



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Trabajo Final de Intensificación

**SUPERVIVENCIA INICIAL DE CLONES DE
SAUCES Y ÁLAMOS EN SUELOS
HIDROHALOMÓRFICOS DEL SUDOESTE DE LA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

Matias Nazareno Vallejos

Docente Tutor: Mg. Luis Alberto Caro

Docente Asesor 1: Mg. Verónica Rosetti

Docente Asesor 2: Dr. Oscar Bravo

Bahía Blanca

Argentina

2021

Agradecimientos

A mi familia, mis padres José y Sandra, por el gran esfuerzo que hicieron para que pueda acceder a la Universidad y la ayuda que me brindaron durante toda esta etapa. Mis hermanos Fabian, Marina y Federico por el apoyo y la compañía de todos estos años. Mis tíos que siempre están. Este título va dedicado a mis abuelos Elvio y Sole.

Especialmente a Pao, mi novia, por ser incondicional y ayudarme de todas las formas posibles para que pueda finalizar esta etapa. También a su familia por el apoyo y aliento recibidos.

Al Mg. Luis Caro, mi tutor, por su tiempo, predisposición y gran ayuda durante el desarrollo de este trabajo.

A la Mg. Verónica Rosetti y el Dr. Oscar Bravo, mis consejeros, por brindar su tiempo y conocimientos para poder completar este proyecto.

A todos los que colaboraron con la parte experimental realizando viajes y trabajos de campo: Martin Sarti, Martin De lucia, Ernesto Bonjour, Ponciano Cárdenas y Luciana Matone.

A mis amigos por el apoyo y compañía de todos estos años. Mis compañeros que conocí durante la etapa universitaria por la ayuda y momentos compartidos.

A la Universidad Nacional del Sur por brindar educación de calidad y en especial al Departamento de Agronomía.

Índice

Contenido

Resumen	5
1. Introducción	7
1.1. Taxonomía y características botánicas.....	8
1.2. Salicáceas en Argentina.....	8
1.3. Salicáceas en sistemas Silvopastoriles y como proveedor de servicios ambientales.....	11
1.4. Comportamiento de las plantas frente al estrés.....	13
1.4.1. Resistencia cuticular.....	14
2. Objetivos	16
2.1. General.....	16
2.2. Particulares.....	16
3. Materiales y Métodos	17
3.1. Ubicación del área de estudio.....	17
3.2. Caracterización geomorfológica.....	17
3.3. Caracterización climática.....	18
3.4. Diseño experimental.....	18
4. Resultados y Discusión	24
4.1. Sector Bajo Salino (BS).....	24
4.2. Sector Bajo Dulce (BD).....	25
4.3. Supervivencia de los clones.....	27
4.3.1. A los 30 días post-plantación.....	27
4.3.2. A los 90 días post-plantación.....	27
4.3.3. A los 220 días post-plantación – Supervivencia de los clones de álamos.....	28
4.3.4. A los 220 días post-plantación - Supervivencia de los clones de sauce.....	29
4.3.5. Comportamiento de sauces en cada sector.....	30
5. Conclusiones	32
6. Bibliografía	33

Figuras:

Figura 1. Ubicación geográfica de las plantaciones forestales en Argentina.	10
Figura 2. Partes de una cutícula	15
Figura 3. Imagen satelital de la ciudad de Bahía Blanca y acceso al campo Napostá	17
Figura 4. Preparación del sitio	20
Figura 5. Disposición aleatorizada de la plantación.....	21
Figura 6. Muestreador de suelos automatizado y recolección de muestras de suelo.	22
Figura 7. Localización del Sector Bajo Salino (BS)	24
Figura 8. Localización del Sector 2 Bajo Dulce (BD)	25
Figura 9. Supervivencia de los distintos clones evaluados a los 30, 90 y 220 días de la plantación.	28
Figura 10. Supervivencia final de álamos en ambos sitios (BS y BD)	29
Figura 11. Supervivencia final de sauces en ambos sitios (BS y BD)	30
Figura 12. Sección transversal de la porción media de hojas de siete clones de Salix implantados en un suelo salino - sódico del Sudoeste bonaerense	31

Tablas

Tabla 1. Comparación de características botánicas de ambos géneros.....	9
Tabla 2. Distribución de las plantaciones de álamos y sauces en Argentina.....	11
Tabla 3. Valores de pH observados en los sitios Bajo Salino (BS) y Bajo Dulce (BD), a dos profundidades del perfil edáfico, y a 12, 24 y 36 m de distancia de las márgenes del arroyo Saladillo Dulce de García.....	26
Tabla 4. Valores de conductividad eléctrica (CE) en los sitios Bajo Salino (BS) y Bajo Dulce (BD), a dos profundidades del perfil edáfico, y a 12, 24 y 36 m de distancia de las márgenes del arroyo Saladillo Dulce de García.....	26
Tabla 5. Valores de Relación Adsorción de Sodio (RAS) en los sitios Bajo Salino (BS) y Bajo Dulce (BD), a dos profundidades del perfil edáfico, y a 12, 24 y 36 m de distancia de las márgenes del arroyo Saladillo Dulce de García.	27
Tabla 6. Valores de Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) en los sitios Bajo Salino (BS) y Bajo Dulce (BD), a dos profundidades del perfil edáfico, y a 12, 24 y 36 m de distancia de las márgenes del arroyo Saladillo Dulce de García.	27

Resumen

Los suelos hidrohalomórficos del Sudoeste de la provincia de Buenos Aires presentan importantes limitaciones para el establecimiento forestal. La incorporación de árboles a sistemas ganaderos aparece como una opción complementaria de diversificación productiva y provisión de beneficios ambientales, dirigida principalmente al componente animal y forrajero. Las especies forestales deben tener capacidad para tolerar salinidad, anegamiento, sequía y también la impedancia mecánica que caracteriza a estos suelos. Con el propósito de evaluar la supervivencia inicial de clones de sauces y álamos implantados a raíz profunda en ambientes bajos con altos niveles de sodio, modernamente salinos e hidromórficos, se estableció un ensayo en agosto de 2018 localizado en el campo experimental Napostá de la Universidad Nacional del Sur, ubicado en la provincia de Buenos Aires. Se informan aquí los resultados obtenidos a los 7 meses de la plantación de los clones: *Salix matsudana x Salix alba* "Barrett 13-44 INTA", *Salix matsudana x Salix alba* "NZ 26992", *Salix matsudana x Salix alba* "NZ 26993", *Salix matsudana x Salix alba* "558/88", *Salix babylonica x Salix alba* "524-50 INTA", *Salix babylonica x Salix alba* "250/33", *Salix babylonica x Salix alba* "250/36", *Populus deltoides* "Australiano 106-60" y *Populus deltoides* "Australiano 129-60". Los materiales se plantaron bajo un diseño factorial de dos factores fijos (clon x sitio) en bloques aleatorizados en 3 filas contiguas, distanciadas 12 m entre sí, La distancia entre plantas dentro de cada fila fue de 3 m, con 5 réplicas por clon. El ensayo se realizó en dos sectores: bajo salino (BS) y bajo dulce (BD). El hoyado se efectuó con un barreno de suelos automatizado hasta alcanzar el nivel freático (1 a 2 m de profundidad). A los 220 días la supervivencia fue del 80 % en los cultivares "Barrett 13-44 INTA" y "524-50 INTA", del 73.30 % para "NZ 26992" y "250/33" y del 70 % y 66.60 % para los cultivares "NZ 26993" y "250/36", respectivamente. En cuanto al material "558/88" falló en su gran mayoría en ambos sectores, apenas sobrevivió un 33.3%. Con respecto al género *Populus* fallaron casi en su totalidad en ambos sectores, siendo el clon "Australiano 129/60" el material con mayor porcentaje de supervivencia en BD igual a 60%. Para el género *Salix* la supervivencia fue variable entre clones y entre sitios, sin evidencias de un patrón claro. La disponibilidad de materiales clonales con tolerancia a

ambientes hidromórficos permitirían la producción de madera para aserrado, debobinado y triturado en estos sitios marginales, bajo la modalidad de sistemas silvopastoriles. Los resultados iniciales observados mostraron buen desempeño de algunos clones para ser seleccionados en sistemas productivos. Sin embargo, sería interesante llevar a cabo evaluaciones más prolongadas en el tiempo considerando parámetros dasométricos, que permitan confirmar la superioridad prometedora de estos clones en ambientes desfavorables.

1. Introducción

La familia Salicáceas tiene como protagonistas forestales a distintas especies de álamos y sauces, que se agrupan botánicamente en los géneros *Populus* y *Salix* respectivamente (Dimitri, 1987). Son originarias de las regiones templadas del hemisferio norte, hallándose los presentes formando pequeños bosquetes o macizos, desde el círculo polar ártico hasta el paralelo de 30° LN (Amico, 2002). Solo una especie (*Salix humboldtiana* Wild.) se encuentra en el hemisferio sur principalmente a lo largo de ríos y torrentes, llegando con su presencia hasta los 40° LS en Argentina (Dimitri, 1987).

Presentan dos requerimientos muy marcados que son la luz y el agua. Esto los ha convertido en pioneros en la colonización de las riberas fluviales, de los espacios generados por aluviones o crecidas y en los lechos de torrentes donde otros árboles no son capaces de arraigarse y prosperar (Amico, 2002).

Los álamos requieren un suelo permeable, profundo, con buena aireación y fertilidad. En muchos sitios se los utiliza en cortinas rompevientos para cultivos agrícolas, pero también se los cultiva en macizos o trincheras para obtener madera de calidad. Su madera es blanca, blanda, fácil de trabajar. Tiene diversos usos, entre ellos: carpintería, construcción de muebles, cajonería, embalajes, lápices, pasta para papel, paneles aglomerados, maderas terciadas, placas y en la industria del fósforo. La madera de álamo tiene un valor superior a la de sauce debido a su mayor aptitud industrial, tanto para aserrío como para debobinado (Di Marco, 2015).

Los sauces son especies de menor tamaño que los álamos, pero al igual que ellos crecen rápido y alcanzan gran porte en poco tiempo. Resisten mejor la asfixia radicular, pudiéndose encontrar en sitios inundables. Desde el punto de vista de las aplicaciones, el sauce posee aptitud para producción de madera, bioenergía, control de la erosión y fitorremediación. Actualmente, alrededor del 90 % de la madera de sauce producido en el país se usa para fabricar papel y tableros de partículas. Sin embargo, es también aplicable para usos sólidos (aserrado y debobinado en la primera transformación, y muebles), notándose en los últimos años un mayor interés en este sentido (Cerrillo et al., 2016).

Estas especies tienen la capacidad de reproducirse vegetativamente, es decir sin utilizar semillas. Generalmente se multiplican por estacas, guías, pero también puede

hacerse por acodos de ramas, injerto sobre un patrón, e incluso por cultivo de células in vitro, en laboratorio. La reproducción vegetativa tiene la característica de que las plantas obtenidas son iguales, en lo que a su genética se refiere, entre sí y con la planta de la que proceden. Esto permite, a partir de un individuo que presente características y rendimientos interesantes para el cultivo, obtener un número infinito de árboles exactamente con las mismas características genéticas (Amico, 2002).

1.1. Taxonomía y características botánicas

Los géneros *Populus* y *Salix* pertenecen a la familia Salicáceas. Dicha familia botánica se encuentra dentro de la división Espermatofita, Clase Dicotiledóneas, Subclase Arquiclamídeas y Orden Salicales, Grupo Sepaloideano. En la Tabla 1 se muestran las características botánicas de ambos géneros.

1.2. Salicáceas en Argentina

Las Salicáceas constituyen el tercer grupo de importancia en el cultivo de plantaciones forestales de Argentina, luego de los pinos y eucaliptos (Figura 1). Por su rápido crecimiento, la posibilidad de propagación en forma vegetativa, la capacidad de rebrote, así como la posibilidad de consociación con otros cultivos o producciones en sistemas agroforestales, son especies elegidas a nivel mundial para la producción forestal. A esto se suma su adaptabilidad a una amplia variedad de condiciones climáticas y edáficas. Esto posibilita su implantación en suelos marginales para otras producciones, resultando especies preferidas en varias condiciones agroclimáticas de Argentina. El país no cuenta con especies nativas de Salicáceas, excepto el *Salix humboldtiana Willd* conocido como "saucillo criollo". Las especies cultivadas son exóticas, siendo principalmente entre los álamos, *Populus deltoides*, *Populus x canadensis*, *P. nigra* y varios híbridos de sauces (*Salix sp.*).

Las principales adversidades sanitarias en Argentina son el "Taladro de los forestales" (*Megaplatypus mutatus*), las "royas" (*Melampsora sp.*) y "cancrosis" (*Septoria sp.*) para el álamo y la "avispa sierra" (*Nematus oligospilus Foerster (=N. desantisi Smith)*) para los sauces (Borodowski et al., 2012).

Tabla 1: Comparación de características botánicas de ambos géneros (Fuente: Amico, 2002)

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS		
	SAUCES (<i>Salix</i>)	ÁLAMOS (<i>Populus</i>)
Porte	Variable según la especie, el clon y la variedad. En general de menor tamaño que los álamos.	Variable según sitio, especie y edad.
Copa	Por lo general péndula globosa	De formas diversas: globosa, oblonga, piramidal, fastigiada.
Fuste	Recto o tortuoso, varía con la especie, sitio de cultivo, distancia de plantación.	Recto, cilíndrico, cónico.
Corteza	Lisa en ejemplares jóvenes, agrietada o fisurada en árboles añosos.	Con grietas y fisuras variadas según especie y variedad.
Ramas	Cilíndricas, flexibles y péndulas. Sección de la médula circular.	Cilíndricas, por lo general erectas, sección de la médula pentagonal.
Hojas	Simple, alternas, alargadas, lanceoladas raramente aovadas. Pecíolos cortos.	Simples, alternas, aovadas o deltoides. Notable dimorfismo y heteromorfismo. Pecíolos largos.
Yemas	Una sola escama cubre la yema. Yema terminal inexistente o poco desarrollada.	Yemas alargadas, a menudo puntiagudas, cubiertas por varias escamas. Yema terminal mayor que las laterales.
Floración	Antes o después de la foliación. Flores agrupadas en amentos generalmente erectos.	Antes de la foliación. Flores agrupadas en amentos péndulos.
Semillas	Pequeñas, rodeadas de pelos algodonosos	Pequeñas rodeadas de pelos algodonosos.

Al año 2017 se registraron aproximadamente unas 68.862 ha de sauce, unas 30.983 ha de álamo y 15.703 km de cortinas de álamos (Tabla 2). Aunque los álamos y sauces con importancia comercial se hallan en varias regiones del país, las principales zonas de cultivo en Argentina se encuentran en tres áreas bien diferenciadas por sus características agroecológicas y la forma de cultivo (Borodowski, 2017). Las mismas son:

- Áreas inundables: región del Delta del Paraná de las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos donde naturalmente la disponibilidad hídrica es muy elevada

por la escasa profundidad de la napa freática, las precipitaciones y las frecuentes inundaciones.

- Zonas de regadío: áreas donde las insuficientes precipitaciones hacen imprescindible el riego, principalmente en la región de Cuyo (provincias de Mendoza y San Juan) y en los valles de las provincias de Río Negro, Neuquén y Chubut.
- Áreas de secano: en la provincia de Buenos Aires, en zonas diferentes al Delta del Paraná, donde por la cantidad de lluvias se cultivan generalmente sin riego y sin riesgo de inundación, así como en las provincias de Santa Fe y La Pampa. En el resto del país también se encuentran plantaciones de Salicáceas, principalmente de álamos, en pequeñas superficies en las provincias de Santiago del Estero, Jujuy, La Rioja, Córdoba, Catamarca, Santa Cruz, San Luis, Tucumán y Salta.

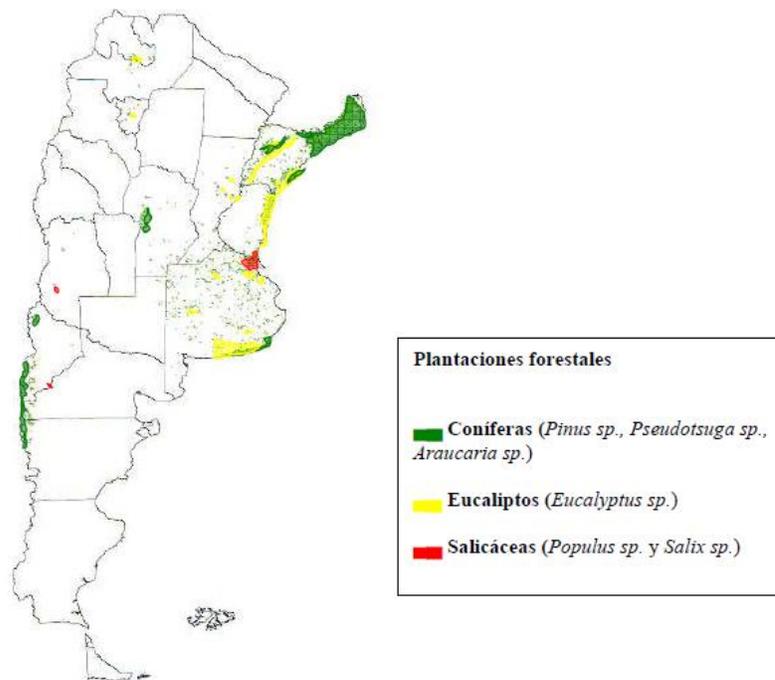


Figura 1: Ubicación geográfica de las plantaciones forestales en Argentina. (Fuente: Borodowski et al., 2012).

Tabla 2: Distribución de las plantaciones de álamos y sauces en Argentina (Fuente: Borodowski, [2017])

Provincia/Región	Sauces en macizos (ha)	Álamos en macizos (ha)	Álamos en cortina (km)
Buenos Aires (delta)	46155	13936	-
Entre Ríos (Delta)	22707	572	-
Buenos Aires (Continente)	-	5000	s/d
Patagonia (Neuquén, Río Negro, Chubut y Santa Cruz)	-	1744	11035
Cuyo (Mendoza, San Juan y San Luis)	-	8015	4668
Centro (Santa Fe, Córdoba, La Pampa)	-	1602	-
Noroeste (Jujuy, Salta y Tucumán)	-	144	-
Total	68862	30983	15703

1.3. Salicáceas en sistemas Silvopastoriles y como proveedor de servicios ambientales

El sudoeste bonaerense ocupa el 25 % del territorio de la provincia, forma parte de la región subhúmeda y semiárida con características climáticas y edáficas que la diferencian en cuanto a sus potencialidades y limitantes productivas primarias en comparación a otras regiones más productivas como la pampa húmeda (Picardi y Giacchero, 2015). La principal actividad económica de la zona es la agropecuaria, especialmente la ganadería vacuna basada en la utilización de pasturas y pastizales naturales, en particular de gramíneas forrajeras perennes nativas (Peláez, 2012).

La introducción de árboles en sitios con limitaciones edáficas podría mejorar sus condiciones y crear un ambiente apto para el desarrollo de forrajeras de alto valor nutritivo para los vacunos, aumentando consecuentemente la producción ganadera (Andenmatten y Herrera, 2006). La incorporación de árboles a sistemas ganaderos aparece como una opción complementaria de diversificación productiva y provisión de beneficios ambientales, dirigida al componente animal y forrajero, tales como el aprovechamiento de sombra para incrementar el bienestar animal en momentos de calor extremo, disminuir la demanda evaporativa del pastizal en épocas de sequía, atenuar el anegamiento en períodos de mayores precipitaciones (Marlats et al., 1998) y presumiblemente podrían limitar el crecimiento de hierbas de hoja ancha que avanzan como consecuencia del pastoreo continuo (Laclau et al., 2014). También cabe destacar que el follaje de muchos álamos y sauces tienen un alto valor nutritivo (Rossi y Torrá 2005, Carou et al., 2010, Thomas 2011), y podría utilizarse para forrajeo directo o como suplemento en épocas de sequías.

Desde una perspectiva ecológica, la facilitación entre los árboles y los componentes herbáceo y animal es relevante en sitios con limitaciones ambientales (Fernández et al., 2007).

Por otro lado, el tendido de salicáceas puede aportar a la protección microclimática con consecuencias favorables para la agricultura. La integración de estos árboles a nivel de lote en sistemas silvopastoriles (SSP), es decir, de ganadería espacialmente combinada con praderas arboladas bajo distintos diseños y manejadas ordenadamente, constituye una modalidad de adopción creciente, y las salicáceas se adaptan adecuadamente por sus características forestales, su permeabilidad a la radiación, el carácter caducifolio y la producción de broza fácilmente degradable, compatible con el crecimiento del pasto (Laclau et al., 2014).

Las cortinas o macizos forestales también constituyen barreras o filtros efectivos de la circulación del aire. Estos árboles se utilizan como cortinas rompeviento y según su amplitud, altura y porosidad ejercen un importante frenado o filtrado de partículas en suspensión, desde contaminantes industriales hasta agroquímicos. Además, son apropiados para la implementación de fajas de interfase urbano-rural, o delimitando zonas industriales, avícolas, etc., filtrando olores, frenando o absorbiendo contaminantes agrícolas, amortiguando impactos climáticos (granizadas, temporales, heladas), o brindando servicios

paisajístico-recreativos. Algunos de estos servicios sistémicos y otros como la depresión de niveles freáticos altos con aportes salinos han sido aplicados exitosamente con sauces y álamos en otras regiones templadas (Dimitriou y Aronsson, 2005).

Las especies forestales deben tener capacidad para tolerar salinidad, anegamiento, sequía (Quiñones et al., 2014) y también la impedancia mecánica que caracteriza a suelos como los Argiacuoles (bajos dulces) y Natracuoles (salinos).

A nivel de sistemas de producción, la incorporación de salicáceas para el incremento de la productividad económica de los campos, por vía de la producción maderable o de la promoción de la producción ganadera puede contribuir a una mayor estabilidad, resiliencia e independencia de recursos externos de los productores agropecuarios. No obstante, en un ámbito donde las contingencias ambientales son destacadas, el papel protector y ambiental de las plantaciones podría ser aún más relevante que el productor (Laclau et al., 2014).

1.4. Comportamiento de las plantas frente al estrés

A lo largo de su vida, las plantas están expuestas a un gran número de factores estresantes (bióticos y abióticos) que pueden afectar su crecimiento y desarrollo. Dentro de los factores bióticos los principales organismos causantes de condiciones desfavorables son los agentes patógenos (bacterias, hongos y virus) aunque los insectos, nematodos y las mismas plantas también pueden ser factores de estrés. Por otro lado, también se pueden enfrentar a factores abióticos como la sequia (estrés hídrico), exceso de sales en el suelo (estrés salino), anegamientos prolongados, estrés por temperaturas extremas, contaminantes ambientales etc. De todos los recursos que la planta necesita para crecer y desarrollarse, el agua es el más importante y limitante. (Beltrano y Giménez, 2011)

Cuando el potencial hídrico del suelo desciende considerablemente se hace más difícil absorber agua y las plantas se exponen al peligro de desecación. El problema se presenta naturalmente, con los suelos secos de las zonas áridas y semiáridas, pero también con los suelos salinos. (Azcón-Bieto y Talón, 2008)

A lo largo de la evolución, las plantas han desarrollado diferentes respuestas y adaptaciones que les permiten sobrevivir en condiciones de constante déficit hídrico.

Muchas de estas adaptaciones están relacionadas con una mayor capacidad de tomar agua o con un uso más eficiente de este recurso. (Moreno, 2009)

Existen dos tipos de mecanismos para hacer frente al descenso del potencial hídrico del suelo:

- Evitación de los déficits hídricos en la planta (escape de sequía, conservación del agua, mantenimiento de la absorción del agua).
- Tolerancia a los déficits hídricos de la planta (mantenimiento de la turgencia, tolerancia a la desecación).

Una de las opciones de evitación consiste en conservar el agua, es decir, reducir las pérdidas o almacenarla. Entre los mecanismos más frecuentes se encuentran: cierre estomático rápido y completo, pérdidas de hojas, almacenamiento de agua, reducción de la transpiración, y engrosamiento de la cutícula. (Azcón-Bieto y Talón, 2008)

1.4.1. Resistencia cuticular

La cutícula es una cubierta polimérica extracelular que recubre toda la superficie de las hojas protegiéndolas del desecamiento debido a su alta impermeabilidad al agua. Mayoritariamente está compuesta por una matriz de cutina, compactada y estabilizada mediante ceras cuticulares que forman agregados sólidos y parcialmente cristalinos (Figura 2).

El cierre estomático es el control que tiene la planta para reducir las pérdidas de agua mayoritariamente. Sin embargo, existe una cierta cantidad de transpiración incluso cuando los estomas están completamente cerrados, que se produce a través de la cutícula. Naturalmente, las plantas adaptadas a ambientes desérticos poseen mucha resistencia cuticular a la pérdida de agua, no ocurriendo lo mismo con las adaptadas a climas más benignos.

Las características de la cutícula en relación a su espesor y estructura, lo cual determinará el nivel de impermeabilidad de la epidermis, se halla bajo control genético. Las especies que presentan adaptación a condiciones de aridez, como por ejemplo las pertenecientes a la familia de las Cactáceas, poseen cutículas de gran espesor. Por otro lado, individuos pertenecientes al grupo de las especies mesófitas (aquellas que no poseen

adaptaciones especiales a condiciones de aridez), cuando deben soportar deficiencias de agua suelen generar cutículas más impermeables que aquellos individuos de la misma especie que no debieron sufrir limitaciones hídricas. (Golberg et al., 2011)

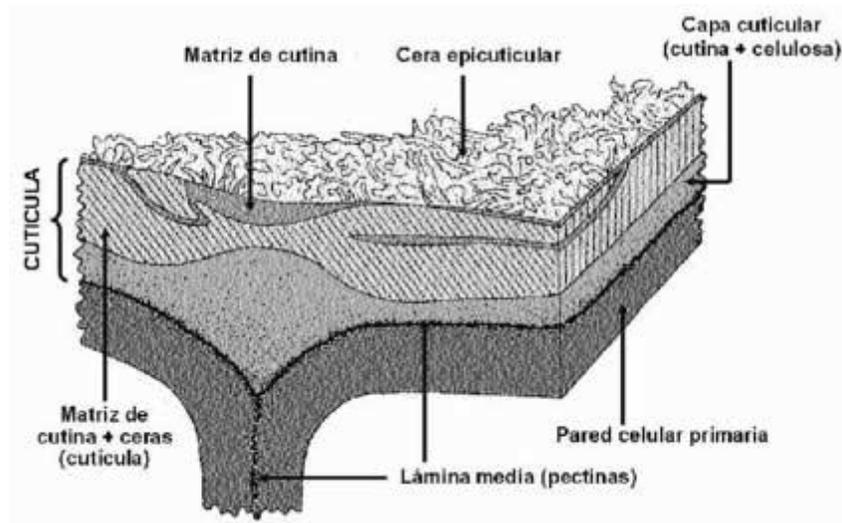


Figura 2: Partes de una cutícula (Fuente: Golberg et al., 2011)

2. Objetivos

2.1. General

- Evaluar la supervivencia inicial de clones de sauces y álamos, implantados a raíz profunda, en ambientes bajos con altos niveles de sodio, modernamente salinos e hidromórficos.

2.2. Particulares

- Identificar clones de salicáceas con mejor adaptación a condiciones hidrohalomórficas.
- Comparar y determinar cambios morfológicos en la anatomía foliar en clones de sauce, debido a condiciones de salinidad y/o hidromorfismo.

3. Materiales y Métodos

3.1. Ubicación del área de estudio

La experiencia se llevó a cabo durante el período 2018-2019 en el campo experimental Napostá de la Universidad Nacional del Sur ubicado en el Km 35 de la RN 33, en la provincia de Buenos Aires ($38^{\circ}25'45.9''$ S y $62^{\circ}16'50.5''$ O) (Figura 3). El campo posee una superficie de 710 ha con uso ganadero-agrícola.

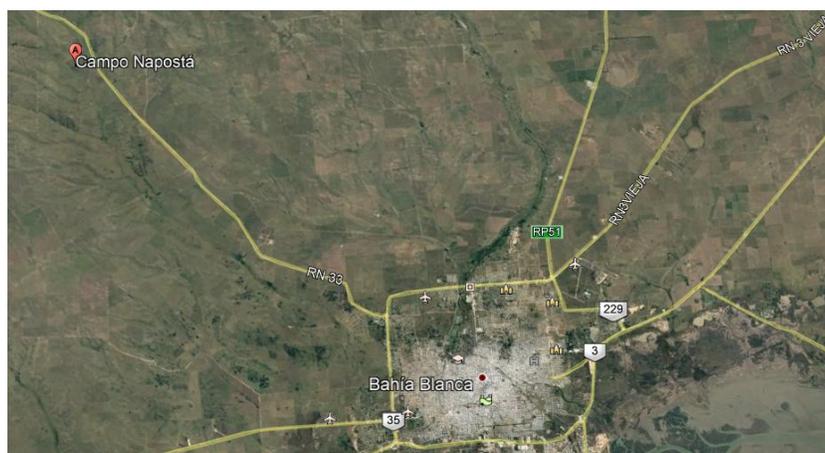


Figura 2: Imagen satelital de la ciudad de Bahía Blanca y acceso al campo Napostá (Fuente: Google Earth)

3.2. Caracterización geomorfológica

El predio Napostá se encuentra ubicado en la porción media de la llanura Subventánica Occidental que se extiende desde la Sierra de la Ventana hasta las cercanías de la costa atlántica. La misma es una planicie con pendiente general muy suave en sentido N-S, disectada por 5 valles funcionales correspondientes al río Sauce Chico, arroyo Saladillo Dulce, Saladillo de Garcia, Napostá Grande y Río Sauce Grande que drenan el cordón serrano, y por una serie de paleocauces (o valles no funcionales) conocidos como cañadones.

Los suelos se caracterizan por su gran heterogeneidad constitutiva. Los grandes grupos de suelos predominantes en el área se clasifican taxonómicamente a nivel de orden en Molisoles y Entisoles. En ambos ordenes los materiales parentales son modernos (Pleistocénicos), algunos muy recientes generalmente traídos por la acción del viento (loess). Dentro del predio en la llanura de inundación se han reconocido Endoacuoles Cumulicos (Echegoyen y Bravo., 2010).

3.3. Caracterización climática

Los datos para la caracterización del clima se obtuvieron de una Estación Meteorológica Automática Marca Davis®, ubicado en el campo experimental Napostá de la UNS. La zona de estudio presenta un clima templado con valores medios anuales entre 14 y 20°C y estaciones térmicas bien diferenciadas. En cuanto a la precipitación, la media anual es de 646mm distribuyéndose de manera ligeramente uniforme a lo largo del año. El otoño es la estación más lluviosa aportando el 31 % de la precipitación anual, en primavera y verano se registran entre el 26 y 30 % respectivamente, mientras que en invierno se registra el 13 % del total anual.

Los vientos que predominan son del noroeste, siendo la velocidad media anual de 27 km/h, soplando con mayor intensidad en los meses de primavera y verano. Estos son de alta frecuencia los que lo hace de carácter erosivo y desecante.

La frecuencia media de heladas es de 36 días en los meses de junio y julio llegándose a producir registros por debajo de 0°C en noviembre y marzo. El régimen de temperatura es térmico. De acuerdo a la clasificación climática Thornthwaite, el clima lo podemos ubicar dentro del grupo Subhúmedo seco, con nulo o pequeño exceso de agua. Según la clasificación climática de Köpen quedaría comprendida dentro del tipo climático BS, semiárido. El régimen de humedad del suelo en la región es ústico (USDA, 1999).

3.4. Diseño experimental

En agosto de 2018 se instalaron plantaciones experimentales de sauces y álamos en tierras de uso ganadero, mediante la técnica de plantación de guías a raíz profunda con la

premisa de poner el material en contacto con la napa freática (que se encuentra en general entre 1 y 2 m de profundidad). Como material de plantación se utilizaron guías de un año.

El ensayo se realizó en dos sitios homogéneos: bajo dulce (BD) y bajo salino (BS), caracterizados por cierto tenor de salinidad, sodicidad y condiciones de hidromorfismo.

Los clones de sauce que se plantaron fueron:

- *Salix matsudana* x *Salix alba* 'Barrett 13-44 INTA'
- *Salix matsudana* x *Salix alba* 'NZ 26992'
- *Salix matsudana* x *Salix alba* 'NZ 26993'
- *Salix matsudana* x *Salix alba* '558/88'
- *Salix matsudana* x *Salix alba* '524-50 INTA'
- *Salix babylonica* x *Salix alba* '250/33'
- *Salix babylonica* x *Salix alba* '250/36'

Los clones de álamos que se plantaron fueron:

- *Populus deltoides* 'Australiano 106-60'
- *Populus deltoides* 'Australiano 129-60'

Este material clonal fue provisto por la Estación Forestal INTA 25 de Mayo. El tiempo transcurrido desde la cosecha de las guías hasta la plantación no superó los siete días. En ese transcurso de tiempo, las guías fueron sumergidas en el cauce del arroyo Saladillo Dulce para mantener su hidratación. El suelo de los lotes de plantación estaba cubierto por pastura de agropiro en asociación con vegetación gramínea (*Stipa sp.*) y algunas especies tolerantes a condiciones hidromórficas (trébol de olor blanco y juncos). La preparación del sitio como se muestra en la Figura 4 comprendió una pasada de desmalezadora para cortar las matas de agropiro y de rastra en ambos sectores (BD) y (BS) en los cuales se llevo a cabo el ensayo. Estas labores se efectuaron sobre las líneas de plantación. La misma se realizó bajo un diseño factorial de dos factores fijos (clon x sitio)

en bloques aleatorizados en tres filas contiguas, distanciadas 12 m entre sí como se ilustra en la Figura 5.



Figura 4: Preparación del sitio

En cada sector se delimitó un área rectangular de 36 x 105 m donde se marcaron las líneas de plantación con brújula, cinta métrica y jalones, orientadas en forma paralela al curso del arroyo Saladillo Dulce de García. La distancia entre plantas dentro de cada fila fue de 3 m, con 5 réplicas por clon. El hoyado se efectuó con un barreno de suelos automatizado hasta alcanzar el nivel freático (1 a 2 m de profundidad), tal como se puede observar en la Figura 6.

En los dos sitios bajo estudio también se tomaron muestras de suelo en cada una de las líneas de plantación hasta los 2 m de profundidad, utilizando el mismo barreno para el hoyado de la plantación.

A los 30, 90 y 220 días a partir de la plantación se realizaron observaciones de brotación y altura de cada clon en cada sitio. La supervivencia de los distintos ejemplares de ambas especies se evaluó mediante el recuento de plantas vivas y muertas en los distintos sectores a los 220 días post-plantación.

129/60	1	FILA 3	106/60	1	FILA 2	129/60	1	FILA 1
106/60	2		106/60	2		129/60	2	
106/60	3		129/60	3		106/60	3	
129/60	4		106/60	4		106/60	4	
106/60	5		129/60	5		129/60	5	
250/36	6		13/44	6		13/44	6	
26993	7		26993	7		26992	7	
524/50	8		250/36	8		524/50	8	
13/44	9		524/50	9		250/33	9	
26992	10		26992	10		26993	10	
26993	11		250/36	11		250/33	11	
250/33	12		26993	12		524/50	12	
524/50	13		558/88	13		26992	13	
558/88	14		250/33	14		558/88	14	
558/88	15		524/50	15		250/36	15	
26993	16		250/33	16		524/50	16	
26993	17		26992	17		26993	17	
250/36	18		558/88	18		26992	18	
26992	19		524/50	19		13/44	19	
524/50	20		26993	20		250/33	20	
250/33	21		13/44	21		250/36	21	
13/44	22		250/36	22		26993	22	
250/36	23		13/44	23		524/50	23	
26992	24		558/88	24		26992	24	
13/44	25		26993	25		558/88	25	
558/88	26		250/33	26		250/36	26	
13/44	27		250/36	27		13/44	27	
524/50	28		26992	28		558/88	28	
250/36	29		558/88	29		250/36	29	
250/33	30		524/50	30		558/88	30	
250/36	31		250/33	31		26993	31	
26992	32		524/50	32		13/44	32	
250/33	33		13/44	33		26993	33	
558/88	34		558/88	34		250/33	34	
13/44	35		250/33	35		26992	35	
250/33	36		26992	36		250/33	36	
524/50	37		250/36	37		524/50	37	
26992	38		26993	38		250/36	38	
26993	39		26992	39		558/88	39	
558/88	40		13/44	40		13/44	40	
106/60	41		106/60	41		129/60	41	
106/60	42		129/60	42		106/60	42	
129/60	43		129/60	43		106/60	43	
129/60	44		106/60	44		106/60	44	
129/60	45		129/60	45		129/60	45	

Figura 5: Disposición aleatorizada de la plantación.



Figura 6: Muestreador de suelos automatizado y recolección de muestras de suelo.

Adicionalmente para los materiales del género *Salix*, se realizó el estudio anatómico foliar. Para ello a los 220 días de la implantación se tomaron muestras de la porción media de la lámina de las hojas recolectadas en el campo y se fijaron en una solución de FAA (formol 10%, ácido acético glacial, etanol 70% y agua destilada (5:5:50:40 v.v.v.v, respectivamente) y posteriormente se procesaron de acuerdo a las técnicas convencionales de corte y coloración (Ruzin, 1999).

En el laboratorio, las muestras fijadas fueron deshidratadas en una serie ascendente de alcohol etílico : agua destilada (etanol 20%, 35% y 50%) primero, y luego, por una serie ascendente de alcohol butílico terciario (TBA: Agua destilada: Etanol 96°: Etanol absoluto según las siguientes proporciones, TBA1 (1:5:4:0), TB2 (2:•3:5:0); TBA3 (3,5:1,5:5,0:0), TB4 (5,5:0:5,5:0) y TBA5 (7,5:0:0:2,5) y finalmente TBA puro. Posteriormente, las muestras fueron incluidas en Paraplast plus (Sigma-Aldrich, EUA). Del material incluido se obtuvieron cortes transversales seriados de 10-15 μm de espesor utilizando un micrótopo rotatorio tipo Minot (Jung, Alemania). El contraste de los cortes se realizaron tiñendo los mismos con azul de toluidina (0,05 % p/v) durante 15 min (Ruzin, 1999). Las observaciones, mediciones y registros fotográficos de los cortes se realizaron con un microscopio Nikon Labophot-2 provisto de cámara fotográfica digital y micrómetro ocular.

Utilizando las imágenes digitales obtenidas de las secciones transversales de hoja, con el software ImageJ (Rasband, 2011) se midió el espesor de los tejidos epidérmicos y parenquimáticos foliares.

4. Resultados y Discusión

4.1. Sector Bajo Salino (BS)

En la Figura 7 se ubica uno de los sitios de ensayo correspondientes a la llanura de inundación del arroyo Saladillo Dulce (bajo salino). El lote se encuentra a 150 m de la entrada del establecimiento.

Las texturas que se encontraron en este sector son finas, franco arcillosa y franco arcillo limosa. El suelo tiene un drenaje deficiente con peligro de inundaciones en algunas épocas del año, debido a la escasa profundidad a la napa freática (1 m) y a las fluctuaciones que sufre la misma. Esta condición genera problemas de sodicidad a partir de los 15cm de profundidad.

En cuanto al pH los valores son elevados (8.5-8.7) debido a la elevada presencia de sodio. Con respecto a la salinidad, los valores de conductividad eléctrica fueron moderadamente elevados debido al alto contenido de cationes y aniones, principalmente sodio, sulfato y cloruros.



Figura 7: Localización del Sector Bajo Salino (BS) ($38^{\circ}25'47''S$ $62^{\circ}16'47''O$)

4.2. Sector Bajo Dulce (BD)

En la Figura 8 se ubica el segundo sitio de ensayo correspondiente a la llanura de inundación del arroyo Saladillo Dulce (Bajo Dulce), ubicado a 1.000 m (detrás) del casco del establecimiento.

La vegetación predominante es la cebadilla (*Bromus sp.*), también se encontró pelo de chancho (*Distichlis spicata*) en un pequeño sector, esta especie es indicadora de alcalinidad y también de suelos impermeables y mal drenados.

En términos generales predominan las texturas medias a finas (con mayor proporción de limo + arcilla). A mayor profundidad predominan las texturas gruesas con una mayor proporción de arena.



Figura 8: Localización del Sector 2 Bajo Dulce (BD) (38°25'52"S 62°17'45"O)

Los niveles de salinidad existentes son moderadamente elevados en los horizontes superficiales disminuyendo su concentración en los más profundos. Se observan valores de pH alcalinos los cuales están asociados a la presencia de altos porcentajes de sodio intercambiable (PSI > 15 %).

La profundidad de la napa aumenta a medida que nos alejamos del cauce del arroyo. A una distancia de 12 m la napa se encontró a 1,4 m de profundidad y a una distancia mayor de 36 m la misma se halló a 2 m de profundidad.

Según su capacidad de uso, los suelos de ambos sectores se clasifican como VIs. Su limitante es el sodio y la ocasional frecuencia de daños por inundación.

En las siguientes tablas se detallan los resultados obtenidos a partir de los análisis de suelos para ambos sectores (BS y BD).

Tabla 3: Valores de pH observados en los sitios Bajo Salino (BS) y Bajo Dulce (BD), a dos profundidades del perfil edáfico, y a 12, 24 y 36 m de distancia de las márgenes del arroyo Saladillo Dulce de García.

pH					
<i>Sitio</i>	Prof. perfil	Fila 1 (12 m)	Fila 2 (24 m)	Fila 3 (36m)	Media
BS	0 - 100 cm	8,6	8,4	8,7	8,6
	100 - 200 cm	8,5	8,3	8,7	8,5
BD	0 - 100 cm	8,6	8,1	8,3	8,3
	100 - 200 cm	8,5	8,0	8,1	8,2

Tabla 4: Valores de conductividad eléctrica (CE) en los sitios Bajo Salino (BS) y Bajo Dulce (BD), a dos profundidades del perfil edáfico, y a 12, 24 y 36 m de distancia de las márgenes del arroyo Saladillo Dulce de García.

CE (dSm⁻¹)					
<i>Sitio</i>	Prof. perfil	Fila 1 (12 m)	Fila 2 (24 m)	Fila 3 (36m)	Media
BS	0 - 100 cm	3,62	3,54	2,60	3,25
	100 - 200 cm	1,94	2,22	2,03	2,06
BD	0 - 100 cm	3,11	3,32	3,42	3,28
	100 - 200 cm	2,07	1,65	2,13	1,95

Tabla 5: Valores de Relación Adsorción de Sodio (RAS) en los sitios Bajo Salino (BS) y Bajo Dulce (BD), a dos profundidades del perfil edáfico, y a 12, 24 y 36 m de distancia de las márgenes del arroyo Saladillo Dulce de García.

RAS (meq L⁻¹)					
<i>Sitio</i>	Prof. perfil	Fila 1 (12 m)	Fila 2 (24 m)	Fila 3 (36m)	Media
BS	0 - 100 cm	17,6	16,6	12,8	15,67
	100 - 200 cm	10,4	11,5	11,2	11,03
BD	0 - 100 cm	18,1	15,1	15,6	16,27
	100 - 200 cm	6,3	4,3	4,2	4,93

Tabla 6: Valores de Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) en los sitios Bajo Salino (BS) y Bajo Dulce (BD), a dos profundidades del perfil edáfico, y a 12, 24 y 36 m de distancia de las márgenes del arroyo Saladillo Dulce de García.

PSI (%)					
<i>Sitio</i>	Prof. perfil	Fila 1 (12 m)	Fila 2 (24 m)	Fila 3 (36m)	Media
BS	0 - 100 cm	19,8	18,9	15,0	17,90
	100 - 200 cm	12,3	13,6	13,3	13,07
BD	0 - 100 cm	20,2	17,4	17,9	18,50
	100 - 200 cm	7,5	4,8	4,7	5,67

4.3. Supervivencia de los clones

4.3.1. A los 30 días post-plantación

En septiembre de 2018, a 30 días de terminada la plantación, se llevó a cabo la primera observación en los dos sectores. Se tomaron datos de brotación dando como resultado el 100 % de prendimiento en los clones implantados.

4.3.2. A los 90 días post-plantación

En el mes de noviembre, a 60 días de la primera evaluación, se realizó una segunda medición en la cual se tomaron datos de crecimiento en altura y supervivencia. Debido al

daño de muchos individuos provocado por la fauna silvestre, como jabalí (*Sus scrofa*), ñandúes (*Rhea americana*) y liebre (*Lepus europaeus*) que ocasionaron tallos partidos y roídos no se tuvieron en cuenta las mediciones en altura de los clones.

En cuanto a la supervivencia como se puede observar en la figura 9, las dos variedades de álamos empiezan a demostrar la susceptibilidad a las condiciones adversas del perfil en ambos sectores, los dos clones (Australiano 129-60 y 106-60) presentaron un 30 % de mortalidad. Por otra parte, las variedades de sauces 'Barret 13-44 INTA', 'NZ26992', 'NZ 26993', '524-50 INTA' y '250/36' tuvieron un 100 % de supervivencia, mientras que para los ejemplares '250/33' y '558/88' la misma fue de 96,66 y 93,33 % respectivamente.

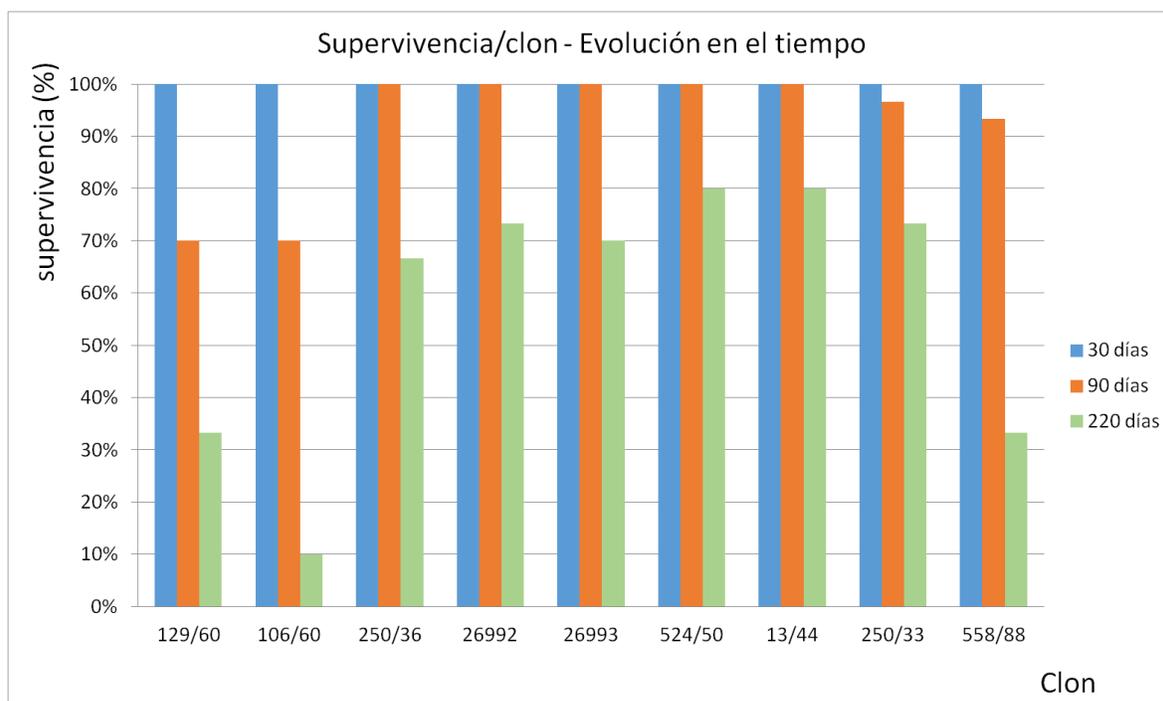


Figura 9: Supervivencia de los distintos clones evaluados a los 30, 90 y 220 días de la plantación.

4.3.3. A los 220 días post-plantación – Supervivencia de los clones de álamos

A los 220 días post plantación (marzo 2019) se tomaron las medidas finales de supervivencia que completan el ensayo. Los clones de álamos fueron los que peor respuesta mostraron frente a las condiciones de salinidad y sodicidad, en comparación con ciertos

clones de sauces. Ambos clones, 'Australiano 129/60' y 'Australiano 106/60' dieron los valores de supervivencia de 33,3 y 10,0 %, respectivamente.

En el BS estos clones fallaron casi en su totalidad, con un porcentaje de mortalidad del 93 %. Mientras que, en el BD, el clon 106/60 presentó un porcentaje de mortalidad del 87 % y para el 129/60 el mismo fue del 40 % (Figura 10). Con estos resultados se podría insinuar que, para las condiciones hidrohalmórficas que presentan estos sitios no se debe contemplar el uso de materiales Australianos.

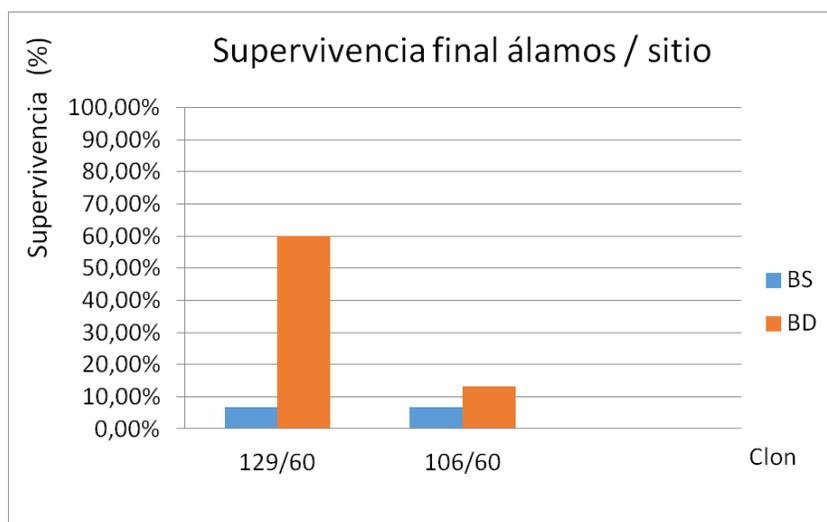


Figura 10: Supervivencia final de álamos en ambos sitios (BS y BD)

4.3.4. A los 220 días post-plantación - Supervivencia de los clones de sauce

Para los distintos clones de sauces, la supervivencia observada a los 7 meses de la plantación en ambos sitios fue del 80 % en los cultivares 'Barrett 13-44 INTA' y '524-50 INTA', del 73.30 % para 'NZ 26992' y '250/33' y del 70 y 66.60 % para los cultivares 'NZ 26993' y '250/36' respectivamente (figura 8). En cuanto al material '558/88' falló en su gran proporción en ambos sectores con apenas un 33.3 % de supervivencia evidenciando malas adaptaciones a las condiciones desfavorables de los sitios.

Estos resultados no se correlacionaron con los parámetros anatómicos foliares. El clon '558-88' presentó mayor espesor de epidermis adaxial, mesófilo y epidermis abaxial. El clon '250-36' presentó los valores más bajos de esos parámetros. El espesor de la cutícula

adaxial fue mayor en los clones 'Barrett 13-44' y '250-36' y menor en *Salix matsudana* x *Salix alba* '524-50' y 'NZ 26993' (Figura 12). Para la cutícula abaxial no hubo diferencias significativas entre los clones. Estos resultados preliminares requieren de estudios complementarios que evalúen cambios morfológicos y anatómicos en otros órganos de la planta.

4.3.5. Comportamiento de sauces en cada sector

Dentro de los clones evaluados, para la mayoría de ellos no se han encontrado diferencias significativas asociadas al sitio de plantación como se puede observar en el Gráfico de la figura 11. *Salix matsudana* x *Salix alba* 'NZ 26992' mostró una supervivencia elevada en BD 93,30 % y media en BS 53,30 %. El clon '524-50 INTA' fue el único que presentó mejor comportamiento en BS 86,60 %, aunque su diferencia con el BD fue pequeña (13,30 %). 'Barrett 13-44 INTA' no mostró diferencias en los sectores evaluados con una supervivencia del 80 % en ambos. En los materiales '250/36', 'NZ 26993' y '250/33' que alcanzaron buenos porcentajes de supervivencia (superiores al 65 %), el comportamiento fue mejor en BD pero con diferencias mínimas con respecto al BS.

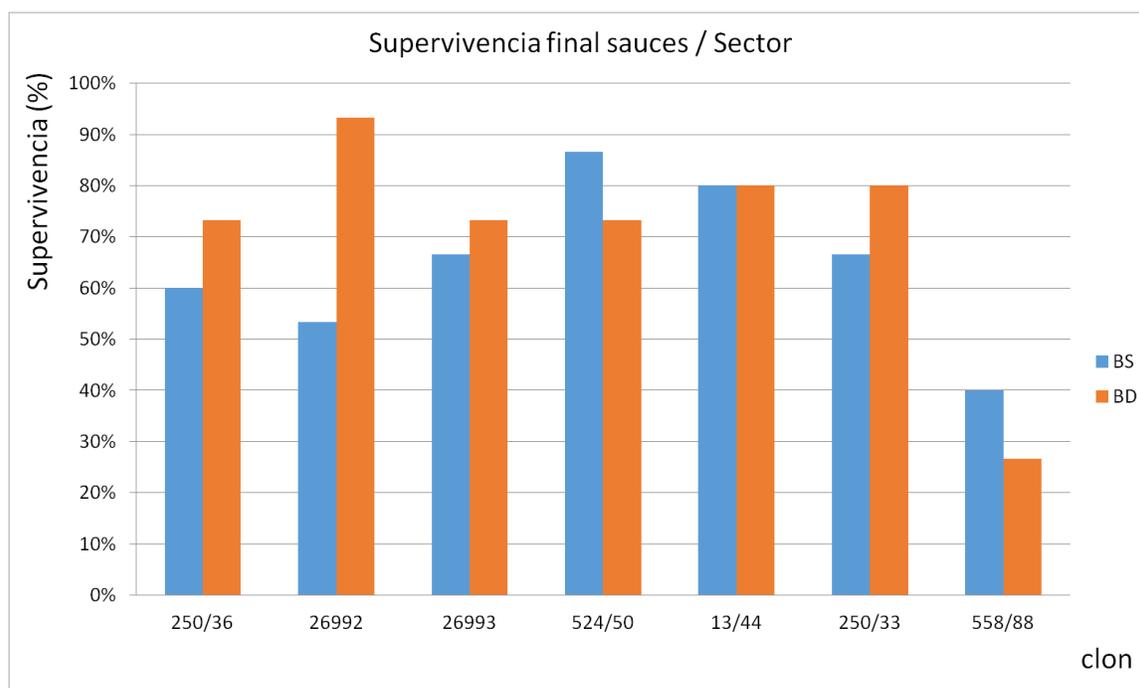


Figura 11: Supervivencia final de sauces en ambos sitios (BS y BD)

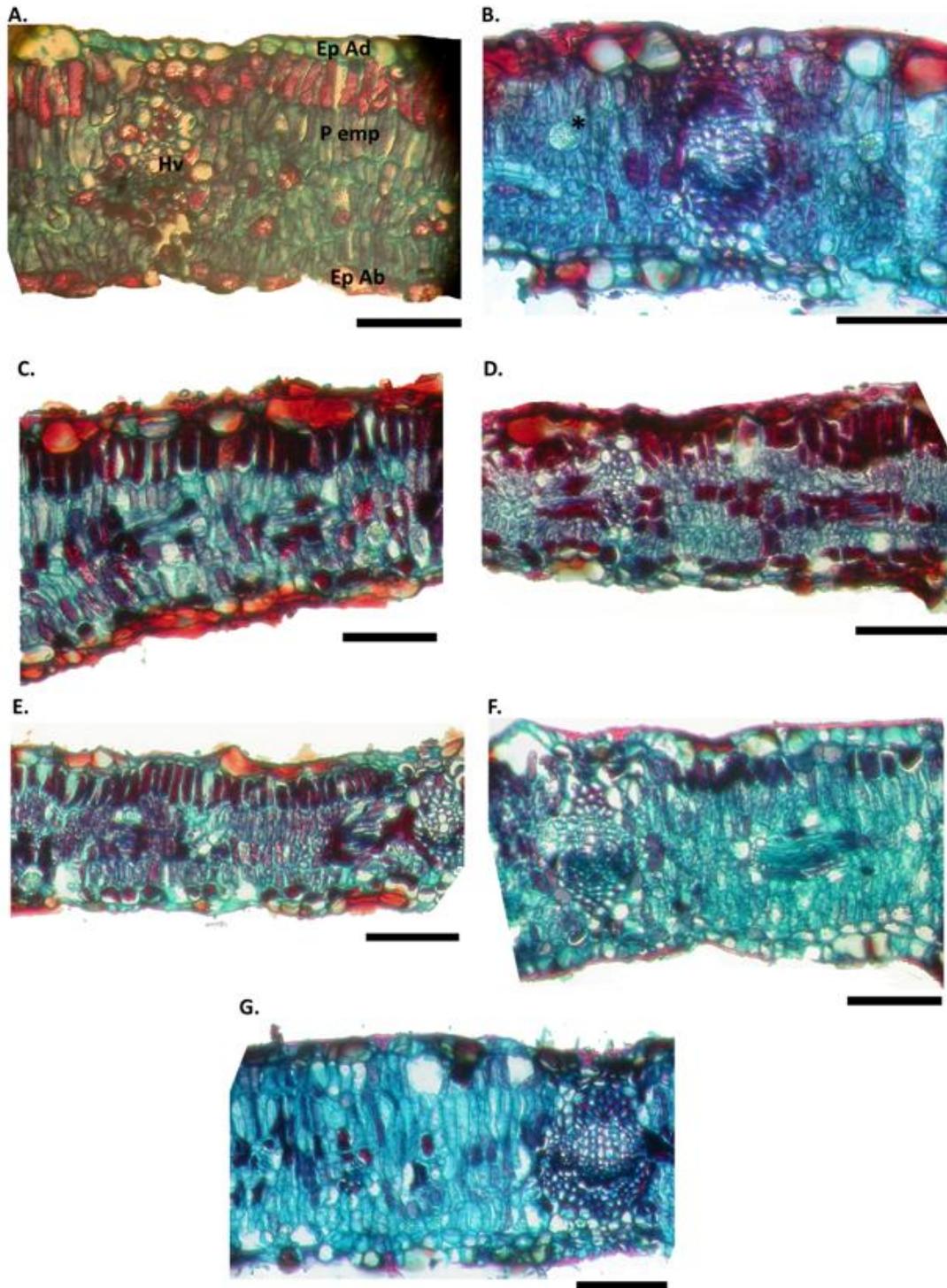


Figura 12: Sección transversal de la porción media de hojas de siete clones de *Salix* implantados en un suelo salino - sódico del Sudoeste bonaerense: *S. matsudana* x *S. alba* '558-88' (A), *S. matsudana* x *S. alba* 'Barrett 13-44' (B), *S. babylonica* x *S. alba* '250-33' (C), *S. babylonica* x *S. alba* '250-36' (D), *S. matsudana* x *S. alba* 'NZ 26993' (E), *S. matsudana* x *S. alba* 'NZ 26992' (F) y *S. matsudana* x *S. alba* '524-50' (G). Ep Ad: epidermis adaxial, Ep Ab: epidermis abaxial, Hv: haz vascular, P emp: parénquima en empalizada. El asterisco (*) indica una drusa. Escala= 100 μ m

5. Conclusiones

La evaluación de supervivencia a los 220 días post-plantación no es un indicador suficiente para garantizar el éxito de una plantación bajo las condiciones limitantes en las que se efectuó este estudio, para ciertos clones.

Los álamos mostraron las respuestas menos satisfactorias ante las restricciones de calidad de sitio para los clones ensayados, por lo cual no es recomendable el empleo de material australiano en condiciones de suelos salinos y/o sódicos.

Para el género *Salix* la supervivencia fue variable entre clones y entre sitios, sin evidencias de un patrón claro. La disponibilidad de materiales clónales con tolerancia a ambientes hidromórficos podrían permitir la producción de madera para aserrado, debobinado y triturado en estos sitios marginales, bajo la modalidad de sistemas silvopastoriles.

Si bien en este ensayo se puede apreciar que los resultados iniciales observados mostraron buen desempeño de algunos clones como por ejemplo, 524/50 y 13/44, para ser seleccionados en sistemas productivos. Sería interesante llevar a cabo evaluaciones más prolongadas en el tiempo considerando parámetros dasométricos que permitan confirmar la superioridad prometedora de estos clones en ambientes desfavorables.

6. Bibliografía

- Amico, I. 2002. Viverización y cultivo de álamos y sauces en el NO del Chubut. E.E.A. INTA Esquel. 48 p. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_salix.pdf (Consulta: el 26 de marzo de 2019).
- Andenmatten E. y H. Herrera 2006. Propuesta para el Componente "B": Generación y Diseminación de Conocimientos para el Desarrollo Sustentable. Proyecto de Desarrollo Forestal Sustentable-SAGPyA, 16 de Enero de 2006, Inédito, 165 pp.
- Azcón-Bieto, J. y Talón M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal 2° Ed. McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U., Madrid. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon.pdf>.
- Batista W.B, Taboada M.A., Lavado R.S., Perelman S.B. y J.R.C. León 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. En: La 7 heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Editorial de la Facultad de Agronomía (UBA):113-129.
- Beltrano, J y Giménez, D. 2011 Estrés biótico y abiótico en las plantas, curso de Fisiología Vegetal, Facultad de ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata.
- Borodowski, E., Cortizo, S. C., Cerrillo, T. M., Galarco, S., Peri, P. L., Suarez, R., Riu, N. E. 2012. Informe Nacional. Período 2008-2011-Comisión Nacional del Álamo.
- Borodowski, E. 2017. Situación actual del cultivo y uso de las Salicáceas en Argentina. In V Congreso Internacional de Salicáceas. Chile.

- Carou N. E., De Loof E., Casaubón E., González A. y M.E.Dallorso 2009. Composición mineral en hojas de álamos y sauces de interés nutricional para el ganado en sistemas silvopastoriles del delta del Paraná. Actas del 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo de 2009, N°71.
- Cerrillo, T., Iribarren, R., Cobas, A. C., y Monteoliva, S. E. 2016. Evaluación xilológica de familias mejoradas de sauces con destino industrial maderero. Rev, de la Facultad de Agronomía (Fac. Cs. Agrarias y Ftale. - UNLP). 115 (1): 99-106.
- Di Marco, E. 2015. Populus sp (Álamo, chopo) Familia Salicáceas. Ficha Técnica. Producción Forestal, Año N° 5, revista N° 13, pp. 38-39. Argentina.
- Dimitri, M. J. 1987. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Acme. Buenos Aires. 1161 p.
- Dimitriou I. y P. Aronsson 2005. Sauces para energía y fitorremediación en Suecia. Unasylva, FAO, Vol. 56/2, N°221.
- Echegoyen, G. D., y Bravo, O. A. 2010. Relación entre índice de productividad de suelos e índice del cultivo de trigo en un lote agrícola del predio Napostá, UNS (No. 633.11). Universidad Nacional del Sur.
- Fernández M.E., Gyenge J.E. y T.M. Schlichter 2007. Balance of competitive and facilitative effects of exotic trees on a native Patagonian grass. Plant Ecology 188 (1): 67- 76.
- Galetti M.A. y C.A. Esparrach 2001. Evaluación de clones de sauce en suelos de la Depresión del Salado.
- Golberg, A., Ruíz, M., Quiroga, A., & Fernández, O. (2011). ¿ Qué le sucede a un cultivo cuando no llueve ?. Ediciones INTA, 93pp.)

- Laclau, P., Gyenge, J., Fernández, M. E., Dominguez, D. D., Villaverde, R., Lorea, L., Quiñones, A. 2014. Perspectivas para la implementación de forestaciones de sauces y álamos en la Pampa Deprimida. In Jornadas de Salicáceas 2014. Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. 4. 2014 03 18-22, 18-22 de marzo de 2014. La Plata, Buenos Aires. AR.
- Laclau, P., Gyenge, J., Fernández, M. E., Dominguez, D. D., Villaverde, R., Lorea, L., Quiñones, A. 2014. Supervivencia inicial de clones de Sauce en suelos hidrohalmórficos de la Depresión del Salado. Actas JORNADAS DE SALICÁCEAS.
- Marlats R.M., J.W. Lanfranco y E. Baridón 1998. Distribución de la humedad edáfica en sistemas silvopastoriles con diferentes densidades arbóreas y una pradera testigo. Quebracho N° 7: 43-51.
- Milano, C. 2018. Leguminosas herbáceas nativas: una alternativa para la restauración de pastizales y suelos degradados en el sudoeste bonaerense. disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4439>.
- Moreno, L. P. (2009). Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. Una revisión. *Agronomía colombiana*, 27(2), 179-191.
- Oosterheld M., Aguiar M.R., Ghersa C.M. y J.M. Paruelo 2005. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Editorial de la Facultad de Agronomía (UBA), 430 pp.
- Peláez, D.V. 2012. Dinámica de la vegetación en los pastizales del SO Bonaerense: Interacción clima-fuego-pastoreo. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria* (ISSN 0327-8093). Tomo LXV: 406-416.

Picardi M.S. y Giacchero A. 2015. Productividad de la tierra agrícola en el Sudoeste Bonaerense. Estudios Económicos. Vol. XXXII. Nro. 65:73-95.

Quiñones Martorello A.S., Fernández M.E., Gyenge J. y P. Laclau 2014. Enraizamiento de seis clones de *Salix* spp ante condiciones de estrés múltiple generado por salinidad y anoxia. Actas del IV Congreso Internacional de las Salicáceas en Argentina / Jornadas de Salicáceas 2014, La Plata, 19 al 21 de marzo 2014.

Rasband, W.S. 1997-2011. ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>.

Rossi C. y E.Torrá 2006. Utilización del Álamo y Sauce como Recurso Forrajero en Sistemas Silvopastoriles del Delta del Río Paraná, Argentina. Convenio Interinstitucional INTA- Facultad de Cs. Agrarias de la UNLZ, 5 pp.

Ruzin, S.E., 1999. Plant Microtechnique and Microscopy. Oxford University Press, p. 322.

Thomas E. 2011. Producción de biomasa de hojas de álamo para uso forrajero en valles irrigados de Patagonia Norte. Trabajo Técnico. Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina, Neuquén, 7 p.

Universidad Nacional del Sur, Cátedra de Agrometeorología, Caracterización climática de Bahía Blanca 2012. Disponible en: <http://agrometeorologia.criba.edu.ar/Downloads/Climatic.pdf>.

USDA (United States Department of Agriculture). 1999. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Ed. Soil Survey Staff, 2nd. Ed. Agriculture Handbook N° 436, 886 p. Disponible en: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051232.pdf (Consultado: 14-12-2020).