



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Trabajo final de graduación
modalidad pasantía**

**Evaluación de la supervivencia y variabilidad
morfométrica a campo en ensayo de procedencias de
*Prosopis alba***

Pasante:
Sebastián Emanuel Domitrovic

Directora:
Ing. Agr. María Laura Fontana

2018

*“Me gustaría que estas líneas sirvieran para
expresar mi mas profundo y sincero
agradecimiento a mi familia por enseñarme el
valor del estudio y de lo que tengo, a mis amigos
por su ayuda, comprensión y paciencia, y a todos
profesores de esta Universidad que han dejado
una huella en mí.”*

INDICE

INTRODUCCION	1
LUGAR DE REALIZACION	2
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES REALIZADAS	3
A. Inventario de la plantación: relevamiento de fallas	3
B. Registro de variables dasométricas	3
C. Estimación del volumen de árbol en pie	4
D. Registro de variables morfométricas	5
E. Mantenimiento de la plantación	6
F. Procesamiento de datos y obtención de resultados	7
CONSIDERACIONES FINALES	11
BIBLIOGRAFIA	12

INTRODUCCIÓN

Prosopis alba Griseb. (Algarrobo blanco) es una de las especies de algarrobo de mayor distribución geográfica del género y figura entre las once endémicas de Argentina (Burkart, 1976; Hunziker *et al.*, 1986); además, se la considera una de las maderas nativas de mayor uso. Habita en zonas de 500 a 1200 mm de precipitación anual y concentración estival, con temperaturas extremas entre los 48 °C de máxima absoluta, hasta los -10°C de mínima absoluta (Karlin *et al.*, 1997).

Los algarrobos blancos se encuentran distribuidos principalmente en los bosques nativos del parque chaqueño siendo el componente principal de esta formación, tanto en Argentina como en Bolivia y Paraguay en el Gran Chaco Americano (Roig, 1993). El 80% de la extracción nacional se realiza en Chaco y Formosa, sobre una superficie total de 760.000 ha. En este contexto, el recurso como tal se encuentra en proceso de extinción y una manera de revertir este fenómeno es la incorporación de la especie al cultivo (Verga, 2005).

Al cultivo de la especie considerada en el presente trabajo se le reconoce como problema inicial la carencia de información relacionada al comportamiento de los materiales biológicos provenientes de diferentes áreas productoras de semillas. En este sentido, Styles (1979) define “procedencia de la semilla” al área geográfica y ambiental donde crecieron los árboles progenitores y su importancia radica en el control genético que ésta ejerce sobre caracteres de comportamiento como crecimiento, producción y supervivencia, entre otros.

Para el algarrobo blanco, cuyo cultivo es promocionado por la ley nacional de inversiones para bosques cultivados (Ley N° 26.432/08), se registran un reducido número de publicaciones que informan resultados de ensayos de procedencia y reconocen alguna de las evaluadas como promisoria para algún área en particular (Delvalle *et al.*, 2003; López Lauenstein *et al.*, 2012). Al mismo tiempo, dichas evaluaciones carecen de descripciones sobre los parámetros morfométricos de los individuos de cada procedencia que resulten útiles para definir la aptitud de cada origen geográfico para la obtención de productos forestales madereros (individuos con fustes rectos y pocas ramas) o productos forestales no madereros y/o servicios (donde interesarán la producción de frutos, las dimensiones de las copas, etc.).

Desde el año 2013, docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE) realizan actividades relacionadas con el género *Prosopis* L.: se han caracterizado morfológicamente individuos seleccionados de *Prosopis* spp. de la colección de la EEA INTA Sáenz Peña, se ha estudiado la morfometría, así como los parámetros de vigor de semillas de *P. alba* de tres procedencias como también se evaluó el efecto de la procedencia sobre parámetros de calidad de plantas de *P. alba* en vivero.

Considerando que la caracterización morfológica del material es el paso inicial para definir la aptitud de cada procedencia y, en simultáneo, generar información (crecimiento, altura de ramificación, diámetro de copas, etc.) aplicable en programas de mejoramiento genético, el presente plan propone la realización de actividades relacionadas a la descripción morfológica de individuos provenientes de tres áreas geográficas diferentes.

LUGAR DE REALIZACIÓN

Las tareas se llevaron a cabo sobre el ensayo de procedencias de *P. alba* establecido en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (CDEA) (Fig. 1 a-b). La especie analizada fue plantada en octubre de 2015 con un marco de 4 x 4 metros y cuenta con tres repeticiones, de 36 plantas cada una provenientes de los siguientes orígenes geográficos:

1. *P. alba* “santiagueño”: 27°52'44"S, 64° 9'16"O. Se ubica a 15 km al sudeste de la ciudad de Santiago del Estero a orillas del río Dulce. La temperatura media anual es de 20.7 °C y la precipitación media anual de 579 mm.
2. *P. alba* “chaqueño”: 24°15'58"S, 61°54'0"O. Se ubica en el extremo oeste de la provincia de Formosa a orillas del río Bermejo. La temperatura media anual es de 22.8 °C y la precipitación media anual de 678 mm.
3. *P. alba* “Salta Norte”: 22°12'1"S, 63°40'33"O. Se ubica en el extremo Norte de la provincia de Salta. La temperatura media anual es de 21.9 °C y la precipitación media anual de 1054 mm.



Fig. 1. a) Imagen satelital del ensayo ubicado en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias; b) Detalle del área del ensayo ubicado en el Campo Experimental.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

A. Inventario de la plantación: relevamiento de fallas

A los 24 meses de implantado, se registró el número de plantas vivas para determinar el porcentaje de supervivencia por procedencia.

Se calculó el Índice de respuesta neta (IR) basado en lo propuesto por Armas *et al.* (2004):

$$IR = (S1 - S2) / (S1 + S2)$$

Donde S1 y S2 corresponden a las supervivencias de las partidas de una especie de distintas procedencias. El valor absoluto de la diferencia permite que el orden de las partidas 1 y 2 en la expresión sea irrelevante. Este índice oscila entre 0 (no hay efecto de la procedencia), y 1 (la supervivencia es 100% superior en una partida que en la otra), siendo insensible a los valores absolutos de supervivencia (y por tanto a las condiciones del sitio y condiciones climáticas del año de plantación). Se realizará la comparación entre las dos procedencias que demuestren mejor comportamiento.

Para el relevamiento de fallas se confeccionó el plano de la plantación y, recorriendo la misma, fueron señaladas las plantas vivas (✓) y las muertas (X) (Figura 2a). Con los datos registrados se elaboró una planilla para calcular el número de fallas promedio de las tres repeticiones de cada procedencia y calcular con este promedio el IR.

B. Registro de variables dasométricas:

Para el registro organizado de estas variables y las necesarias para calcular el volumen de cada pie, se diseñó una planilla que permitió anotar los datos e identificar a qué individuo correspondían los mismos (Fig. 2b).

Diámetro a la altura de cuello (DAC): Se registró el diámetro del tronco en la base de cada planta, al ras del suelo. Las mediciones se realizaron mediante el uso de un calibre digital de precisión de 0,1 mm (Fig. 2c) y los resultados se expresaron en centímetros.

Altura total: Se empleó una cinta métrica con precisión de 1 mm (Fig. 2d). Se registró la altura alcanzada por el meristema apical de cada planta. En los casos de individuos de altura considerable, se procedió midiendo de a tramos.

Diámetro a la altura del pecho (DAP): Se registró en el caso de ser posible de acuerdo con el crecimiento, el diámetro del tronco a la altura normal de 1,3 m. Con la cinta métrica se indicó en el eje principal la altura normal a la cual, calibre mediante, se midió el diámetro. Los resultados se expresaron en centímetros.

<p style="text-align: center;">SUPERVIVENCIA ENSAYO PROSOPIS</p> <p>Fecha plantación: 23/10/15 Fecha tome datos:</p> <p style="text-align: center;">PINOS GOTH</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td></tr> <tr><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td></tr> <tr><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td></tr> <tr><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td></tr> <tr><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td></tr> <tr><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td></tr> <tr><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td></tr> <tr><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">FRUTALES</p>	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	<p style="text-align: center;">ENSAYO PROSOPIS</p> <p>Plantación: 23/10/15 – Toma de datos:</p> <p style="text-align: center;">PINOS GOTH</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td></tr> <tr><td>SN</td><td>SN 1</td><td>SN 6</td><td>Ch 1</td><td>Ch 6</td><td>Ch</td><td>Sg 1</td><td>Sg 6</td><td>Sg</td></tr> <tr><td>SN</td><td>SN 2</td><td>SN 5</td><td>Ch 2</td><td>Ch 5</td><td>Ch</td><td>Sg 2</td><td>Sg 5</td><td>Sg</td></tr> <tr><td>SN</td><td>SN 3</td><td>SN 4</td><td>Ch 3</td><td>Ch 4</td><td>Ch</td><td>Sg 3</td><td>Sg 4</td><td>Sg</td></tr> <tr><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Sg 1</td><td>Sg 6</td><td>Sg</td><td>SN 1</td><td>SN 6</td><td>SN</td></tr> <tr><td>Ch</td><td>Ch 1</td><td>Ch 6</td><td>Sg 2</td><td>Sg 5</td><td>Sg</td><td>SN 2</td><td>SN 5</td><td>SN</td></tr> <tr><td>Ch</td><td>Ch 2</td><td>Ch 5</td><td>Sg 3</td><td>Sg 4</td><td>Sg</td><td>SN 3</td><td>SN 4</td><td>SN</td></tr> <tr><td>Ch</td><td>Ch 3</td><td>Ch 4</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Sg 1</td><td>Sg 6</td><td>SN 1</td><td>SN 6</td><td>SN</td><td>Ch 3</td><td>Ch 4</td><td>Ch</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Sg 2</td><td>Sg 5</td><td>SN 2</td><td>SN 5</td><td>SN</td><td>Ch 2</td><td>Ch 5</td><td>Ch</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Sg 3</td><td>Sg 4</td><td>SN 3</td><td>SN 4</td><td>SN</td><td>Ch 1</td><td>Ch 6</td><td>Ch</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Sg</td><td>Sg</td><td>SN</td><td>SN</td><td>SN</td><td>Ch</td><td>Ch</td><td>Ch</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">FRUTALES</p>	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN 1	SN 6	Ch 1	Ch 6	Ch	Sg 1	Sg 6	Sg	SN	SN 2	SN 5	Ch 2	Ch 5	Ch	Sg 2	Sg 5	Sg	SN	SN 3	SN 4	Ch 3	Ch 4	Ch	Sg 3	Sg 4	Sg	Ch	Ch	Ch	Sg 1	Sg 6	Sg	SN 1	SN 6	SN	Ch	Ch 1	Ch 6	Sg 2	Sg 5	Sg	SN 2	SN 5	SN	Ch	Ch 2	Ch 5	Sg 3	Sg 4	Sg	SN 3	SN 4	SN	Ch	Ch 3	Ch 4	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Sg	Sg 1	Sg 6	SN 1	SN 6	SN	Ch 3	Ch 4	Ch	Sg	Sg 2	Sg 5	SN 2	SN 5	SN	Ch 2	Ch 5	Ch	Sg	Sg 3	Sg 4	SN 3	SN 4	SN	Ch 1	Ch 6	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch
SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg																																																																																																																																																																																																																	
SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg																																																																																																																																																																																																																	
SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg																																																																																																																																																																																																																	
SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg																																																																																																																																																																																																																	
Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN																																																																																																																																																																																																																	
Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN																																																																																																																																																																																																																	
Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN																																																																																																																																																																																																																	
Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN																																																																																																																																																																																																																	
Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch																																																																																																																																																																																																																	
Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch																																																																																																																																																																																																																	
Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch																																																																																																																																																																																																																	
Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch																																																																																																																																																																																																																	
SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch	Sg	Sg	Sg																																																																																																																																																																																																																	
SN	SN 1	SN 6	Ch 1	Ch 6	Ch	Sg 1	Sg 6	Sg																																																																																																																																																																																																																	
SN	SN 2	SN 5	Ch 2	Ch 5	Ch	Sg 2	Sg 5	Sg																																																																																																																																																																																																																	
SN	SN 3	SN 4	Ch 3	Ch 4	Ch	Sg 3	Sg 4	Sg																																																																																																																																																																																																																	
Ch	Ch	Ch	Sg 1	Sg 6	Sg	SN 1	SN 6	SN																																																																																																																																																																																																																	
Ch	Ch 1	Ch 6	Sg 2	Sg 5	Sg	SN 2	SN 5	SN																																																																																																																																																																																																																	
Ch	Ch 2	Ch 5	Sg 3	Sg 4	Sg	SN 3	SN 4	SN																																																																																																																																																																																																																	
Ch	Ch 3	Ch 4	Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN																																																																																																																																																																																																																	
Sg	Sg 1	Sg 6	SN 1	SN 6	SN	Ch 3	Ch 4	Ch																																																																																																																																																																																																																	
Sg	Sg 2	Sg 5	SN 2	SN 5	SN	Ch 2	Ch 5	Ch																																																																																																																																																																																																																	
Sg	Sg 3	Sg 4	SN 3	SN 4	SN	Ch 1	Ch 6	Ch																																																																																																																																																																																																																	
Sg	Sg	Sg	SN	SN	SN	Ch	Ch	Ch																																																																																																																																																																																																																	
a	b																																																																																																																																																																																																																								
c	d																																																																																																																																																																																																																								

Fig. 2. a) Planilla para el relevamiento de fallas; b) Planilla para el registro de variables dasométricas; c) Calibre digital empleado en la medición de diámetros; d) Cinta métrica utilizada para la medición de altura total y longitud de trozas.

C. Estimación del volumen de árbol en pie:

Método de segmentación visual para la Estimación del volumen de un árbol en pie (Born y Chojnacky, 1985): se realizó la segmentación visual de tallos y ramas y se midió para cada segmento la longitud y los diámetros inicial y final de este (Fig. 3a).

Para la estimación del volumen se empleó el método de Smalian: $V = (AB + ab) / 2 * h$, donde AB: Es el área de la sección mayor; ab: Es el área de la sección menor; y h: longitud de la troza. Para la determinación de las áreas (AB y ab) se empleó la siguiente fórmula: $A = \text{diámetro}^2 * 0,7854$. Se calculó el volumen de cada segmento y, mediante su suma se obtuvo el volumen por árbol (Fig. 3b).

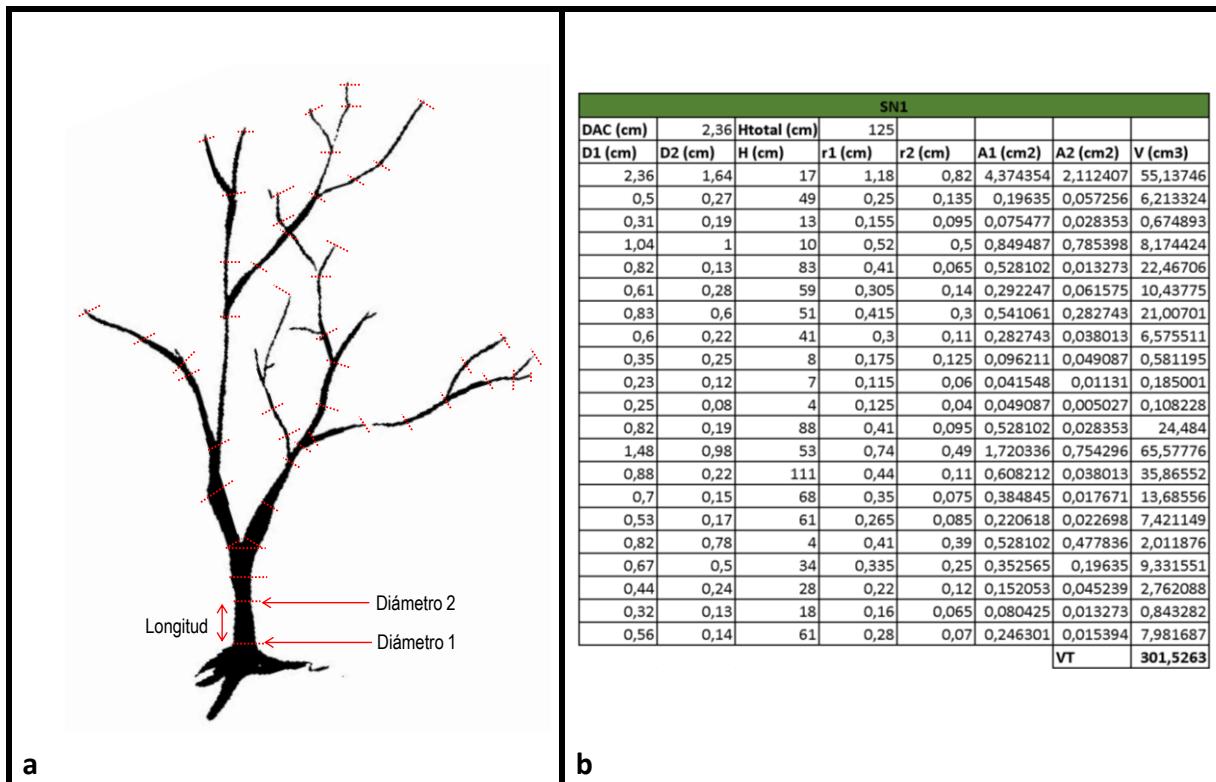


Fig. 3. a) Segmentación visual de un individuo de *P. alba* para la estimación del volumen de un árbol en pie según Born y Chojnacky (1985); b) Planilla de cálculo para determinación de volumen de un árbol en pie.

D. Registro de variables morfométricas:

Grado de esbeltez (GE): Es la relación entre altura (m) y el diámetro normal (m), la esbeltez es un valor que ha sido utilizado como un indicador de la estabilidad de los árboles contra daños ocasionados por fuerzas mecánicas (viento y nieve), valores bajos de esbeltez están asociados con más cónicos que pueden ser más resistentes al efecto de fuertes vientos (Arias, 2004). Entre más alto sea el valor de esbeltez, menos estable es el árbol ante los daños mecánicos (Durlo y Denardi, 1998). Se calculó con la formula siguiente:

$$\frac{\text{Altura total (m)}}{\text{DAP (m)}} = \text{GE (adimensional)}$$

* Se adaptó el método de determinación de dicho índice, a la medición de DAC.

Índice de saliencia (IS): El índice de espacio vital expresa cuantas veces es mayor el diámetro de copa que el diámetro del árbol mostrando la ocupación que necesita un árbol para desarrollarse sin competencia, este índice crece a medida que el árbol engrosa en diámetro (Durlo, 2001; Arias, 2005). Se calculó con la formula siguiente:

$$\frac{\text{Diámetro de copa (m)}}{\text{DAP (m)}} = \text{IS (adimensional)}$$

* Se adaptó el método de determinación de dicho índice, a la medición de DAC.

Porcentaje de copa (PC %): El porcentaje de copa es un indicador de la vitalidad de un árbol, cubiertos con una extensa copa se esperan en sitios de bajo ocupación (Árias, 2005). Se calculó con la formula siguiente:

$$\frac{\text{Largo de copa (m)}}{\text{Altura total (m)}} \times 100 = \text{PC} (\%)$$

Grado de cobertura de copa (GCC): El grado de cobertura de copa está en función a la proporción de su longitud con respecto a la altura total. Se calculó con la formula siguiente:

$$\frac{\text{Largo de copa (m)}}{\text{Altura total (m)}} = \text{GCC (adimensional)}$$

Índice de copa (IC): De acuerdo con Arias (2005), el índice de copa es un parámetro que representa un criterio útil en la evaluación de la calidad y productividad de un rodal. En sitios de baja fertilidad pueden presentar copas cuya forma puede ser comparable con un plato mientras que los que crecen en óptimas condiciones muestran copas más delgadas. Se calculó con la formula siguiente:

$$\frac{\text{Largo de copa (m)}}{\text{Diametro de copa (m)}} = \text{IC (adimensional)}$$

Forma de copa (FC): Durlo (2001), menciona que la forma de copa tiende a disminuir con el aumento en la altura del árbol. Por otra parte, Durlo y Denardi (1998), establecen que cuanto menor es la forma de copa, mayor es la productividad del árbol y que la forma de copa sirve como criterio para prescribir aclareos en el manejo forestal. Se calculó con la formula siguiente:

$$\frac{\text{Diametro de copa (m)}}{\text{Largo de copa}} = \text{FC (adimensional)}$$

Monto de copa o índice de abragencia (MC): El monto de copa puede ser un indicador de la producción foliar de la masa forestal. Los que presentan un mayor valor de esta variable indican que se desarrollan bajo condiciones de menor competencia de espacio y de luz, por tanto, tienen mayor capacidad de recibir energía solar (Durlo y Denardi, 1998). Se calculó con la formula siguiente:

$$\frac{\text{Diametro de copa (m)}}{\text{Altura total (m)}} = \text{MC (adimensional)}$$

E. Mantenimiento de la plantación:

El mantenimiento de la plantación se realizó en conjunto con el personal no docente encargado de las labores de campo del CDEA.

El control de malezas consistió en la aplicación dirigida de herbicida al 2% (Panzer® Gold, p.a. glifosato sal dimetilamina 60,8%) entre plantas y, en los entrelineos o calles, se procedió al pasaje de desmalezadora (Fig. 4a). Eventualmente se eliminó manualmente la competencia alrededor de cada planta mediante azada (Fig. 4b). Con ello se limitó la competencia de la vegetación espontánea hacia la plantación y se facilitó el acceso a la misma.

En cuanto al control de hormigas se monitoreo y se aplicó un cebo hormiguicida (Formidor®, p.a. Fipronil 0,003%) a razón de 10 g por cada boca de hormiguero observado pertenecientes al género *Atta*.

A fin de evitar daños mecánicos por viento se llevó a cabo el tutorado de los árboles. Cada planta fue asegurada con hilo plástico a una larga estaca de tacuara (*Guadua* spp.) enterrada 30 cm en la proximidad del tronco del árbol (Fig. 4c). Transcurrido un plazo de esta labor, se recorrió el ensayo para fiscalizar que las tacuara no hayan enraizado y compitan con los árboles; de manera preventiva se decidió rotar cada estaca en su mismo hoyo para romper las posibles raíces.



Fig. 4. a) Plantación luego de pasada la desmalezadora; b) Planta liberada de malezas mediante limpieza con azada; c) Detalle de un árbol tutorado.

F. Procesamiento de datos y obtención de resultados

Los datos fueron tratados estadísticamente con los softwares Infostat versión 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018) y XLSTAT (Addinsoft S.A.R.L., 2009). Se estimaron las medidas de tendencia central por grupo (vector de medias) y de dispersión (matriz de covarianzas). Seguidamente se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para identificar las variables discriminatorias, conocer la relación existente entre ellas, así como la semejanza entre los materiales estudiados. Para el parámetro GE y las variables de copa (IS, PC %, FC y MC) se realizó también un análisis univariado de la

varianza (ANOVA) a fin de detectar la existencia de diferencias entre procedencias e interpretar su implicancia.

i. Sobrevivencia a campo de plantas *P. alba*: efecto de la procedencia

El índice de respuesta neta demostró que la procedencia SALTA NORTE (SN) es superior respecto a las demás. El IR fue de 0,045 al compararla con la procedencia CHACO (Ch), y de 0,122 con respecto a la procedencia SANTIAGO (Sg). Los IR obtenidos muestran una supervivencia decreciente en el orden SN-Ch-Sg.

ii. Caracteres morfométricos: descripción de procedencias

Mediante estadística descriptiva multivariada se realizó la descripción de cada procedencia analizando los valores de cada variable medida y la variabilidad de cada procedencia considerando los datos en su conjunto.

La tabla 1 presenta los vectores medios para los caracteres morfométricos cuantitativos evaluados en las tres procedencias. Esta medida de centralización da cuenta de un centro en torno al cual se ubicaría el conjunto de los datos y resulta uno de los parámetros más utilizado para describir datos multivariantes.

Tabla 1. Vector promedio por grupo para las variables morfométricas medidas en plantas de *P. alba* de tres procedencias geográficas.

Procedencia	Chaco	Salta Norte	Santiago del Estero
DAC (cm)	1,25	2,49	1,40
Altura total (m)	1,16	1,84	1,21
Diámetro de copa (m)	0,46	1,20	0,43
Largo de copa (m)	0,41	0,91	0,56
Volumen total (cm³)	96,06	530,42	123,96
Grado de esbeltez (GE)	95,74	75,47	88,38
Índice de saliencia (IS)	34,24	46,26	28,49
Porcentaje de copa (PC%)	0,37	0,49	0,50
Grado de cobertura de copa	0,37	0,49	0,50
Índice de copa (IC)	1,26	0,85	1,63
Forma de copa (FC)	1,21	1,36	0,72
Monto de copa (MC)	0,38	0,63	0,34

La matriz de covarianzas permite determinar la dirección de la relación lineal entre dos variables; la traza (suma de los elementos diagonales de la matriz) representa una medida global de variabilidad sin contemplar las relaciones entre las variables (Fig. 5). La matriz de covarianzas total mostró que las variables que se relacionan negativamente son las siguientes: DAC-GE, DAC-IC, Altura total con GE, %PC, GC e

IC, DC-GE, DC-IC, Largo de copa-IC, Largo de copa-GE, VT-GE, VT-IC, FC-%PC, FC-GE, FC-GC, GC-GE, GC-IS, MC-GE, MC-IC, IS-GC, IS-%PC e IS-IC (datos no mostrados). La relación lineal entre las variables puede observarse en el gráfico de componentes principales presentado en la figura 5. El valor de la traza de cada grupo demostró que la procedencia con mayor variabilidad es Chaco, la que alcanza un valor de 803.148,92; le sigue Salta Norte con una traza de 160.880,96 y, con menor variabilidad Santiago del Estero (11.144,66).

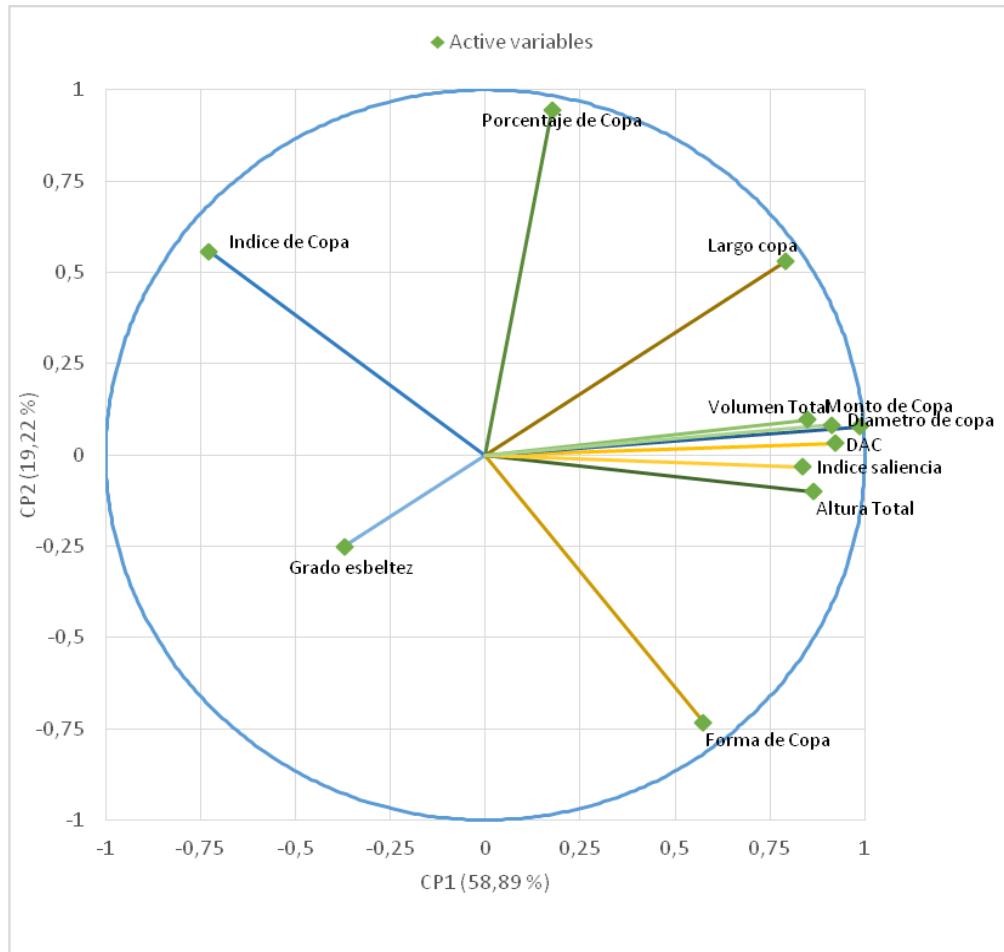


Fig. 5. Gráfico de componentes principales (CP) representativo de la relación lineal existente entre las variables activas (DAC, Altura total, Diámetro de copa, Largo de copa, Volumen total, Grado de esbeltez, Índice de saliencia, Porcentaje de copa, Grado de cobertura de copa, Índice de copa, Forma de copa, Monto de copa) medidas en plantas *P. alba* de tres procedencias geográficas.

iii. Grado de esbeltez y variables de copa: comparación de procedencias mediante análisis de la varianza univariado y test de comparaciones múltiples.

En la tabla 3 se observa que para las variables índice de saliencia (IS) y forma de copa (FC) no se encontraron diferencias estadísticas entre procedencias. Ello señala que los tres materiales necesitarían un espaciamiento entre individuos similar para desarrollarse sin competencia y que su nivel de productividad sería equivalente.

Para el grado de esbeltez (GE) se encontraron diferencias entre las procedencias SN y Ch, siendo la primera la que presentaría mayor estabilidad ante daños mecánicos. En cuanto a la vitalidad del árbol representada a través de la variable porcentaje de copa (PC%) se evidencia que la procedencia Ch resulta inferior a las demás. En el caso de la variable monto de copa (MC) se identificó que la procedencia SN presentaría una mayor producción foliar que el resto de las procedencias.

Tabla 3. Grado de esbeltez y variables de copa determinados en plantas *P. alba* de tres procedencias geográficas.

Procedencia	GE	IS	PC%	FC	MC
Chaco	93,87±5,84 ^b	35,51±4,10	0,37±0,03 ^a	1,25±0,18	0,41±0,33 ^a
Salta Norte	75,47±3,17 ^a	46,26±3,31	0,49±0,04 ^b	1,36±0,14	0,63±0,04 ^b
Santiago del Estero	91,58±8,10 ^{ab}	39,73±11,58	0,48±0,04 ^b	1,03±0,32	0,42±0,09 ^a

Se presentan las medias±EE. Letras distintas señalan diferencias estadísticas significativas (Duncan, $p<0,05$). GE : grado de esbeltez; IS: índice de saliencia; PC%: porcentaje de copa; FC: forma de copa; MC: monto de copa.

CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo posibilitó identificar que la procedencia geográfica del material vegetal tiene injerencia sobre la sobrevivencia y morfometría de plantas establecidas. Los IR obtenidos muestran una supervivencia decreciente en el orden SN-Ch-Sg. En cuanto al análisis de las variables morfométricas demostró que la procedencia Salta Norte se caracterizaría por presentar individuos con mayor DAC, Altura total, Largo de copa, Diámetro de copa, volumen total, IS y MC, y menor GE e IC que las procedencias Chaco y Santiago. Por su parte las procedencias Santiago y Chaco se diferenciarían entre si porque la primera presenta mayor PC%.

El análisis univariado del parámetro GE y las variables de copa (PC % y MC) permitieron diferenciar las procedencias entre SN, que presentaría mayor estabilidad ante daños mecánicos que Ch, y mayor producción foliar respecto a las demás procedencias consideradas. Por su parte la procedencia, Ch sería la que presenta menor vitalidad.

Desarrollar la pasantía me permitió adquirir y colocar en práctica enseñanzas, habilidades y destrezas para cumplir con cada una de las actividades del trabajo propuesto. Además, representó una oportunidad de aprendizaje al permitir la adquisición de nuevos conocimientos sobre el manejo de este cultivo forestal en el campo profesional.

Cabe destacar que fue sumamente enriquecedor el trabajo en equipo con personas predispostas a colaborar e intercambiar saberes. La concreción de todos los objetivos sin dificultades puso en evidencia la importancia de la comunicación para el cumplimiento de cada labor planificado, aspecto de suma importancia al momento del desenvolvimiento profesional en un sistema productivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Addinsoft, S.A.R.L. 2009. XLSTAT software, version 9.0. Paris, France.
- Arias, D. 2004. Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. Kurú: Revista Forestal 1(2), 1-11.
- Arias, D. 2005. Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. Kurú: Revista Forestal 1(2), 2-11.
- Armas, C.; Ordiales, R. y Pugnaire, F. 2004. Measuring plant interactions: a new comparative index. *Ecology* (85), 2682-2686.
- Born, D. y Chojnacky, D. 1985. Woodland tree volume estimation: A visual segmentation technique. Research Paper INT-344. USDA - Forest Service. USA. 16 pp.
- Burkart, A. 1976. A monograph of the Genus *Prosopis* (Leguminosae Subfam. mimosoideae). *Journal Arnold Arboretum* (57), 3-4.
- Delvalle, P.; Atanasio, M.; Ayala, M.; Svirz, I. y Petkoff, J. 2003. Ensayo de orígenes de *Prosopis alba* Grisebach. (Algarrobo blanco). Estación Experimental Agropecuaria INTA Colonia Benítez, Chaco, Argentina. 8 pp. Recuperado de: http://inta.gob.ar/documentos/ensayo-de-origenes-de-prosopis-alba-griseb-algarrobo-blanco/at_multi_download/file/INTA-20Ensayo%20de%20or%C3%ADgenes%20de%20Prosopis%20alba%20griseb%20_algarrobo%20blanco.pdf
- Durlo, D. 2001. Relaciones morfométricas para *Cabralea canjerana*, Revista Ciencia Forestal 1(8), 55-66.
- Durlo, M.A. y Denardi, L. 1998. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal* 8(1), 55-66.
- Hunziker, J.; Saidman, B.; Naranjo, C.; Palacios, R.; Poggio, L. y Burghardt, A. 1986. Hybridization and genetic variation of Argentine species of *Prosopis*. *Forest Ecology and Management* (16), 301-315.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C.W. 2009. InfoStat 2009 version. InfoStat Group, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Karlin, U.; Coirini, R.; catalán, L. y Zapata, R. 1997. Especies arbóreas y arbustivas para zonas áridas y semiáridas de América Latina, pp. 41-51, en: Serie Zonas Áridas y Semiáridas N°12. OEA. Programa conjunto FAO-PNUMA de Control de la Desertificación en América Latina y el Caribe.
- López Lauenstein, D.; Vega, C.; Ritter, R.; Venier, P.; Gómez, C. y Verga, A. 2012. Ensayos de orígenes de *Prosopis alba*. Reunión Nacional del Algarrobo. Córdoba, 15 y 16 de noviembre de 2012.

- Roig, F. 1993. Informe Nacional para la selección de germoplasma de especies de *Prosopis* de la República Argentina. En: Contribuciones mendocinas a la quinta reunión regional para América Latina y el Caribe de la red de Forestación del CIID. Conservación y mejoramiento de especies del género *Prosopis*. IADIZA- CRICYT- Styles, B. 1979. La población base, pp. 15-48, en: Burley, J. y Wood, P.J. (Eds.), Manual sobre investigaciones de especies de procedencias con referencia especial a los trópicos. Commonwealth Forestry Institute, Tropical Forestry Paper N° 10 y 10A, Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford.
- Verga, A. 2005. Recursos genéticos, mejoramiento y conservación de especies del género *Prosopis*, pp. 205-221, en Norberto, C.A (Ed.), Mejores árboles para más forestadores: el programa de producción de material de propagación mejorado y el mejoramiento genético en el Proyecto Forestal de Desarrollo. Recuperado de http://64.76.123.202/new/0-0/forestacion/_archivos/_biblioteca/verga.pdf
- Verga, A.; López Lauenstein, D.; López, C.; Navall, M.; Joseau, J.; Gómez, C.; Royo, O.; Degano, W. y Marcó, M. 2009. Caracterización morfológica de los algarrobos (*Prosopis* sp.) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina. Quebracho (17), 31-40.