

#### Artículo

Presentado: 19-12-2019

Entregado: 06-06-2020

# Los modelos de distribución geográfica y su uso en la colecta de germoplasma de especies nativas: una evaluación con *Prosopis alba*

## Geographical distribution models and their use in germplasm collection of native species: an evaluation with *Prosopis alba*

Valeria Pastrana Ignés

Laboratorio de Investigaciones Botánicas (LABIBO)-CONICET  
Facultad de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Salta  
Avenida Bolivia 5150, Salta (4400), Argentina.  
Email: valeriapastranaignes@gmail.com

### RESUMEN

En la actualidad, el conocimiento de la distribución geográfica de una especie es un insumo clave para establecer estrategias de conservación, tanto *in situ* como *ex situ*. En este estudio, se modeló la distribución geográfica potencial de *Prosopis alba* para planificar la colecta de germoplasma con fines de conservación en la Provincia de Salta, corroborando su validez en campo y bajo la idea de que estos modelos son útiles para alcanzar este propósito. Adicionalmente, se evaluó la calidad del germoplasma colectado. De acuerdo a los resultados, la especie fue registrada en una alta proporción de los sitios seleccionados. Sin embargo, sólo se pudo coleccionar germoplasma de calidad en tres poblaciones. Esta metodología mostró ser de gran utilidad para el objetivo propuesto, y por lo tanto factible de ser usada en otras especies con valor de uso, ampliando el número de sitios seleccionados *a priori*, para enfrentar algunas dificultades como la baja disponibilidad de frutos que puede registrarse en algunas poblaciones.

**Palabras claves:** *Prosopis alba*, modelos de distribución de especies, colecta de germoplasma, semillas duras.

### ABSTRACT

Currently, knowledge of species geographical distribution is a key input to set *in situ* and *ex situ* conservation strategies. In this study, the potential geographic distribution of *Prosopis alba* was modeled to plan the germplasm collection for conservation purposes in Salta province, confirming their validity in the field and considering that distribution models are useful for this purpose. Additionally, the quality of the collected germplasm was evaluated. According to the results, the species was registered in a high proportion of the selected sites. However, good quality germplasm could be collected only in three populations. This methodology proved to be very useful for the objective proposed, and therefore feasible to be used in other species with use value, expanding the number of sites selected *a priori*, in order to deal with difficulties such as the low availability of fruits that can be registered in some populations.

**Key words:** *Prosopis alba*, species distribution models, germplasm collection, hard seeds.

## INTRODUCCIÓN

El problema principal para conocer la extensión geográfica de la distribución de una especie es que para la gran mayoría, la información disponible es limitada y en muchos casos sólo está restringida a registros de herbarios o colecciones de museos. Estos registros están sesgados a especies de especial interés, determinadas regiones y en general, a sitios que tienen mayor accesibilidad (Soberón 2007). Si bien esta información es útil frente a la ausencia de datos, no siempre resulta la mejor aproximación al conocimiento de la distribución geográfica de una especie (Hernández et al. 2006). En este sentido, un avance significativo ha sido el desarrollo de los modelos de distribución de especies, a lo que debe sumarse también el uso de equipos de cómputo y de herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográfica.

Los Modelos de Distribución de Especies (de ahora en más MDE), basados en el principio de nicho ecológico, permiten estimar la probabilidad de ocurrencia de una especie en un sitio determinado, en función de un conjunto de variables predictivas como la vegetación, la topografía, el clima, entre otras (Soberón & Peterson 2005; Phillips et al. 2006). Estos modelos construyen un mapa de hábitat disponible donde la especie puede distribuirse, representando mapas potenciales por cuánto por causas históricas o actuales, las especies no necesariamente viven en la actualidad en toda la expresión del resultado del modelo (Anderson & Martínez-Meyer 2004; Phillips et al. 2006; Peng et al. 2019). Los MDE han sido utilizados para diseñar y desarrollar estrategias de conservación tanto *in situ* como *ex situ*. Esto se debe a que muchas de estas estrategias, como la selección de áreas prioritarias (conservación *in situ*) o la selección de sitios de colecta de germoplasma (conservación *ex situ*) pueden establecerse a partir del conocimiento de la distribución de las especies (Curti et al. 2017; Peng et al. 2019). Un ejemplo del uso de los MDE en la conservación *ex situ* es el diseño de colecciones núcleo eco-geográficas como una alternativa a las colecciones núcleo con base en la diversidad genética y fenotípica (Parra-Quijano et al. 2011). En este sentido, se ha propuesto optimizar las estrategias de colecta de germoplasma mediante el uso de los MDE, maximizando la representatividad y reduciendo costos a partir de: 1) seleccionar sitios con alta probabilidad de ocurrencia, 2) priorizar poblaciones que no estén representados en las colecciones existentes y 3) identificar poblaciones que provengan de sitios con condiciones ambientales de baja o nula representación (Parra-Quijano et al. 2012).

Un aspecto importante, y complementario, a la planificación de la colecta, basado en el uso de los MDE, sería poner a prueba su validez en el campo, colectando germoplasma y realizando una evaluación del mismo a fin de analizar la calidad de las semillas

y sus requerimientos de germinación. Esto último, es muy necesario ya que existe poca o nula información sobre todo para las especies de plantas nativas con valor de uso, lo que permitirá realizar el manejo y conservación de las semillas de estas especies con bases científicas (Hay & Probert 2013; Pritchard et al. 2014).

*Prosopis alba* (algarrobo blanco), es un árbol de la familia Fabaceae que posee un importante valor de uso, clasificándose como una especie multipropósito ya que se usa como fuente de madera y combustible, alimento y forraje (frutos), melífera, medicinal, entre otros (Burkart 1952). Debido a su valor de uso y al impacto del avance de la frontera agropecuaria y la urbanización, la especie ha reducido su rango de distribución y declinado poblacionalmente, por lo que se requieren acciones de conservación de manera urgente. En este contexto, el objetivo principal del presente trabajo fue utilizar los MDE para planificar la colecta de germoplasma de *Prosopis alba* en la Provincia de Salta, corroborando su validez en campo y bajo la idea de que estos modelos son útiles para alcanzar este propósito. Adicionalmente, se evaluó la calidad del germoplasma colectado, analizando su variación entre poblaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Provincia de Salta está situada en el noroeste del país y abarca una superficie de 138341km<sup>2</sup> entre los 22° y 26° de latitud sur y 62° y 66° de latitud oeste. En la provincia se observan climas contrastantes que varían con las condiciones orográficas. La temperatura media anual es de 16.5°C, con una mínima de -7.7°C y una máxima de 23.3°C. La precipitación anual es de 516 mm, con una mínima de 27 mm y una máxima de 1247 mm (WorldClim; Hijmans et al. 2005).

### Especie estudiada

*Prosopis alba* Griseb. es un árbol que mide entre 8 y 15 m de altura, nativo de Bolivia, Argentina y Paraguay. En Argentina, donde se registran dos variedades: *P. alba* Griseb. var. *alba* y *P. alba* Griseb. var. *panta* Griseb. (Fabbroni & Novara 2009), la especie se distribuye en las provincias de Buenos Aires, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe, San Luis y Tucumán (Zuloaga et al. 2008). Su presencia ha sido citada en las Provincias Fitogeográficas Chaqueña, Espinal y del Monte (Ledesma et al. 2008; Fabbroni & Novara 2009; Morello et al. 2012; Matteucci et al. 2017; Oyarzabal et al. 2018), aunque también existen registros de ella en el Parque Nacional El Rey, destinado a proteger especies presentes en la Provincia Fitogeográfica de las Yungas (Administración de Parques Nacionales 2018). Florece de octubre a diciembre y fructifica de diciembre a

marzo, a veces hasta junio. Su fruto es una legumbre indehisciente, con semillas que presentan dormición física (Baskin & Baskin 2014).

### *Modelos de distribución potencial, selección de la colecta y evaluación del germoplasma*

Para modelar la distribución de *Prosopis alba* se utilizó el programa Maxent, desarrollado por Phillips *et al.* (2006). Maxent utiliza la máxima entropía como marco para generalizar observaciones específicas de la presencia de una especie (*Maximum Entropy*; Phillips *et al.* 2006; Phillips & Dudík 2008) y no requiere ni incorpora puntos de ausencia. El modelo requiere de dos tipos de datos de entrada: 1) puntos de registro georeferenciados de la especie que se desea modelar y 2) coberturas geográficas de variables ambientales que pueden, potencialmente, limitar la capacidad de supervivencia de la especie (Phillips *et al.* 2006). Los 90 puntos de registros que se utilizaron para modelar fueron extraídos de la base de datos del *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), una infraestructura virtual abierta que permite el acceso a datos georeferenciados de las especies (<http://www.gbif.org/>). Las coberturas geográficas que se utilizaron fueron 20, de las cuales 19 corresponden a las variables bioclimáticas provistas por *WorldClim* (Hijmans *et al.* 2005) y la altitud. Esta última fue obtenida a partir de un modelo de elevación digital creado con datos provenientes de imágenes de radar capturadas a través de *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Para evaluar la efectividad del programa en predecir la distribución de *P. alba*, se utilizaron las curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*) y el AUC (área bajo la curva), provistas por Maxent. Una vez obtenida la distribución potencial de *P. alba*, se transformó el mapa de probabilidades en un mapa de presencia-ausencia, usando como umbral de corte el *Maximum training sensitivity plus specificity* (*maxSS*; Liu *et al.* 2013). Si bien el objetivo inicial fue modelar la distribución en la Provincia de Salta, el espacio geográfico utilizado para realizar el modelo fue el noroeste de Argentina (de ahora en más NOA), considerando como tal a la región conformada por las provincias de Jujuy, Salta, Santiago del Estero, Catamarca y Tucumán. A partir del modelo se determinó: 1) las provincias del NOA en las que se predijo la presencia de *P. alba* de acuerdo al modelo, 2) la superficie que ocupa en la Provincia de Salta y 3) la proporción de la distribución geográfica, en relación al NOA, que se encuentra en dicha provincia.

A fin de usar la distribución potencial para planificar la colecta de germoplasma, se seleccionan, al azar, diez píxeles con probabilidades mayores a 0,8, que cumplieran con el requisito de estar como mínimo a 500 m de la red caminera. Posteriormente cada uno de estos píxeles fue reemplazado en el espacio geográfico por la latitud y longitud de su respectivo centroide. En cada uno de estos diez sitios, se corroboró la presencia de la especie, y cuando estuvo presente,

se evaluó la posibilidad de colectar germoplasma. En las poblaciones donde hubo disponibilidad de frutos, se extrajeron como mínimo diez frutos por individuo de al menos cinco individuos. Los frutos cosechados fueron colocados en bolsas de papel y llevados al laboratorio para la extracción de las semillas. Esta tarea se realizó dentro de las 48 hs de colectadas para evitar reinfección por brúquidos, que son depredadores de semillas característicos en el género *Prosopis* (Ortega-Baes *et al.* 2001). Debido a esto, se descartaron las semillas que presentaban diferentes niveles de depredación. Las semillas seleccionadas de cada población fueron almacenadas, a temperatura ambiente, en bolsas de papel por un período no mayor a diez días.

La evaluación de la calidad del germoplasma colectado en cada población se realizó con base en el peso y la capacidad germinativa de las semillas. En el laboratorio, el peso de la semilla se determinó usando una balanza analítica de precisión (0,1 mg). Para ello, se pesaron individualmente 25 semillas por población. La capacidad germinativa de las semillas se evaluó poniendo a germinar cuatro réplicas de 25 semillas cada una en cajas de Petri con papel de filtro, regadas con agua destilada e incubadas en cámaras de germinación con control de fotoperiodo y temperatura (8/16 hs luz/oscuridad y 25°C). Dado que la presencia de dormición física ha sido citada para esta especie (ver Baskin & Baskin 2014), previo al ensayo de germinación, las semillas se escarificaron mecánicamente mediante un corte en la región opuesta al micrópilo. Los recuentos de germinación se realizaron diariamente durante 30 días tomando como criterio de germinación la emergencia de la radícula. A partir de los datos obtenidos, se estimó el porcentaje de germinación.

### *Análisis estadístico*

El peso de la semilla se comparó entre poblaciones mediante un ANOVA, mientras que la capacidad germinativa, por su distribución binomial, se comparó entre poblaciones usando modelos lineales generalizados mixtos (MLGM).

## RESULTADOS

Los modelos desarrollados por Maxent mostraron buen desempeño en predecir la distribución potencial de *Prosopis alba*, ya que la curva ROC se ajustó con un valor de AUC de 0,76. La distribución potencial de *P. alba*, expresada en probabilidades (A) y la que fue el resultado de aplicar el umbral de corte (B), se muestran en la Figura 1. La probabilidad usada como umbral de corte fue de 0,64. De acuerdo a los modelos de distribución, *P. alba* se distribuye en las cinco provincias del NOA con diferentes grados de representación (Fig. 1). En la Provincia de Salta, *P. alba* ocupa una superficie aproximada de 55.575 Km<sup>2</sup>, con una proporción de

distribución en la Provincia de Salta con relación al NOA de 0.62. La especie bajo estudio fue registrada en seis de los diez sitios seleccionados para la colecta de germoplasma. Sin embargo, sólo en tres se colectaron frutos debido a la baja o nula disponibilidad de los mismos en los sitios restantes donde la especie estuvo presente (Tabla 1; Fig. 1B).

En la evaluación de la calidad de germoplasma colectado, el peso promedio de las semillas no difirió entre poblaciones ( $F = 0.35$ ,  $p = 0.7042$ ). De igual manera, no se registraron diferencias significativas en la capacidad germinativa de las semillas entre poblaciones ( $F = 0.07$ ,  $p = 0.9362$ ), siendo en todos los casos superior al 98% (Tabla 2).

## DISCUSIÓN

Maxent tuvo un buen desempeño en predecir la distribución potencial de *Prosopis alba*, confirmando su importancia como una herramienta útil para la construcción de mapas de distribución de especies basados en el principio del nicho ecológico (Elith *et al.* 2006; Hernández *et al.* 2006; Aguirre-Gutiérrez *et al.* 2013; Peng *et al.* 2019). Dentro de los modelos de distribución de especies (MDE), Maxent es uno de los más usados debido a, entre otras razones, la ventaja de que requiere sólo datos de presencia. Esta información se encuentra en herbarios y colecciones de museos, y para la gran mayoría de las especies, representa los únicos datos disponibles. En estos casos, dicha información es el resultado de muestreos que generalmente no han registrado todas las especies presentes en un sitio (Soberón *et al.* 2007). Sin embargo, muestreos intensivos de campo sólo son posibles en regiones donde el esfuerzo de muestreo puede ser realizado en un tiempo relativamente corto. Grandes áreas difícilmente puedan muestrearse de manera intensiva debido a la gran inversión, en tiempo y recursos, que se necesitarían, lo que atenta con el propósito principal de generar esquemas de conservación con cierta premura.

De acuerdo a los resultados, *P. alba* se distribuye en las cinco provincias del NOA. Sin embargo, la base de datos más actualizada sobre las especies de plantas silvestres presentes en Argentina, el Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur, indica que se distribuye en Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Tucumán (Zuloaga *et al.* 2008). En este sentido, es importante resaltar que la distribución potencial obtenida en este trabajo debe entenderse como un mapa de hábitat disponible, el que puede incluir áreas en las que la especie no se ha registrado aún o no está presente en la actualidad (Hirzel & Le Lay 2008). Esto puede deberse a que la especie no ha podido colonizar las áreas predichas por el modelo debido a barreras ambientales o al hecho de que no se encuentran en esas localidades otras especies con las que interactúa positivamente (Gorostiaga *et al.* 2018). Asimismo, la ausencia de

la especie en sitios en los que debería encontrarse de acuerdo al modelo, puede asociarse al impacto de las actividades humanas o al hecho de que la misma no ha sido lo suficientemente relevada. En este sentido, *P. alba* ha sido registrado en la Provincia de Catamarca (de Viana *et al.* 2014), aunque su presencia en dicha provincia no fue citada por Zuloaga *et al.* (2008). Dado que los mapas de distribución potencial constituyen hipótesis de trabajo sobre la distribución de las especies, se ha indicado que un paso fundamental es corroborar, con información empírica e independiente, el modelo obtenido (Rebelo & Jones 2010; Gil & Lobo 2012; Rinnhofer *et al.* 2012; Peterman *et al.* 2013), principalmente con nuevos registros de campo. Esta forma de validación (*ground validation*) permite registrar poblaciones nuevas y obtener los datos necesarios para su evaluación (Rebelo & Jones 2010; Gil & Lobo 2012; Rinnhofer *et al.* 2012). Futuros estudios deberían poner a prueba el modelo, para corroborar la presencia de la especie en la provincia en la que aún no ha sido registrada y en las áreas dentro de las provincias para las cuales no existen registros. En este último aspecto, la distribución potencial obtenida incluyó las Yungas, una ecorregión en la que no se esperaba la presencia de la especie. Sin embargo, existen registros en esta ecorregión por parte de la Administración de Parques Nacionales (Administración de Parques Nacionales 2018) y en la base de datos del GBIF. Es importante resaltar que no se registró la especie en los sitios seleccionados para la colecta de germoplasma que correspondieron a esta ecorregión. Para complementar estos resultados, y como fue indicado previamente, futuros estudios deberían realizar muestreos intensivos de campo en las áreas sin registros, para ajustar posteriormente el mapa de distribución obtenido de esta especie.

Independiente de lo indicado previamente, el uso de los MDE para planificar la colecta de germoplasma de *P. alba* fue de gran utilidad, ya que en un alto porcentaje de sitios seleccionados se registró la presencia de la especie. Esto pone de manifiesto la importancia de esta metodología para este propósito en especies nativas con valor de uso, sobre todo en regiones con alta diversidad como lo es el noroeste de Argentina (Juárez *et al.* 2007). Es importante resaltar que aunque la especie estudiada se registró en una alta proporción de sitios, no se pudo colectar germoplasma en todos. Esto se debió a tres causas principales: 1) muy baja abundancia poblacional local (uno o muy pocos individuos aislados), 2) baja o nula disponibilidad de frutos y 3) frutos con altos niveles de depredación por brúquidos. Por lo que, la aplicación de esta metodología para la planificación de la colecta de germoplasma, debería contemplar estas potenciales dificultades. Una forma relativamente sencilla de lograrlo sería incrementando el número de sitios seleccionados *a priori*, evaluando el estado poblacional de la especie bajo estudio en los sitios en los que está presente, especialmente con relación al número y estado sanitario de los



individuos adultos reproductivos (árboles semilleros).

La evaluación del germoplasma colectado, no mostró diferencias entre poblacionales, ni en el peso ni en la capacidad germinativa de las semillas. Los resultados registrados con relación al peso de las semillas coinciden con los obtenidos para una población de la Provincia de Catamarca (de Viana *et al.* 2014). La alta capacidad germinativa registrada en todas las poblaciones estudiadas, es común en las especies del género *Prosopis*, las que germinan rápidamente y en alta proporción una vez que se ha logrado la ruptura de la dormición física (Ortega-Baes *et al.* 2002; de Viana *et al.* 2014).

En síntesis, se utilizó la distribución geográfica potencial para planificar la colecta de germoplasma de *Prosopis alba*, que estuvo presente en una alta proporción de sitios seleccionados por el MDE. Sin embargo, la colecta sólo pudo realizarse en tres poblaciones debido a la baja disponibilidad de frutos registrados en las mismas. El germoplasma colectado tiene una alta capacidad germinativa y por lo tanto estas poblaciones pueden ya incorporarse a un banco de germoplasma. La metodología utilizada demostró ser de gran utilidad para la colecta de germoplasma de la especie estudiada y factible de ser usada en otras especies de importancia forestal o con valor de uso que necesitan acciones de conservación urgente debido a las amenazas que enfrentan en una de las regiones más diversas del país.

## AGRADECIMIENTOS

A C. Mamani y L. Lindow por su colaboración en las tareas de campo, J. Sajama por su asesoramiento en la realización de los MDE, S. Sühning por su asesoramiento estadístico y P. Gorostiague por su asistencia con el idioma Inglés. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de la autora, financiada por una beca doctoral de CONICET, a quien se agradece.

## BIBLIOGRAFÍA

A C. Mamani y L. Lindow por su colaboración en las tareas de campo, J. Sajama por su asesoramiento en la realización de los MDE, S. Sühning por su asesoramiento estadístico y P. Gorostiague por su asistencia con el idioma Inglés. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de la autora, financiada por una beca doctoral de CONICET, a quien se agradece.

### Referencias BIBLIOGRÁFICAS

Administración de Parques Nacionales. 2018. Sistema de Información de Biodiversidad. Consultado en <http://www.sib.gov.ar>. Febrero 2020.

Aguirre-Gutiérrez, J.; Carvalheiro, L.G.; Polce, C.; van Loon, E.E.; Raes, N.; Reemer, M. & Biesmeijer, J.C. 2013. Fit-for-purpose: species distribution

model performance depends on evaluation criteria—Dutch hoverflies as a case study. *PloS one* 5: 1-11.

- Anderson, R.P. & Martínez-Meyer, E. 2004. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological conservation* 116: 167-179.
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 2014. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press. Estados Unidos. 1586pp.
- Burkart, A.E. 1952. *Las Leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas: Descripción sistemática de la familia, los géneros y las principales especies, de su distribución y utilidad en el país y en las regiones limítrofes*. Acme Agency. Argentina. 579pp.
- Curti, R.N.; Sajama, J. & Ortega-Baes, P. 2017. Setting conservation priorities for Argentina's pseudocereal crop wild relatives. *Biological conservation* 209: 349-355.
- de Viana, M.L.; Morandini, 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.
- Elith, J.H.; Graham, C.P.; Anderson, R.; Dudík, M.; Ferrier, S.; Guisan, A.J.; Hijmans, R.; Huettmann, F.R. & Leathwick, J. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.
- Fabroni, M. & Novara, L. 2009. Fabaceae-Tribu Mimoseae. Parte A. *Aportes Botánicos de Salta-Serie Flora* 8: 1-34.
- Gil, G.E. & Lobo, J.M. 2012. El uso de modelos predictivos de distribución para el diseño de muestreos de especies poco conocidas. *Mastozoología neotropical* 19: 47-62.
- Gorostiague, P.; Sajama, J. & Ortega-Baes, P. 2018. Will climate change cause spatial mismatch between plants and their pollinators? A test using Andean cactus species. *Biological conservation* 226: 247-255.
- Hay, F.R. & Probert, R.J. 2013. Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. *Conservation physiology* 1: 1.
- Hernández, P.A.; Graham, C.H.; Master, L.L. & Albert, D.L. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29: 773-785.
- Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jone, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology* 25: 1965-1978.
- Hirzel, A.H. & Le Lay, G. 2008. Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of applied ecology* 45: 1372-1381.

- Juárez, A.; Ortega-Baes, P.; Sühling, S.; Martin, W. & Galíndez, G. 2007. Spatial patterns of dicot diversity in Argentina. *Biodiversity and conservation* 16: 1669-1677.
- Ledesma, T.; De Bedia, G. & López, C. 2008. Productividad de *Prosopis alba* Griseb en Santiago del Estero. *Quebracho* 15: 5-8.
- Liu, C.; White, M. & Newell, G. 2013. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. *Journal of biogeography* 40: 778-789.
- Matteucci, S.D.; Rodríguez, A.F. & Silva, M.E. 2017. La vegetación de la Argentina. *Fronteras* 15: 4-29.
- Morello, J.; Rodríguez, A. & Silva, M. 2012. Ecorregión del Chaco Seco. En: Morello, J. (ed.). *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. Orientación Gráfica Editora. Argentina. pp. 151-204.
- Ortega-Baes, P.; de Viana, M. & Saravia, M. 2001. The fate of *Prosopis ferox* seeds from unremoved pods at National Park Los Cardones. *Journal of arid environments* 48: 185-190.
- Ortega-Baes, P.; de Viana, M.L. & Sühling, S. 2002. Germination in *Prosopis ferox* seeds: effects of mechanical, chemical and biological scarifiers. *Journal of arid environments* 50: 185-189.
- Oyarzabal, M.; Clavijo, J.; Oakley, L.; Biganzoli, F.; Tognetti, P.; Barberis, I. & Oesterheld, M. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecol. Austral* 28: 40-63.
- Parra-Quijano, M.; Iriondo, J.M.; Cruz, M.D.L. & Torres, E. 2011. Strategies for the development of core collections based on ecogeographical data. *Crop science* 51: 656-666.
- Parra-Quijano, M.; Iriondo, J.M. & Torres, E. 2012. Improving representativeness of genebank collections through species distribution models, gap analysis and ecogeographical maps. *Biodiversity and conservation* 21: 79-96.
- Peng, D.; Sun, L.; Pritchard, H.W.; Yang, J.; Sun, H. & Li, Z. 2019. Species distribution modelling and seed germination of four threatened snow lotus (*Saussurea*), and their implication for conservation. *Global ecology and conservation* 17: 1-10.
- Peterman, W.E.; Crawford, J.A. & Kuhns, A.R. 2013. Using species distribution and occupancy modeling to guide survey efforts and assess species status. *Journal for nature conservation* 21: 114-121.
- Phillips, S.J.; Anderson, R. & Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190: 231-259.
- Phillips, S.J. & Dudík, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161-175.
- Pritchard, H.W.; Moat, J.F.; Ferraz, J.B.; Marks, T.R.; Camargo, J.L.C.; Nadarajan, J. & Ferraz, I.D. 2014. Innovative approaches to the preservation of forest trees. *Forest ecology and management* 333: 88-98.
- Rebelo, H. & Jones, G. 2010. Ground validation of presence-only modelling with rare species: a case study on barbastelles *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of applied ecology* 47: 410-420.
- Rinnhofer, L.J.; Roura-Pascual, N.; Arthofer, W.; De-jaco, T.; Thaler-Knoflach, B.; Wachter, G.A.; Christian, E.; Steiner, F.M. & Schlick-Steiner, B.C. 2012. Iterative species distribution modelling and ground validation in endemism research: an Alpine jumping bristletail example. *Biodiversity and conservation* 21: 2845-2863.
- Soberón, J. 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology letters* 10: 1115-1123.
- Soberón, J.; Jiménez, R.; Golubov, J. & Koleff, P. 2007. Assessing completeness of biodiversity databases at different spatial scales. *Ecography* 30:152-160.
- Soberón, J. & Peterson, A.T. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity informatics* 2: 1-10.
- Zuloaga, F.O.; Morrone, O. & Belgrano, M.J. 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Consultado en <http://www.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm>. Diciembre 2019.

Población	Latitud (°S)	Longitud (°O)	Unidad de vegetación (Provincia Fitogeográfica)
Alemania**	25° 37' 44.8"	65° 37' 49.7"	Chaco Semiárido (Chaqueña)
Cafayate*	26° 3' 12.2"	65° 54' 19.2"	Monte de Sierras y Bolsones (Monte)
El Carril**	25° 11' 56.3"	65° 29' 28.2"	Chaco Semiárido (Chaqueña)
La Caldera	24° 41' 20.3"	65° 23' 27.6"	Selva y Bosque montanos (Yungas)
La Viña**	25° 27' 32.1"	65° 33' 47.5"	Chaco Semiárido (Chaqueña)
Metán	25° 21' 56.7"	64° 56' 9.2"	Chaco Semiárido (Chaqueña)
Peñas Azules*	25° 13' 46.1"	65° 12' 4.1"	Chaco Semiárido (Chaqueña)
Rosario de la Frontera*	25° 36' 22.1"	64° 57' 46.9"	Chaco Semiárido (Chaqueña)
Tartagal	22° 30' 58"	63° 47' 11.1"	Selva y Bosque montanos (Yungas)
Valle Morado	23° 27' 1.2"	64° 46' 59.9"	Selva y Bosque montanos (Yungas)

Tabla 1. Ubicación geográfica y unidad de vegetación según Oyarzabal et al. (2018) de cada una de las poblaciones en las que se evaluó la presencia de *Prosopis alba*. El nombre asignado a cada población corresponde a la localidad más cercana. (\*)Indica la presencia de la especie y (\*\*) que fue posible colectar germoplasma.

Población	Peso de la semilla (mg)	Capacidad germinativa (%)
Alemania (6)	38 ± 8.39	98.33 ± 1.67
El Carril (7)	37.3 ± 1.6	98.75 ± 1.25
La Viña (5)	39.1 ± 1.6	99 ± 1

Tabla 2. Peso de la semilla (media ± desvío estándar) y capacidad germinativa (media ± 95% intervalo de confianza binomial) para cada una de las poblaciones en las que fue posible colectar germoplasma. En cada población se indica entre paréntesis el número de individuos en los que se colectó germoplasma.

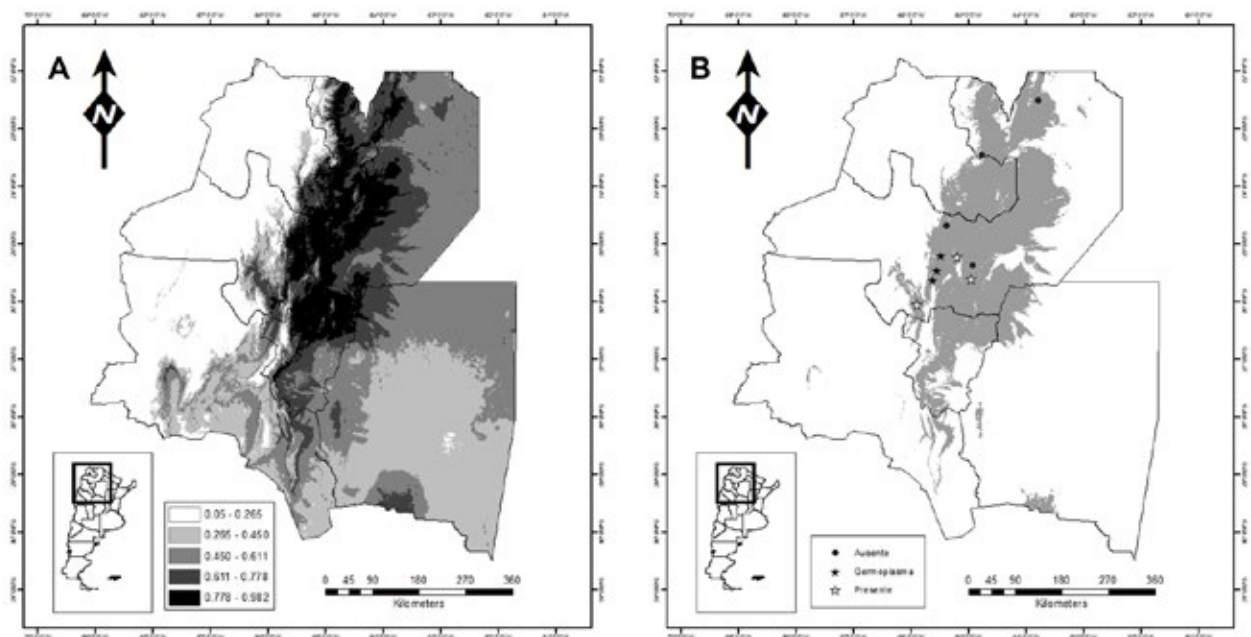


Figura 1. Distribución geográfica de *Prosopis alba* en el noroeste de Argentina. A) Distribución potencial expresada en probabilidades y B) distribución potencial luego de aplicar el umbral de corte. Se indican en B los sitios relevados en campo, diferenciándolos por la ausencia-presencia de la especie. Se resaltan los sitios en los que se colectó germoplasma.