



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias



**Caracterización morfológica, citológica y dendrométrica de especies del
género *Prosopis* cultivadas en Córdoba**

Trabajo Final de Área de Consolidación

Melani del Valle Pepermans

Tutora: Dra. M. Jacqueline Joseau

Córdoba, 2015

INDICE

INTRODUCCION	3
Comercio internacional de productos de madera	3
La industria y la cadena forestal en Argentina	5
La importancia de los bosques y las consecuencias de la deforestación.....	6
El algarrobo	7
Hipótesis.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
MATERIALES Y METODOS	13
Análisis morfológico	13
Análisis citogenético.....	14
Análisis dendrométrico	15
Análisis económico	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
Análisis morfológico	18
Análisis citogenético.....	22
Análisis dendrométrico	23
Análisis económico	27
CONCLUSIÓN	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30

INTRODUCCION

Comercio internacional de productos de madera. Los bosques naturales y las plantaciones forestales son fundamentales para el bienestar de la humanidad. Éstos constituyen el sustento de la vida en el planeta a través de sus funciones ecológicas, de regulación del clima y de los recursos hídricos, sirviendo además de hábitat a plantas y animales. Los bosques también suministran una amplia gama de bienes esenciales tales como la madera, alimentos, forraje y medicinas, dando además oportunidades para la recreación, el bienestar espiritual y otros servicios (MCTIP, 2013). La principal fuente de abastecimiento de madera del mundo son los bosques nativos, representando más del 90 % a nivel mundial. La superficie forestal total mundial asciende a algo más de 4.000 millones de hectáreas, el 31 % de la superficie terrestre total. La pérdida neta anual de bosques en el periodo 2000-2010 equivale a una superficie similar a la de Costa Rica. Por otra parte, la superficie de bosques implantados se estima que abarca 200 millones de hectáreas (MCTIP, 2013).

Los principales proveedores de madera de coníferas son Canadá, Estados Unidos, Rusia y Suecia. Mientras que los principales productores y exportadores de madera de latifoliadas son Estados Unidos, Brasil, Malasia e Indonesia (MCTIP, 2013).

La producción de madera rolliza de especies latifoliadas a nivel mundial en el periodo 2008-2012 revela una tendencia al aumento (0,95 %). Argentina mostró una tendencia similar con un incremento en la producción de 6,89 %, siendo la producción de Argentina tan solo un 0,37 % de la producción mundial para estas especies (FAO, 2014). La participación del país en el comercio mundial de productos de la madera fue apenas 0,29 % en 2009 y el aporte de los mismos al producto bruto del planeta del 0,5 % (MCTIP, 2013).

Existen varios factores que permiten suponer que se incrementará la demanda de madera. El primero es el aumento de la población mundial, que llegara a más de 9.000 millones hacia 2050. Otro factor importante es el aumento de los ingresos en la mayoría de los países en desarrollo y especialmente en las grandes economías emergentes. Históricamente ha existido una fuerte correlación entre ingresos y consumos de productos de madera y sus derivados. De acuerdo a cifras de la FAO y el Banco Mundial, las extracciones de madera aumentarían 2,3 veces entre el 2010 y 2050, pasando de 3.401 millones a 11.356 millones de m³. Otra variable que influirá es el aumento de la demanda de bioenergía, a lo cual se agrega el desarrollo de nuevos productos derivados de la madera, especialmente de la celulosa (ASORA, 2014).

El Anuario Estadístico 2014 de la FAO señala que Latinoamérica y el Caribe fueron las regiones del mundo con la tasa más alta de deforestación, ya que llegó al -0,46 % entre el 2000 y el 2010, lo cual triplicó la media mundial (ASORA, 2014).

Entre las maderas más demandadas a nivel mundial se encuentran las coníferas y las maderas duras obteniéndose estas últimas de los Bosques naturales de latifoliadas manejados en forma sustentable. Estos están compuestos por arces (*Acer saccharum*), cerezo (*Prunus serotina*), fresno (*Fraxinus americana*), nogal (*Juglans nigra*), robles rojos y blancos (*Quercus* spp), entre otros. Las exportaciones de aserrados, remanufacturas, tableros y chapas de estas maderas están reemplazando a las maderas tropicales en los mercados asiático y europeo. Esto se debe, en parte a las preferencias de los consumidores modernos por los colores claros y a la imagen

ecológicamente negativa de las maderas tropicales pero, también a la calidad de producto y a la eficiente comercialización internacional (AGROBIT, 2014).

La Argentina posee alrededor de 20 millones de hectáreas de tierras con aptitud forestal. Históricamente ha sido importador neto de productos forestales con alto valor agregado (láminas, madera aserrada de bosques nativos y muebles) y exportador de bienes primarios o semielaborados (rollizos y madera aserrada) (MCTIP, 2013).

Las especies forestales nativas de Argentina, crecen en poblaciones silvestres, con niveles muy bajos de domesticación y manejo. Lamentablemente, han sido escasos los esfuerzos destinados al estudio de su aprovechamiento sustentable y conservación. Por el contrario, se realiza en general, una explotación abusiva sin mayores fundamentos técnicos (Verzino y Joseau, 2005).

Se puede decir que la extensión de los núcleos urbanos, como el aumento del uso de la tierra para la agricultura, se llevan a cabo a expensas de las masas boscosas, dando como resultados a numerosos efectos negativos como lo son, la pérdida de biomasa, la reducción de la biodiversidad, aumento del efecto invernadero, entre otros (Gómez, 2012).

En el caso de los bosques nativos entre los que se destacan la Selva Misionera en el NEA, en su mayoría, degradados y bajo proceso de deforestación, los desafíos principales están relacionados con el ordenamiento y la perpetuidad de los productos forestales (maderables y no maderables) y la preservación y cuidado de los servicios ambientales. En los últimos años el ordenamiento territorial de los bosques nativos se ha realizado en el marco de la Ley Nacional Nº 26.331. Esta herramienta de política forestal fija los presupuestos mínimos de protección de los bosques nativos a las autoridades de las jurisdicciones provinciales que, de acuerdo a la Constitución Nacional, tienen la soberanía sobre los recursos naturales existentes en sus territorios (MCTIP, 2013).

El Gobierno Nacional, fomenta la instalación de plantaciones forestales mediante subsidios económicos y beneficios fiscales, a través de la Ley Nº 26.432, que prorroga los beneficios de la promoción, establecidos en la Ley Nº 25.080 de "Inversiones para Bosques Cultivados", siendo la Autoridad de Aplicación el MAGyP. Asimismo beneficia la instalación de nuevos proyectos forestoindustriales (integración entre plantaciones e industrias forestales) y las ampliaciones de los existentes, mientras exista el compromiso de aumentar la oferta maderera presente a través de las plantaciones, contemplando un estudio de impacto ambiental, mediante beneficios impositivos e importes para el manejo (MCTIP, 2013).

Las ventajas comparativas de Argentina respecto a otros países, se evidencian fundamentalmente porque las plantaciones forestales presentan altas tasas de crecimiento, similares o mejores a los de países con un fuerte sector forestal, tales como Chile y Nueva Zelanda. El sector tiene un alto impacto multiplicador sobre el empleo donde, por cada puesto de trabajo que genera, indirectamente se generan 1,4 puestos de trabajo en el resto de la economía. Además, la superficie de tierras con capacidad de ser forestadas de Argentina supera ampliamente a la que cada uno de esos países tiene forestada hasta el día de hoy. A este hecho se le suma la disponibilidad de mano de obra, los competitivos costos de forestación, el avance en programas de mejora genética tanto de especies nativas como de exóticas, todas ellas condiciones diferenciales para convertirse en un importante país forestal (MCTIP, 2013).

La industria y la cadena forestal en Argentina. Los bosques naturales y plantados desempeñan una función primordial como fuente de materias primas para las industrias que fabrican productos a base de madera. Estas industrias forestales constituyen una parte importante del sector industrial del país y de las actividades que permiten obtener y ahorrar divisas a través de la exportación y de la sustitución de importaciones. Casi todos los productos que se obtienen en la primera fase de elaboración de la madera son utilizados por otras industrias para fabricar muebles, embalajes, papel de periódico, etc. Por consiguiente, la presencia de bosques e industrias forestales estimula la actividad económica, el empleo y los ingresos. La desagregación de productos intermedios y finales derivados del bosque, se establece a partir de seis grandes agrupaciones: Madera en Rollo Industrial, Madera Aserrada, Trozas para chapas, Madera para pulpa, Madera para papel y cartón y Madera para combustible (MCTIP, 2013).

La cadena forestal-industrial de la Argentina incluye al sector forestal primario nativo y de plantación (producción de semillas, plantines, implante, servicios forestales, subproductos); a las actividades industriales que realizan una transformación física de la madera, produciendo la madera aserrada, las remanufacturas, los tableros reconstituidos, las chapas, los contrachapados, partes y muebles; y por último las que hacen una transformación química de la madera de la que se obtiene la pasta celulósica, papel y cartón (MCTIP, 2013). La Figura 1 muestra la Cadena de valor del complejo foresto-industrial argentino.

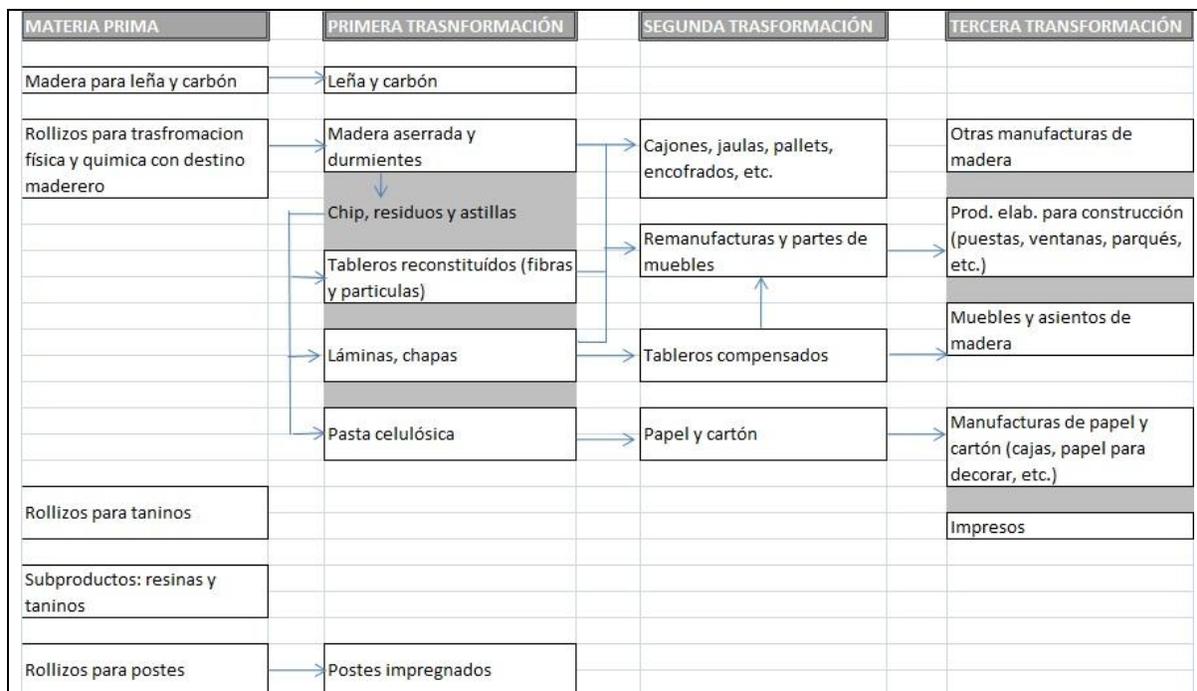


Fig.1. Cadena de valor del complejo foresto-industrial argentino

Como se ve en la Fig. 1, la cadena de la madera y el mueble presenta un importante grado de integración vertical, pero con una fuerte heterogeneidad estructural entre los distintos eslabones y al interior de cada uno de ellos. En la producción primaria se pueden identificar dos segmentos claramente diferenciados. Por un lado la cadena que proviene de los bosques nativos y por otro la que provienen de bosques plantados. En Argentina, la madera proveniente de bosques nativos se orienta principalmente a la elaboración de leña, postes y durmientes (en el caso del

quebracho) y en menor medida, a rollizos destinados a la fabricación de muebles y otras remanufacturas como pisos y tableros (en el caso de la lenga y el algarrobo). Por su parte, los bosques plantados tienen como principal destino la producción de rollizos y la industria de la madera triturada, fundamentalmente para la elaboración de pasta de papel-celulosa y tableros (MCTIP, 2013).

En el año 2010 la *exportación argentina* de productos forestales alcanzó los 1.105 millones de dólares, mientras que la *importación* fue de 1.700 millones de dólares según datos de la Dirección de Producción Forestal, MAGyP de los cuales el 59 % corresponde al rubro "Papel y Cartón". Los productos de primera transformación constituyeron el 42 % y los sin transformación sólo el 0,2 % del total exportado por el país en esta cadena. Es en la categoría de bienes de primera transformación en donde la Argentina tiene la mayor participación en el comercio mundial con un 0,3 % (MCTIP, 2013).

La cadena de valor de la madera representa el 5,9 % del valor bruto de la producción industrial de la Argentina. Las empresas madereras más comunes son PyMES y dan trabajo a 8 operarios cada una. En el 2013, según la información de FAIMA la productividad se incrementó un 30 % respecto de los valores del 2010 y el subsector de muebles fue el que registró el mayor incremento de empleo desde el 2003. En el primer trimestre de 2014 las exportaciones de madera a EE.UU. presentan signos de recuperación (14 % más respecto del mismo período del año anterior). De acuerdo con datos de la Dirección Nacional de Producción Forestal del Ministerio de Agricultura y Pesca, las exportaciones de base forestal en 2013 fueron de uno 790 millones de dólares, un 4 % menos con respecto al año anterior y un 29 % menor al 2011, año en que se registró el máximo histórico en el valor de exportación de base forestal, con 1.119 millones de dólares (Imn, 2014).

El principal destino de las ventas de madera y sus productos remanufacturados es la industria de la construcción. A este sector se destina el 43 % del valor de producción mientras que el 30 % se destina a la industria del mueble y el resto a otros sectores y la exportación. Respecto a los costos de producción, la mayor parte de ellos recae en la materia prima, en insumos directos y en la mano de obra directa. En segundo lugar, se distribuye en otros gastos de producción, comercialización y transporte, y gastos de administración. La provincia de Córdoba tiene el 44 % de las empresas (de la cadena de valor madera-mueble) en la Capital, el 11 % está en Colón y el 10 % se concentra en el departamento de San Justo (Valor agregado, 2012).

La importancia de los bosques y las consecuencias de la deforestación. La deforestación, así como la degradación del bosque, reducen notablemente la capacidad de los suelos para retener los nutrientes, además de su erosión y fomentar tanto las inundaciones como las sequías, por la desestabilización de las capas freáticas del subsuelo. El resultado es la pérdida o reducción de la biodiversidad (Joseau *et al.*, 2011).

Pero no sólo a la subsistencia y bienestar inmediato del hombre sirven los bosques, sino también al mantenimiento del carbono. Si no existieran las masas forestales, además de contribuir a desequilibrios climáticos, podría elevar el dióxido de carbono en la atmósfera, lo que traería consigo terribles efectos ambientales, estimándose como el más grave el calentamiento global del planeta, que a su vez generaría otros muchos efectos secundarios, como la pérdida de especies (Joseau *et al.*, 2011).

Hay medidas como la diversificación (de actividades, cultivos o manejos) que logran reducir el riesgo climático mediante compensaciones dentro del sistema de producción. Por otro lado, los manejos sustentables, que si bien no están dirigidos específicamente a reducir el riesgo climático logran el fin al disminuir la fragilidad de los sistemas, son una herramienta primordial para enfrentar especialmente a los eventos extremos. La utilización de genotipos resistentes a los estreses climáticos (térmicos ó hídricos) sería otra opción en estas zonas (Joseau *et al.*, 2011).

Las especies arbóreas del género *Prosopis* presentes en Córdoba (*Prosopis alba*, *P. nigra*, *P. chilensis*, *P. flexuosa*, *P. caldenia* y *P.kuntzei*) pueden transformarse en el componente estructurador de sistemas de producción especialmente adaptados a las especiales condiciones de las regiones áridas y semiáridas con distintos niveles de degradación (Joseau *et al.*, 2011).

El género *Prosopis* es un singameon (grupo de especies que hibridan y que en conjunto se comportan como una especie biológica, aislada reproductivamente de otros grupos similares) y como tal produce en ambientes disturbados, individuos con características intermedias, conocidos como híbridos (Verga, 1995, Joseau *et al.*, 2005). El avance de los híbridos, que son los que más se adaptan en las regiones disturbadas, tienden a la desaparición de las especies puras de *Prosopis* por el avance de procesos como la introgresión (Verga *et al.*, 2005).

Algunas experiencias demuestran que las plantaciones con especies nativas tienen un buen potencial para acelerar los procesos de recuperación de la biodiversidad en las áreas degradadas (Guariguata *et al.*, 1995; Power *et al.*, 1997; Montagnini, 2001; Alice *et al.*, 2004). Sin embargo, muchas veces es necesario generar microambientes que hagan posible el establecimiento de las especies consideradas nativas (Joseau *et al.*, 2011).

La ley 26.331 define al enriquecimiento de bosque nativo como una técnica de restauración que consiste en el incremento del número de individuos, de especies deseadas en un bosque, a través de la plantación y/o siembra de especies forestales nativas propias del mismo ecosistema entre la vegetación existente. Mientras la Ley 25.080 Entiende como “enriquecimiento de bosques nativos” a la práctica de manejo realizada en bosques nativos, total o parcialmente degradados, que tiene como objetivo aumentar el valor económico del bosque mediante la plantación de especies nativas de alto valor comercial. La Dirección de Producción Forestal (DPF) y la Dirección de Bosques (DB) definieron una posición en común estableciendo que: El Enriquecimiento de los Bosques Nativos tiene como objetivo incrementar el número de individuos de especies deseadas, a través de la plantación y/o siembra de especies forestales nativas entre la vegetación existente; como así también aumentar el valor económico del bosque mediante la plantación de especies nativas de alto valor comercial (Verzino y Joseau, 2013).

El algarrobo. Esta especie se encuentra promocionada tanto para plantaciones forestales en macizo, es decir 400 a 800 pl/ha por la Ley 25.080 (MECON, 2013) o enriquecimiento de bosque nativo con 100 pl/ha a través de la Leyes 25.080 y la 26.331 (MINCYT y SADS, 2013). Constituye el principal grupo de especies nativas de Argentina para la producción de madera de aserrío. En el 2003 se utilizaron 144.000 m³ de rollizos de algarrobo. Esto representa casi un 20 % del consumo total de madera de especies nativas del país para ese destino. El total de extracción de madera de algarrobo para todo destino (rollizos, leña, carbón, postes, etc.) ascendió a aproximadamente 200.000 m³ en el 2003. De acuerdo a los crecimientos promedio observados en estas especies bajo las condiciones actuales en los bosques nativos donde se encuentra, (entre 3 y 5 m³/ha año), este nivel de explotación equivaldría a aproximadamente 55.000 ha por año de tala rasa. Teniendo en

cuenta un turno de corta mínimo de 40 años; para mantener ese ritmo de extracción serían necesarias por lo menos unas 2.200.000 ha ocupadas con algarrobo bajo estas condiciones (Verga, 2005). Según Verga (2005) el consumo es mayor a la producción forestal de esta especie, por lo tanto estaría en un proceso de extinción y por lo cual en unos años esta madera estaría en falta.

El género *Prosopis* pertenece a la Familia Fabaceae, subfamilia Mimosoideae. Incluye aproximadamente 44 especies de árboles y arbustos distribuidos en zonas áridas y semiáridas de América, África y Oeste de Asia, de las cuales 28 especies crecen naturalmente en Argentina distribuidas en mayor parte en el Chaco y en la región septentrional del Monte (Steibel y Troiani, 1999; Verga, 2005).

Las especies del género *Prosopis* son, por su abundancia y su valor ecológico, importantes componentes de las floras de numerosos países de climas áridos y semiáridos; producen leña, madera y alimentos para el ser humano, para el ganado y para la fauna silvestre (Steibel y Troiani, 1999). Estas especies son muy apreciadas por su calidad maderera la cual es utilizada para la fabricación de revestimientos, pisos, aberturas, muebles, artesanías y finalmente para combustión (leño y carbón) (Moglia *et al.*, 2007). Según Moglia *et al.* (2007) la madera de los algarrobos se caracteriza por tener un veteado con arcos superpuestos, de colores castaño, destacándose por ser una madera pesada y dura, lo cual a nivel internacional es muy buscada.

La madera de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) es una de las más codiciadas por los fabricantes de muebles y aberturas, debido, entre otras cualidades, a su excelente veteado y su nobleza que permite el procesamiento sin necesidad de secado (Coronel de Renolfi *et al.*, 2012). Según estos autores, que realizaron un estudio con el fin de evaluar los tiempos de trabajo, rendimiento y productividad del aserrado primario de la madera de algarrobo blanco en aserraderos de Santiago del Estero, determinaron que el costo directo del proceso es de 2,33 \$/pie² del cual la materia prima exhibe un 89 % de incidencia.

La comercialización de dicha madera en Santiago del Estero, se realiza con *la compra* en valores de \$/ tonelada de madera, el cual ronda entre los \$ 1.000 más los gastos de corte y transporte dando un total de \$ 1.500, mientras que *la venta* es en valores de \$/ pie², ya sea de tablones (con dimensiones mayores) o recupero (dimensiones pequeñas) siendo de \$ 30 y \$ 15 respectivamente.

El algarrobo es un complejo sistema de especies taxonómicas entrelazadas entre sí que dan por resultado un sinnúmero de formas que ocupan diversos nichos. Esta característica del algarrobo dificulta la primera etapa del ordenamiento. Las especies clasificadas por la sistemática clásica representan únicamente grupos "a priori" de individuos con características morfológicas comunes fácilmente distinguibles de otros (Verga *et al.*, 2009).

Los estudios de procedencias son de fundamental importancia cuando se quiere seleccionar germoplasma para la preservación de un recurso y su inclusión como parte integrante de sistemas agroforestales y silvopascícolas (Brizuela *et al.*, 2000).

Es así que se conoce que la especie *Prosopis alba* de la zona Chaqueña tiene foliolos entre 0,65-0,69 mm de longitud y 0,12-0,14 mm de ancho, mientras que la longitud de la pina oscila entre 83,95-90,93 mm y la separación entre foliolos entonces es de 2,34-2,43 mm. Por otro lado *Prosopis chilensis* de la misma zona que la anterior, cuenta con foliolos de 16,05 mm de largo y

1,61 de ancho, siendo el largo de la pina de 104,96 mm y la separación entre foliolos es de 4,40 mm (Joseau *et al.*, 2013).

Considerando entonces estas particulares características del complejo algarrobo, no bastan los métodos taxonómicos basados en la observación subjetiva de descriptores, para comenzar el proceso de ordenamiento. Estudios previos sobre especies del género han demostrado que la caracterización morfológica, mediante taxonomía numérica, basada en rasgos de hoja y fruto, permite obtener grupos de individuos con características genéticas comunes en un grado de detalle mucho mayor que el alcanzado mediante la sistemática clásica (Verga *et al.*, 2009).

La particularidad del género *Prosopis* es que todos los taxones estudiados hasta el presente son diploides ($2n=28$), a excepción de *P. juliflora* que también presenta formas tetraploides ($2n=56$). Esta característica destaca la alta similitud genética y cromosómica entre las distintas especies del género, que permitiría la existencia de híbridos viables, reforzando la idea de que algunas especies del género están evolutivamente activas, poniendo de manifiesto los problemas en el tratamiento taxonómico y la filogenia del grupo (Pastrana *et al.*, 1999).

La hibridación interespecífica puede ocurrir en condiciones naturales entre la especie del género *Prosopis*, potencialmente dando lugar a individuos híbridos con valores de adaptación aumentados. Un estudio fue conducido para evaluar la presencia de hibridación interespecífica entre *Prosopis* en la región del Chaco y la especie involucrada. El estudio incluyó a siete individuos híbridos y sus padres potenciales. Los resultados demuestran la presencia de hibridación interespecífica que implica a *P. alba*, *P. nigra* y *P. hassleri* del Chaco, de acuerdo con la caracterización sistemática y el PCA de rasgos morfológicos. Tales híbridos son fenotipos intermedios, que no pueden ser caracterizados taxonómicamente por el análisis morfológico solo (Vega y Hernández, 2005).

A su vez, existen estudios, realizado por Bennett y Smith (1976) en donde se demostró la correlación positiva entre el tamaño del genoma y la latitud. Al respecto se ha observado que a mayor latitud corresponden genomas de mayor longitud, independientemente del número de cromosomas presentes, o bien cambios en el ADN como respuesta al estrés ambiental. Según varios autores (Bennett, 1972; Price, 1976; Price *et al.*, 1986; Cillis, 1990; Poggio y Naranjo, 1990) han señalado la relación positiva entre contenido de ADN y la masa total de los cromosomas. Otros autores indican que el tamaño del genoma puede variar por acción de las temperaturas, donde las bajas favorecen un alto contenido de ADN y las altas temperaturas lo contrario. Pero también, las diferencias en las tallas cromosómicas pueden ser reales o resultar de variaciones en las preparaciones y de tejido a tejido (Pastrana *et al.*, 1999).

A pesar de la escasa información sobre los cromosomas del género *Prosopis*, no se han llevado a cabo estudios cariotípicos más detallados, que permitan describir a las especies y analizar las características cromosómicas de los híbridos, ya que la talla cromosómica hallada por Hunziker *et al.* (1986) en el género varía entre 0,8 y 1,3 μm (Pastrana *et al.*, 1999).

Por otro lado estudio de magnitudes dendrométricas en función de la edad en *Prosopis alba* en la provincia de Santiago del Estero se obtuvieron incrementos medios máximos para el DAP 0,84 cm, sección normal de 42,87 cm^2 , altura 0,114 m y un volumen de fuste de 9730 cm^3 (Giménez *et al.*, 2001). Además estudios realizados en individuos adultos de *P. alba*, *P. nigra*, *P.*

kuntzei, *P. ruscifolia* de la Región de Chaco Semiárido demuestran que son especies de crecimiento medio con espesores de anillos que oscilan entre 0,2 a 0,72 cm, en donde *Prosopis alba* presentó un incremento radial medio de 0,405 cm (Giménez *et al.*, 2012). Mientras estudios realizados por Gimenez *et al.* (2010) en la provincia de La Rioja, para determinar la edad del árbol histórico de la casa de Facundo Quiroga, estudiaron algarrobos de la especie *Prosopis chilensis* de la misma zona, obteniendo como espesor medio de los anillos de crecimiento 0,375 cm anuales, alcanzando un incremento diametral medio de 0,77 cm. Aún así Femenía (1999) cita valores de crecimiento en *P. chilensis* de 0,8-1,0 cm/año y en plantaciones bajo riego hasta 2 cm de incremento diametral anual. Giménez *et al.* (1998) citan crecimientos en *Prosopis alba* 0,81 cm; *Prosopis nigra* 0,66 cm y *P. kuntzei* 0,72 cm. (Gimenez *et al.*, 2010). Por otro lado se realizó un estudio en el Pedemontana de Yungas (Jujuy) en donde se estudió el comportamiento, evolución y crecimiento del *Prosopis chilensis* en una plantación experimental instalada en la EECT INTA- Yuto, y se obtuvieron valores de incremento del Dap: 1,5 cm/año, altura del fuste: 62 cm/año, altura total: 103 cm/año y diámetro de copa: 96 cm/año para esta especie (Castillo y Tarnowski, 2011).

El rubro de las plantaciones forestales se encuentra enfocado a la producción de maderas de rápido crecimiento, bajo valor unitario, baja diversidad biológica, baja sustentabilidad económica y ambiental, como es el caso de plantaciones puras de *Eucalyptus* sp. y *Pinus* sp. que además origina una competencia y no una complementación con el uso de tierras para agricultura y ganadería. En plantaciones mixtas realizadas en Villa Allende, provincia de Córdoba, se encontró que plantines de *Prosopis*, procedente de los Valles Calchaquíes, presentaron mejor crecimiento que las especies de *Eucalyptus* utilizadas. De dicho ensayo se observó en la especie de *Prosopis*, una altura de dos años (141,45 cm) significativamente mayor con respecto a las especies de *Eucalyptus* en plantaciones mixtas y a su vez tuvo mejor desempeño en las plantaciones puras (149,57 cm) (Joseau *et al.*, 2012). La planta madre que dio origen a la plantación de *Prosopis*, ubicada en Villa Rivera Indarte (Córdoba) presenta un crecimiento a los 16 años de 39,79 cm de DAP y una altura de 6,72 m, lo que representaría un crecimiento radial medio de 1,24 cm/año y 42 cm/año en altura, el fuste libre de ramas es de 1,87 m y de 2 m hasta un segundo fuste desprovisto de ramas.

A partir de allí se tomó como objeto de estudio a la descendencia de este *Prosopis*, origen de los Valles Calchaquíes, en el cual se desconoce si la variación existente en cuanto al crecimiento y a características morfológicas es debida a un ecotipo o a que se trata de otra especie de *Prosopis*.

Se debe tener en cuenta que los algarrobos son especies vulnerables considerando que actualmente la recolonización es muy difícil desde países limítrofes, situación agravada por la baja probabilidad de viabilidad de las plántulas por herbivoría. También se sabe que los estados fenológicos de semillas y de plántulas son las más vulnerables del género *Prosopis* debido al limitado suplemento de agua de los ambientes desérticos, siendo necesaria la dispersión a micrositios en los que pueda germinar favorecido por un periodo mínimo de humedad y temperaturas cálidas (Pastrana *et al.*, 1999).

Es por ello que se considera importante la producción de plantines de calidad que disminuyan las adversidades a las que se somete estas especies de algarrobos para abarcar ecosistemas deteriorados, generando y/o manteniendo el hábitat para las especies de fauna nativa y favoreciendo a la calidad de los suelos. El uso de leguminosas forestales, noduladas y micorrizadas, en la recuperación de áreas degradadas, se muestra promisorio en función de la

rusticidad, de la gran producción de biomasa y de la capacidad de adaptación de esas especies. La inoculación de *rizobium* junto con hongos micorrízicos se ha mostrado positiva para algunas leguminosas ampliamente utilizadas en la recuperación de suelos. Cerca de 12 meses después de la introducción de especies como *Acacia mangium*, *Albizia guachapelle*, *Abizia saman* y *Enterolobium contortisiliquum*, se constató un significativo aumento en el número de esporas y en la diversidad de especies de hongos micorrízicos. Inclusive apareció una asociación con hongo ectomicorrízico en especies del género *Acacia* (Silva *et al.*, 1994, Dias *et al.*, 1995, Joseau *et al.*, 2013). De aquí surge el concepto de que el éxito de toda reforestación está ligado al uso de plantines de calidad que tengan fertilización biológica, rizobium y hongo ectomicorrízico en el caso de las fabáceas y hongo ectomicorrízico en el resto de las leñosas (Joseau *et al.*, 2011).

Para evaluar la situación de las áreas degradadas de la provincia de Córdoba en cuanto a la necesidad de cobertura forestal, Joseau *et al.* (2011) procedió a generar un índice. El mismo se construyó con el solapamiento de distintas capas y la categorización de las variables que formaban cada capa. Las variables utilizadas fueron obtenidas de los mapas que fueron elaborados por Naumann y Madariaga (2003) para la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación con el objetivo de representar información estadística en forma gráfica.

Joseau *et al.* (2011) observó que son 8 los departamentos de la provincia que carecen de superficie boscosa nativa y bosques rurales, y que además de que son 8 los departamentos que han aumentado la tasa de deforestación en los años 2002-2004 por el avance de la agricultura.

Se señaló también que Córdoba posee la mayor tasa de deforestación de la Argentina (-2,93 por ciento por año entre 1998 y 2002). Para comparar, los autores Stamati *et al.* (2004) citan como referencia que la tasa anual de deforestación mundial (para el período 1990-2000), según Puyravaud (2003), fue de - 0,23 %. La mayoría de los departamentos está lejos del mínimo requerido para no esperar consecuencias ambientales y sociales no deseadas, tema que se agrava aún más con el avance de la actividad agrícola y el desarrollo inmobiliario en zonas concurridas por turistas en la actualidad (Joseau *et al.*, 2011).

La Ley 9.814 sobre el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Córdoba en su Art. 5 aprobó tres categorías de conservación.

a) Categoría I (rojo): sectores de bosques nativos de muy alto valor de conservación que no deben transformarse. Se incluyen áreas que por sus ubicaciones relativas a reservas, su valor de conectividad, la presencia de valores biológicos sobresalientes y/o la protección de cuencas que ejercen, ameritan su persistencia como bosque a perpetuidad, aunque estos sectores puedan ser hábitat de comunidades indígenas y campesinas y pueden ser objeto de investigación científica y aprovechamiento sustentable. Se incluyen en esta categoría los bosques nativos existentes en las márgenes de ríos, arroyos, lagos y lagunas y bordes de salinas. Quedan excluidos de esta categoría aquellos sectores de bosques nativos que hayan sido sometidos con anterioridad a un cambio de uso del suelo, con excepción de aquellos casos en que hayan sido en violación a la normativa vigente al momento del hecho;

b) Categoría II (amarillo): sectores de bosques nativos de mediano valor de conservación que pueden estar degradados o en recuperación, pero que con la implementación de actividades de restauración pueden tener un valor alto de conservación y que podrán ser sometidos a los siguientes usos: aprovechamiento sustentable, turismo, recolección e investigación científica, en

los términos de la presente Ley. Quedan excluidos de esta categoría aquellos sectores de bosques nativos que hayan sido sometidos con anterioridad a un cambio de uso del suelo, con excepción de aquellos casos en que haya sido en violación a la normativa vigente al momento del hecho, y

c) Categoría III (verde): sectores de bosques nativos de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad dentro de los criterios de la presente Ley. Quedan excluidos de esta categoría aquellos sectores de bosques nativos que hayan sido sometidos, con anterioridad, a un cambio de uso del suelo con excepción de aquellos casos en que hayan sido en violación a la normativa vigente al momento del hecho (Secretaría de ambiente, 2010).

La Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba determinó las superficies correspondientes a cada categoría en la Provincia, correspondiendo a la categoría Roja de 1.863.743 ha, a la Verde de 3.936.715 ha y para la amarilla 9.696.945 ha.

Dorado *et al.* (2005) mencionan que los orígenes de los Valles Calchaquíes (Accesión AH 756 y 758) son *P. chilensis*, sin embargo el Ing. Palacios del Laboratorio de Sistemática de la UBA determinó que son *P. alba* característicos de los Valles Calchaquíes (Joseau com. pers.). No existe al momento estudios que expliquen las diferencias.

Hipótesis

- La descendencia de *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte se asemeja morfológicamente a la descendencia de *Prosopis* sp. origen Valles Calchaquíes.
- *Prosopis* origen de los Valles Calchaquíes posee número de cromosomas superior al de *P. alba* y *P. chilensis*.
- El crecimiento en vivero y a campo de *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte es superior a *P. alba* y *P. chilensis*.

Objetivo general

- Caracterizar morfológica, citológica y dendrométricamente especies del género *Prosopis* cultivadas en Córdoba

Objetivos específicos

- Realizar un análisis morfológico de las especies de *P. alba*, *P. chilensis*, *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes y procedencia Villa Rivera Indarte, Córdoba.
- Efectuar un análisis citológico de las especies de *P. alba*, *P. chilensis*, *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes y procedencia Villa Rivera Indarte, Córdoba
- Estudiar el crecimiento de las especies de *P. alba*, *P. chilensis*, *Prosopis* sp origen de los Valles Calchaquíes y procedencia Villa Rivera Indarte, Córdoba
- Evaluar económicamente la producción de plantines de calidad de *Prosopis* en vivero y a campo.

MATERIALES Y METODOS

Los materiales utilizados fueron semillas del género *Prosopis* provistas del Banco Nacional de Germoplasma de *Prosopis* (BNGP) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNC (Tabla 1), excepto procedencia Villa Rivera Indarte, Córdoba, que fueron suministradas por la Dra. Joseau.

Tabla 1. Características geográficas de las especies utilizadas en el ensayo

Especie	Accesión	Año de cosecha	Lugar	Latitud	Longitud
<i>P. alba</i>	4107	2010	I.Cuba Formosa	24°17`	61°51`
<i>P. alba</i>	4123	2011	R8 Masal Bermejito, CH	25°35`	60°22`
<i>P. chilensis</i>	1361	2012	Talampaya	29°46`	67°46`
<i>P. chilensis</i>	1362	2012	Talampaya	29°46`	67°46`
<i>P. chilensis</i>	758	1993	Amaicha, OVC	26°33`	65°55`
<i>P. chilensis</i>	756	1993	Amaicha, OVC	26°33`	65°55`
<i>Prosopis sp.</i>	s/nº	2013	Pro.VR.Ind,OVC	31°19`	64°17`

Referencia: CH= Chaco; OVC= origen Valles Calchaquíes; Pro. V. R. Ind.= Procedencia Villa Rivera Indarte

Análisis morfológico. El ensayo se realizó en el Vivero Forestal Educativo de la FCA-UNC. Se efectuaron 4 repeticiones de 10 semillas sembradas en envase tubo de polietileno de 100 micrones de 565 cm³ con una mezcla de tierra-arena (3:1). Antes de la siembra los envases se regaron con una solución de micorrizas marca LAJ (que contiene *Scleroderma vulgare*, *Rhizopogon luteolus*, *Pisolithus tinctorius*, *Boletus edulis* y *Boletus (Suillus) luteus*). Las semillas, previamente escarificadas con una lija de grosor medio, se pusieron en íntimo contacto con el sustrato sin enterrarlas y luego se tapó con una capa de un cm de arena gruesa. Las mismas se colocaron en condiciones uniformes de luminosidad, temperatura, fotoperíodo y disponibilidad hídrica (Fig.2. A).

A los 35 días postsiembra se recolectaron al azar diez pares de cotiledones por accesión (Fig. 2. B). Al cotiledón de 35 días se le midió el espesor con un escalímetro (mm) y con ayuda del programa Hojas (Verga,2013) se registraron: el largo del cotiledón (LCOT, en mm), ancho del cotiledón (ACOT, mm), Relación entre la superficie del tercio superior del cotiledón respecto del área total del cotiledón (APRECOT, número), Relación área del ápice del cotiledón/área total del cotiledón (APTOTCOT, número), y área del cotiledón (ARFOLCOT, cm²).

A los 49 y 82 días postsiembra se recolectaron 10 hojas ubicadas en el 6^{to} y 10^{mo} nudo (respectivamente) de las plántulas para realizar mediciones de diferentes caracteres morfológicos, las cuales tuvieron que ser totalmente plegadas y escaneadas para ser medidas por el Programa Hojas 3.4 (Verga, 2011). Las variables medidas fueron: Largo de pecíolo (LPE, mm), Largo de la pina (LPI, mm), Número de pares de foliólulos (NFOL, número), Número de pares de pinas (NPI, número), Largo del foliólulo (LFOL, mm), Ancho del foliólulo (AFOL, mm), Relación área del ápice del foliólulo/área del rectángulo que contiene al ápice (APREC número), Relación área del ápice del foliólulo/área total del foliólulo (APTOT, número), Área del foliólulo (ARFOL, cm²). Sobre la base de todos los caracteres se construyó una matriz básica de datos y se calcularon las medidas resumen

y se efectuaron Análisis de la Varianza, Análisis Multivariado para analizar las Componentes Principales y Análisis de Conglomerados con ayuda del Programa InfoStat (2008).

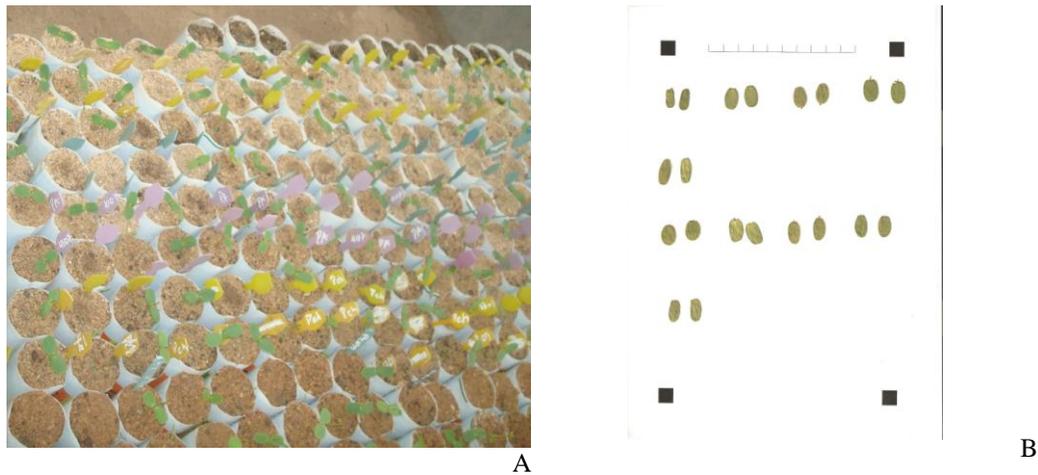


Fig. 2. A) Emergencia de los cotiledones en sus respectivos envases en las mesadas del invernadero del Vivero Forestal de la FCA-UNC. B) Cotiledones de *P. alba* 4123 acomodados para ser analizados con el programa "Hojas".

Al observar el número y tipos de variables con las que se contaba, lo más conveniente para obtener resultados confiables, era separar el Análisis de Conglomerados en las diferentes edades en las que se extrajeron las muestras. Así fue que se analizó por un lado las variables que pertenecía a los cotiledones, por otro las de la sexta hoja y por último las de la decima hoja. En todos los caso se hizo un análisis de Componentes Principales para distinguir las variables más representativas en la variabilidad morfológica. De esta manera se podía ver cuál era la evolución en el tiempo, que sufría el *Prosopis* sp con respecto a las otras dos.

Análisis citológico. Para determinar el número cromosómico del *Prosopis* sp. se efectuó el recuento de cromosomas mitóticos en células aplastadas de los meristemas radicular. Sobre la base de diversas fuentes consultadas (Poggio *et al.*, 2008; Tapia P. *et al.*, 1999; Trenchard *et al.*, 2008; Negritto *et al.*, 2008; Valladolid *et al.*, 2004) y luego de varias repeticiones y ajustes se elaboró esta metodología.

Debido a que, las especies del género *Prosopis* presentan semillas de tegumento duro, antes de ponerlas a germinar, se las escarificó mecánicamente a través de un papel de lija (Joseau, 2005). Para la germinación de las semillas se utilizan cápsulas de Petri esterilizadas lavadas con alcohol 70 %, luego se colocó papel de filtro embebido en agua y fueron llevadas a cámaras climática del Laboratorio de Biotecnología de la FCA-UNC a 30 °C (constantes) durante 2 días y medio hasta alcanzar una longitud total de 4 a 5 cm de la raíz.

Con esta metodología, es posible encontrar células mitóticas colectando los extremos de las raíces primarias (de 1,5 cm) entre las 17:00 y 18:00 h, las cuales fueron tratadas con 8-hidroxiquinolina (2 mm) durante 5 horas a temperatura ambiente. Luego de este período, se descartó el inhibidor del huso acromático y el material vegetal fue sumergido en fijador Farmer [1: 3 ácido acético glacial: alcohol etílico absoluto (v/v)] durante 48 h como mínimo. Posterior a ello, se enjuagaron las raíces durante 10 min con agua destilada para poder realizar la hidrólisis con HCL

a 1 Molar durante 12 min a 50°C (en baño maría) e inmediatamente se volvieron a enjuagar durante 5 minutos en agua destilada. Luego se sumergieron las raíces en reactivo de Schiff, en oscuridad, durante 3 horas a temperatura ambiente. Los ápices radicales (2 a 3 mm), que debían encontrarse teñidas de color violeta intenso, se extrajeron con agujas histológicas bajo la lente de una lupa colocados en un portaobjeto con una gota de ácido acético al 40 % (para evitar la deshidratación del tejido) y se pasó a otro portaobjeto con carmín acético para finalmente aplastar el material luego de colocar el cubre objeto. Las observaciones se realizaron con Microscopio Binocular marca "ARCANO", en los aumentos 10X, 40X y 100X. Esta técnica clásica nos determina principalmente números y morfologías cromosómicas (cariotipos).

Con la técnica descrita se contabilizaron el número de cromosomas de alrededor de 100 células de *Prosopis* de los Valles Calchaquíes, comprobando el número cromosómico de *P. chilensis* y *P. alba* ($2n=28$).

Análisis dendrométrico. Se han definido, sobre platas jóvenes, diferentes criterios ligados a su supervivencia y crecimiento a campo. Estos criterios son de dos tipos: morfológicos y fisiológicos (Joseau *et al.*, 2013). El criterio al que se enfocó fue el morfológico.

Este estudio se efectuó sobre plantines en vivero, como así también en plantaciones en Campo Escuela de la FCA-UNC y plantaciones realizadas a campo, años atrás (2 años).

En el Vivero Forestal Educativo los plantines permanecieron en el invernáculo hasta los 82 días de edad, y luego fueron trasladados al sombráculo ocupando aproximadamente una superficie de 36 cm² por plantín. Las variables cuantitativas evaluadas en vivero fueron altura y diámetro a la base a los 82 y 395 días desde la siembra.

Además, a los 421 días de edad se midieron las mismas variables en ejemplares plantados en el Área Experimental del Campo Escuela de la FCA-UNC cuando tenían 197 días en vivero, es decir, que a la fecha de su evaluación llevaban 224 días a campo. Cada planta ocupó una superficie de 16 m², siendo el marco de plantación 4 X 4.

También se midieron ejemplares *Prosopis* sp. (origen de los Valles Calchaquíes) y *P. alba* plantados en el año 2011 a 5 X 5 en forma de cortina en Laguna Larga a los 31° 46' latitud sur y 63° 46' de longitud oeste en el campo del un productor (Fig. 3). De las mismas se midieron altura, diámetro a la base y, si correspondía, diámetro a la altura del pecho, para corroborar el crecimiento que obtienen las plantas a los 2 años de ser trasplantados.



Fig. 3. Plantación en campo ubicado en Laguna Larga de *Prosopis* sp. y *P. alba* en año 2011

Los resultados obtenidos de estas mediciones, se analizaron en el programa InfoStat (2008) en el cual por medio del Análisis de la Varianza y Medidas Resumen se observó si, durante el crecimiento temprano, existían diferencias significativas entre las especies en las variables estudiadas, además de evaluar el crecimiento potencial de las mismas.

Análisis económico. Teniendo en cuenta los análisis realizados por Joseau *et al.* (2011), quien además de elaborar un mapa estableciendo un puntaje que resultó de la sumatoria de las variables de cobertura boscosa (CB), la densidad poblacional, la cobertura boscosa por habitante y la tasa de desmonte del 2002-2004; constituyó el Índice de densidad poblacional y cobertura boscosa nativa por departamento (IDPyCB), cuya máxima puntuación fue 0 y la mínima -4

Este índice permite individualizar regiones o zonas con iguales necesidades de cobertura boscosa, debido a combinación de variables que reflejan la condición en que se encuentra cada región en cuanto a suelos, erosión hídrica y eólica, la desertificación, la inundación, el nivel de precipitaciones, la cobertura boscosa, la densidad poblacional, la relación entre la superficie boscosa y el número de habitantes y la deforestación (Joseau *et al.*, 2011).

Según Joseau *et al.* (2011) un criterio para determinar la cantidad de superficie a reforestar sería el establecer clases de Índice de susceptibilidad ambiental, densidad de población y cobertura boscosa (ISADPyCB), así en este ejemplo se estableció que aquellas zonas que tiene un ISADPyCB entre 0,1 a 0,4 le correspondería forestar un porcentaje de 8 %, los que posean entre 0,41 y 0,6 de 7 % y los que posean un ISADPyCB superior a 0,61, un porcentaje de 5 %. Para este ejemplo, adoptando este criterio, el porcentaje de cobertura boscosa para la provincia sería de 14,45 %, valor que se acerca bastante a que si se le exigiera el 10 % a todos los departamentos (16,99 %)

Según este ultimo criterio, y teniendo en cuenta la superficie por departamento, se calculó la superficie a reforestar en la provincia.

Córdoba poseía 12.000.000 de hectáreas de bosques, esta superficie equivale a un 72,5 % de cubierta boscosa en relación a la superficie total (16.532.100 ha), sin embargo hoy, sólo queda

menos del 4 %, que está muy lejos de ser el 25 %, valor por debajo de la cual una región es considerada deficitaria en bosque en vista a las consecuencias ambientales y sociales que esto provoca. Mientras tanto la Secretaria de Ambiente (2010) menciona que hay 532.964 hectáreas de bosque cerrado (3,22 %) y 33.801 hectáreas de cultivos forestales en la provincia. Es lícito recordar que el porcentaje de cobertura boscosa a nivel de país es de 10,29 %, que también está lejos del valor mínimo que es 25 % (Joseau, 2013).

Además, como mencionó Verga (2005) las especies de algarrobo están en peligro de extinción por la gran extracción para aprovechar su producto maderero. Una manera de revertir este proceso es la incorporación al cultivo de estas especies. La existencia de forestaciones con fines madereros del algarrobo permitiría el mantenimiento de la oferta de esta madera noble para la industria ya existente y al mismo tiempo disminuiría la presión sobre el bosque nativo remanente (Verga, 2005).

Al mismo tiempo, con el fin de lograr un Enriquecimiento de los bosques nativos con especies de alto valor perteneciente a los mismos, (en zonas donde la regeneración natural es insuficiente y las características del suelo son poco indicadas para otros usos) podemos ver la posibilidad de introducir especies del genero *Prosopis* (100 árboles por hectárea) sin eliminar las especies presentes.

Se efectuó un cálculo de costo para una microempresa forestal (PyME) de 200 m² para estimar el costo del plantín forestal. Para ello se utilizó el programa CCPF (2006) que evaluó el costo de producción de plantines por cada especie, con sus respectivos costos variables y fijos para la producción de 3.000 plantines de cada especie (*P. chilensis*, *P. alba* y *Prosopis sp.* origen de los Valles Calchaquíes), teniendo en cuenta una pérdida de producción en cada una del 20 %.

Para los costos fijos se tuvieron en cuenta Servicios Fijos Anuales, Cuota Anual de Depreciaciones de Mejoras, Cuota Anual de Depreciación de Maquinaria y Herramientas de mano, los cuales fueron igual para las 3 especies por unidad producida. Para ello fue necesario que previo se realizara un inventario de Mejoras, Maquinarias, Herramientas de mano y los Servicios Fijos Anuales.

Por otro lado los costos variables considerados fueron los de Semillas, Envases, Sustrato, Llenado de envases (mano de obra temporaria), más otros insumos necesarios como serian agroquímicos, inoculantes, etc.

Se evaluó asimismo cuanto sería el costo por unidad disponible para la venta. Esto se logro teniendo en cuenta la cantidad total producida menos la pérdida del 20 % y así se pudo estimar cuánto cuesta producir 10.000 platines de algarrobos y cual especie tiene menor costo para la venta.

RESULTADOS y DISCUSION

Análisis morfológico. La Figura 4 muestra las diferencias observadas en la morfología de las hojas pinnadas y bipinnadas entre las especies estudiadas y en las diferentes edades a las que se las extrajo; exponiendo los resultados de las distintas variables.



Fig. 4. Hojas de ejemplares a los 49 y 82 días postsiembra. En la parte superior hojas del sexto nudo, y en la inferior hojas del decimo nudo. A) *P. alba* B) *P. chilensis* C) *Prosopis* origen de los Valles Calchaquíes

Cotiledones. Para las variables de cotiledones se necesitó sólo dos componentes principales para explicar un 97 % de la variabilidad encontrada. De 6 variables analizadas la cantidad de variables se redujo a 5. La componente principal 1 (CP1) agrupó según el largo, ancho y área del cotiledón, la segunda componente (CP2) estuvo relacionada con el APRECOT Y APTOTCOT. El dendrograma que caracteriza a estas variables se presenta en la Figura 5 y tuvo una correlación cofenética de 0,865.

De los *Prosopis* con origen de los Valles Calchaquíes uno (P.758) se agrupó con el *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte (PJJ), mientras que el P.756 se agrupó con *P.chilensis* 1361 originario de Talampaya . El *P. chilensis* 1361 para estos caracteres se separó de *P. chilensis* 1362 que tiene igual origen. Ambos orígenes de *P. alba* formaron un grupo.

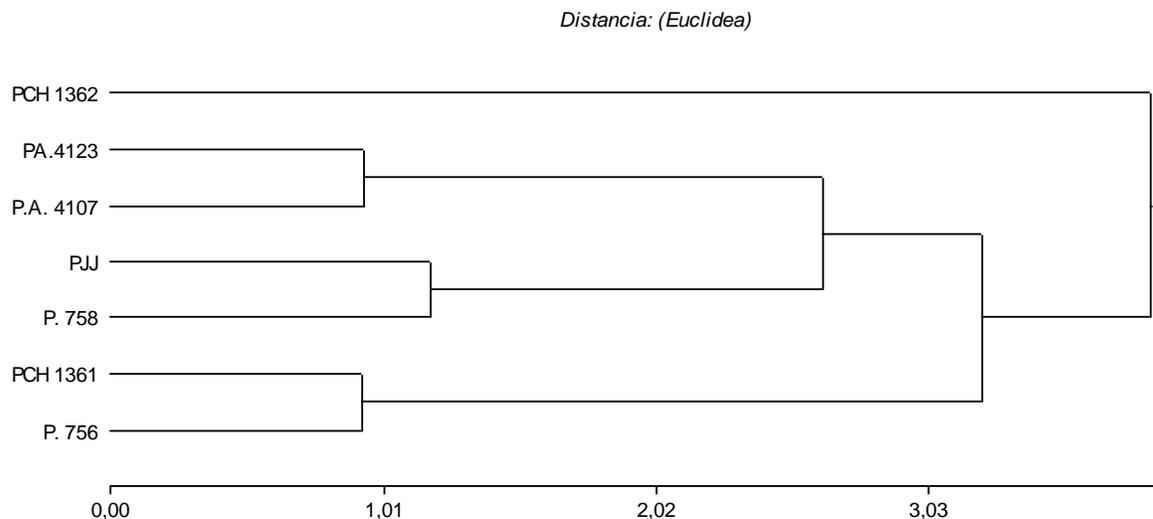


Fig. 5. Dendrograma obtenido con el método UPGMA, basado en la distancia euclidea entre los individuos representados por 5 caracteres morfológicos de cotiledones.

Referencia: *P. chilensis*= PCH 1362 y PCH 1361; *P. alba*= P.A. 4107 y PA. 4123; *Prosopis* sp. origen Valles Calchaquies=P.758 y P. 756; *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte=PJJ

Tabla 2. Medidas resumen de los caracteres por grupo morfológico formado

GRUPO	Variables				
	LCOT	ACOT	APRECOT	APTOTCOT	ARFOLCOT
PCH.1362	1,85 C	1,12 C	0,72 A	0,15 A	1,65 D
PA	1,52 A	0,87 A	0,74 B	0,15 A	1,08 A
PJJ -P758	1,64 B	0,97 B	0,72 A	0,15 A	1,27 B
PCH 1361-P756	1,80 C	0,99 B	0,75 B	0,16 B	1,45 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La longitud de los cotiledones del grupo PCH 1361 y P.756 como así también el de PCH 1362 fueron los más largos ($P < 0,05\%$) con respecto a la de los otros grupos. Esta es la única variable en donde los *P. chilensis* se igualaron. *P. chilensis* 1362 fue el que presentó cotiledones con mayor ($P < 0,05\%$) superficie (Tabla 2).

Sexta hoja. Las 9 variables registradas a nivel de la sexta hoja fueron necesarias para explicar el 94 % de la variabilidad encontrada entre los orígenes genéticos. El dendrograma de la Fig. 6 muestra, con una correlación cofenética de 0,854, los 3 agrupamientos formados: *Prosopis chilensis*, *Prosopis alba* y *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes, aunque a una distancia menor, el *Prosopis* 756 se diferenció de los otros dos.

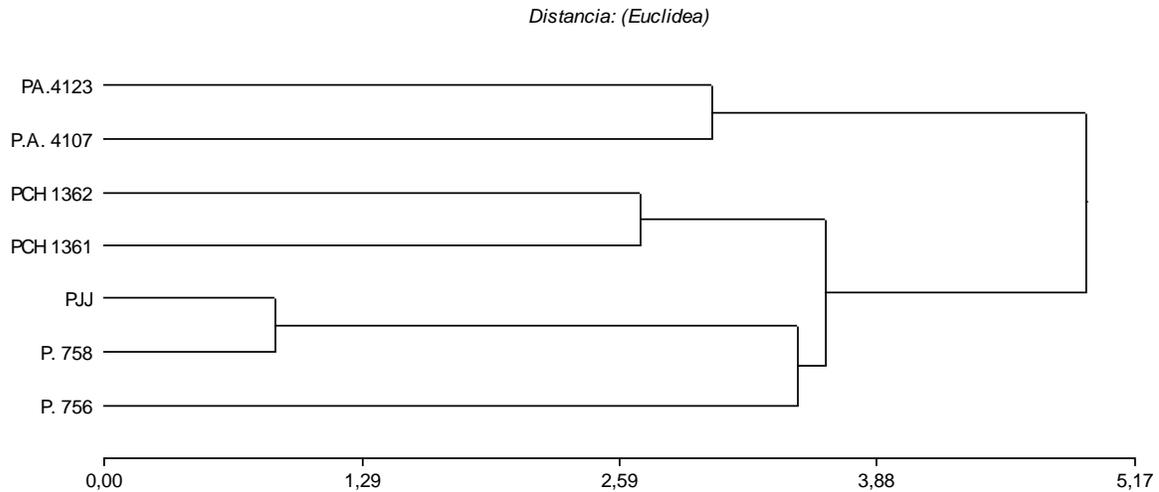


Fig. 6. Dendrograma obtenido con el método UPGMA, basado en la distancia euclídea entre los individuos representados por 9 caracteres morfológicos de la sexta hoja.

Referencia: *P. chilensis*= PCH 1362 y PCH 1361; *P. alba*= P.A. 4107 y PA. 4123; *Prosopis* sp. origen Valles Calchaquies=P.758 y P. 756; *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte=PJJ

Tabla 3. Medidas resumen de los caracteres por grupo morfológico formado

Grupo	Variables								
	LPEsex	LPIsex	NFOLsex	NPIsex	LFOLsex	AFOLsex	APREC sex	APTOTsex	ARFOL sex
PJ	1,11 A	5,09 B	19,30 B	1,00 A	0,94 B	0,20 B	0,79 B	0,16 B	0,17 B
PA	1,69 B	5,32 B	23,25 C	1,13 B	0,76 A	0,17 A	0,73 A	0,15 A	0,12 A
PCH	1,15 A	3,97 A	11,85 A	1,00 A	1,19 C	0,20 B	0,77 B	0,16 B	0,21 C

Referencia= Grupo PJ=P.758, P.756 y PJJ; Grupo PA= P.A.4107 y PA.4123; Grupo PCH=PCH1361 y PCH1362

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para las variables LPIN, NFOL, LFOL y ARFOL de la sexta hoja, el grupo que corresponde a *P. chilensis* se separó de los restantes grupos. Este grupo tuvo la menor longitud de pina y número de pares de foliolulos ($P < 0,05$) y la mayor ($P < 0,05$) longitud de foliolulo y área del foliolulo. El grupo de *Prosopis* origen Valles Calchaquies (PJ) se caracterizó por presentar para las variables número de pares de foliolulos, longitud y área del foliolulo de la sexta hoja valores intermedios con respecto a los restantes grupos (Tabla 3).

Décima hoja. Las 9 variables registradas de la décima hoja, fueron resumidas en 3 variables que con sólo dos componentes principales (CP) explicó un 94 % de la variabilidad. La CP1 representó la longitud y el ancho del foliolulo, mientras que la segunda componente (CP2) estuvo relacionada con la longitud de la pina. La Figura 7 presenta el dendrograma que caracterizó a las tres variables con una correlación cofenética de 0,894.

A una distancia mayor a 2,41, *P. alba* (4123) origen el Bermejito se separó de los restantes grupos. Estos grupos estuvieron conformados por el grupo de *P. chilensis* por un lado y los

orígenes de Valles Calchaquíes, por el otro, que en este análisis se agrupó con *P. alba* originario de Formosa. *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte es el que más cerca se encontró de este *P. alba*

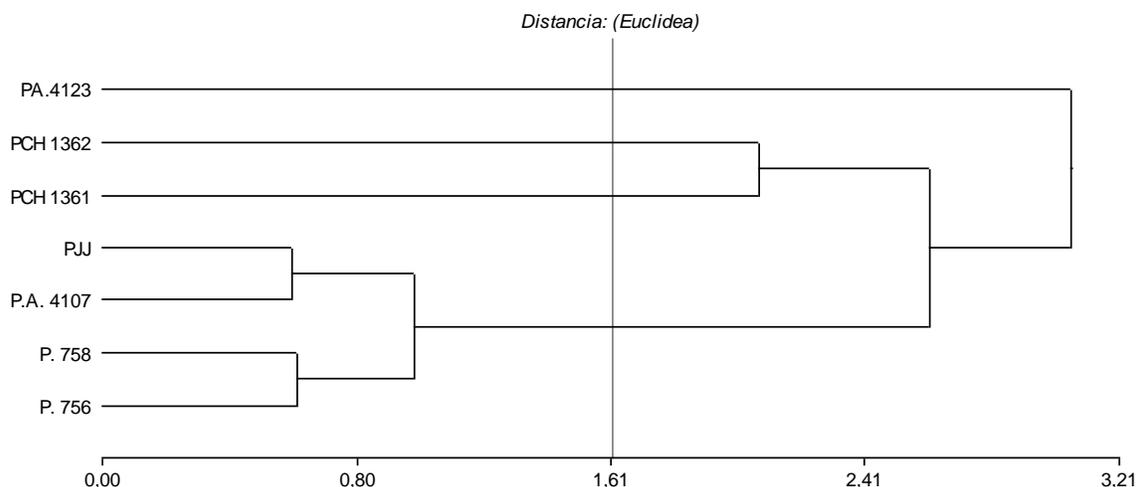


Fig. 7. Dendrograma obtenido con el método UPGMA, basado en la distancia euclídea entre los individuos representados por 3 caracteres morfológicos de la décima hoja.

Referencia: *P. chilensis*= PCH 1362 y PCH 1361; *P. alba*= P.A. 4107 y PA. 4123; *Prosopis* sp. origen Valles Calchaquíes=P.758 y P. 756; *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte=PJJ

Tabla 4. Medidas resumen de los caracteres por grupo morfológico formado

Grupo	Variables								
	LPE10	LPI10	NFOL10	NPI10	LFOL 10	AFOL 10	APREC10	APTOT10	ARFOL10
PA 4123Cha	2,32 B	6,19 B	33,20 B	1,50 B	0,55 A	0,13 A	0,86 A	0,16 A	0,07 A
PJ-PA 4107For	1,36 A	7,36 C	32,83 B	1,00 A	0,90 B	0,17 B	0,84 A	0,15 A	0,14 B
PCH	1,38 A	5,54 A	18,20 A	1,00 A	1,24 C	0,18 B	0,83 A	0,16 A	0,20 C

Referencia: en negrita variables seleccionadas para el análisis de componentes principales.
PJ=P.758, P.756 y PJJ

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

De las variables que formaron los tres grupos, la longitud de pina y la de foliolulo se diferenciaron ($P < 0,05$) en los tres grupos, mientras el ancho de foliolulo fue menor ($P < 0,05$) sólo en *P. alba*, siendo en los otros dos grupos semejantes. La variable área de los foliolulos de los *Prosopis* origen Valles Calchaquíes y de *P. alba* origen Formosa, presentó valores intermedios con respecto a *P. alba* del Chaco y ambos *P. chilensis* de Talampaya (Tabla 4).

Del análisis morfológico surge que en el crecimiento de los orígenes genéticos de los Valles Calchaquíes se producen diferenciaciones a nivel morfológico que hacen que estos *Prosopis* de gran crecimiento, como la procedencia de Villa Rivera Indarte al estado adulto, se parezca a nivel de variables de cotiledones a ambos *P. alba*, mientras a nivel de variables de la sexta hoja, 49 días de su germinación, se agrupan entre sí y quedan como grupo intermedio entre *P. alba* y *P.*

chilensis. A nivel de la 10 hoja, 82 días desde su germinación incorporan en el grupo al *P. alba* origen Formosa.

Verga *et al.* (2009) señalaron que existen grupos morfológicos a nivel de *P. alba* y que las diferencias morfológicas en hojas adultas más importantes se dan entre los Algarrobos blancos chaqueños y santiagueños, especialmente a nivel de hoja. El santiagueño es de hojas mayores, con mayor longitud y ancho de foliólulo, mayor longitud de pecíolo y de pina y mayor distancia entre foliólulos. Tiene un menor número de foliólulos por pina y son raras las hojas con tres pares de pinas. También se diferencian en cuanto a la forma del foliólulo. El santiagueño es más delgado y de ápice más aguzado que el chaqueño. Entre los dos tipos de Algarrobo blanco chaqueño la diferenciación es significativamente menor.

En lo que respecta a las hojas en individuos de 82 días, la longitud del foliólulo fue diferente para los dos *Prosopis alba*, de origen chaqueño tanto norte (origen Formosa) como sur (origen chaco), lo que es distinto a lo que hallaron Verga *et al.*, 2009 que era de igual longitud. A pesar de la diferencia de edad, la longitud de foliólulo tiende a ser similar a los encontrados para *P. alba* origen santiagueño por estos autores. Para el ancho del foliólulo del grupo de PJ con *P. alba* (origen Formosa) comparten valores semejantes con el *P. alba* santiagueño. Para la otra variable seleccionada sucede algo semejante dado que la longitud de pina tiene mayor valor como encontraron estos autores para el *P. alba* origen santiagueño

Análisis citológico. De la observación realizada en el Microscopio se observó que contenían también 28 cromosomas somáticos, coincidiendo con datos obtenidos previamente para el género del autor Hunziker (Figura 8). En cuanto a tamaño y a cariotipo no se observaron detalladamente ya que no se observaron diferencias significativas entre las especies observadas, pero no se descarta que pueda haber una influencia en cuanto al contenido de ADN o a la presencia de hibridación. Para ello, es necesario un estudio más profundo y detallado de la especie a definir.

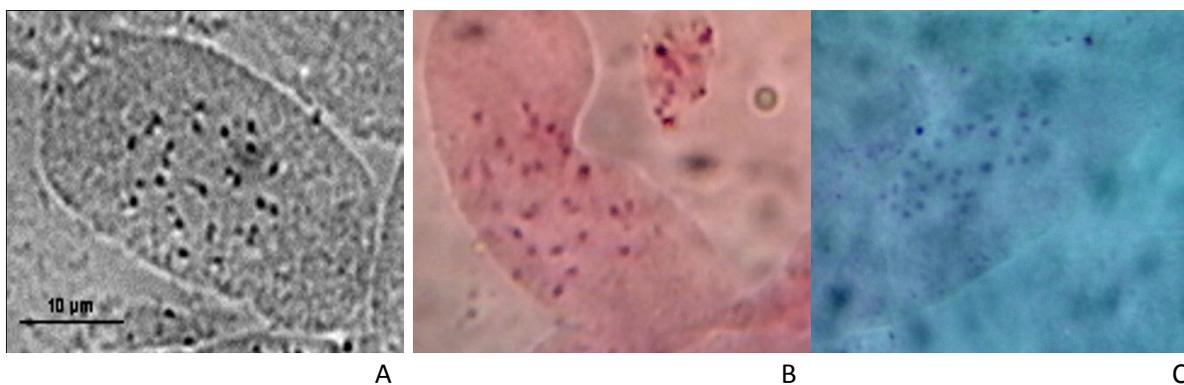


Fig. 8. A) cromosomas mitóticos de la especie *Prosopis* origen de los Valles Calchaquíes. B) cromosomas mitóticos de la especie *Prosopis chilensis*. C) cromosomas mitóticos de la especie *Prosopis alba*.

Análisis dendrométrico

Evolución del crecimiento en vivero. La Tabla 5 muestra el crecimiento de los individuos que permanecieron en el Vivero Forestal Educativo (en cuanto a diámetro a nivel del cuello y altura) a los 82 y a los 395 días de la siembra.

Tabla 5. Crecimiento en diámetro y altura de los plantines de algarrobos obtenidos en el Vivero Forestal Educativo FCA-UNC a los 82 y 395 días

	DAB ₈₂	ALTURA ₈₂	DAB ₃₉₅	ALTURA ₃₉₅	CD ₃₉₅	CA ₃₉₅
	mm	cm	mm	cm	mm	cm
<i>P. alba</i>	2,65	49,08	4,68	68,80	2,03 A	22,86 A
<i>P. chilensis</i>	2,77	49,65	4,15	67,90	1,56 A	20,26 A
<i>Prosopis sp.</i>	2,88	51,82	4,54	65,77	1,77 A	17,09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p < 0.05)

A los 395 días de la siembra no se detectaron diferencias significativas en el crecimiento (bajo sombráculo) aunque se ve una tendencia a tener mayor altura las especie de *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis*, mientras que en cuanto al diámetro a la base se observa que *Prosopis alba* tiene mayor crecimiento que debería ser evaluada a mayor edad.

Según el artículo publicado por Joseau *et al.* (2013), platas jóvenes (6 meses de edad) de *Prosopis alba* presentaban una media en el diámetro a la base entre los 2,95-2,89 mm y en cuanto a altura una media entre 32,57-31,15 cm. Mientras las platas jóvenes de *Prosopis chilensis* mostraban una media de diámetro a la base entre los 3,00-2,63 mm y 33,39-35,30 cm en lo que respecta a altura. Se puede decir que los valores obtenidos son semejantes.

Plantación en Campo Escuela. La Tabla 6 muestra el crecimiento de los individuos obtenidos en el Vivero Forestal Educativo y llevados a campo a los 197 días desde su siembra en vivero (datos subcero) hasta los 421 días desde su siembra, es decir el crecimiento que expresaron durante 224 días a campo.

Tabla 6. Evolución del crecimiento en diámetro y altura de los algarrobos plantados en Campo Escuela de la FCA-UNC en diferentes edades

Especie	DAB ₀	Altura ₀	DAB ₂₂₄	Altura ₂₂₄	CD ₂₂₄	CA ₂₂₄
	mm	cm	mm	cm	mm	cm
<i>P. alba</i>	4,68	68,80	5,67	82,00	1,00 A	13,20 A
<i>P. chilensis</i>	4,15	67,90	5,15	74,25	1,00 A	6,35 A
<i>Prosopis sp.</i>	4,54	65,77	5,16	79,33	0,81 A	13,57 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

A los 224 días de la plantación no se detectaron diferencias significativas (p<0,05) en el crecimiento de las variables medidas entre especies, aunque se observa una tendencia a tener mayor altura en *Prosopis sp.* procedencia de Valles Calchaquíes seguido por *Prosopis alba* que debería ser evaluadas a mayor edad, como así también algunas variables morfológicas de las

hojas, debido a que se observaron diferencias a simple vista como muestra la Figura 9. En la misma se exponen las hojas de las especies a los 421 días de edad (A, B y C) y por otro lado hojas que se extrajeron a los 548 días (D, E y F) sin realizar mediciones de altura ni diámetro a la base, pero que se pudo apreciar un gran desarrollo del *Prosopis* sp. con respecto a *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis*, por lo que es importante tenerlo en cuenta para estudios futuros. Además se pudo observar que existe la presencia de roedores en condiciones naturales del espacio, es decir sin control de ningún tipo de plagas, lo que afecta negativamente el desarrollo de los ejemplares, tema importante a tener en cuenta para el progreso de plantaciones cultivadas de estas especies.



A



D



B



E



C



F

Figura 9. Hojas de ejemplares con 421 días de edad: A) *Prosopis alba*, B) *Prosopis chilensis*, C) *Prosopis* sp. (procedencia Villa Rivera Indarte). Hojas a los 548 días: D) *Prosopis alba*, E) *Prosopis chilensis*, F) *Prosopis* sp. (procedencia Villa Rivera Indarte).

Plantación en Laguna Larga. El análisis que muestra la evolución en cuanto a las variables diámetro a la base y altura, entre el estado de plántulas de 395 días en vivero (datos subcero) y a los 2 años de plantación a campo se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Crecimiento medio en diámetro a la base y altura obtenido en *Prosopis* sp y *Prosopis alba* durante dos años a campo

Especie	Resumen	DAB ₀	ALTURA ₀	DAB _{2 años}	ALTURA _{2 años}	DAB _{2 años}	ALTURA _{2 años}
		mm	cm	mm	cm	mm	cm
<i>P. alba</i>	Media	4.58 A	59.83 A	37.65 A	243.33 A	33.08 A	183.5 A
<i>Prosopis</i> sp	Media	4.75 A	73.11 B	30.78 A	239.44 A	26.02 A	166.33 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

A los 2 años de la plantación no se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el crecimiento de las variables medidas entre especies. Asimismo se puede decir que el *Prosopis alba* obtuvo mayor altura y diámetro a la base respecto al *Prosopis* sp. de los Valles Calchaquíes durante 2 años a campo (Tabla 7). Pero si se considera que el crecimiento en diámetro y altura de 2 años a campo en Laguna Larga (Figura 10), corresponde a 3 años de vida de estas especies (contando el año en vivero), se puede decir que el crecimiento promedio en radio y en altura para *Prosopis* sp de los Valles Calchaquíes es de 0,513 cm/año y 79,81 cm/año respectivamente. Giménez *et al.*, 2012; Gimenez *et al.*, 2010 obtuvieron para *P. alba* y *P. chilensis* un crecimiento radial medio de 0,405 cm y 0,385 cm respectivamente, lo cual es menor a lo obtenido en la plantación de Laguna Larga. Si lo comparamos con la planta madre de *Prosopis* sp. (Fig. 11) que tuvo un crecimiento radial medio de 1,24 cm/año y en cuanto a altura 42 cm/año, se puede decir que estos individuos mostraron mayor crecimiento anual en altura, mientras que en diámetro fue menor lo que puede estar influenciado por el ambiente y condiciones naturales en las que se presenta dicha plantación.

A modo de resumen se puede decir que los *Prosopis* sp. originarios de los Valles Calchaquíes no pudieron diferenciarse en los primeros estadios (vivero y a campo) con respecto a *P. alba* y *P. chilensis* aunque mostraron una tendencia. El crecimiento en Vivero mostró menor desarrollo *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes frente al *P. alba* y *P. chilensis* que tuvieron mayor incremento. En la plantación del Campo Escuela se observó mayor crecimiento de altura en el *Prosopis* origen de los Valles Calchaquíes seguido por el *Prosopis alba*, pero con respecto al DAB fue mayor e igual en *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis*. Por último, el crecimiento del *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes en Laguna Larga, mostró mayor crecimiento radial frente al *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis*. También fue mayor el incremento logrado en altura con respecto al crecimiento de la planta madre (*Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte).



Figura 10. Individuos *Prosopis* plantados en Laguna Larga de 2 años de edad



Figura 11. Planta madre de *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte, origen de los Valles Calchaquíes

Evaluación económica. Según los cálculos realizados, para la provincia de Córdoba, se necesita reforestar unas 1.166.800 has. Lo cual representa un 7,057 % de la superficie provincial. Mientras que si lo sumamos a las superficies existentes de bosques naturales cerrados y plantaciones forestales que menciona la Secretaria de Ambientes en el 2010, daría un total de 1.733.565 has que representan un 10,49 % de la superficie total de la provincia.

Entonces, teniendo en cuenta que en plantaciones forestales, se aplica una densidad de 100 plantas por hectárea, necesitaríamos en total una producción de 116.680.000 plantines de calidad en toda la provincia.

Para la micropyme se estima producir 11.250 pl anuales que en las siguientes Tablas se muestran el Costo Total de Producción obtenido a partir de los costos fijos, variables y los intereses sobre los diferentes capitales presentes en la Microempresa Forestal, para la producción de 3750 plantines de cada especie (*P. alba*, *P. chilensis* y *Prosopis* sp.) en 9 meses, de los cuales 3 meses están dentro del invernadero y 3 meses debajo de sombráculo (Tabla.8, 9 y 10)

Tabla 8. Costo total de Producción para 3750 plantines de *Prosopis alba*

Componente del Costo Final	% de interés aplicado	Valor	%
Costos Fijos Totales	----- *(3)	20222	73.48540695
Costos Variables Totales	----- *(3)	2807.617	10.20271023
Interés sobre Capital Fundiario	4	1108.679625	4.028874647
Interés sobre Cap. de Explotación	5	98.62551563	0.358399154
Interés sobre Capital Circulante	15	3281.45505	11.92460902
COSTO TOTAL		27518	

Tabla 9. Costo Total de Producción para 3750 plantines de *Prosopis chilensis*

Componente del Costo Final	% de interés aplicado	Valor	%
Costos Fijos Totales	----- *(3)	20222	73.48540695
Costos Variables Totales	----- *(3)	2807.617	10.20271023
Interés sobre Capital Fundiario	4	1108.679625	4.028874647
Interés sobre Cap. de Explotación	5	98.62551563	0.358399154
Interés sobre Capital Circulante	15	3281.45505	11.92460902
COSTO TOTAL		27518	

Tabla 10. Costo Total de Producción para 3750 plantines de *Prosopis sp*

Componente del Costo Final	% de interés aplicado	Valor	%
Costos Fijos Totales	----- *(3)	26963	73.40909572
Costos Variables Totales	----- *(3)	3776.656	10.28241555
Interés sobre Capital Fundiario	4	1478.2395	4.024690844
Interés sobre Cap. de Explotación	5	131.5006875	0.358026973
Interés sobre Capital Circulante	15	4380.2484	11.92577091
COSTO TOTAL		36.729	

Al determinar el Costo por Unidad Disponible para la Venta se obtuvieron los siguientes valores mostrados en la Tabla 11.

Tabla 11. Costos de las distintas especies

Especies	Costo total de producción	Costo por unidad producida	Porcentaje de pérdidas estimadas	Plantas disponibles para la venta	Costo final
	\$	\$	%		\$/plantín
<i>Prosopis alba</i>	27518	7,34	20	3000	9.17
<i>Prosopis chilensis</i>	27518	7,34	20	3000	9.17
<i>Prosopis sp.</i>	27659	7.38	20	3000	9.22

El mayor costo que se muestra en *Prosopis sp.* se debe al costo de la semilla que es superior, siendo de \$1.800 por kilogramo de semilla, mientras que el kilo de *P. alba* y *P. chilensis* es de \$1.150. Debemos tener en cuenta que a mayor cantidad de platines produzcamos, menor costo por plantín disponible para la venta tendremos, ya que el costo fijo se repartirá en mayores cantidades. En este caso los costos de los plantines de *Prosopis alba* y *Prosopis chilensis* es de \$ 9,17, mientras que el de *Prosopis sp.* es de \$ 9,22.

Entonces se puede decir que una PyME, según el nicho de mercado que atenderá, producirá un tipo u otro de plantin de algarrobo. Si se trata de abastecer bosques nativos destinados sólo a su conservación (ligado a la Ley 26.331), solo se recomendaría plantar la especie que mejor se adapte al medio, sin contaminar genéticamente a las especies nativas presentes. Mientras que, si se quiere enriquecer bosques total o parcialmente degradados con el fin de aumentar su valor comercial (ligado a la Ley 25.080), allí si se podría aconsejar la incorporación de estas especies de *Prosopis sp.* origen de Valles Calchaquíes.

CONCLUSIONES

La descendencia de *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte se asemeja morfológicamente a la descendencia de *Prosopis* sp. origen Valles Calchaquíes a nivel de cotiledones, de sexta hoja y a nivel de décima hoja, por lo tanto se puede aseverar que la procedencia Villa Rivera Indarte es originaria de los Valles Calchaquíes.

Las características de *Prosopis* sp. origen Valles Calchaquíes difirió morfológicamente de *P. alba* y *P. chilensis* en sus distintos estadíos. Del análisis morfológico surge que uno de los *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes (P. 758) se agrupó, a nivel de variables de cotiledones, con el *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte y estuvieron más cerca de ambos *Prosopis alba*, mientras que el otro *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes (P. 756) se agrupó con el *Prosopis chilensis* origen Talampaya (1361), quien se separa del segundo *P. chilensis* de igual origen (PCH 1362). A nivel de variables de la sexta hoja, es decir a 49 días de su germinación, se agrupan los *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes y *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte, entre sí y quedan como grupo intermedio entre *P. alba* y *P. chilensis*. A nivel de la 10 hoja, a 82 días desde su germinación, incorporan en el grupo de *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes y procedencia Villa Rivera Indarte, al *P. alba* origen Formosa (4107). A pesar de la diferencia de edad, los *Prosopis* sp. origen Valles Calchaquíes que se asemejaron al *Prosopis alba* origen Formosa, mostraron similitudes con los *Prosopis alba* adultos origen santiagueño estudiado por Verga *et al.* (2009). Es importante continuar con el estudio morfológico a mayor edad de estos algarrobos ya que se observaron diferencias a nivel de hojas a simple vista, diferenciándose en las variables longitud de pinas y foliolulos, separación entre foliolulos y número de pares de pinas.

Los *Prosopis* sp. origen de los Valles Calchaquíes no posee un número de cromosomas superior al de *P. alba* y *P. chilensis*. Es necesario continuar indagando en la cantidad de ADN como mencionó el autor Pastrana *et al.*, en 1999 sobre la correlación positiva entre el tamaño de genoma con los cambios en la altitud geográfica en la que se encuentran los árboles. Para ello se requiere estudios citogenéticos más complejos.

El crecimiento en vivero y a campo de *Prosopis* sp. procedencia Villa Rivera Indarte es diferente a *P. alba* y *P. chilensis* según el estadio y lugar de cultivo.

Desde el punto de vista económico, en una PyME, según el nicho de mercado que atenderá, producirá un tipo u otro de plantín de algarrobo. Si se trata de abastecer bosques nativos destinados sólo al enriquecimiento de bosques nativos mediante planes de conservación o de manejo (ligado a la Ley 26.331), se recomendaría plantar la especie que mejor se adapte al medio, sin contaminar genéticamente a las especies nativas presentes. Mientras que, si se quiere enriquecer bosques total o parcialmente degradados (100 o más árboles por hectárea) con el fin de aumentar su valor comercial (ligado a la Ley 25.080), allí sí se podría aconsejar la incorporación de estas especies de *Prosopis* sp. origen de Valles Calchaquíes.

BIBLIOGRAFIA

- AGROBIT. 2014. Comercio internacional de productos de madera sólida. Publicado en internet, disponible en http://www.agrobit.com/Documentos/H_1_Forestac%5C819_madera.pdf. Activo marzo de 2015.
- ASORA, 2014. Los bosques se expanden pero la urbanización es una amenaza. 20:116: 72.
- Brizuela M.M., Burghardt A.D., Tanoni D y Palacios R.A. 2000. Estudios de la variación morfológica en tres procedencias de *Prosopis flexuosa* y su manifestación en cultivo bajo condiciones uniformes. Multequina 9: 07-15.
- Burghardt A. D., Brizuela M. M. Y Palacios R.A. 2000. Variabilidad en plántulas de algunas especies de *Prosopis* L. (Fabaceae) en busca de descriptores morfológicos. Multequina (9): 23-33.
- Castillo E. M. y Tarnowski C. G. 2011. Cultivo experimental de *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz en el Pedemonte de Yungas. EECT Yuto- INTA pp. 10. <http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-experimental-de-prosopis-chilensis-molina-stuntz-en-el-pedemonte-de-yungas/>
- Coronel de Renolfi, M., Díaz F. y Cardona G. 2012. Rendimientos, productividad y costos del aserrado primario de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero. En: Reunión Nacional del Algarrobo, (ed.) Verzino, Joseau y Coirini, Córdoba, pp. 40-42.
- FAO 2014. Anuario FAO de productos forestales 2008-2012. Roma Italia. 358pp. Publicado en internet, disponible en <http://www.fao.org/docrep/019/i3732m/i3732m.pdf>. Activo enero 2015.
- FAO. 2006. Tendencias y perspectivas del sector forestal en América latina y el Caribe. Tendencias históricas y la situación actual del sector forestal. Publicado en internet, disponible en <http://www.fao.org/docrep/009/a0470s/a0470s-04.htm>. Activo marzo de 2015
- Giménez A. M., Ríos M., Moglia G., Hernández P.y Bravo S. 2001. Estudios de magnitudes dendrométricas en función de la edad en *Prosopis alba* Griseb., algarrobo blanco, Mimosaceae. Revista forestal 45 (2):175-183.
- Gimenez A. M., Ríos N., Moglia G. y Ferreyra Soraide P. 2010. Determinación de la edad del árbol histórico de la casa de Facundo Quiroga en los Llanos de La Rioja. Quebracho Vol.18(1,2):71-78.
- Giménez A.M., Moglia J.G., Ríos N., Hernández P., Figueroa M.E. y Diaz Zirpolo J. 2012. Especies del género *Prosopis* en los bosques del Chaco Semiárido, sus potencialidades. En: Reunión Nacional del Algarrobo, (ed.) Verzino, Joseau y Coirini, Córdoba, pp. 54-55.
- Gómez I. 2012. Instrumentos para la protección del Bosque Nativo. En: Reunión Nacional del Algarrobo, (ed.) Verzino, Joseau y Coirini, Córdoba, pp.119-132.
- Joseau M. J. 2013. Introducción. En: Conservación de recursos forestales nativos de Argentina. El cultivo de plantas leñosas en vivero y a campo. Editores: Joseau M. J., Conles M. Y. y Verzino G. E. Editorial Brujas. I: 9-17
- Joseau M. J., Verga A.R., Díaz M. P., Julio N. B. 2013. Morphological Diversity of Populations of the Genus *Prosopis* in the Semiarid Chaco of Northern Cordoba and Southern Santiago Del Estero. American Journal of Plant Sciences, 4, 2092-2111
- Joseau M. J., Verzino G. E. y Meehan A. R. 2013. Aspectos de la calidad del plantín. Como definir la calidad del plantín. En Conservación de Recursos Forestales Nativos de Argentina. El cultivo de plantas leñosas en vivero y al campo, (ed) Joseau, Conles y Verzino, Córdoba, pp. 117-133.
- Joseau M.J. y Luque L. 2011. Índice de susceptibilidad ambiental, densidad poblacional y cobertura boscosa. Informe para el Programa Forestando Mi Provincia Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la Provincia de Córdoba .Primera Parte.12 pp. En formato papel y CD.

- LMN 2014. La cadena de valor de la madera representa el 5,9% del valor bruto de la producción industrial de la Argentina. Lmn noticias. 03-08-2014. Publicado en internet, disponible en http://www.lmneuquen.com.ar/noticias/2014/8/3/la-cadena-de-valor-de-la-madera-representa-el-59-del-valor-bruto-de-la-produccion-industrial-de-la-argentina_231773. Activo enero del 2015.
- Mecon, 2013. Resolución Nº 415/2013. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible en internet, publicado en <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/220000-224999/221245/norma.htm>. Activo marzo 2015.
- MINCYT y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS). 2013. Nuevo escenario para la promoción forestal y el manejo de los bosques nativos. 30 pp.
- Moglia J. G., Giménez A. M., Bravo S. 2007. Características macroscópicas de las especies más importantes del mercado. En *Macroscofia de Madera*. Tomo II. Serie didáctica de Dendrología. 56 pp
- Negritto M. A., Romanutti A.A. Acosta M. C., Moscone E. A., Cocucci A. E. y Anton A. M. 2008. Morphology, reproduction and karyology in the rare Andean *Poa gymnotha*. En *Taxon* 57 (1): 171-178.
- Palacios R.A. Burghardt A.D. Frías-Hernandez J.T. Olalde-Portugal V. Grados N. Alban L. Martínez-de la Vega.O. Comparative study (AFLP and morphology) of three species of *Prosopis* of the Section Algarobia: *P. juliflora*, *P. pallida*, and *P. limensis*. Evidence for resolution of the “*P. pallida*–*P. juliflora* complex”.
- Poggio L., Espert S. M., y Fortunato R. H. 2008. Citogenética evolutiva en Leguminosas Americanas. *Rodriguésia* 59 (3): 423-433
- Poggio, L.; Espert, S. M. y Fortunato, R. H. 2008. Citogenética evolutiva en leguminosas americanas. *Rodriguésia* 59 (3): 423-433.
- Secretaría de ambiente. 2010. LEY Nº 9814. Ordenamiento territorial de bosques nativos de la provincia de Córdoba. Publicado en internet, disponible en <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/OrdTerrBN/file/leyes%20prov/C%3%B3rdoba%20-%20Ley%20N%C2%BA%209814.pdf>. Activo marzo del 2015.
- Steibel, P. E. y Troiani H. O. 1999. El género *Prosopis* (Leguminosae) en la Provincia de La Pampa (República Argentina). *UNLPam* (10): nº 2
- Tapia Pastrana F., Mercado Ruaro P. y Monroy Ata A. 1999. Cambios en la longitud cromosómica total en tres poblaciones de *Prosopis leavigata* (Fabaceae). Implicaciones genecológicas y evolutivas. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 70 (1): 13-28.
- Trenchard L. J., Harris P. J. C., Smith S. J. y Pasiecznik N. M. 2007. A review of ploidy in the genus *Prosopis* (Leguminosae) *Botanical Journal of the Linnean Society* 156, 425–438.
- Trenchard L.J., Harris P. J. C., Smith S. J. Y Pasiecznik N. M. 2008. A review of ploidy in the genus *Prosopis* (Leguminosae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 156: 425–438.
- Valladolid A., Blas R. y Gonzales R. 2004. Introducción al recuento de cromosomas somáticos en raíces andinas (6). En: J. Seminario (ed.). *Raíces Andinas: Construcciones al conocimiento y a la capacitación*. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) No. 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú. p 95-99.
- Valor Agregado, 2012. Anuario 2012. La industria en cifras. *Revista Valor Agregado* 11:12-33.
- Vega M.V. y Hernández P. 2005 Molecular evidence for natural interspecific hybridization in *Prosopis*. *Agroforestry Systems* 64: 197–202

- Verga A. 2005. Recursos Genéticos, Mejoramiento y Conservación de Especies del Género *Prosopis*. En: Mejores Árboles Para Más Forestadores El Programa de Producción de Material de Propagación Mejorado y el Mejoramiento Genético en el Proyecto Forestal de Desarrollo. Edición: Carlos A. Norverto. III:205-221.
- Verga A. R. 2012. Hojas 3.4. Programa para la medición de caracteres morfológicos de hojas. INTA. IFFVE. Córdoba. Argentina.
- 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(1,2):31-40.
- Verzino G. y Joseau M.J. 2013. Plantaciones forestales con especies nativas de Argentina en la región central del país. En: Conservación de recursos forestales nativos de Argentina. El cultivo de plantas leñosas en vivero y a campo. Editores: Joseau M. J., Conles M. Y. y Verzino G. E. Editorial Brujas. X:235-278.