

# ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO DE GESTIÓN PARA BANCOS DE GERMOPLASMA DE ESPECIES LEÑOSAS DE ARGENTINA CON SEMILLAS ORTODOXAS. EL PROTOCOLO DEL BANCO NACIONAL DE GERMOPLASMA DE PROSOPIS (BNGP) – SEGUNDA PARTE

Verzino, G.E.<sup>1</sup>, Joseau, M.J.<sup>1</sup> y Frassoni, J.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Silvicultura, Córdoba, Argentina.

gverzino@agro.unc.edu.ar

## RESUMEN

Un Protocolo que ordene y describa todas las tareas que realiza un banco de germoplasma, desde la exploración y colecta hasta la adecuada documentación y difusión de información, sin dudas constituye una herramienta indispensable para una gestión exitosa. En el volumen 8 Número 1 de Nexo Agropecuario, se describieron las actividades de adquisición, procesamiento de frutos y acondicionamiento de semillas del Protocolo de Gestión del Banco Nacional de Germoplasma de Prosopis de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (BNGP FCA-UNC). El objetivo de este artículo es describir las actividades posteriores al acondicionamiento, que incluyen almacenamiento, caracterización, evaluación, documentación, intercambio y donación y venta de germoplasma, así como la difusión de las actividades del BNGP FCA-UNC, complementarias de aquellas. Se espera que este Protocolo sirva como modelo para la gestión eficiente de bancos de germoplasma de otras especies leñosas de semillas ortodoxas.

Palabras clave: *conservación ex situ – algarrobos – diversidad genética – recursos genéticos forestales*

## INTRODUCCIÓN.

La sola creación de un banco de germoplasma no garantiza la conservación y disponibilidad de recursos fitogenéticos si el banco no se gestiona adecuadamente. La gestión eficiente comienza con una cosecha oportuna del germoplasma, para capturar la mayor variabilidad al menor costo, a la que se suman el procesamiento y acondicionamiento de semillas de forma rápida y segura. El almacenamiento en condiciones acordes a los requerimientos de cada especie es clave para conservar su viabilidad por largos períodos de tiempo, condición que debe asegurarse mediante estrictas medidas de seguridad y control. El germoplasma, por otra parte, no tendrá ningún valor si no se documenta minuciosamente cada etapa del proceso, desde la identificación de la accesión hasta su caracterización, evaluación y eventual donación y/o venta.

Un Protocolo que ordene y describa todas estas tareas, sin dudas constituye una herramienta indispensable para la gestión exitosa de un banco de germoplasma.

En Verzino *et al.* (2020) se describen las actividades de adquisición (1), procesamiento de frutos (2) y acondicionamiento de semillas (3) del Protocolo de Gestión del BNGP FCA-UNC.

El objetivo de este trabajo es describir las actividades de almacenamiento de semillas (4), caracterización (5), evaluación (6), documentación y manejo de la información (7), intercambio, donación y venta de

germoplasma (8), así como la difusión de las actividades del BNGP FCA-UNC (9), complementarias de aquellas.

Se espera que este Protocolo sirva como modelo para la gestión eficiente de bancos de germoplasma de otras especies leñosas de semillas ortodoxas.

## PROTOCOLO DE GESTION DEL BNGP FCA-UNC. Segunda Parte

### 4. Almacenamiento de semillas

La conservación de los recursos fitogenéticos requiere asegurar su viabilidad y características genéticas originales. Esto se logra controlando las condiciones de almacenamiento para inhibir el metabolismo de las muestras (Jaramillo y Baena, 2000).

Según las normas de FAO (2014) en colecciones activas (corto y mediano plazo) las muestras se almacenan refrigeradas entre 5 y 10 °C y con una humedad relativa del  $15 \pm 3 \%$ ; mientras que, en colecciones base (banco pasivo), las accesiones (Accesión: Una muestra distinta, singularmente identificable de semillas que representa un árbol o una población y que se mantiene almacenada para su conservación y uso) y sus duplicados se deberán almacenar a una temperatura de  $-18 \pm 3 \text{ °C}$  y una humedad relativa del  $15 \pm 3$  por ciento.

En el BNGP FCA-UNC, tanto la colección base como la colección activa se conservan en freezers, a  $-18 \text{ °C}$ , con

un tenor de humedad en las semillas de, aproximadamente, 6 y 9 %, respectivamente (**Figura 1**).



**Figura 1.** Banco base original del BNGP FCA-UNC, envases tapa a rosca, freezer - 18°C.

Al respecto, se pudo comprobar que, a bajos contenidos de humedad de las semillas (9 %), la viabilidad se mantenía, independientemente de la temperatura de almacenamiento. En estos casos, la limitante era el ataque de brúquidos, que no se controlaba totalmente a 4 - 7 °C y menos aún a temperatura ambiente (Verzino *et al.*, 1995). Por ese motivo, se optó por el almacenamiento del Banco Activo a -18 °C.

Es importante garantizar que los equipos de refrigeración, así como los generadores de seguridad y los equipos de control del suministro eléctrico, se encuentren en buenas condiciones de funcionamiento (FAO, 2014). Igualmente, los bancos de germoplasma deben asegurarse duplicados en otro sitio, de modo que, si se produce una pérdida en la colección, el material pueda reconstituirse a partir de los duplicados (FAO, 2014).

Actualmente, el banco pasivo del BNGP FCA-UNC trata de conservar tres muestras de 60 g por accesión: 1) para conservación propiamente dicha, 2) para control de viabilidad y 3) para resguardo del banco base, almacenadas en otro edificio (este último ítem en gestión).

Se efectúan controles periódicos del banco pasivo, cuyo objetivo es detectar la pérdida de viabilidad durante el almacenamiento a largo plazo antes de que ésta se reduzca por debajo del umbral para la regeneración.

Las pruebas de control mediante análisis de poder germinativo (PG) se fijaron, inicialmente, cada 5 años,

sobre el 10% de las accesiones almacenadas. Pero los estudios recientes sobre la longevidad de las semillas en el almacenamiento (Verzino *et al.*, 2019) indican que intervalos de 10 años entre pruebas serían aceptables para especies de *Prosopis*, en concordancia con lo estipulado por las Normas FAO (2014).

El umbral de viabilidad para la regeneración de la accesión fue fijada de la siguiente forma: las accesiones que tuvieran menos de 10 g de semilla y PG igual o menor a 40 % se germinan in vivo y se destinan a colecciones vivas en el sitio de origen o similar (**Figura 2**).



**Figura 2.** Colección ex situ del BNGP FCA-UNC plantada en el Campo Escuela de la FCA, UNC.

Si el lote de semillas resultantes de la colecta es escaso, éste se destina por completo a banco pasivo, ya que se prioriza la conservación de la biodiversidad por sobre la comercialización y/o donación de semillas.

## 5. Caracterización

Se denomina así a la descripción del germoplasma vegetal a través de caracteres altamente heredables, ya sean éstos morfológicos, fisiológicos, tecnológicos, químicos o biológicos. Dada la importancia de conocer el material almacenado, es conveniente efectuar la caracterización ni bien ingresa la accesión para asegurar su uso posterior, ya sea en investigación o producción (FAO 2014).

El algarrobo es un complejo sistema de especies taxonómicas entrelazadas entre sí que dan por resultado un sinnúmero de formas denominadas “enjambres híbridos” (Saidman, 1986; Verga, 1995). El intercambio genético se produce normalmente entre especies

“blancas” y “negras” ya que, en general, sus distribuciones naturales son simpátricas. (Verga *et al.*, 2009; Verga, 2014). Esta particularidad hace que sea difícil diferenciar entre sí, a simple vista, las especies y sus híbridos.

Inicialmente, las accesiones conservadas en el BNGP FCA-UNC fueron determinadas siguiendo las premisas de Burkart (1976) en su obra “*A monograph of the genus Prosopis*”, que aún constituye una guía invaluable para el reconocimiento y diferenciación preliminar de las

especies. Posteriormente, se realizaron diversos estudios (Verga, 1995; Joseau *et al.*, 2013, Verga *et al.*, 2009) que permitieron demostrar que la caracterización morfológica, mediante taxonomía numérica, basada en rasgos de hojas y frutos, diferencian las especies y sus híbridos en un grado de detalle muy superior al alcanzado mediante la sistemática clásica. La **Tabla 1** muestra los descriptores morfológicos que resultaron útiles para la diferenciación.

**Tabla 1.** Descriptores de hojas y frutos considerados para la caracterización de las especies

Descriptor	Se mide, se cuenta o se calcula
<b>Lpe</b>	Longitud del pecíolo (cm).
<b>Npi</b>	Número de pares de pinas.
<b>Lpi</b>	Longitud de la pina (cm).
<b>Nfol</b>	Número de pares de foliólulos por pina.
<b>Difol</b>	Distancia entre foliólulos. Se calcula mediante: LPI/NFOL
<b>Lfol</b>	Longitud del foliólulo (cm).
<b>Afol</b>	Ancho del foliólulo (cm).
<b>L-Afol</b>	Relación Longitud/Ancho de foliólulo. Se calcula dividiendo LFOL/AFOL
<b>ArFol</b>	Área del foliólulo (cm <sup>2</sup> ).
<b>Ap-Tot</b>	Relación área del ápice del foliólulo 1/3 del Largo de Foliólulo/área total del foliólulo.
<b>ArTot</b>	Índice de Área total de la hoja. Se calcula mediante: ArFol x 2 x Nfol x 2 x Npi
<b>LFr</b>	Largo de fruto
<b>AFr</b>	Ancho de fruto
<b>GFr</b>	Grosor de fruto
<b>Forma</b>	Forma de fruto
<b>Color</b>	Color de fruto
<b>Borde</b>	Borde de fruto

En la actualidad, el BNGP FCA-UNC caracteriza los árboles cosechados mediante análisis visual de hojas y frutos de acuerdo a Burkart (1976) con ratificación de casos dudosos a través de taxonomía numérica (Joseau *et al.*, 2013, Verga *et al.*, 2009) utilizando el Programa Hojas 3.4 (Verga 2010) para la medición de los órganos (**Figura 3**) e Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2012) para los análisis estadísticos. El análisis isoenzimático de semillas mediante la enzima Alcohol Deshidrogenasa (ADH) también diferencia las especies de algarrobos blancos (*P. alba* y *P. chilensis*) de los negros (*P. nigra* y *P. flexuosa*) (**Figura 4**). Esta técnica se utiliza para la identificación de rodales semilleros puros de las especies deseadas (Resol. INASE 374/14).

*El Herbario del BNGP FCA-UNC:* Una colección de plantas prensadas, secas y conservadas entre papel se denomina herbario (Parodi, 1948). El BNGP FCA-UNC posee un herbario que se originó a la par que se realizaron las primeras colectas. Se trata de que cada árbol cosechado a campo posea un ejemplar de herbario que consiste en

una muestra de hojas con material reproductivo (fruto). El ejemplar herborizado va acompañado de una ficha de catálogo (**Figura 5**) (Joseau y Schule, 2005).

Para eliminar insectos, se introducen los herbarios en freezer (-18 °C) durante 10 días y, con el objeto de evitar la re-infestación se utilizan repelentes, como naftalina o insecticidas de control directo en aerosol.

Posteriormente son determinados y ubicados en el herbario según su sistema de ordenamiento. Allí se conservan constituyendo un material testigo o de referencia (Castillo *et al.*, 2012) (**Figura 6**).

El herbario es un elemento de trabajo indispensable para un banco de germoplasma ya que permite rectificar posibles errores cometidos al describir las especies o para subsanar deficiencias en las descripciones (Parodi, 1948). Posibilita además, comparar entre sí ejemplares de una misma especie crecidos en distintas condiciones, establecer el parentesco de especies diferentes (Parodi, 1948) o comparar distintas situaciones históricas de un

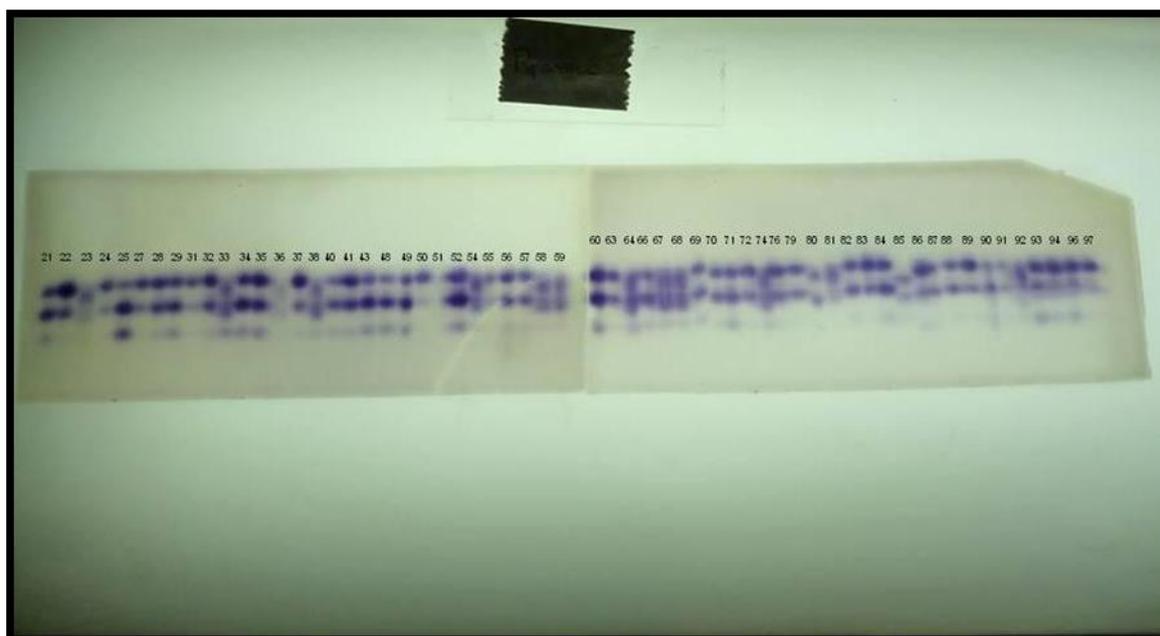
mismo ejemplar, en el caso de especies leñosas plurianuales.

A partir del año 2007, bajo la denominación ACOR-BNGP, forma parte del Herbario ACOR de la FCA-UNC,

herbario que está indexado en el Index Herbariorum y es miembro de la Red Nacional de Colecciones Biológicas.



**Figura 3.** Hojas herborizadas para medición de atributos de *P. flexuosa* con el Programa Hojas 3.4 (taxonomía numérica)



**Figura 4.** Corrida electroforética, análisis isoenzimático de semillas mediante la enzima Alcohol Deshidrogenasa (ADH) en *P. flexuosa* de Pipanaco – Catamarca.



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
HERBARIO ACOR



Nº .....

FAM.: ..... DET.: .....

PAÍS: ..... PROV.: .....

DPTO.: ..... LOC.: .....

..... FECHA: .....

LEG.: .....

**Figura 5.** Ficha de catálogo de los ejemplares herborizados en el Herbario del BNGP FCA-UNC



**Figura 6.** Armario metálico con carpetas de herbarios ordenadas por fecha de ingreso a la colección del BNGP FCA-UNC en el Herbario ACOR y etiquetadas para facilitar la búsqueda.

## 6. Evaluación

La evaluación consiste en la observación y registro de aquellas características cuya expresión suele estar influida por factores ambientales (FAO, 2014). Los datos de evaluación incluyen resistencias a plagas y enfermedades, evaluación de la calidad (p.ej. crecimiento, madera, frutos) así como tolerancia a factores ambientales (a la sequía, al frío, a la salinidad).

El BNGP FCA-UNC ha llevado a cabo algunos estudios de evaluación de especies, procedencias y progenies (Verzino *et al.*, 2003, Carranza *et al.*, 2000) que permitieron identificar accesiones con mayor potencial productivo. No obstante, el mayor caudal de información lo obtuvieron instituciones vinculadas al BNGP FCA-UNC, principalmente INTA, utilizando para sus ensayos germoplasma de su colección almacenada en el BNGP FCA-UNC (López Lauenstein *et al.*, 2013; Sagadín *et al.*, 2015).

Este tipo de información facilita una identificación más orientada del germoplasma que satisface las necesidades de los posibles usuarios, por lo que los datos obtenidos deben ser incorporados al sistema de documentación del banco de germoplasma.

Los responsables de los bancos deben procurar obtener registros de ensayos de evaluación. Una posible fuente son los producidos por los usuarios a los que se ha enviado semillas, con los cuales el banco de germoplasma puede acordar compartir los resultados (FAO 2014).

## 7. Documentación y manejo de la información

Un banco de germoplasma pierde sentido si los materiales almacenados no están documentados. De nada sirven 2000 accesiones si no se sabe qué especies son, de dónde provienen y qué PG poseen.

La documentación es, en síntesis, tan importante como el propio germoplasma y, por eso, comienza en el mismo momento que comienza la conservación.

Toda la información generada durante el proceso de adquisición, procesamiento, almacenamiento, control, caracterización, evaluación y distribución deberá ser registrada en una base de datos diseñada a tal efecto (FAO, 2014).

Existen muchos sistemas de documentación. Aunque todavía se emplean sistemas sencillos basados en notas manuscritas y planillas de datos en archivos excel, el creciente número de usuarios y de accesiones, y los requisitos cada vez más estrictos exigen programas de manejo de bases de datos aplicables a bancos de germoplasma y acceso a internet (Engels y Visser, 2007). Estos sistemas de gestión deben permitir el almacenamiento y la actualización de datos, el procesamiento y análisis así como el intercambio de datos (Painting *et al.*, 1993). Además, deben ser seguros

para evitar modificaciones accidentales, no autorizadas, o pérdidas.

*El Sistema de Gestión de la Información del BNGP.* El BNGP FCA-UNC tiene un sistema de gestión de la información que combina planillas en formato papel, para el registro a campo o en el galpón de procesamiento; planillas excel, en las que se carga temporalmente la información de las planillas papel, y el sistema *on line*, conectado a internet, para permitir el acceso de todo el mundo a la información.

*La documentación de la información en formato papel.*

Las principales instancias de registro de información son:

1. Datos de la accesión: Esta información se registra en la Planilla de Campo, en el momento de la colecta e inmediatamente luego de la misma (Verzino *et al.*, 2020)
2. Trazabilidad de la accesión: Esta información se registra en la Planilla de Trazabilidad desde la colecta hasta que las semillas ingresan en almacenamiento (Verzino *et al.*, 2020). Incluye el geo-posicionamiento de la accesión, el peso de frutos de la muestra, el peso de semilla limpia y el PG de la semilla.
3. Herbario: A cada árbol cosechado corresponde material de herbario y una ficha de herbario. Posteriormente, en laboratorio, se asigna el número de catálogo del Herbario ACOR-BNGP.

*El Sistema on line de Gestión de la Información* corre en los servidores de la Universidad Nacional de Córdoba y cuenta con acceso autenticado, para el manejo de la información y la ejecución de procedimientos por parte del personal del BNGP FCA-UNC, y acceso público, sin autenticación, para toda persona que desea hacer consultas habilitadas (Zader *et al.*, 2012; Zader *et al.*, 2018). Ha sido implementado completamente utilizando software libre. Corre sobre un motor de búsqueda de base de datos MySQL 5.0 (<https://www.mysql.com>) y las interfaces y funcionalidades han sido implementadas sobre el framework CakePHP 2.5.4 (<https://cakephp.org>) Los objetivos del Sistema son: 1. Almacenar información confiable sobre la distribución y caracterización de las especies de *Prosopis* que crecen en Argentina consideradas prioritarias. 2. Conocer en tiempo real la disponibilidad y calidad de semillas conservadas. 3. Llevar un registro actualizado de los resultados de ensayos de mejoramiento genético. 4. Facilitar la trazabilidad de las semillas. 5. Vincular a todos los grupos de investigación y desarrollo que trabajan en relación con el BNGP FCA-UNC en la cosecha, conservación y mejoramiento del género.

El Manual del Usuario (Zader *et al.*, 2018) orienta y asiste al personal del BNGP FCA-UNC (Usuarios del Sistema – US) para llevar adelante las funciones del sistema *on line* y describe cuatro tipos de funciones: 1. Carga de Datos (Administración): permite alta, baja y modificación de datos asociados a las entidades

(Entidad: cada ente que se registra: árboles cosechados, sus características y mediciones; lugares de cosecha, sus características y mediciones; especies cosechadas, recolectores y datos de contacto, accesiones, bancos de almacenamiento de semillas, herbario, etc.) 2. Operaciones experimentales: traspaso de accesiones entre bancos pasivo y activo, generación de mezclas y proceso de venta y/o donación de accesiones. 3. Consulta de información: permite a los usuarios internos del banco, generar reportes de información elegida de acuerdo a criterios predefinidos. 4. Acceso público (Disponibilidad): Consulta de stock para venta y/o donación, por especie, provincia y lugar.

El procedimiento a seguir por el curador y el personal del BNGP FCA-UNC desde el momento en que ingresa la semilla al banco activo está descrito en el Manual del Usuario, por lo que no se considera pertinente incluirlo aquí. Solamente se enumeran los aspectos más importantes a tener en cuenta.

**Acceso al Sistema on line:** El sistema es accesible a través del enlace: <http://agro.unc.edu.ar/~paginafacu/servicios/germo/index.html> (Figura 7).

Ingresando en "Germoplasma", ubicado en el menú superior, y luego en "Iniciar Sesión" el US ingresa a la sección de autenticación, disponible únicamente para el personal del banco (Figura 8). Una vez autenticado, mediante un usuario y clave, el US dispone de un Menú de Administración (Figura 9) sobre el cual podrá operar el sistema completo.

Se incorpora al sistema la información sobre los árboles cosechados, sus características y mediciones; lugares de cosecha, sus características y mediciones; especies cosechadas, recolectores y datos de contacto. También se da el alta a las accesiones que ingresan al Banco Activo. Cada vez que se ingresa una accesión, el sistema

genera automáticamente un código de identificación único para cada registro, denominado pasaporte. Los datos de pasaporte son los datos mínimos de cada accesión que deben estar disponibles para garantizar la gestión, y deberán utilizarse normas internacionales para su conformación, tales como los descriptores de pasaporte para cultivos múltiples de la FAO y Bioversity (Alercia *et al.*, 2012), lo que facilita, en gran medida, el intercambio de datos.

El pasaporte de las accesiones del BNGP FCA-UNC tiene el siguiente formato:

*Código de país (longitud 2) + código de provincia (longitud 2)+ código de dpto (longitud 4) + N° de árbol o RD (longitud variable) + N° de grupo recolector + abreviatura de especie (longitud 2) + año de cosecha (longitud 4)*

*Por ejemplo: ARLRLRGL108624PC2011*

Donde:

AR: Argentina

LR: La Rioja

IRGL: General Lavalle

1086: Árbol o RS

24: Recolector o grupo recolector

PC: *Prosopis chilensis*

2001: Año de cosecha

**Movimiento de germoplasma.** Una vez ingresada la accesión al Banco Activo, se llevan al Banco Pasivo tres muestras de semillas para su conservación a largo plazo, lo que queda registrado en el sistema. También se registra cada salida de germoplasma por venta o donación.

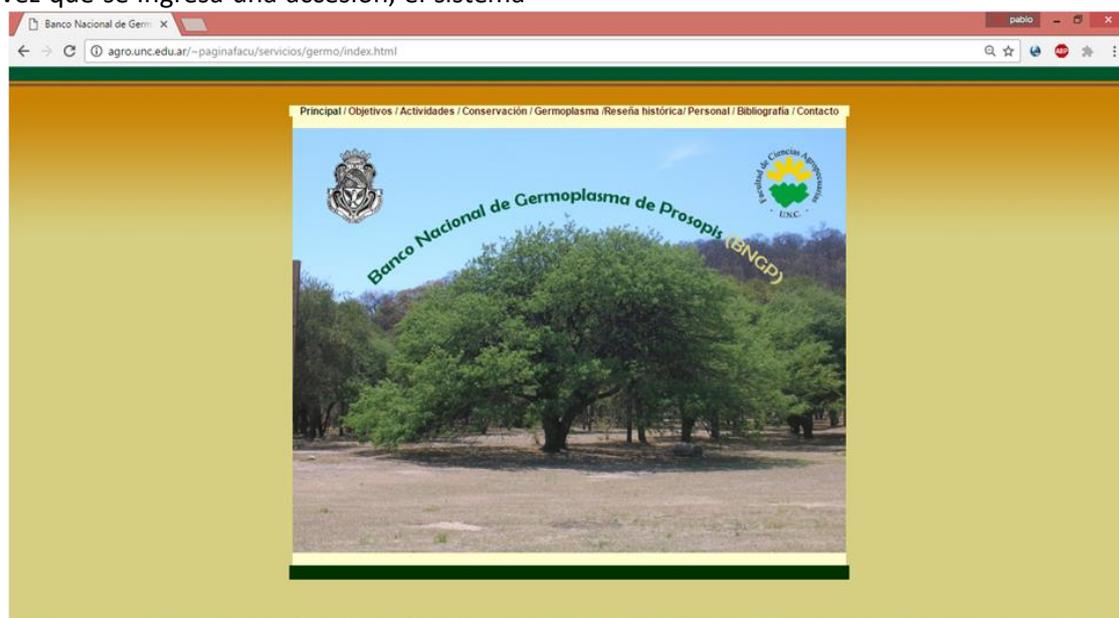


Figura 7. Ventana oficial del BNGP en la página web de la FCA, UNC.



Figura 8. Menú de administración para operar el sistema



Figura 9. Iniciando sesión en el Sistema de Gestión de la Información del BNGP FCA-UNC

### 8. Intercambio, donación y venta de germoplasma

El BNGP FCA-UNC es, en general, donante de germoplasma con fines educativos o científicos. La donación de semillas requiere de la presentación de una nota por parte del solicitante, donde se especifica la institución receptora y el destino que se le dará al material. El germoplasma se provee con información sobre especie, procedencia y calidad (**Figura 10**).

En el caso de donaciones de plantines para la instalación de colecciones *ex situ*, se firman Convenios Específicos

de Cooperación donde constan las especificaciones de los materiales donados y el compromiso de los receptores de cuidarlos y proveer información sobre su desempeño.

Tanto la donación como la venta de semillas exigen que el operador (en este caso el BNGP FCA-UNC) esté inscripto en el Registro Nacional de Comercio y Fiscalización de Semillas (RGCyFS) (Res.INASE 256/99). El BNGP FCA-UNC tiene el número de registro 1559/ACHIJ1K1. Además, se establece la obligatoriedad

de inscribir en el Listado Nacional de Materiales Básicos Forestales (MBF) las fuentes semilleras. Los MBF de los cuales se obtienen semillas actualmente son las Áreas Productoras de Semillas de Especies Nativas (APSEN) (Espacio físico delimitado o fuente semillera donde los Operadores de Especies Nativas debidamente inscriptos podrán coleccionar semillas... para su investigación, mejoramiento o multiplicación... para eventual comercialización...) (Res. INASE 318/18) y los Rodales Semilleros (Rodal Semillero (RS): el grupo de árboles de base genética amplia, lo suficientemente aislado para reducir los efectos contaminantes de polen foráneo, y

que por presentar características deseables en cuanto a forma, crecimiento y sanidad de los árboles, es manejado para producir semilla. Aquí los individuos de baja calidad se eliminan y solamente se conservan los mejores progenitores para cruzarlos. Estos son seleccionados solamente por sus cualidades fenotípicas y rara vez son sometidos a pruebas de progenies. Se conoce el origen o procedencia de los árboles progenitores) (Res. INASE 374/14). Las semillas, por su parte, son de Fuente Identificada o de categoría Seleccionada y deben cumplir con los requisitos de rotulado dispuestos por el INASE.



Figura 10. Semilla envasada y rotulada para la venta. Obsérvese la información provista.

### 9. Difusión de las actividades del BNGP FCA-UNC

Esta actividad se lleva a cabo a través de la página web del BNGP FCA-UNC, <http://agro.unc.edu.ar/~paginafacu/servicios/germo/index.html>; así como de cursos de grado y posgrado, publicaciones científicas y de divulgación y videos informativos (Ingeniería Global 2014, 2017).

Es importante que el BNGP FCA-UNC esté indexado en sistemas o redes nacionales, que figure en los Informes Nacionales sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos de FAO (<http://www.fao.org/>), y en redes mundiales, p.ej. WIEWS (Sistema Mundial de Información y alerta rápida sobre recursos fitogenéticos para la alimentación

y la agricultura – FAO). El InstCode del BNGP FCA-UNC en WIEWS es ARG1339, el cual es un identificador único de las organizaciones que conservan el germoplasma y sirve para intercambiar información entre ellas.

La designación de un especialista en manejo de la información, que responda por la información del banco y maneje su sitio web reporta muchos beneficios (Engels y Vissel 2007).

En síntesis, el Protocolo de Gestión del BNGP FCA-UNC ordena y sistematiza las actividades realizadas para la conservación *ex situ* de este recurso genético tan valioso desde la etapa de exploración de nuevas áreas

semilleras hasta la difusión de experiencias y conocimientos.

La información que aquí se brinda, a su vez, sirve de base para la elaboración de protocolos de bancos de germoplasma de similar función.

## AGRADECIMIENTOS

A la FCA-UNC, por el apoyo brindado para la creación y el funcionamiento del BNGP. A los investigadores y autoridades de innumerables instituciones, y en particular del INTA, que contribuyeron al conocimiento de estas valiosas especies y al funcionamiento cotidiano del BNGP FCA-UNC. A los estudiantes que brindaron su esfuerzo para el crecimiento del BNGP FCA-UNC.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alercia, A., Diulgheroff, S. y Mackay, M. 2012. FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2). Roma, FAO y Bioversity International, disponible en [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/1526.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/1526.pdf)
- Burkart, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (*Leguminosae* subfam. Mimosoideae) (Part 1 and 2). Catalogue of the recognized species of *Prosopis*. Journal of the Arnold Arboretum. 57:219-249 y 450-525
- Carranza, C.; Verzino, G.; Di Rienzo, J.; Ledesma, M. y J. Joseau 2000. Componentes de la variación adaptativa de *Prosopis chilensis*: El índice de brotación. *Multequina* 9: 55-64.
- Castillo, N.E., Verzino, G., Fuentes, E., Joseau, J. y Verga, A. 2012. Herbario ACOR-BNGP de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba: una herramienta para estudios científicos y técnicos del género *Prosopis*. Actas de la Reunión Nacional del Algarrobo. Córdoba. pp.33.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada and C. W. Robledo. 2012. "InfoStat versión 2012". Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <<http://www.infostat.com.ar>>
- Engels, J.M.M. y Visser, L., eds. 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales de Bioversity para Bancos de Germoplasma N° 6. Roma.
- FAO, 2014. Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma.
- Ingeniería Global, 2014. Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=oF5kKX-EMjY>;
- Ingeniería Global, 2017. Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=WPIAGqTddmI>
- Jaramillo, S. y Baena, M. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación ex situ de recursos fitogenéticos. IPGRI, Cali, Colombia, 210 pp.
- Joseau, M. J. y Castro Schule F. F. 2005. Caracterización del género *Prosopis*. EN Verzino, G. y Joseau, M. J. (Eds), 2005. El Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*. Conservación de recursos forestales nativos en Argentina. Córdoba, Argentina, 172 pp.
- Joseau M. J., Verga A. R., Díaz M. P and Julio N. 2013. Morphological Diversity of Populations of the Genus *Prosopis* in the Semi-arid Chaco of Northern Córdoba and Southern Santiago Del Estero. *American Journal of Plant Sciences*. 4, 2092-2111.
- López Lauenstein, D.; M. Fernández and A. Verga. 2013. "Drought stress tolerance of *Prosopis chilensis* and *Prosopis flexuosa* species and their hybrids". *Trees-Structures and Function* 27:285-296.
- Painting, K.A., Perry, M.C., Denning, R.A. y Ayard W.G. 1993. Guía para la documentación de recursos genéticos, IPGRI, Roma, Italia. 295 pg. Disponible en [http://www.bioversityinternational.org/Publications/pubfile.asp?ID\\_PUB=507](http://www.bioversityinternational.org/Publications/pubfile.asp?ID_PUB=507)
- Parodi, L., 1948. ¿Por qué se coleccionan plantas y se conservan secas en un herbario?. *Ciencia e investigación*. Revista patrocinada por la Asociación Argentina para el progreso de las Ciencias. Vol. IV, N°4:133-176
- Sagadín, M., Cabello, M., Verga, A., López Lauenstein, D. y Luna C. 2015. Desarrollo de estrategias experimentales para la evaluación de la simbiosis hongos micorrízicos arbusculares nativos *Prosopis alba* en condiciones controladas. IV Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos. CONEBIOS, Esquel. Chubut, Argentina.
- Saidman, B. O. 1986. "Isoenzymatic studies of alcohol dehydrogenase and glutamate oxalacetate transaminase in four Southamerican species of *Prosopis* and their natural hybrids". *SilvaeGenetica* 35: 3-10.
- Verga, A. 1995, "Genetische Untersuchungen an *Prosopis chilensis* und *P. flexuosa* (Mimosaceae) im trockenen Chaco Argentinien". *Göttingen Research Notes in Forest Genetics*. Abteilung für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Universität Göttingen, Nro. 19, 96 pp.
- Verga A.; D. López Lauenstein; C. López; M. Navall; J. Joseau; C. Gómez; O. Royo; W. Degano y M. Marcó. 2009. "Caracterización morfológica de los algarrobos (*Prosopis* sp.) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina". *Quebracho* 17(1,2) (31-40).

- Verga, A. 2010. "Programa HOJA". Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales, CIAP, INTA. Distribución gratuita
- Verga, A. 2014. Rodales semilleros de *Prosopis* a partir del bosque nativo. Revista de Ciencias Forestales. Quebracho Vol. 22 (1,2):125-138. UNSE. Santiago del Estero.
- Verzino, G.; M. Sagadín and P. Díaz 1995. Effect of mechanical thrashing and storage temperature on viability of *Prosopis chilensis* seeds. Proceedings of the Symposium on Innovations in Tropical Tree Seed Technology, Tanzania, pp. 260-267.
- Verzino G., Carranza, C., Joseau, J., Ledesma, M. and J. Di Rienzo 2003. Genetic adaptive variation of *Prosopis chilensis* (Moll) Stuntz . Preliminary results from one test-site. Forest Ecology and Management 175: 119-129.
- Verzino, G. E., Frassoni, J. E. , Joseau, M. J. , Clausen, G., Navarro, C. 2019. Conservación *ex situ*, *circa situ* e *in situ* realizada por el Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*, Córdoba, Argentina. Revista Nexo Agropecuario, Vol. 7, Num. 1 Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/issue/view/1935>
- Verzino, G.E., Joseau, M.J. y Frassoni, J.E. 2020. Elaboración de un protocolo de gestión para bancos de germoplasma de especies leñosas de Argentina con semillas ortodoxas. El Protocolo del Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis* (BNGP) – Primera Parte. Revista Nexo Agropecuario, Vol. 8, Núm. 1, disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/nexoagro/issue/view/>
- Zader, P., Carmona, L., Verzino, G., Castillo, N., Herrera, J., Vocos, M. y Verga, A. 2012. Implementación de una base de datos para el Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*. Actas de la Reunión Nacional del Algarrobo. Córdoba. pp. 114.
- Zader, P., Carmona, L., Verzino, G., Joseau, M.J., Castillo, N., Herrera, J., Vocos, M. y J. Frassoni. 2018. Sistema de Gestión del Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis*. RE-2018-14460561-APN-DNDA#MJ. Registro de Propiedad Intelectual.