



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Exactas Naturales y Agrimensura

Trabajo Final de Graduación

Licenciatura en Ciencias Biológicas

**“Factores ambientales determinantes del
establecimiento inicial del Algarrobo Blanco
(*Prosopis alba var. alba* Griseb.) en el Norte de
Corrientes.”**

Autora: Sofía Casali

Director: Dr. José Luis Fontana

Co-directora: Lic. María del Rosario Montiel

Laboratorio de Ecología Vegetal

Corrientes, 2020.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	4
2. INTRODUCCIÓN.....	5
3. OBJETIVOS	8
3.1. Objetivo general.....	8
3.2. Objetivos particulares	8
4. HIPÓTESIS	9
5. MATERIALES Y MÉTODOS	10
5.1. Área de estudio.....	10
5.1.1. Ubicación geográfica.....	10
5.1.2. Caracterización climática del NO de Corrientes	11
5.1.3. Caracterización de la vegetación del NO de Corrientes.....	12
5.1.4. Caracterización del suelo	12
5.2. Selección de especie	13
5.3. Diseño experimental	14
5.4. Variables climáticas.....	16
5.4. Herbivoría	17
5.5. Monitoreo del crecimiento y supervivencia	19
5.6. Evaluación de la información disponible.....	20
5.7. Análisis de los datos	21
6. RESULTADOS.....	21
6.1. Variables meteorológicas.....	21
6.1.1. Temperatura y humedad	21
6.1.2. Radiación fotosintéticamente activa (PAR).....	24
6.2. Supervivencia.....	25
6.3. Crecimiento	27
6.3.1. Diámetro	27
6.3.2. Altura	28
6.4. Herbivoría	30
7. DISCUSIÓN.....	34
8. CONCLUSIONES	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37

1. RESUMEN

Para definir buenas prácticas de manejo con especies nativas es necesario conocer los procesos ecofisiológicos involucrados y los impactos que generan. Dentro de estos, los factores ambientales ejercen una importante influencia en los primeros estadios de una planta, determinando su éxito en el establecimiento inicial. En este trabajo se propuso estudiar dichos factores, tanto biótico (herbivoría) como abióticos (temperatura y humedad), así como también la supervivencia y crecimiento inicial de la especie nativa *Prosopis alba* Griseb. (algarrobo blanco) bajo diferentes tratamientos, con la finalidad de definir prácticas de manejo en sistemas silvopastoriles. Para ello, se llevó a cabo un diseño experimental teniendo en cuenta dos factores: ambiente (pajonal con y sin corte) y temporada (invierno y verano). Para cada renoval, se registró: (a) el crecimiento, por el incremento del diámetro del vástago a la altura del cuello y su altura total, (b) la supervivencia, por la observación del verdor del vástago, hojas y ramas, al mes y a los dos meses del trasplante, en todos los tratamientos. En relación a la herbivoría, se instalaron 10 trampas de caída (pit-falls) en cada tratamiento (un total de 40) con el fin de recolectar y caracterizar los invertebrados herbívoros que podrían generar daño a los renovales plantados. Además, se eligieron aleatoriamente 30 renovales en cada tratamiento, se marcaron sus hojas para obtener una estimación del daño por herbivoría. En cuanto a las variables meteorológicas, se obtuvieron valores de temperatura y humedad del aire a partir de la Estación Meteorológica Automática de la EEA INTA El Sombrerito. A su vez, se utilizó un sistema de adquisición de datos remotos (Decagon, ONSET USA, modelo Em50), usando un sensor "QSO-S PAR Photon Flux con el fin de medir la radiación fotosintéticamente activa. Los datos obtenidos se analizaron con análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado y las diferencias significativas se evaluaron mediante prueba de Tukey ($\alpha < 0,05$). El incremento alcanzado tanto para el diámetro como para la altura, resultó mayor para los individuos que fueron plantados en invierno, y en cuanto a los ambientes, se presentaron diferencias significativas, destacándose el pajonal con corte como aquella con mayor crecimiento en altura. La supervivencia inicial de los renovales plantados fue del 80%, siendo significativamente mayor la de aquellos de la temporada de invierno contra la temporada de verano. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas para la supervivencia inicial entre los ambientes estudiados. El desempeño de los renovales ante variables meteorológicas (temperatura y radiación) demostraron una alta resistencia de la especie respecto a estas condiciones. En relación a los insectos herbívoros, se hallaron órdenes pertenecientes a Hymenoptera y Orthoptera. El 2% de la muestra de hormigas fueron cortadoras de hojas exclusivamente, mientras que el resto abarcó hábitos omnívoros y predadores, en su mayoría, por lo que la herbivoría por este orden no influyó directamente en el establecimiento inicial. Sin embargo, se observaron daños por ortópteros en los tallos de numerosos renovales.

Este estudio aporta información importante para su uso en sistemas silvopastoriles en la provincia de Corrientes, así como también conocimientos para su utilización en la restauración de áreas degradadas.

2. INTRODUCCIÓN

Prosopis L. es un género que comprende 44 especies y tiene una distribución principalmente americana desde el Noroeste de Estados Unidos a la Patagonia, aunque se la encuentra también en África y Asia Tropical (Burkart, 1979). En la Argentina viven 28 especies nativas, encontrándose principalmente en ambientes áridos y semiáridos, donde las condiciones edáficas pueden ser adversas, tales como la salinidad o alcalinidad (Villagra, 2000). Dentro del género, una de las especies más importantes es *Prosopis alba* var. *alba* Griseb. (Algarrobo blanco), debido a su diversidad de usos: madereros, alimenticios, forrajeros y medicinales (Demaio *et al.*, 2015). Su área de distribución es muy amplia; se encuentra en las provincias de Buenos Aires, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe y San Luis (Zuloaga *et al.*, 2019). Es característica del mosaico vegetal del Chaco semiárido o Chaco Seco, ocupando llanuras aluviales de los ríos Salado y Dulce (Oyarzabal *et al.*, 2018); también se encuentra presente en los interfluvios del río Teuco y Bermejito y dentro del Parque Nacional Impenetrable (Morello *et al.*, 2013; Haene, 2018). Asimismo, se encuentra en el distrito del Chaco Húmedo, pero no es dominante dentro del mismo. Habita en las sabanas con suelos arenosos, formando cinturones alrededor de las depresiones salinas, en los bosques en galería de los ríos y arroyos por poseer el mayor requerimiento hídrico dentro del género (Galera, 2000; Karlin *et al.*, 2013).

El algarrobo blanco se caracteriza por poseer maderas duras y pesadas, y la albura se encuentra moderadamente diferenciada del duramen (Roth y Bolzón, 1997). Constituye una de las maderas indígenas de mayor uso: se emplea en la fabricación de marcos de puertas, ventanas y parkés; sus frutos, son utilizados tanto para forraje como para el consumo humano, elaborándose harinas, patay, arrope, y jaleas (Tortorelli, 1956). Esta especie exhibe características que la hacen importante, como su tolerancia a suelos salinos, su alta adaptación a condiciones extremas de temperatura y humedad, y en suelos de bajo requerimiento en fertilidad, permitiéndole crecer en zonas donde otras actividades productivas han sido abandonadas (Verga, 2008). Asimismo, se adapta muy bien a planteos silvopastoriles por su rol como protectores de la productividad de los pastizales a largo plazo, amortiguando el efecto de la erosión por lluvias, vientos desecantes, entre otros (Karlin *et al.*, 2013).

De acuerdo a estudios previos realizados en la región, podemos destacar que los conocimientos sobre la conservación y el uso del género *Prosopis* en la provincia de Corrientes resultan ser muy escasos. Sin embargo, la creciente demanda de información está acoplada a ensayos genéticos y de manejo dentro de la región chaqueña (Cisneros y Moglia, 2017). La región fitogeográfica chaqueña tiene una larga historia de explotación forestal iniciándose, en la década del '70, el incremento de la fabricación de muebles de algarrobo. Esta actividad ha llevado la explotación de los algarrobos a límites cercanos a la extinción de los individuos maderables. Atanasio y Pernochi (2019) señalan los diversos y reconocidos productos y bienes que ofrece la especie y su aptitud para implementar sistemas mixtos de producción como los sistemas silvopastoriles. El algarrobo blanco posiblemente sea la especie de mayor variabilidad y está señalada como una de las más promisorias

de acuerdo a ensayos realizados en diversos países (Felker *et al.*, 1989). En el año 2010 se inicia el PROMEF (Programa de Domesticación y Mejoramiento de Especies Forestales Nativas e Introducidas para Usos de Alto Valor), dentro del cual ejerce parte el proyecto para el programa de mejoramiento y conservación de *Prosopis alba* en la región del Chaco árido, semiárido, subhúmedo y Espinal norte, dirigido por el INTA (Marco *et al.*, 2016). El fin de este programa fue la producción de huertos clonales, red de ensayos de orígenes y ensayos de progenies, estudios genéticos y ecofisiológicos, entre otros, para poder generar información y material de propagación para la introducción del algarrobo al cultivo para la producción de madera de alto valor comercial y recuperación ecosistémica (INTA). Asimismo, se destaca la presencia de programas para la conservación de semillas de calidad mediante la utilización de cámaras de frío, para mitigar la elevada tasa de erosión genética intraespecífica de origen antrópico. Éste resalta la importancia que ocupan las semillas en la conservación de la biodiversidad, así como fuente de material para el mejoramiento (Spoljaric y Ojeda, 2009).

Uno de los factores bióticos más importantes es la herbivoría, la cual produce un daño muy frecuente en esta especie, sobre todo en plantas jóvenes, las cuales son atacadas por insectos, aves y mamíferos (Bender *et al.*, 2015). Los insectos poseen una gran variedad de herramientas para fragmentar y dañar parte de las plantas de tal manera que estos mastican y/o succionan, reduciendo el crecimiento y favoreciendo el ingreso de hongos y patógenos en los individuos atacados, lo que incrementa la mortalidad produciendo enormes daños económicos (Granados Sánchez *et al.*, 2008; Pérez *et al.*, 2011).

Otro de los factores que pueden llegar a ser desfavorables para los renovales de las especies arbóreas es la competencia con pastos y malezas heliófilas de crecimiento rápido (Sirombra, 2019). Este tipo de competencia interespecífica puede llegar a afectar el crecimiento tanto en altura como en diámetro. Los renovales arbóreos compiten en desventaja con los pastizales bien desarrollados, debido a una mejor utilización de los recursos edáficos por parte de las gramíneas. Esto ocurre porque las raíces de las últimas ocupan mejor los estratos superiores del suelo (Van Auken y Bush, 1988; Bush y Van Auken, 1990). En general, los pajonales parecen ser competidores formidables, porque comparten el mismo espacio de enraizamiento subterráneo y crecen al mismo tiempo que las plántulas leñosas y los árboles jóvenes (Bond, 2008). Los pajonales bajos suelen ser un ambiente beneficioso para las plantaciones de leñosas ya que la perturbación mecánica a través de los raleos sirve para varios propósitos: (a) para crear disponibilidad del sitio reduciendo específicamente la estructura aérea de arbustos y disminuyendo su competencia para los recursos (también llamado adelgazamiento); (b) para aumentar la disponibilidad de la luz solar; (c) y para facilitar el forrajeo, accesibilidad y movimientos del ganado (Kunst *et al.*, 2014).

Un tercer factor influyente es la radiación fotosintéticamente activa (PAR). La misma se define como la región del espectro solar cuya longitud de onda está comprendida entre 0.40 y 0.70 μm , y, por lo tanto, son importantes como parámetro de entrada de energía en diversos procesos biológicos, y su evaluación temporal tiene particular interés en el seguimiento del crecimiento de cultivos y plantaciones (Righini y Grossi Gallegos, 2005). Debido a que las plantas realizan fotosíntesis y que la

PAR es su fuente de energía, conocer la distribución espacial y temporal de la misma es fundamental para el análisis de los procesos biológicos asociados (Grossi Gallegos, 2003 y 2004).

En ambientes naturales, los algarrobos presentan bajas tasas de crecimiento especialmente durante los primeros años de vida, y cuando las condiciones ambientales no son favorables; la variabilidad climática ha demostrado ser un factor determinante (Villagra *et al.*, 2002). El trasplante debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal, es decir se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien húmedo y la estación de lluvias ha comenzado, y de esta manera, la planta cuenta con mayor posibilidad para establecerse (Arriaga *et al.*, 1994).

Por todo lo anteriormente explicado, se hace fundamental conocer el crecimiento y supervivencia inicial de la especie bajo estudio, a fin de poder planificar un aprovechamiento racional del recurso mediante un adecuado manejo silvícola (Juárez de Galindez *et al.*, 2005), como así también la temporada propicia para su plantación con el objetivo de asegurar la mayor supervivencia. Asimismo, debido a que el avance de la frontera agropecuaria implica la degradación de los ecosistemas y deterioro ambiental, es necesario recuperar esas áreas mediante la realización de plantaciones de especies forestales nativas (Pece *et al.*, 2008). Para ello, hay que tener en cuenta las variaciones climáticas, las propiedades del suelo, las perturbaciones naturales e inducidas por el hombre y las interacciones biológicas que determinan las tasas de establecimiento, crecimiento y mortalidad de las diferentes especies en la comunidad (Archer, 1994). Es por ello que surge la necesidad de estudiar y conocer los factores ambientales tanto bióticos como abióticos que inciden en el establecimiento inicial de esta especie nativa, para determinar bajo qué condiciones se logra una mayor tasa de supervivencia y crecimiento del renoval.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Estudiar los principales factores bióticos y abióticos que ejercen efecto sobre el establecimiento inicial de *Prosopis alba* var. *alba* bajo distintos tratamientos.

3.2. Objetivos particulares

- ✓ Buscar y analizar a partir de bibliografía, estudios previos hechos en la región, sobre el algarrobo blanco y su potencial en forestación y agroecología;
- ✓ Analizar el establecimiento inicial de esta especie mediante el monitoreo de la supervivencia, el diámetro y la altura, bajo distintos tratamientos;
- ✓ Monitorear distintas variables bióticas y abióticas en cada tratamiento;
- ✓ Caracterizar el tipo de suelo del área de estudio a partir de mapas de suelo existentes.

4. HIPÓTESIS

- ✓ Los renovales de algarrobo blanco presentan mayor tasa de supervivencia y crecimiento en el tratamiento de pajonal bajo, debido a que éste presenta menor competencia por los recursos, así como también menor presión por herbivoría

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

5.1.1. Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra situado en la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ubicada en la localidad de El Sombrerito, Departamento de Empedrado, provincia de Corrientes (Figura 1A y B).



Figura 1 A y B. Vista satelital de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA, El Sombrerito, y la ubicación de las parcelas experimentales a través de polígonos. Extraído de Google Earth.

Esta sede del INTA está ubicada en Ruta Nacional 12 Km 1008 ($27^{\circ}40'26.9''S$ $58^{\circ}45'02.5''O$), y tiene una superficie de 1175 ha y la misma se especializa en las áreas de Recursos Naturales (con

énfasis en gestión ambiental), Agricultura extensiva (con énfasis en arroz), Ganadería Subtropical (con énfasis en bovinos para carne) y los Pequeños Productores (con énfasis en alternativas productivas y agricultura sustentable). En ella se establecieron 2 parcelas experimentales con un área de 1 Ha cada una, dentro de las cuales la vegetación era la misma en todo el área, diferenciándose por la temporada de plantación de los renovales (invierno y verano) y por la cobertura de la vegetación (pajonal con y sin corte), donde se llevaron a cabo la recolección de los datos de los renovales plantados.

5.1.2. Caracterización climática del NO de Corrientes

La región donde se encuentra el área de estudio se caracteriza por tener una temperatura media anual que oscila entre los 21,5°C al norte y 19,5°C al sur. En el mes más cálido (enero) la temperatura media alcanza entre 27°C y 26°C, y la temperatura del mes más frío (julio) varía entre 16°C y 13°C. En verano se registran máximas absolutas de 42°C a 46°C y en invierno mínimas de -1°C a -5,5°C, siendo poco frecuentes las heladas. Estas temperaturas estivales y su muy escasa variación anual definen al clima correntino como subtropical (Carnevali, 1994). Las lluvias son abundantes y frecuentes superando a los 1.500 mm anuales en el noreste de la provincia, descendiendo gradualmente hasta menos de 1.000 mm en el sudeste. La principal característica de este régimen es su irregularidad (Carnevali, 1994).

Para caracterizar el clima del área de estudio, se describen valores climatológicos medios registrados por el Aeropuerto de Corrientes, recolectados durante un período largo, que comprende desde el año 1981 hasta el año 2010. En el mes de enero se registró una precipitación media total de 167.3 mm, con una temperatura mínima promedio de 21°C, y una máxima promedio de 33°C. En cambio, para el mes de julio la precipitación total promedio fue de 37.5 mm, con temperaturas promedio que oscilan desde los 10°C hasta los 21°C (Fig. 2). Además, los valores históricos máximos y mínimos de temperatura para el mes de enero son de 11.8°C y 42°C, respectivamente. Para el mes de junio los valores históricos corresponden a -2.8°C la mínima y 31.8°C la máxima (SMN, 2019).

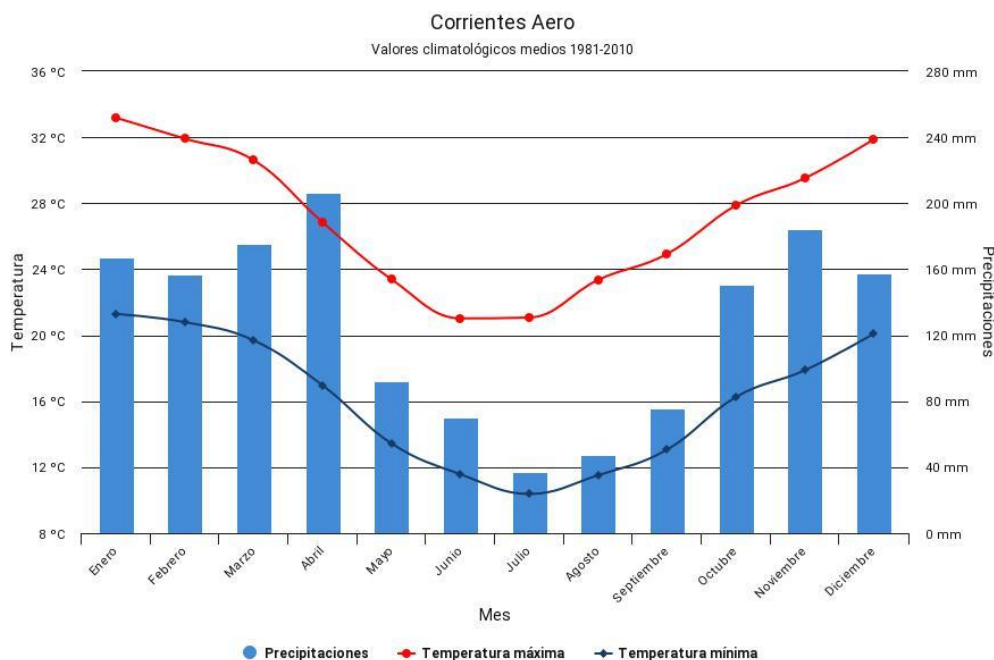


Figura 2. Climodiagrama del Aeropuerto de la ciudad de Corrientes, período 1981-2010 (Servicio Meteorológico Nacional).

5.1.3. Caracterización de la vegetación del NO de Corrientes

El paisaje está representado por un mosaico de vegetación higrófila con pirizales, cañaverales y pajonales en las zonas deprimidas, acompañada por zonas elevadas no inundables (lomadas) con vegetación mesófila donde existen extensos pajonales con árboles dispersos y pequeñas isletas y restos de Bosque de Quebracho Colorado (*Schinopsis balansae* Engl.) y Urunday (*Myracrodruon balansae* Engl.) (Fontana, 2018). En los ecosistemas de pajonales, predominan especies tales como *Sorghastrum setosum* Griseb., *Andropogon lateralis* Nees. y entre los pastos cortos los géneros *Paspalum* y *Axonopus* (Sampedro y Calvi, 2018). Estos pajonales, compuestos principalmente por gramíneas de tipo C4, se encuentran con diversos grados de degradación como consecuencia del sobrepastoreo (Pereira, 2014), y se caracterizan por un crecimiento estival y rápida maduración (Pizzio, 1995). Estas gramíneas poseen mayor eficiencia en la captura del CO₂ debido que no fotorrespiran (o lo hacen en cantidades reducidas) y a que no se saturan a medida que la intensidad luminosa aumenta, y por ello, tienen un ritmo de fotosíntesis alto. Su temperatura óptima oscila entre los 30 y 47°C (Pérez, 2005).

5.1.4. Caracterización del suelo

El material originario de los suelos del área donde se encuentran localizadas las parcelas experimentales está formado por una asociación de suelos Argiudoles ácuicos (Serie Treviño),

Epiacualfes típicos (Serie Tala) y Endoacualfes típicos (Serie Valencia) datos que fueron extraídos del Sistema de Información Geográfica proporcionado por el visor GeoINTA (SIGA, 2019).

La Serie Treviño pertenece a la subclase de capacidad de uso IIIe, los suelos se ubican en relieve normal, loma alta a media, con pendientes de 1 a 1,5%. Son moderadamente bien drenados, con escurrimiento medio a lento y permeabilidad lenta a moderada, encharcables por cortos períodos (Herber, 2011). El perfil del suelo es de mediana profundidad, fertilidad natural mediana y muy susceptible a los efectos de la erosión severa (Alfonso Linares y Monedero García, 2004). Presenta un epipedón mólico de 40 cm de profundidad, que incluye un horizonte de transición BA_t; franco arenoso, color pardo grisáceo muy oscuro y reacción débilmente ácida. El horizonte argílico (B_t), franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, tiene color negro y reacción neutra. Son suelos moderadamente fértiles, con valores intermedios de bases de cambio, especialmente en el horizonte B_t y de materia orgánica en el epipedón; muy pobres en fósforo (Escobar *et al.*, 1996).

Con respecto a la Serie Valencia, presenta un epipedon ócrico, de color gris claro a blanco, de textura franco a franco arenosa. El horizonte B_{tss} es argílico, franco arcillo arenoso, fuertemente estructurado, de color pardo grisáceo. Tiene moteados abundantes y precisos en todo el perfil y concreciones de hierro-manganeso. Son suelos de relativamente baja fertilidad, en especial en el epipedón, mejorando medianamente en el horizonte B_t. Los niveles de materia orgánica son intermedios a altos en los primeros 18 cm. Son afectados por exceso de humedad, durante varios meses en la mayoría de los años, constituyéndose en la limitante principal; el uso actual es el de campo natural de pastoreo y en menor medida el cultivo de arroz (Escobar *et al.* 1996).

En relación a la Serie Tala, posee un horizonte argílico y un horizonte superficial, ócrico, pobre en materia orgánica y de poco espesor. El drenaje es pobre como lo define la pertenencia a los Acualfes y presentan Episaturación: El suelo está saturado con agua en uno o más horizontes dentro de los 200 cm. Desde la superficie y posee además una o más capas insaturadas, dentro de los 200 cm. Presentan una secuencia de horizontes A, E, B_t y C. El A es ócrico, el E es en general débilmente expresado; el B_t argílico es fuertemente estructurado y con baja conductividad hidráulica. Tienden a ser susceptibles a los anegamientos, siendo su limitante principal (Escobar *et al.* 1996).

5.2. Selección de especie

Prosopis alba fue elegida debido a que resulta ser una especie a considerar para restauración ambiental de áreas degradadas o en sistemas sustentables de producción forestal, debido a que tolera la sequía, condiciones edáficas adversas (salinidad y alcalinidad) y napas freáticas altas (Villagra, 2000), complementando su capacidad para fijar nitrógeno en el suelo, lo que significa que puede usarse para mitigar los efectos de la desertificación en ambientes degradados (Iglesias *et al.*, 2007). Además, es óptimamente utilizada en sistemas agroforestales y silvopastoriles por su buen crecimiento en diámetro (Vilela *et al.* 1996).

Si bien la especie presenta características fisiológicas adaptadas a un clima árido, resulta interesante estudiar su establecimiento inicial dentro de una un área con características climáticas diferentes, tal como lo es el Chaco Húmedo.

Los plantines para realizar los estudios experimentales fueron donados por la empresa eléctrica INTESAR S.A., fruto de un convenio entre la Dirección de Recursos Forestales de la Provincia de Corrientes, y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste. El origen de los plantines se sitúa en la provincia del Chaco, en la localidad de Machagai. Los mismos fueron obtenidos a partir de semillas recolectadas por un vivero local, con objetivos institucionales de la empresa INTESAR S.A

5.3. Diseño experimental

El diseño consistió en el establecimiento de 2 parcelas experimentales de 1 ha cada una, donde se llevaron a cabo los tratamientos explicados en la Tabla 1. Cada tratamiento, resultó de la interacción de dos factores: cobertura vegetal y temporada, y correspondió a un área de 50x100m, como se ilustra en la figura 3. Cada parcela se subdividió en tres repeticiones de 16 metros de ancho por 100 metros de largo para compensar las diferencias edáficas que no se evaluarán.

El diseño de plantación en cada hectárea consistió en 18 filas y 15 columnas de renovales plantados, obteniendo un total de 270 renovales por ha, con un total de 540 en toda el área de estudio. En las columnas, cada renoval estuvo plantado a una distancia de 5m (camellones) y 10m (galerías) de manera intercalada. En cuanto a la distribución de las filas la distancia entre cada árbol fue la misma, de 5m entre individuos. La densidad de plantación correspondió a un sistema silvopastoril (270 renovales por hectárea), con un promedio de 135 renovales por tratamiento (cobertura vegetal*temporada), es decir un total de 540 individuos en el área a estudiar. Este diseño tiene la finalidad de brindar espacio para el desarrollo normal de los patrones genéticos del árbol, así como también incorporar futuros cultivos o pasturas, correspondiendo a un diseño silvopastoril de plantación de baja densidad inicial (menos de 400 plantas/ha) (INTA, 2016). La primera implantación de los plantines fue en mayo de 2018, y la segunda fue en noviembre de 2018 (Figura 4).

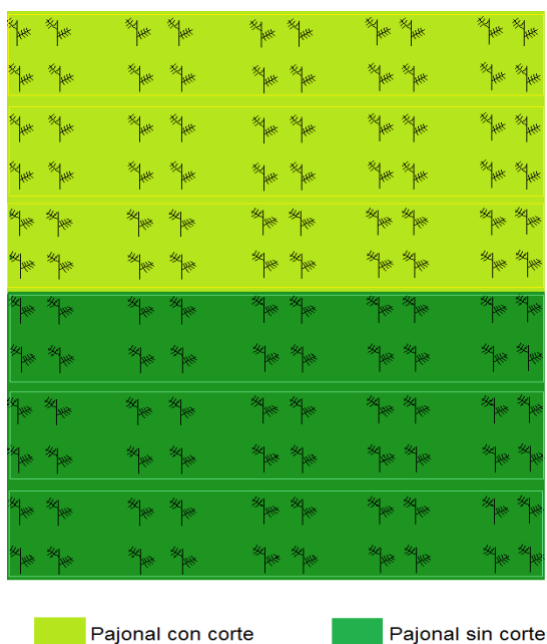


Figura 3. Diseño de plantación para cada hectárea (invierno y verano).

Cada época de implantación se realizó sobre dos condiciones de la pastura preexistente, una a la cual se realizó la implantación directa (pajonal sin corte, de 1.60 m de altura, aproximadamente) y en la otra se procedió al corte de *Setaria* sp. y *Elionorus muticus* (Spreng.) Kuntze a 30 cm del suelo (pajonal con corte) (Ver tabla 1).

Tabla 1. Descripción de tratamientos.

Temporada	Invierno	Verano
Cobertura		
Con corte	Tratamiento 1	Tratamiento 3
Sin corte	Tratamiento 2	Tratamiento 4



Figura 4. (A). Llegada de renovales al sitio de estudio; **(B)** Proceso de plantación en invierno **(C)** Área de plantación.

5.4. Variables climáticas

Se obtuvieron datos de la Estación Meteorológica Automática de la EEA INTA El Sombrerito, Corrientes. Las variables registradas fueron temperatura y humedad relativa, y las mismas fueron recolectadas durante 24 horas con intervalos de medición de 1 hora, durante 3 meses de medición

tanto para invierno (mayo, junio y julio 2018) como para verano (enero, febrero y marzo 2019), con el fin de caracterizar cada temporada de plantación.

Asimismo, se obtuvieron los valores diarios medios, máximos y mínimos para los meses que se realizaron las implantaciones y monitoreo de las variables.

Para la radiación, se utilizó un sistema de adquisición de datos remotos (Decagon, ONSET USA, modelo Em50), usando un sensor “QSO-S PAR Photon Flux”, que midió el flujo fotónico fotosintético (PPF) en $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, desde un campo de visión de 180 grados (Figura 5). Se realizaron dos mediciones en la temporada de verano, la primera en el ambiente de pajonal con corte, y la segunda en el de pajonal sin corte. Asimismo, se realizaron mediciones en dos temporadas (verano e invierno) con el fin de caracterizarlas. Dichos sensores se instalaron durante 3 días en dichos ambientes.



Figura 5. Sensor de radiación fotosintéticamente activa instalado en **(A)** pajonal con corte y **(B)** pajonal sin corte, en temporada de verano.

5.4. Herbivoría

Para caracterizar los invertebrados herbívoros que podrían generar daños a los renovales plantados, se procedió a la recolección mediante la utilización de trampas de caída (en inglés “pit-falls traps”) instaladas en el suelo (Luna Márquez, 2005). Se colocaron un total de 10 trampas siguiendo una línea de transecta de 100 metros en cada tratamiento, con una distancia de 10 metros entre sí (10 trampas x 4 tratamientos = 40). Las trampas de caída consistieron en un recipiente de plástico de 1L con una mezcla de líquido conservador, los cuales funcionaron durante 30 días (Figura 6A). Se renovó

el líquido de cada trampa cada 7 días hasta completar el período de muestreo. Los organismos atrapados, fueron depositados en recipientes plásticos herméticos con alcohol al 70% (Figura 6B). Posteriormente, se procedió a la determinación taxonómica de los grupos de interés, los cuales fueron: hormigas y ortópteros herbívoros posibles predadores de los renovales.

Asimismo, se eligieron aleatoriamente 30 renovales por tratamiento con la finalidad de marcar sus hojas para monitorear y cuantificar el daño por herbivoría en cada una luego de un período de 60 días.



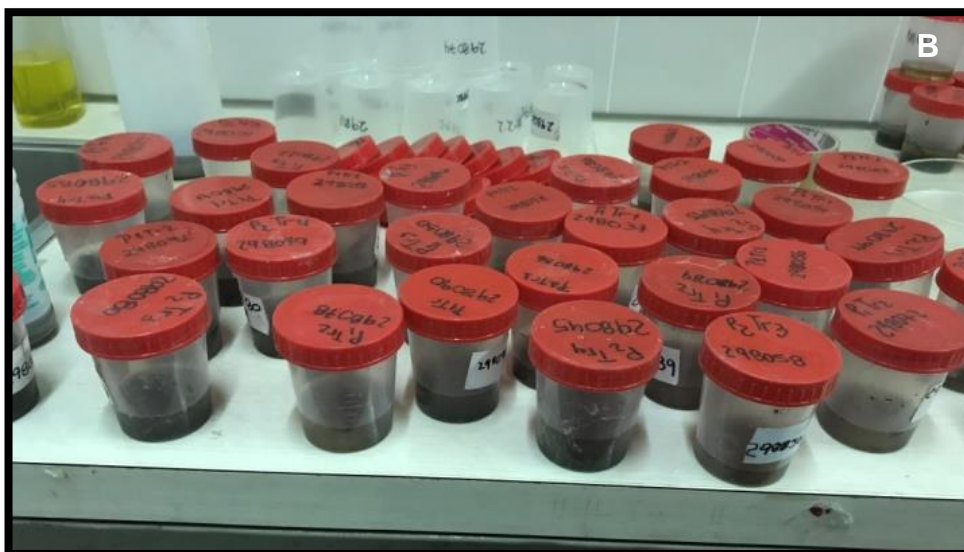


Figura 6. (A) Ejemplar de trampa de caída instalada en el área de estudio; (B) Frascos entomológicos con alcohol al 70%.

Los individuos colectados pertenecientes al grupo de las hormigas fueron identificados hasta el nivel de género, con el fin de caracterizar sus hábitos alimenticios, a través de la utilización de claves de identificación (Palacio y Fernández, 2003) y la asistencia de especialistas de la Cátedra de Biología de los Artrópodos de nuestra Facultad. Para los grupos restantes de herbívoros se clasificaron hasta el nivel de orden.

5.5. Monitoreo del crecimiento y supervivencia

Se realizó un monitoreo del crecimiento (diámetro y altura) y de la supervivencia de todos los renovales implantados. A continuación se detallan dichas mediciones:

5.5.1. Altura (cm)

Se midió en dos momentos: junio y julio 2018 (invierno) febrero y marzo 2019 (verano) con una cinta métrica, desde la base del renewal hasta el ápice, tomando en cuenta la altura total (parte viva y muerta) y la altura de la parte viva, cuando fuese necesario, extendiendo el renewal sobre la cinta métrica.

5.5.2. Diámetro a la altura del cuello (DAC) (mm)

Se midió en dos momentos: junio y julio 2018 (invierno) febrero y marzo 2019 (verano) mediante la utilización de un calibre (Figura 7).

5.5.3. Supervivencia

Se midió al momento del trasplante, y luego al primer y segundo mes. Se consideró un renewal “vivo” cuando presentaba indicios como yemas de crecimiento activas, ramas flexibles y/o tejido vivo

debajo de la corteza del tallo principal. De lo contrario, se lo consideró “muerto”, a aquellos que presentaban la mayoría de tallos y hojas intactas pero secos, o por defoliación (tallos cortados o ausentes) (Barchuk y Díaz, 2000). Esto se realizó en ambas temporadas de plantación (invierno y verano).



Figura 7. Medición de diámetro y altura de renovales de Algarrobo Blanco bajo el tratamiento de pajonal sin corte de la temporada de verano, en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

5.6. Evaluación de la información disponible

Se examinó la información bibliográfica referida a *Prosopis alba* dentro de la región y su potencial para la implementación en sistemas silvopastoriles y restauración. Asimismo, se obtuvo información sobre el tipo de suelo del área de estudio y su posterior caracterización en relación a los requerimientos de esta especie.

5.7. Análisis de los datos

Con los datos obtenidos de temperatura y humedad se promediaron los valores recolectados de las 24 horas de todos los días durante tres meses, tanto para la temporada de invierno (mayo, junio y julio) como para la de verano (enero, febrero y marzo), con el objetivo de caracterizar las temporadas de plantación.

Asimismo, se promediaron las temperaturas medias, máximas y mínimas de los meses en que se realizó la implantación y monitoreo de las variables.

Respecto a la radiación fotosintéticamente activar (PAR), se obtuvo el promedio de los datos recolectados en el pajonal con corte y en el pajonal sin corte, con el objetivo de comparar dichas coberturas de vegetación en períodos donde la radiación es elevada.

Al finalizar las mediciones se analizó la supervivencia de los ejemplares de algarrobo en cada uno de los tratamientos estudiados mediante un análisis de la varianza (ANAVA) para cada temporada de plantación. Se evaluó como una variable de respuesta binaria (vivo=1; muerto= 0) (Ritchie *et. al*, 2007).

En relación a los datos obtenidos para altura y diámetro, se obtuvieron los incrementos en cada uno de los tratamientos estudiados, y se realizó un análisis de la varianza (ANAVA) para cada temporada de plantación. El test de Tukey se utilizó para evaluar si los valores obtenidos mostraban diferencias significativas.

Asimismo, con los datos de altura y diámetro se obtuvo la Tasa de Incremento para comparar entre tratamientos, y se obtuvo a partir de la siguiente ecuación:

$$TI = \frac{\text{medición final} - \text{medición inicial}}{\text{medición final}}$$

Se empleó el programa InfoStat 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018) versión libre para la sistematización y procesamientos de los datos.

6. RESULTADOS

6.1. Variables meteorológicas

6.1.1. Temperatura y humedad

Durante la temporada de invierno, la temperatura media fue de 16.3°C, con un promedio máximo de 21.7°C, y un promedio mínimo de 12.3°C, siendo la temperatura mínima absoluta

registrada para esos meses de -0.3°C , mientras que la humedad relativa media diaria fue de un 85% con un máximo de 100% y una mínima de 67.9% (Figura 8A y B).

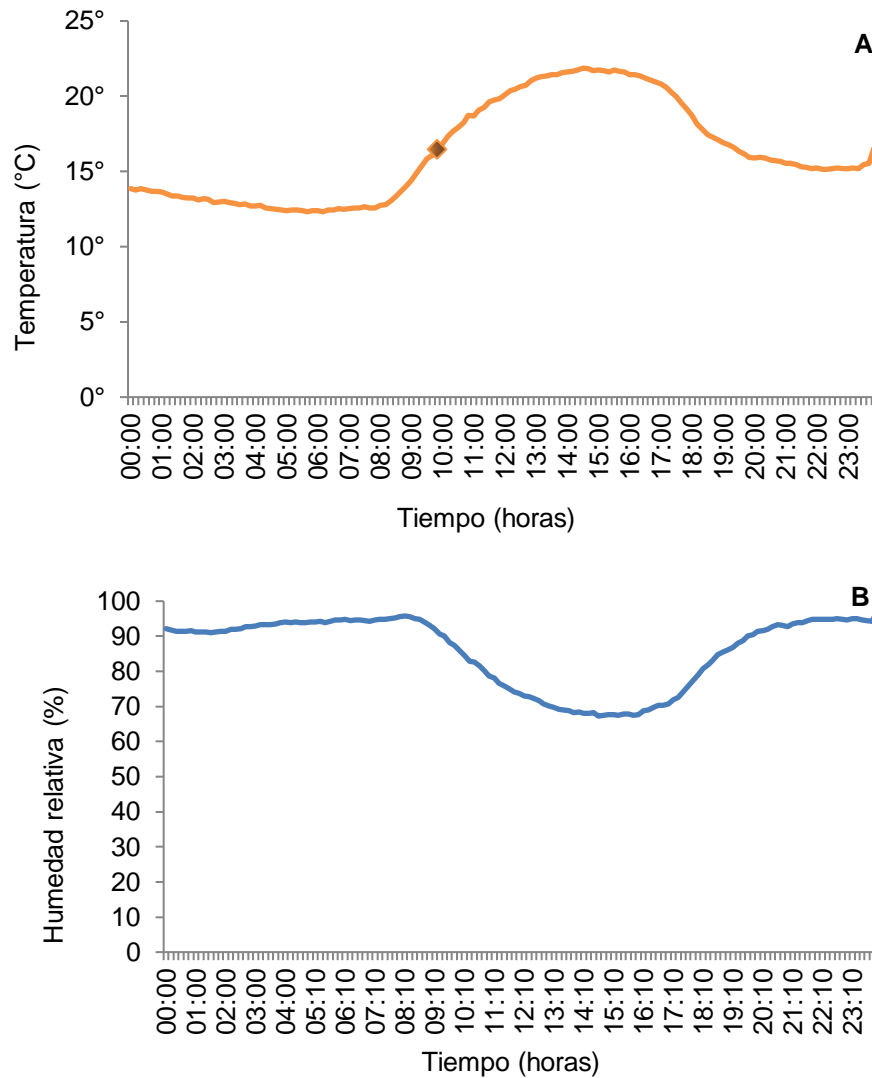


Figura 8. (A) Temperatura promedio y **(B)** humedad relativa promedio obtenida para la plantación de invierno de renovales de Algarrobo Blanco en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

La temperatura media diaria para la temporada de verano fue de 25.8°C , alcanzando un promedio máximo de 30.3°C , y un promedio mínimo de 21.6°C . La máxima absoluta registrada para esos meses fue de 38.5°C . La humedad relativa diaria promedio fue de 48.9%, con una máxima de 59.2%, y una mínima de 34% (Figura 9A y B).

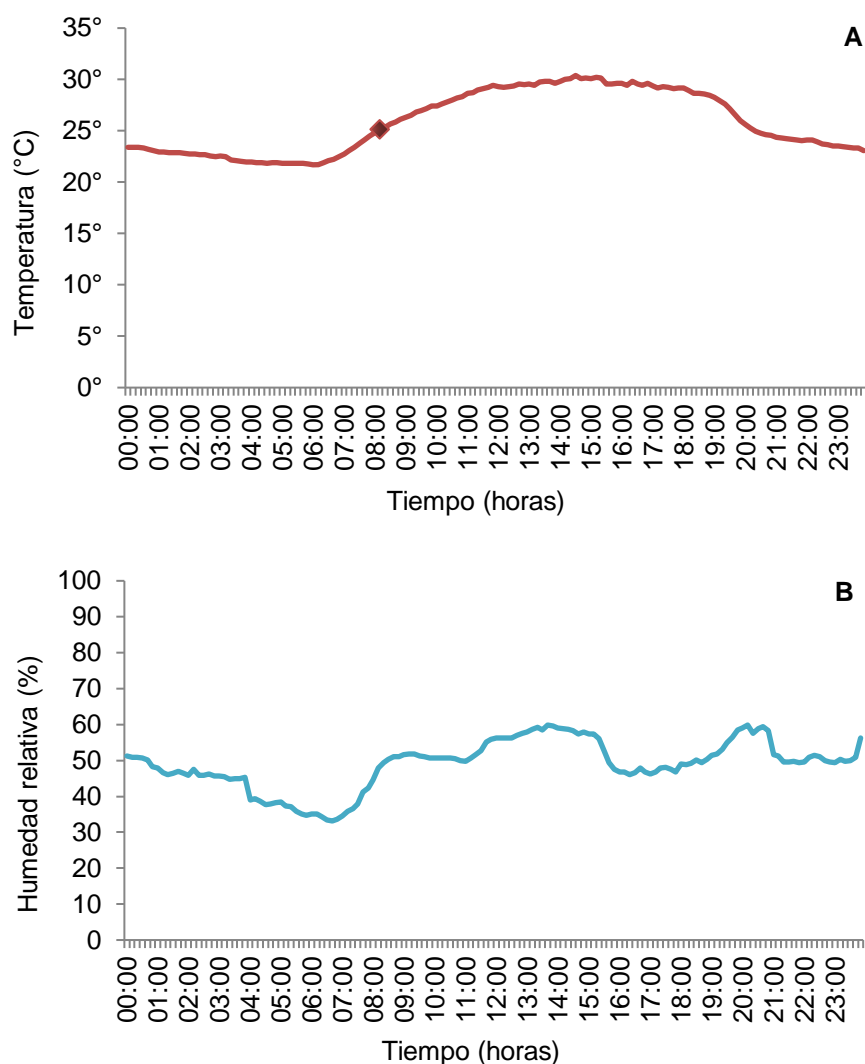


Figura 9. (A) Temperatura promedio y **(B)** humedad relativa promedio obtenida para la plantación de verano de renovales de Algarrobo Blanco en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

Asimismo, se obtuvieron los valores medios de cada mes en los cuales se implantaron los renovales y monitorearon las variables ambientales (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de temperatura promedio adquiridos para cada mes de implantación y monitoreo.

Mes	Temperatura promedio (°C)	Temperatura promedio máxima (°C)	Temperatura promedio mínima (°C)
Mayo 2018	18.7	25.2	14.4
Junio 2018	13.4	20.4	8
Julio 2018	13.4	19.4	8.6
Enero 2019	27.28	33.1	23.2
Febrero 2019	25.6	32.5	20.1
Marzo 2019	23.1	29.6	18

6.1.2. Radiación fotosintéticamente activa (PAR)

En relación a los valores de radiación, para el ambiente de pajonal con corte se obtuvo una radiación diaria integral de 117.4 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, con un valor máximo de radiación de 2340.1 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ a las 14 horas, y un mínimo de 2.4 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ a las 7 horas. (Figura 10A).

Respecto a los valores para el ambiente de pajonal sin corte, se alcanzó una radiación diaria integral de 104,2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, con un valor máximo de 2092.9 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ a las 13 horas, y un mínimo de 1.8 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ a las 6 horas (Figura 10 B).

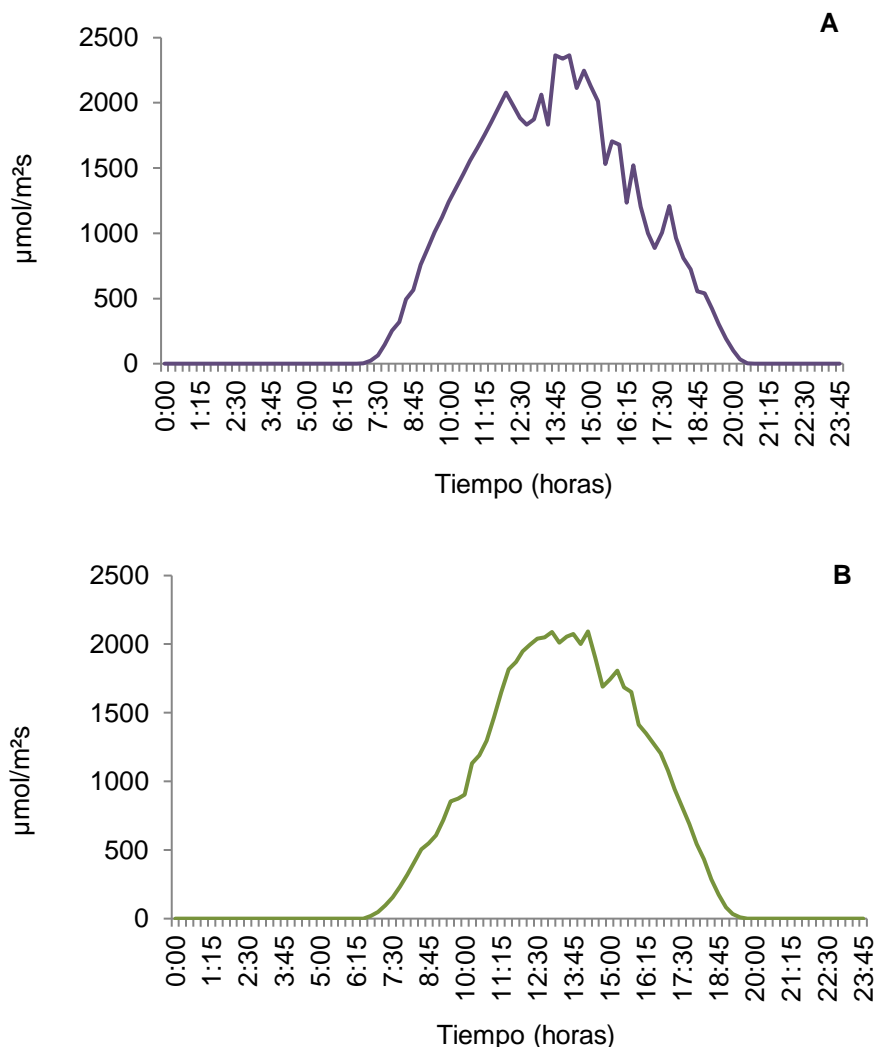


Figura 10. (A) Promedio de la radiación fotosintéticamente activa recibida en el ambiente de pajonal con corte y **(B)** pajonal sin corte durante tres días con cielo despejado.

En cuanto a los valores obtenidos entre las temporadas de plantación, en invierno se adquirió una radiación diaria integral de 67 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$, con una máxima de 1.360 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ en contraste con lo obtenido para la temporada de verano, manifestado anteriormente (Figura 11)

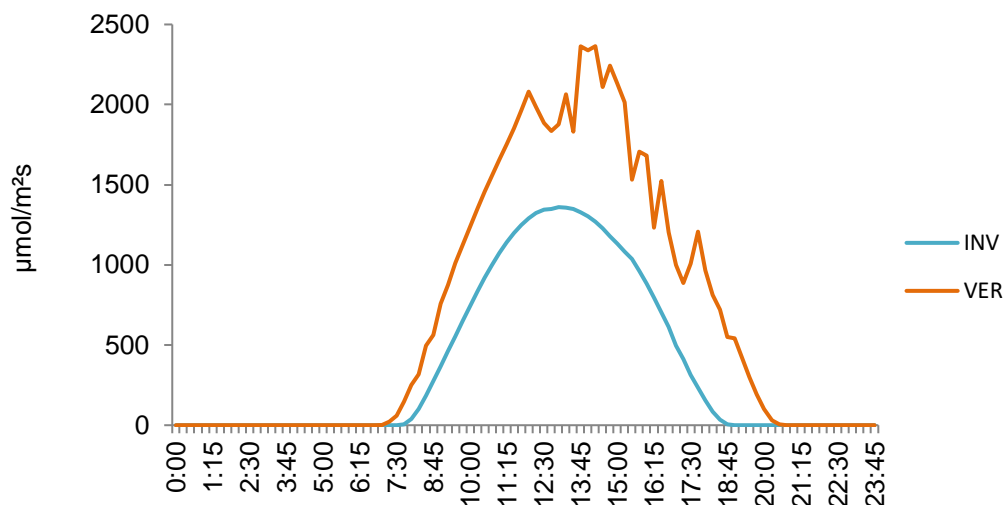


Figura 11. Promedio de la radiación fotosintéticamente activa recibida en la temporada de invierno y verano durante tres días con cielo despejado.

6.2. Supervivencia

La supervivencia inicial de esta especie fue diferente entre las dos temporadas de plantación estudiadas, pero no lo fue así para los ambientes (ANAVA= dos vías; temporada $F= 1.67$ $p>0.0007$; ambiente $F= 0.01$ $p>0.8195$; ambiente*temporada $F= 0.01$ $p>0.9084$, con un nivel de significación del 0.05). La supervivencia al primer mes de plantación para la temporada de invierno fue de un 100% y 99.2%, para los ambientes de pajonal con y sin corte (Tratamiento 1 y Tratamiento 2), respectivamente. En cambio, la supervivencia para la temporada de verano al primer mes de plantación fue de 71% y 81% para los tratamientos de pajonal con y sin corte (Tratamiento 3 y Tratamiento 4), respectivamente. Asimismo, la supervivencia para el segundo mes continuó decreciendo para los tratamientos 3 y 4 con valores de 69% y 62%, respectivamente, en contraste con los de los tratamientos 1 y 2, que decrecieron a un valor de 97% y 91.1%, respectivamente.

Esto demuestra que los renovales plantados en la temporada de invierno sobrevivieron en mayor proporción, superando significativamente los valores de verano (Figura 11). En cuanto a la comparación entre ambientes (pajonal con y sin corte) no se hallaron diferencias en los valores de supervivencia (Ambiente $F=3.83$; $p>= 0.0508$).

A través del test de Tukey se encontraron diferencias significativas entre los valores de supervivencia para las temporadas de invierno y verano, delimitadas mediante letras diferentes (A y B) (Tabla 3).

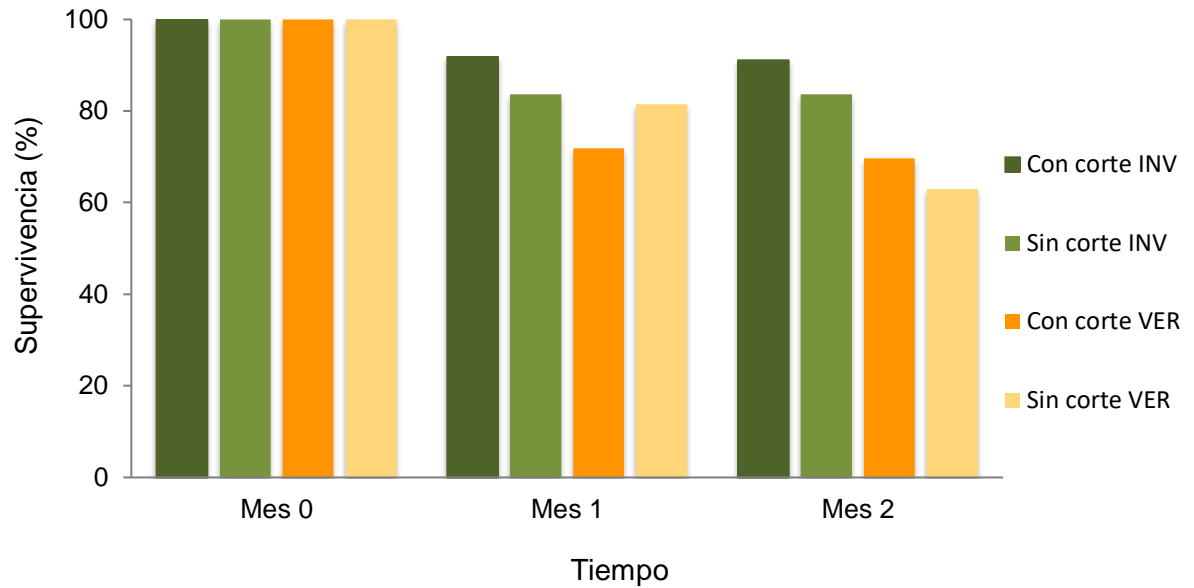


Figura 12. Supervivencia (%) a través del tiempo (Mes 0= momento de trasplante; Mes 1= 40 días del trasplante; Mes 2= 80 días del trasplante) de renovales de Algarrobo Blanco bajo distintos tratamientos ambientales (con y sin corte de la cobertura vegetal) y temporada de plantación (Invierno: INV y Verano: VER) en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

Tabla 3. Comparación de supervivencia de renovales de Algarrobo Blanco entre distintos tratamientos ambientales (con y sin corte de la cobertura vegetal) y temporada de plantación (Verano; VER e Invierno: INV) mediante la utilización del Test de Tukey

Ambiente	VER			INV				
Pajonal con corte	0.70	±	0.03	A	0.97	±	0.03	B
Pajonal sin corte	0.63	±	0.03	A	0.91	±	0.03	B

6.3. Crecimiento

El monitoreo del crecimiento inicial del Algarrobo Blanco ha dejado en evidencia el efecto que podrían llegar a tener las distintas coberturas vegetales. Si bien los valores obtenidos del diámetro de cada temporada respecto a los ambientes no han demostrado tener diferencias significativas, se han observado mayores tasas de incremento en la temporada de verano. En cuanto a los valores obtenidos de la altura, éstos si han manifestado claras diferencias, destacándose la temporada de invierno con corte como aquella con mayor crecimiento. A continuación se detallan los resultados.

6.3.1. Diámetro

Respecto al incremento del diámetro, se realizó un análisis de la varianza paramétrica y el Test de Tukey para comparar los ambientes (pajonal con y sin corte) en cada temporada de plantación (verano e invierno), y en ninguno de los dos casos hubo diferencias significativas (Verano $F=0.68$ $p>0.4568$; Invierno $F=0.30$ $p>0.6142$) (Figura 12A y B). Asimismo, se obtuvieron los promedios de la Tasa de Incremento en diámetro para cada tratamiento, y se destacaron la temporada de invierno el pajonal con corte (tratamiento 1), y en el verano el pajonal sin corte (tratamiento 4) como aquellas con mayores valores de los tratamientos (Tabla 4).

Tabla 4. Promedio de la Tasa de Incremento respecto a la diámetro de renovales de Algarrobo Blanco bajo distintos tratamientos ambientales (con y sin corte de la cobertura vegetal) y temporada de plantación (invierno y verano) en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

Tratamiento	Promedio de diámetro inicial (cm)	Promedio de diámetro final (cm)	Promedio de TI en diámetro (%)
Pajonal con corte invierno	6.27	7.04	14.6%
Pajonal sin corte invierno	6.05	6.77	13.5%
Pajonal con corte verano	5.58	6.31	14.2%
Pajonal sin corte verano	5.42	6.27	17.4%

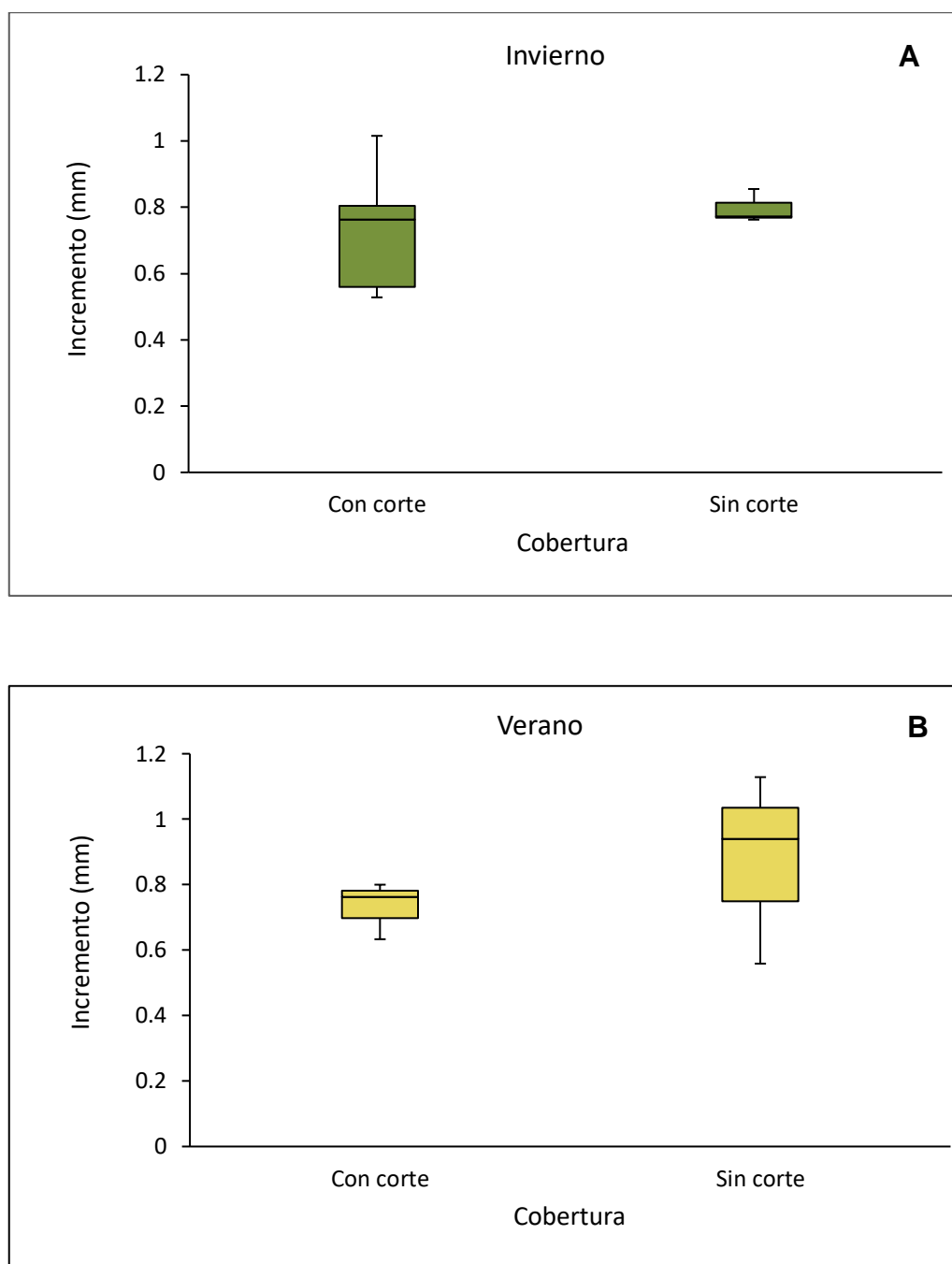


Figura 13. Incremento en diámetro (mm) de los renovales de Algarrobo Blanco bajo distintos tratamientos ambientales (con y sin corte de la cobertura vegetal) y temporada de plantación **(A)** Invierno y **(B)** Verano, en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

6.3.2. *Altura*

Se realizó un análisis de la varianza a un factor (ANAVA= una vía; ambiente) y el test de Tukey para ambas temporadas de plantación y se encontraron diferencias significativas para la temporada de invierno, siendo el pajonal con corte el que mayor incremento presentó (Tabla 5 y 6; Figura 13A y B). Por el contrario, la temporada de verano no demostró tener diferencias significativas entre ambos

ambientes (Ambiente $F= 2.35$; $p> 0.1998$). Igualmente, se obtuvieron los promedios de la Tasa de Incremento en altura para cada tratamiento, y se destacaron la temporada de invierno el pajonal con corte, y en el verano el pajonal sin corte como aquellas con mayores valores (Tabla 7).

Tabla 5. Prueba de varianza para estimar diferencias entre tratamientos de la temporada de invierno.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.60	1	15.60	9.35	0.377
Ambiente	15.60	1	15.60	9.35	0.377

Tabla 6. Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.92792

Ambiente	Medias	N	E.E.
Pajonal sin corte INV	2.50	3	0.75 A
Pajonal con corte INV	5.73	3	0.75 B

Tabla 7. Promedio de la Tasa de Incremento respecto a la altura de renovales de Algarrobo Blanco bajo distintos tratamientos ambientales (con y sin corte de la cobertura vegetal) y temporada de plantación (invierno y verano) en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

Tratamiento	Promedio de altura inicial (cm)	Promedio de altura final (cm)	Promedio de TI en altura (%)
Pajonal con corte invierno	53.9	58.5	7.3%
Pajonal sin corte invierno	54.4	56.8	4.3%
Pajonal con corte verano	73.8	75.7	2.9%
Pajonal sin corte verano	71.01	73.2	3.8%

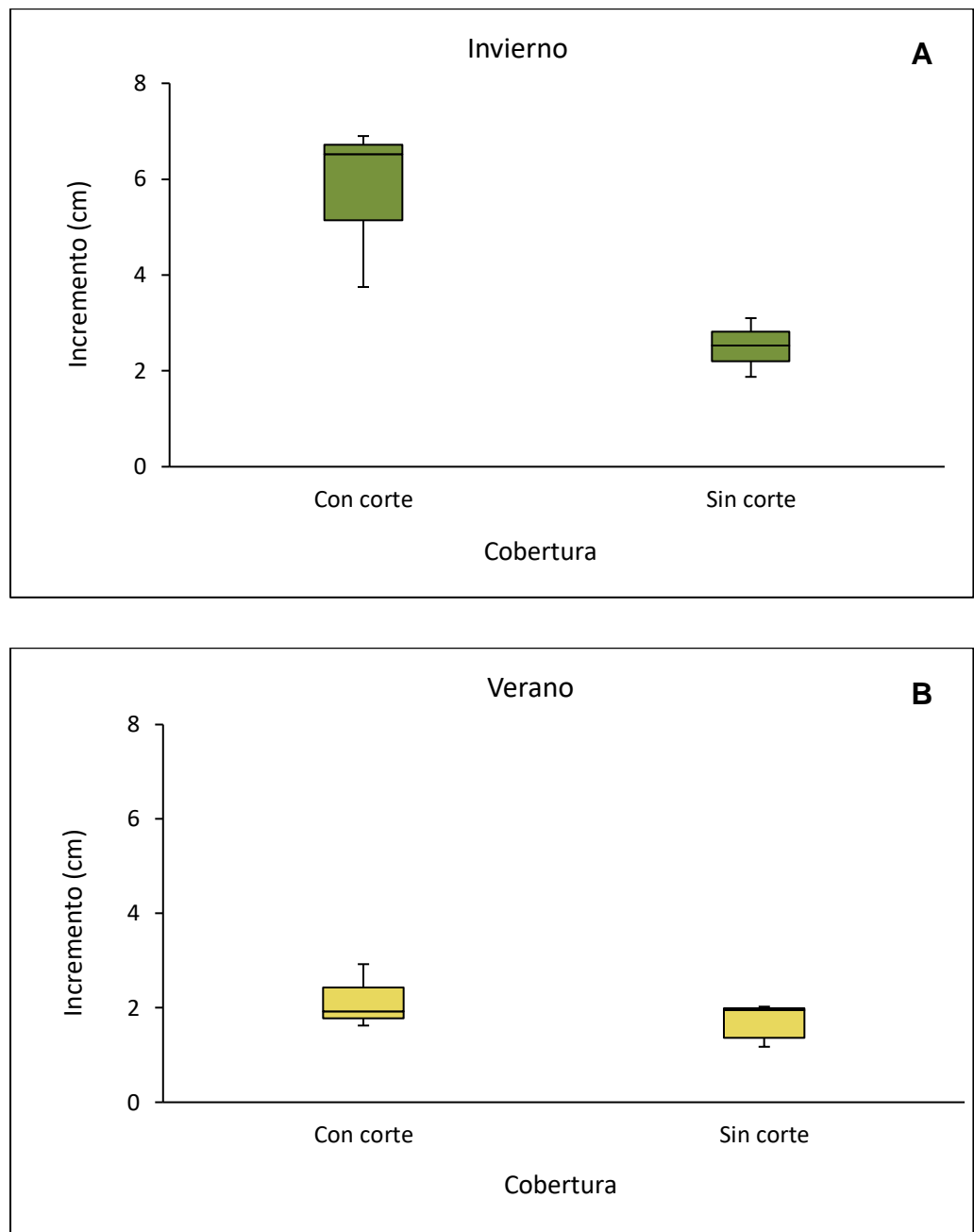


Figura 14. Incremento en altura (cm) de los renovales de Algarrobo Blanco bajo distintos tratamientos ambientales (con y sin corte de la cobertura vegetal) y temporada de plantación **(A)** Invierno y **(B)** Verano, en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

6.4. Herbivoría

Debido a las heladas que se manifestaron en el mes de junio de 2019 y su consecuencia en la defoliación de los renovales, las mediciones del daño en las hojas marcadas se vieron interrumpidas y no se ha podido establecer una estimación del grado de herbivoría sobre cada renewal. Sin embargo,

a través de observaciones a campo, se pudo detectar daños en hojas y tallos, de los individuos plantados (Figura 14).



Figura 15. Renoval con tallo dañado por herbivoría.

Para la caracterización de invertebrados se colectaron un total de 40 trampas con individuos de dieta herbívora pertenecientes 2 órdenes: Orthoptera e Hymenoptera, siendo el segundo el grupo el que presentó una mayor abundancia de individuos (Tabla 8). Respecto a los tratamientos, los himenópteros presentaron mayor abundancia de individuos en el pajonal con corte de verano, y menor en el pajonal con corte de invierno. En relación a la abundancia de ortópteros, fue mayor en el pajonal sin corte de invierno, y menor en el pajonal sin corte de verano (Figura 15). Si bien éste constituyó el orden con menor abundancia, se ha detectado la presencia de los mismos sobre los renovales plantados (Figura 16).

Dentro del orden Hymenoptera, se hallaron 11 géneros pertenecientes a 4 subfamilias. La subfamilia Formicinae presentó el mayor número de géneros siendo *Paratrechina* spp el que presentó el mayor número de individuos colectados (2021) seguido del género *Solenopsis* spp con 764 individuos y *Camponotus* spp con 723 individuos colectados. Los géneros que menor número de individuos presentaron fueron *Anochetus* spp y *Crematogaster* spp con 4 individuos cada uno.

Tabla 8. Abundancia de órdenes bajo distintos tratamientos ambientales (con y sin corte de la cobertura vegetal) y temporada de plantación (Invierno: INV y Verano: VER) en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.

Orden	Tratamiento	Pajonal con corte INV	Pajonal sin corte INV	Pajonal con corte VER	Pajonal sin corte VER

Hymenoptera	391	554	1923	1611
Orthoptera	32	35	27	19

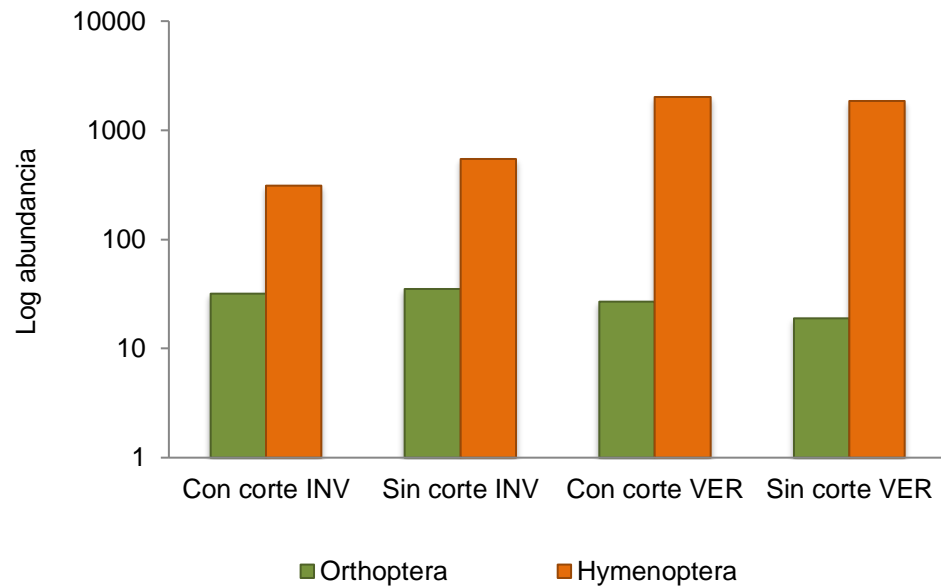


Figura 16. Abundancia de órdenes bajo distintos tratamientos ambientales (con y sin corte de la cobertura vegetal) y temporada de plantación (Invierno: INV y Verano: VER) en parcelas experimentales de la EEA INTA Corrientes.



Figura 17. Ejemplar de ortóptero forrajeando renoval de algarrobo blanco.

Respecto a los ambientes, la plantación de verano con corte fue la única que presentó hormigas de hábito herbívoro, las cuales correspondieron al género *Acromyrmex*, y sólo representaron el 2% de la totalidad de la muestra (87 individuos), representado en la figura 7.

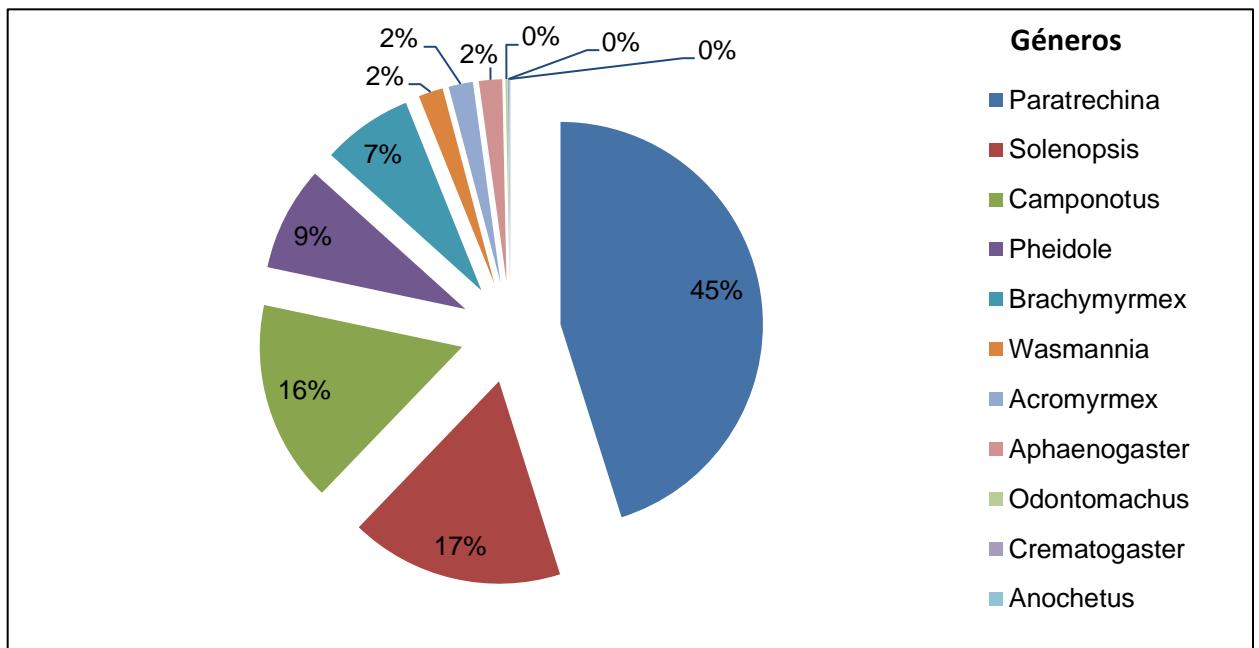


Figura 18. Porcentajes de las abundancias de los distintos géneros hallados de hormigas (Hymenoptera).

7. DISCUSIÓN

Este trabajo resulta un primer acercamiento en el estudio del establecimiento inicial del algarrobo blanco bajo distintas condiciones de plantación en pajonales en el noroeste de Corrientes. Si bien los resultados obtenidos corresponden a dos períodos estacionales contrastantes de trasplante y medición, los patrones encontrados acompañan en parte a las hipótesis propuestas. El desempeño de la especie fue significativamente diferente entre ambientes de pajonal con y sin corte respecto al crecimiento en altura, sin embargo, los valores de diámetro no han mostrado diferencia alguna.

La supervivencia inicial del algarrobo blanco obtenido en este estudio fue del 80%, porcentaje el cual se considera elevado, a pesar de las condiciones en las que se han sometido los individuos (altas temperaturas, ausencia de riego y herbivoría). Este resultado coincide en parte con valores en otras plantaciones con la misma especie y otras nativas, tales como *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlttdl. y *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz emend. Burkart (entre 30% y 90%) considerando períodos de tiempo incluso más largos y en regiones con condiciones diferentes como el Chaco Árido o Chaco Serrano (Barchuk y Díaz, 2000; Verzino *et al.*, 2004; Lauenstein *et al.*, 2012; Natale *et al.*, 2014). En este trabajo, el algarrobo blanco tuvo mayor supervivencia en la temporada de plantación de invierno, siendo que, a pesar de haber perdido todas sus hojas con las heladas, éstas rebrotaron a comienzos de primavera. Este alto rendimiento podría deberse a que la humedad en invierno se mantiene más tiempo debido a una menor evaporación, disminuyendo el estrés hídrico y mejorando las condiciones de desempeño. Además, cabe destacar que por lo general, las especies nativas, tales como *Schinus molle* L., *Celtis tala* Gillies ex Planch, *Schinopsis haenkeana* Engl., entre otras, sobreviven más en temporadas como la primavera. Sin embargo, se ha demostrado que el algarrobo blanco presenta buena respuesta en temporadas de bajas temperaturas, lo que coincide con lo informado por Verzino *et al.* (2004).

La supervivencia entre ambientes no ha tenido diferencias significativas por lo que se puede establecer que tanto los pajonales sin corte como con corte proveen buenas condiciones para el establecimiento de la especie. Esto coincide en parte con lo informado por Barchuk y Díaz (2000), que han realizado un estudio similar en cuanto a la supervivencia dentro del género, particularmente en *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz, y observaron una mayor supervivencia fuera de una cobertura arbustiva, es decir, a campo abierto.

En relación al crecimiento en diámetro, los resultados de este trabajo no han demostrado diferencias significativas entre ambientes; por lo que en principio, la altura del pajonal no estaría influyendo sobre el crecimiento inicial del diámetro de esta especie. Esto puede deberse a que en ambientes naturales el algarrobo blanco se manifiesta en bajas tasas de crecimiento, especialmente durante los primeros años de vida, por lo que no demuestran patrones de crecimiento inicial en relación a los tratamientos, lo que coincide con lo informado por Bender y colaboradores (2015). Respecto a la altura, los individuos mostraron un crecimiento promedio diferente entre los tratamientos de invierno, siendo el pajonal con corte el que presentó mayores valores de crecimiento. Esto también

coincide en parte con lo comprobado por Barchuk y Díaz (2000), quienes han medido el crecimiento dentro del género, bajo dos coberturas, y obtuvieron una mayor altura en el sistema de campo abierto. La diferencia obtenida podría estar influida tanto por la baja competencia con el pajonal, como también por las condiciones climáticas, ya que en invierno, el suelo posee mayor contenido hídrico (debido a las lluvias de otoño), por lo que el contenido de humedad aumenta, promoviendo las condiciones adecuadas para el desarrollo de la planta. De todas formas, cabe destacar que el corto tiempo de monitoreo pudo haber dificultado el hallazgo de patrones entre el crecimiento de la especie y dichas variables ambientales. Sin embargo, a futuro se seguirán realizando mediciones con el fin de hallar dichos patrones en la especie.

A través de observaciones, se ha comprobado la presencia de renovales con hojas en el pajonal sin corte, al contrario del pajonal con corte, donde todos los renovales presentaron defoliación en su totalidad. Esto podría significar que la alta cobertura de pastos demuestra condiciones de humedad favorables, evitando así el efecto hostil de la helada. En relación a la radiación fotosintéticamente activa, los valores obtenidos manifiestan poca diferencia entre coberturas de pajonal, pero si se han demostrado diferencias entre temporadas de plantación. Estudiando otras especies de leñosas, Gonçalves y colaboradores (2001), determinaron que las exposiciones a una alta intensidad de luz ($2250 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) provocan bajas concentraciones de clorofila, debido a que la velocidad de degradación es más alta que la velocidad de síntesis. Por lo que se podría estimar que la radiación recibida en la temporada de invierno reduciría posibles daños por fotoinhibición, recibiendo aun así suficiente cantidad de luz para un óptimo proceso de fotosíntesis.

Con respecto a la herbivoría, debido a las heladas que se manifestaron en el mes de junio y su consecuencia en la defoliación de los renovales, las mediciones se vieron interrumpidas y no se ha podido establecer una estimación del daño de las hojas marcadas. Aun así, estudios hechos en *Prosopis glandulosa* Torr. realizados en Wilbarger County, Texas por Weltzin y colaboradores (1998), destacan sus adaptaciones para tolerar la herbivoría incluso bajo repetidas remociones de biomasa en etapas tempranas del ciclo de vida. Estos autores probaron esta capacidad a campo y concluyeron que, bajo estas condiciones, la tolerancia a la herbivoría depende en mayor medida de la disponibilidad de recursos necesarios para la activación de meristemas y crecimiento de los brotes. Por lo tanto, sería importante realizar estudios similares en *P. alba* a fin de comprobar similares cualidades.

En relación a los invertebrados herbívoros, debido a que se observaron daños por ortópteros, es importante tener en cuenta a este grupo ya que son considerados perjudiciales para las actividades agrícola-ganaderas, por lo tanto son de importancia económica (Cigliano & Lange, 1998). Dentro del orden Hymenoptera, se destacó la presencia de herbívoros y fueron pertenecientes al género *Acromyrmex*, conocidas como hormigas cortadoras de hojas (Jiménez, 2019). No obstante, las mismas representaron el 2% del total de la muestra de himenópteros y sólo pertenecieron a la plantación de verano. Esto demuestra que los renovales no fueron afectados principalmente por el efecto de forrajeo de hormigas, debido a que la mayor parte de la muestra tuvo hábito

omnívoro/predador, y en muy baja medida cortador de hoja. Esto resulta de gran relevancia, debido que la herbivoría puede ser un factor muy importante en la inhibición del crecimiento de los renovales de este género así como menciona Villagra (2000) por lo tanto, las condiciones para el desarrollo de los renovales se presentaron favorablemente al haber una baja abundancia de hormigas potencialmente herbívoras.

En consideración al componente edáfico, se estima que la serie Treviño que caracteriza el área de estudio podría proporcionar un ambiente propicio para el establecimiento del algarrobo. Sin embargo, la serie Valencia y Tala se describen principalmente como un suelo de baja fertilidad, en especial en el epipedón, estando afectado por el exceso de humedad durante varios meses. Cabe destacar que el algarrobo blanco es una especie de gran plasticidad, la cual puede soportar los extremos de humedad y ocupar diversos tipos de suelos como los alcalinos, salinos, arenosos, arcillosos, entre otros (Delvalle, 2006), por lo que el suelo no sería un factor determinante

8. CONCLUSIONES

El estudio aporta información importante a tener en cuenta para la realización de sistemas silvopastoriles y para la restauración de áreas degradadas, destacando el éxito de supervivencia del algarrobo blanco. En relación a la altura de los pajonales, éstos demostraron no influir directamente en la supervivencia, pero sí en su crecimiento inicial, siendo el pajonal con corte óptimo para el crecimiento en altura. En cuanto al desempeño de los renovales ante variables meteorológicas, tales como temperatura y humedad, se destaca al invierno como el más favorable para el establecimiento inicial de esta especie. En relación a los invertebrados herbívoros, los mismos indicaron no ser un factor determinante en el establecimiento debido a la baja abundancia de los mismos. Por último, se destacan a los pajonales del área de estudio como ambientes óptimos para el desarrollo de los renovales.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Andersen, A. N. (1987). Effects of seed predation by ants on seedling densities at a woodland site in SE Australia. *Oikos*, 171-174.
- Alfonso Linares, C. A., y M. Monedero García (2004). Uso, manejo y conservación de suelos. *Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y Forestales*. 1ra edición.
- Arriaga, V., A. Vargas-Mena, y V. Cervantes (1994). Manual de reforestación con especies nativas: *Colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas*. Recuperado de http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/164/21_1994_Manual_reforest_especies_nativas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Archer, S. (1994). Regulation of ecosystem structure and function: climatic versus non-climatic factors. *Handbook of Agricultural Meteorology*. Oxford University Press, Oxford, 245-255.
- Atanasio, M. A., y A. L. S. Pernochi (2019). Crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. en plantación pura y sistema silvopastoril en Chaco, Argentina. INTA. Recuperado de <https://inta.gob.ar/documentos/crecimiento-de-prosopis-alba-griseb-en-plantacion-pura-y-sistema-silvopastoril-en-chaco-argentina>.
- Barchuk, A. H. y M. P. Díaz (2000). Vigor de crecimiento y supervivencia de plantaciones de *Aspidosperma quebracho-blanco* y de *Prosopis chilensis* en el Chaco árido. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*, (8). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481/48100802>.
- Bender, A. G., A. V. de Souza, J. Cristina, M. G. Perreta y J. G. Moglia (2015). Magnitudes dendrométricas de cuatro poblaciones de Algarrobo Blanco (*Prosopis alba* Griseb.) de diferentes edades. *Revista FAVE Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Brandão, C. R. (1991). Adendos ao catálogo abreviado das formigas da região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira Entomologia*, 35: 319-412.
- Brown, J.H., Reichman, O.J. Davidson D.W. (1979). Granivory in desert ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 10, pp. 201-227.
- Bond, W. (2008). What Limits Trees in C4 Grasslands and Savannas? *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39: 641-659.
- Burkart, A. (1976). A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum*, 450-525.
- Bush, J. K., y O. W. Van Auken (1990). Growth and survival of *Prosopis glandulosa* seedlings associated with shade and herbaceous competition. *Botanical Gazette*, 151(2): 234-239.
- Carnevali, R. (1994). *Fitogeografía de la provincia de Corrientes*. Editora Litocolor S.R.L.
- Cigliano, M. M. y C. E. Lange (1998). Orthoptera: *Biodiversidad de Artrópodos argentinos*. *Ediciones Sur*, 7: 67-83. La Plata.
- Cisneros, A. B., y J. G. Moglia (2017). *Prosopis alba*, alternativa sustentable para zonas áridas y semiáridas. *Los Bosques actuales del Chaco semiárido argentino*. *Ecoanatomía y*

biodiversidad. Una mirada propositiva. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE, 231-248. Santiago del Estero, Argentina.

- Delgado, F., y R. López (2011). Validación de un modelo erosión-productividad en suelos de los Andes Venezolanos. *Venesuelos*, 3(1): 17-24.
- Delvalle P. (2006). Raleos selectivos en forestación joven de algarrobo blanco (*Prosopis alba*). *II Jornadas Forestales en Santiago del Estero*. 6 p.
- Demaio, P., Karlin, U., & Medina, M. (2015). *Árboles nativos de Argentina* (Vol. 1). Córdoba, Argentina: Ecoval Ediciones.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C. W. Robledo. InfoStat versión (2018). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Escobar E., H. Ligier, R. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos (1996). *Mapa de suelos de la provincia de Corrientes 1:500.000*. EEA INTA, Corrientes.
- Felker, P., D. Smith, C. Wiesman y R. L. Bingham (1989). Biomass production of *Prosopis alba* clones at two non-irrigated field sites in semiarid south Texas. *Forest Ecology and Management*, 29 (3): 135-150.
- Fernández, P. R. (2001). Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, (Es1), 189-238.
- Fontana, J. L. (2018). La vegetación del nordeste argentino 1: las comunidades vegetales del Noroeste de Corrientes y del Este de Chaco. Serie "*Publicaciones Didácticas de la Cátedra de Ecología Vegetal*", 3: 7-20. Corrientes, Argentina.
- Galera, F. (2000). Las especies del género *Prosopis* (algarrobos) de América latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. *FAO, Argentina*. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/ad314s00>.
- Gonçalves, J. F. C., R. A. Marengo y G. Vieira (2001). Concentration of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence of mahogany and tonka bean under two light environments. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13(2): 149-157.
- Granados-Sánchez, D., P. Ruiz-Puga y H. Barrera-Escorcia (2008). Ecología de la herbivoría. *Revista Chapingo serie Ciencias forestales y del Ambiente* 14: 51–63.
- Grossi Gallegos, H. (2003) Estimación de la distribución espacial en Argentina de la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR). En *Anais do XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, vol. 1: 543-544, Santa María, RS, Brasil.
- Grossi Gallegos, H. (2004) Distribución espacial de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) en Argentina. *Meteorológica* 29 (1 y 2): 27-36.
- Haene, E. (2018). Inventario florístico del Parque Nacional El Impenetrable, Chaco, Argentina. Relevamiento fotográfico de marzo de 2013, 115 p. Buenos Aires, Argentina.
- Herber, L. G. (2011). Conductividad Eléctrica aparente como herramienta para delimitar Zonas de Manejo Sitio Especifico en Maíz (*Zea mays*) en la Provincia de Corrientes. (Tesis doctoral).

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina.

- Hölldobler, B. y Wilson, E. O. (1990). *The ants*. Harvard University Press.-
- Iglesias, O., Rivas, R., García-Fraile, P., Abril, A., Mateos, P., Martínez-Molina, E., & Velázquez, E. (2007). Genetic characterization of fast-growing rhizobia able to nodulate *Prosopis alba* in North Spain. *FEMS Microbiology Letters*, 277(2), 210-216
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2016). Avances en la silvicultura del Algarrobo Blanco. *Actas. Taller de establecimiento del Algarrobo Blanco*, 36 p.
- Jiménez, N. L. (2019). Patrones de herbivoría y coocurrencia de hormigas cortadoras de hojas en forestaciones y áreas naturales del Bajo Delta del Río Paraná. (Tesis doctoral). Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/83472>.
- Juárez de Galindez, M., A. Giménez, N. Ríos, M. Balzarini (2005). Modelación de crecimiento en *Prosopis alba* Griseb. empleando dos modelos biológicos. *Quebracho- Revista de Ciencias Forestales*, 12: 34-42.
- Karlin, M. S., U. O. Karlin, R. O. Coirini, G. J. Reati y R. M. Zapata (2013). *El Chaco Árido*. Ed. Encuentro, Córdoba, Argentina.
- Kunst, C., S. Bravo, R. Ledesma, M. Navall, A. Anríquez, R. D. Coria, J. Silberman, A. Gómez, y A. Albanesi (2014). Ecology and Management of the Dry Forests and Savannas of the Western Chaco Region, Argentina. *Dry Forests: Ecology, Species Diversity and Sustainable Management*, pp.133-164.
- Lauenstein, D. L., M. E. Fernández y A. Verga (2012). Respuesta diferenciada a la sequía de plantas jóvenes de *Prosopis chilensis*, *Prosopis flexuosa* y sus híbridos interespecíficos: implicancias para la reforestación en zonas áridas. *Ecología austral*, 22: 43-52.
- Luna Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37: 385-408.
- Marco, M. A., S. C. Cortizo, L. F. Fornes, M. E. Gauchat, J. A. López, D. López Lauenstein y S. N. Marcucci Poltri (2016). *Domesticación y mejoramiento de especies forestales*, 1ra ed. Recuperada de <http://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/biblioteca-forestal/domesticacion-y-mejoramiento-de-especies-forestales.pdf>.
- Morello, J., W. Pengue, y A. Rodríguez (2013). Un siglo de cambios de diseño del paisaje: el Chaco Argentino. *Medio Ambiente y Urbanización*, 79(1): 25-64.
- Natale, E., A. Oggero, D. Marini y H. Reinoso (2014). Restauración de bosque nativo en un área invadida por tamariscos *Tamarix ramossissima* en el sur de la provincia de Córdoba, Argentina. *Revista Ecosistemas*, 23(2): 130-136.
- Oyarzabal, M., J. Clavijo, L. Oakley, F. Biganzoli, P. Tognetti, I. Barberis, y M. Oesterheld (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología austral*, 28(1): 40-63.
- Palacio, E. E., y F. Fernández (2003). Capítulo 15: Clave para las subfamilias y géneros. *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*, 233 p.

- Palacios, R., y Brizuela, M. (2005). *Prosopis*: historia y elementos para su domesticación. *Agrociencia-Sitio en Reparación*, 9(1-2), 41-51.
- Pärtel, M., y S. D. Wilson (2002). Root dynamics and spatial pattern in prairie and forest. *Ecology*, 83(5): 1199-1203.
- Pece, M., M. Juárez de Galíndez, M. Acosta, C. G. de Benítez, S. Saavedra, y C. Bruno (2008). Relación entre la longitud de la vaina y el número de semillas por vaina en Algarrobo blanco. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, 15: 59-63.
- Pereira, M. M. (2014). Prácticas de manejo para la recuperación de pastizales de un establecimiento en el noroeste de Corrientes (Tesis de magíster). Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1513>
- Pérez, S. P., J. C. Corley y A. G. Farji-Brener (2011). Potential impact of the leaf-cutting ant *Acromyrmex lobicornis* on conifer plantations in northern Patagonia, Argentina. *Agricultural and Forest Entomology*, 13(2): 191-196.
- Pérez H. (2005). Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del NO del país, En *Jornada "Forrajes 2005"*, INTA, EEA Manfredi, Córdoba, 6 p.
- Pizzio, R. M. (1995) Utilización y manejo de los pastizales del ecosistema Campos de Argentina. *Dialogo XL. Utilización y manejo de pastizales*, pp. 115-126.
- Righini, R., y H. Grossi Gallegos (2005). Análisis de la correlación entre la radiación fotosintéticamente activa y la radiación solar global en San Miguel, provincia de Buenos Aires. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9.
- Ritchie, M. W., Skinner, C. N., & Hamilton, T. A. (2007). Probability of tree survival after wildfire in an interior pine forest of northern California: effects of thinning and prescribed fire. *Forest Ecology and Management*, 247(1-3), 200-208.
- Roth, I., y A.G. Bolzón (1997). Argentine Chaco Forests. Dendrology, tree structure, and economic use. The Semidarid Chaco. *Encyclopedia of Plant Anatomy*. Gerbruder Borntraeger Berlin Stuttgart.
- Sampedro, D., y M. Calvi (2018). Capítulo 1. Caracterización de la ganadería vacuna del nordeste argentino (NEA). *Cría vacuna en el NEA*, 9.
- Senilliani, M. G., y Navall, M. (2006). Parámetros dasométricos de plantaciones de *Prosopis alba* Griseb. (Algarrobo Blanco) del área de riego de la provincial de Santiago del Estero. Elsevier 3(4):23-30.
- Sirombra, M. G. (2019). Potreros, árboles aislados y selvas americanas: alternativas para recuperar la conectividad. Parte 2 (de 2). *Revista de Biología Tropical*, Blog-Blog.
- Spoljaric, M. V., y A. D. Ojeda (2009). Evaluación de parámetros de calidad en semillas de *Prosopis alba* Griseb leguminosa almacenadas en cámara de frío del banco de germoplasma del INTA Sáenz Peña. Sáenz Peña.
- Tortorelli, L. A. (1956). *Maderas y bosques argentinos*. Ed. ACME, S.A.C.I. Maipú 92, Buenos Aires, Argentina.

- Valmir, S. V., B. R. J. Dillon, B. V. M. Dillon, B. S. E. Reynolds, R. I. Samuel (2004). Occurrence of the antibiotic producing bacterium *Burkholderia* sp. in colonies of the leafcutting ant *Atta sexdens rubropilosa*. *Microbiology Letters* 239: 319-323.
- Van Auken, O. W. y J. K. Bush (1988). Competition between *Schizachyrium scoparium* and *Prosopis glandulosa*. *American Journal of Botany*, 75(6Part1): 782-789.
- Verga, A. (2008). "Recursos genéticos, mejoramiento y conservación de especies del género *Prosopis*". *Mejores árboles para más forestadores: El Programa de Producción de Material de Propagación Mejorado y el Mejoramiento Genético en el Proyecto Forestal de Desarrollo*. SAGPyA-BIRF. Capítulo III 9.3, Argentina.
- Verzino, G., J. Joseau, M. del P. Díaz, M. Dorado (2004). Comportamiento inicial de especies nativas del Chaco Occidental en plantaciones en zonas de pastizales de altura de las Sierras de Córdoba, Argentina. *Silvicultura, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba*.
- Villagra, P. E. (2000). Aspectos ecológicos de los algarrobales argentinos. Departamento de Dendrocronología e Historia Ambiental. *IANIGLA-CRICYT. Multequina* 9(2): 35-51.
- Villagra, P. E., M. S. Morales, R. Villalba y J. A. Boninsegna (2002). Dendroecología de los algarrobales de la zona árida argentina. *IANIGLA, 30 años de investigación básica y aplicada en Ciencias Ambientales*, 53 p.
- Vilela, A. E., M. M. Brizuela, y R. A. Palacios (1996). Influencia del riego sobre el tamaño de las hojas y el crecimiento en altura y diámetro de *Prosopis alba*, *P. flexuosa* y *P. alpataco* (Mimosaceae). *Forest Systems*, 5(1): 45-55.
- Weltzin, J. F., Archer, S. R., y Heitschmidt, R. K. (1998). Defoliation and woody plant (shape *Prosopis glandulosa*) seedling regeneration: potential vs realized herbivory tolerance. *Plant Ecology*, 138(2), pp 127-135.
- Zuloaga, F., O. Morrone y M. Belgrano (2019). Catálogo de las plantas vasculares del cono sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Recuperado de <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm>. Accedido: Octubre 2019.

PÁGINAS DE CONSULTA ONLINE

- Servicio meteorológico Nacional (SMN). Recuperado de: <https://www.smn.gob.ar/>. Accedido: Octubre 2019.
- Sistema de Información Geográfica. Recuperado de : http://wms.sig-ctes.inta.gob.ar/geocorrientes/geocorrientes/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=geocorrientes:Empedrado_suelos_50&styles=&bbox=-59.0969848632812,-28.2264652252197,-58.2999687194824,-27.5995750427246&width=768&height=604&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers

Agradecimientos

A la Universidad Nacional del Nordeste (pública y gratuita) por potenciar mi vocación en las Ciencias Biológicas.

A mi director José Luis Fontana, por el apoyo y los conocimientos brindados a lo largo de este trabajo.

A mi co-directora María Del Rosario Montiel, por su dedicación y compromiso con mi proceso de aprendizaje, y sobre todo por su paciencia.

A los integrantes del tribunal evaluador, Orlando Popoff, Roberto Salas y Maria Antonia Marassi, por sus valiosos y respetuosos aportes.

A la EEA INTA "El Sombrerito" por abrirnos las puertas y brindarnos su calidez, y en especial al Ing. Juan José Verdoljak por su apoyo y gestión para la realización del trabajo.

A cada una de las más de 20 personas que colaboraron tanto en la plantación como en el monitoreo, sin ellos este trabajo no hubiese sido posible.

A mi compañero, Genaro, por su apoyo y aliento durante la carrera, sobre todo en los momentos más difíciles.

A mis grandes amigas de la vida, por su amistad y apoyo invaluable todos estos años.

A Clara, Yenía y Yanina, compañeras que me regaló la carrera, por el acompañamiento y hermosa amistad.

A mis padres, quienes con su amor me han acompañado y enseñado lo difícil y maravilloso que es el camino de la ciencia, y sobre todo, a no bajar los brazos. A mi familia por su amor y apoyo infinito.