. 666 pp.
- Bertuzzi, M. A.; Slavutsky, A. M. & Armada, M. 2012. Physico-chemical characterization of the hydrocolloid from Brea tree (*Cercidium praecox*). International Journal of Food Science and Technology. 47: 776-782.
- Caldecott J. O.; Jenkins, M. D.; Johnson, T. H. & Groombridge, B. 1996. Priorities for conserving global richness and endemisms. Biodiversity and Conservation, 5: 699 - 727.
- Chen, S.Y.; Chuen, C.T.; Chung, J.D; Yang, Y.S. & Kuo, S.R. 2007. Dormancy-break and germination in seeds of *Prunus campanulata* (Rosaceae): role of covering layers and changes in concentration of abscisic acid and gibberellins. Seed Science Research. 17: 21- 32
- Chen, Z.; Wang, Z.; Yun, X.; Li, X. & Gao, H. 2011. Physiological and biochemical responses of ultra-dry storage of *Elymus daburicus* seeds. African Journal of Biotechnology. 10 (66): 14862-14867.
- de Viana, M.L. 2009. La dimensión global y local de los problemas ambientales. En: Giannuzzo, A.N. y M.E. Ludueña (Compiladoras). Cambios y Problemas Ambientales: perspectivas para la acción. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 103-122 pp.

- de Viana, M.L.; Mosciaro, M.J. & Morandini, M.N. 2009. Tolerancia a la desecación de dos especies arbóreas nativas, *Tecoma garrocha* y *Eribryna falcata*, del Chaco (Salta, Argentina). UDO Agrícola. 9: 590 – 594.
- de Viana, M.L. & Morales Poclava, M.C. 2010. Anta y sus transformaciones territoriales. En: Lance, F. (Editora). Desmontar Pizarro. 177-203. Mundo Gráfico, Córdoba, 360 pp.
- de Viana, M.L.; Morandini, M.N.; Giamminola, E.M. & Díaz R.C. 2011. Conservación *ex situ*: un banco de germoplasma de especies nativas. Lhawet 1: 35-41.
- de Viana, M.L.; Morandini, N.M.; Urtasun M.M. & Giamminola, E.M. 2014. Caracterización de frutos y semillas de cuatro especies arbóreas nativas del Noroeste Argentino para su conservación *ex situ*. Lhawet 3:41–48.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González L.; Tablada M. & Robledo, C.W. 2013. Infostat versión 2013. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Enoch, D.A.; Dulloo, E.M.; Sognon, V. & Engelmann, F. 2004. Investigating the effects of low input drying procedures on maize (*Zea mays* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* L.) and bambara groundnut (*Vignasubterranea* (L.) Verdc.) seed quality in Benin. Plant Genetic Resources Newsletter. 140: 1-8.
- FAO. 2008. Informe Nacional sobre el estado de los recursos Fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. Argentina. www.fao.org
- FAO.2010. World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources. FAO. <http://apps3.fao.org/wiews/wiews.jsp>. (Consultado 02/03/2015).
- Fenner, M. & Thompson, K. 2005. The Ecology of Seeds. Cambridge, Inglaterra. 151 pp.
- Giamminola, E.M.; Morandini, N.M. & de Viana, M.L. 2012. Respuesta a la desecación y a la temperatura de almacenamiento del germoplasma de *Prosopis nigra* (Grisebach) Hieron. y *Ziziphus mistol* Griseb. Gestión y Ambiente. 15:19 – 25.
- Gómez Campo, C. 2006. Long term seed preservation: updated Standard are urgent. Universidad Politécnica de Madrid. 168: 1-4.
- Gómez Campo, C. 2007. Assessing the contribution of genebanks: the case of the UPM seed bank in Madrid. Plant Genetic Resources Newsletter. 151: 40 – 49.
- Haene, E. & Aparicio, G. 2004. 100 Árboles Argentinos. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina. 126 pp.
- Hay, F.R. & Probert, R.J. 2013. Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. Conservation Physiology. 1: 1-11.
- Hong, T.; Linington, S. & Ellis, R. 1998. Compendium of Information on Seed Storage Behaviour. Vol I y II. Botanical Royal Gardens, Kew. Reino Unido. 901 pp
- ISTA, 2003. International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association. Suiza.
- IUCN, 2015. Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org (Consultado 13/04/15).
- Kumar, M.; Kak, A. & Singh, S. 2011. Analysis of biochemical and physiological changes during ultra-dessication in Radish (*Raphanussativus*). Asian Journal of Plant Science and Research. 1: 5-21.
- Li, Y.; Feng, H.; Chen, T.; Yang, X. & An, L. 2007. Physiological responses of *Limonium aureum* seeds to ultra-drying. Journal of Integrative Plant Biology. 49: 569–575.
- Li, Y.; Qu, J.; Yang, X. & An, L. 2008. A report on ultra-dry storage experiment of *Zygophyllum xanthoxylon* seeds. Botanical Studies, 49: 243-251.
- Martínez, S. & Andrade, D.J. 2006. Guía de árboles nativos de la Provincia de Salta, noroeste argentino. 1ª ed. Salta: Ministerio de Educación de la Provincia de Salta- Secretaría de Cultura. 192 pp.
- Mendez Nátera, J.R.; Merazo Pinto, J.F. & Montaña Mata, N.J. 2008. Relación entre la tasa de imbibición y el porcentaje de germinación en semillas de maíz (*Zea mays* L.), caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) y quinchocho (*Cajanus cajan* (L.) Mill). UDO Agrícola 8:61 –66.
- Minetti, J. M. 2006. Ecología y producción de Cedro (género Cedrela) en las Yungas australes. Pacheco, S. & Brown, A. (Eds.) LIEY-ProYungas. Argentina, 143 – 154 pp.
- Mira, S., Estrelles, E. & Gonzalez Benito, M.E. 2014. Effect of water content and temperature on seed longevity of seven Brassicaceae species after 5 years of storage. Plant Biology. 17: 153-162.
- Morandini, M.N.; Giamminola, E.M. & de Viana, M.L. 2013. Tolerancia a la desecación de semillas de *Prosopis ferocis* *Pterogyne nitens* (Fabácea). Biología tropical. 61: 335-342.
- Perea, M. del V.; Pedraza, G. & Luceros, J. del V. 2007. Relevamiento de Flora Arbórea Autóctona en la Provincia de Catamarca. Consejo Federal de Inversiones. Gobierno de la Provincia de Catamarca. 312 pp.
- Pérez García, F.; González Benito, M.E. & Gómez Campo, C. 2006. High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage. Seed Science & Technology 35: 143 - 153.
- Pérez García, F.; González Benito, M.E. & Gómez Campo, C. 2008. Germination of fourteen endemic species from the Iberian Peninsula, Canary and Balearic Islands after 32-34 years of storage at low temperature and very low water content. Seed Science & Technology. 36: 407- 422.
- Powell, A.A. & Matthews, S. 1978. The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition. Journal of Experimental Botany. 29: 1215 - 1229
- Shen, D. & Qi, X. 1998. Short- and long-term effects of ultra-drying on germination and growth of vegetable seeds. Seed Science Research. 8: 47 – 53.
- Suárez, M.E. 2014. Etnobotánica Wichi del bosque xerófito en el Chaco Semiárido Salteño. Autores de Argentina. Argentina. 521 pp
- Steiner, A.M. & Ruckenbauer, P. 1995. Germination of 110-year-old cereal and weed seeds, the Vienna Sample of 1877. Verification of effective ultra-dry storage at ambient temperature. Seed Science Research. 5: 195-199
- Walters, C. 2015. Genebanking seeds from natural populations. Natural Areas Journal 35:98-105.
- Zuloaga, O. F.; Morrone, O. & Rodríguez, D. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. Kurtziana, 27: 17-167.
- Zuloaga, O.F.; Morrone, O. & Belgrano M.J. 2008. Catálogo de las plantas vasculares el cono sur: Argentina, sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. 3348 pp (en 3 vol)

