



LA FORESTACIÓN DE SALICÁCEAS COMO APOORTE AL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL DELTA DEL PARANÁ

Teresa CERRILLO¹, Javier A. ÁLVAREZ¹, Jorge L. ÁLVAREZ¹, Agustín BATTISTELLA², Celina BRACCINI¹, Edgardo CASAUBÓN¹, Darío CEBALLOS¹, Silvia CORTIZO¹, Ezequiel FERNANDEZ TSCHIEDER¹, Patricia FERNÁNDEZ¹, Laura FAUSTINO¹, Natalia FRACASSI¹, Manuel GARCÍA CORTÉS¹, Adrián GONZÁLEZ¹, Leda GRIECO³, Agustín HEMMING¹, Lucas LANDI¹, Víctor MANGIERI¹, Vanesa MEMA¹, Silvana MONTEVERDE¹, Gerardo MUJICA¹, Demian OLEMBERG¹

RESUMEN

La producción forestal en los humedales del Delta del Paraná se basa principalmente en el cultivo de *Populus* (álamos) y *Salix* (sauces para producción de madera y sauces mimbre), ambos géneros pertenecientes a la familia Salicáceas. Con algunas diferencias en sus características de cultivo y requerimientos ambientales, estos géneros forestales poseen tradición en el territorio debido a su excelente y variada aptitud industrial, desde “triturado”, que comprende la elaboración de pulpa para papel y de tableros de partículas, a los “usos sólidos” (aserrado, debobinado, vigas, muebles, entre otros). En la disertación se darán a conocer cómo y en qué los agentes de desarrollo de la EEA Delta del Paraná –INTA- aportan al crecimiento del sector foresto-industrial de la región. El trabajo se aborda mediante una red multidisciplinaria que se ocupa de la conservación de los recursos naturales, protección vegetal, ecofisiología, silvicultura, mejoramiento genético, aspectos socio-económicos y la extensión. Asimismo, se presentarán resultados recientes sobre clones mejorados de álamos y sauces, de aplicación en el Delta. En el caso del sauce, que ocupa el 98% de las plantaciones del delta entrerriano, se cuenta con clones recientemente seleccionados por INTA dotados de alta tolerancia al anegamiento prolongado. Se exponen conceptos vinculados a la selección y al potencial de los materiales mejorados de rápido crecimiento, adaptados a zonas inundables, y aptos para diversos usos industriales.

Palabras clave: *sauces, álamos, humedal, producción, madera, diversificación*

1. PANORAMA DE LA REGIÓN Y LA ACTIVIDAD FORESTAL

La Cuenca Forestal del delta del Paraná constituye el principal macizo forestal del país de producción de Salicáceas, familia que integra a álamos, sauces y mimbres. En coincidencia con la unidad geomorfológica denominada Bajo Delta (Bonfils, 1962), la cuenca se encuentra contenida en dos provincias: Buenos Aires (con cinco municipios) y Entre Ríos (con parte del Departamento de Islas del Ibicuy). Las plantaciones de todo el territorio se estiman en 83.370 hectáreas, de las cuales el 83% corresponden a *Salix spp* y el resto a *Populus spp*. Considerando la superficie forestada con Salicáceas por provincia, cerca del 77% de las forestaciones el delta bonaerense son de sauces y el 23% de álamo, mientras que las plantaciones del delta entrerriano están compuestas casi en su totalidad por sauces (98%), Borodowski *et al.*, 2014.

La producción forestal adquiere impulso en la región pasada la segunda mitad del siglo XX; hasta ese momento, la fruticultura era la actividad productiva principal, desarrollada a la par de la llegada de las corrientes inmigratorias. El cultivo de frutales, de carozo y pepita, tuvo su máximo auge en las islas en las décadas del cuarenta y del cincuenta; luego comenzó su declinación, entre otras razones, debido a factores climáticos y de mercado. Las plantaciones forestales se convirtieron entonces en la actividad económica central, alcanzando 107.000 ha en el año 1969 (Delta del Paraná, 1973). Luego, la superficie ha ido en disminución, proceso que guarda correspondencia con cambios en la población

¹ EEA Delta, INTA. Contacto: cerrillo.teresa@inta.gob.ar; ² Técnico NEF de Delta del Paraná (DPF-MAGyP); ³ Pasante de PROCAGRA. lgrieco@agro.uba.ar.



del territorio (Delta del Paraná, 1973). En el año 2010 la población total del Bajo Delta fue de 14.903 personas, de las cuales el 70 % habitaban el delta bonaerense y el 30 restante el delta entrerriano (Figura 1).

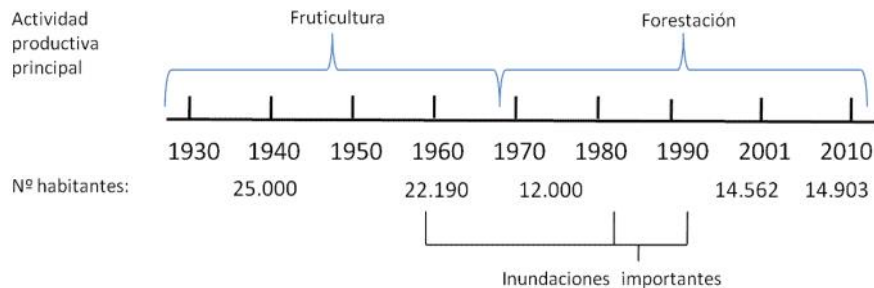


Figura 1. Evolución de la población del Delta del Río Paraná y principales factores que incidieron en su dinámica (de García Cortes *et al.*, 2014, a partir de datos de Olemberg, 2013).

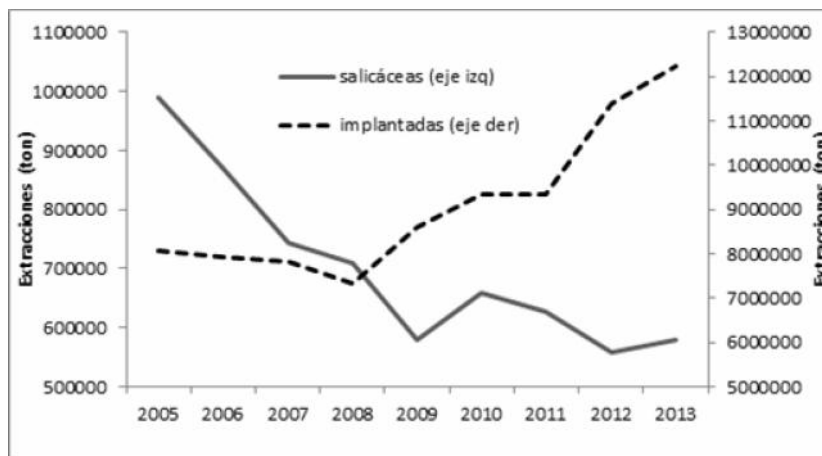
La forestación de la cuenca tiene varias actividades económicas complementarias, como la diversificación con apicultura y producción de mimbre, los sistemas silvopastoriles y otras actividades integradas a la cadena, como los viveros forestales, el transporte fluvial, servicios de contratistas, proveedores de insumos y las industrias de primera, segunda y tercera transformación (Mujica *et al.*, 2014).

1.1 Aserraderos en las islas

Hoy funcionan en las islas doce aserraderos; dos de ellos, localizados en el Departamento de Islas del Ibicuy y diez en el Delta bonaerense. En general son establecimientos pequeños con gestión familiar. Los dos del Departamento de Islas del Ibicuy y cuatro en el Delta bonaerense tienen posibilidad de transportar su producción por vía terrestre y fluvial; el resto de los aserraderos del Delta bonaerense solo cuentan con modos de transporte fluvial (García Cortés *et al.*, 2014).

1.2 Caracterización económica de la cadena foresto industrial en el Delta

Considerando la situación de las Salicáceas a nivel nacional en los últimos años, en la **Figura 2** se observa su evolución comparativa respecto al total de forestaciones implantadas.



Fuente: Elaboración Olemberg, a partir de datos de MAGyP-DPF (2014)

Figura 2. Extracciones de Salicáceas versus extracciones totales de forestaciones implantadas en Argentina, 2005-2013.



En primer lugar, cabe tener en cuenta la escala de las series comparadas: las extracciones de madera de Salicáceas rondan el orden del 10% de las totales de implantadas (ver diferencias numéricas en ambos ejes verticales de la Figura). Desde el año 2009 vemos una tendencia al incremento de las extracciones de madera en rollizos para el total de las forestaciones implantadas, que no es acompañado por las Salicáceas, lo cual nos muestra un principio de diferenciación en los determinantes del mercado del subsector con respecto al sector. Es decir, las tendencias, impulsos, restricciones, etc. generales del mercado de madera cultivada no explican necesariamente el desempeño del mercado de madera de Salicáceas; o sea, éste último tiene (también) sus propios determinantes, restricciones e impulsos.

Consumo: según Borodowski *et al.* (2014), el consumo actual de madera de Salicáceas en el Delta da cuenta de aproximadamente 720.000 toneladas/año; de éstas, las industrias del triturado (pasta para papel de diarios y tableros de partículas) demandan cerca del 78%, que en el caso específico del sauce, representan más del 90% del consumo. Los usos sólidos o mecánicos de la madera extraída del Delta suman alrededor de 150.000 toneladas, y de las cuales el 93% corresponde a álamo. La madera destinada a usos sólidos se consume en aserraderos, plantas debobinadoras y fábricas de envases, para luego pasar por una nueva transformación que incluye muebles, revestimientos, usos en la construcción de molduras y aberturas, entre otros.

Prospectivas: un ejercicio exploratorio sobre escenarios posibles para la cuenca forestal del Delta en los próximos años (Braier y Olemberg, 2014) señaló a los usos sólidos como la principal fuente potencial de crecimiento de la cuenca, en términos cuantitativos y de complejización de la trama productiva. El estudio también destacó las nuevas posibilidades de enriquecimiento de la cadena productiva que se agregarían con los recientemente incorporados clones de sauce mejorados.

2. LA PRODUCCIÓN EN EL HUMEDAL Y LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES

La **biodiversidad** (la variedad y la variabilidad de animales, plantas y microorganismos en el ecosistema) es indispensable para mantener sus funciones fundamentales, su estructura y sus procesos. La mayor parte de la superficie terrestre posee algún tipo de manejo y las áreas de conservación no son suficientes para conservar la fauna silvestre, por lo que muchas especies habitan paisajes alterados por las actividades humanas; a su vez, estos sistemas dependen de los servicios que surgen de la biodiversidad. En este contexto, los sistemas pueden ser diseñados y manejados para preservar las especies silvestres, y para mantener las funciones ecosistémicas (Fracassi, 2012). Para ello, se requiere de la coordinación y trabajo con las comunidades locales, entidades de investigación, productores y ONGs. Desde el INTA se vienen llevando adelante varios proyectos hacia la búsqueda de alternativas de producción sustentable en este sistema natural de los humedales del Delta, buscando el consenso de visiones para el desarrollo sostenible de la región. Los humedales son ecosistemas que se caracterizan por presentar agua sobre o cerca de la superficie en forma permanente o temporal, permitiendo el desarrollo de suelos hídricos y plantas adaptadas a estas condiciones (Keddy, 2010).

Desde el punto de vista de los cultivos, las inundaciones periódicas originadas por el ingreso del río, constituyen una limitante para la productividad forestal, pudiendo representar importantes situaciones de estrés para la planta. Para poner en producción un predio es necesario evacuar los excesos hídricos para, además, mecanizar ciertas labores forestales. Para ello, se realizan obras de drenaje mediante zanjas y canales y terraplenes en el perímetro de la superficie, que se denominan "atajarrepuntes", cuando evitan el ingreso por fluctuación ordinaria del río y "diques", en el caso de obras de mayor movimiento de tierra, que impiden inundaciones de mayor magnitud. Dentro de los predios sistematizados es posible detectar un amplio rango de disponibilidad hídrica: desde anegamiento temporal del sector radical en sectores bajos, hasta episodios de sequía durante el



verano, por lo que es fundamental realizar un monitoreo en estos sistemas para asegurar una provisión adecuada del agua, que defina los momentos oportunos para el egreso o el ingreso de agua, según corresponda (Álvarez JA *et al.*, 2014).

A un nivel de integración de las herramientas para la gestión de los recursos naturales en estos sistemas productivos en el territorio, desde 2008 se trabaja en el Convenio INTA-AFoA, “Acuerdo de una estrategia de gestión ambiental para producciones forestales del Delta del Paraná”. En el mismo se han diseñado varias estrategias de conservación del suelo, el agua y la biodiversidad en el humedal. El trabajo es abordado a través de comisiones de trabajo en las que participan los diferentes actores que representan los intereses del delta (industriales, de producción forestal, ambientales y políticos). Fruto del Convenio, ya se cuenta en la actualidad con un Protocolo de “Estrategias de Conservación de la Biodiversidad en Bosques Plantados de Salicáceas del Bajo Delta del Paraná” (Fracassi *et al.*, 2014) sobre la base de conocimientos científicos, como también los derivados de los saberes y la experiencia de productores y empresas en el territorio.

2.1 Características de los suelos

Los suelos del Bajo Delta tienen origen en la acumulación de material aluvial; son jóvenes, con escaso grado de desarrollo pedogenético (Orden Entisoles) y rasgos hidromórficos intensos. El funcionamiento físico-químico e hidrológico de estos suelos está condicionado por las predominantes condiciones reductoras, déficit de oxígeno libre y el escaso/nulo desarrollo de estructura, además de una estratificación del carbono en superficie y presencia de una capa sub-superficial de arcillas montmorillonitas.

Los valores de pH se encuentran en el rango de 4, extremadamente ácidos, a 6, moderadamente ácidos (Ceballos *et al.*, 2009). En general, los valores de conductividad eléctrica (CE) no determinan limitaciones importantes por salinidad o sodicidad; sin embargo, se han encontrado sitios con mediciones de CE elevada en el estrato arcilloso, probablemente debido a aportes de una napa freática con elevado contenido de cationes y por el desbalance hidrológico en un sistema con mayor consumo que el original. Estudios realizados en diferentes sitios forestales en el Bajo Delta, han demostrado bajo contenido de fósforo disponible (Pd) y aceptable contenido de fósforo total (Pt); asociado a los bajos pH y la alta concentración de hierro de estos suelos que predispone a la precipitación de las formas disponibles del fósforo (Bonfils, 1962), situación que se intensifican al extraer el agua del sistema para forestar, por lo que la disponibilidad de agua en el periodo de crecimiento es clave.

A través de evaluaciones en plantaciones de álamos y sauces en distintos sitios del Bajo Delta, se estudió la acumulación de biomasa seca, comprobándose que ésta era menor en los sitios con acumulación de agua sobre el suelo y napa freática elevada (Ceballos *et al.*, 2009). Se estima que aproximadamente el 65 % del N y P almacenado se extrae en la cosecha en forma de madera y corteza, quedando el residuo en el sitio. La conservación de restos orgánicos de los pastizales y de la cosecha luego de la tala rasa permite conservar nutrientes en el sistema y aportar carbono, mejorando la acumulación de agua en el perfil y los flujos hídricos.

Al relacionar el contenido de nutrientes en suelos y el consumo de las forestaciones de álamos y sauces, se comprueba adecuada estabilidad para N, P total y K, e inestabilidad cuando se considera el P disponible del suelo (mayor en sitios con más turnos forestales). Se considera que las plantaciones de álamos y sauces en las islas, además de tener un rol socioeconómico relevante para los actores sociales, son sustancialmente menos extractivas que los cultivos agrícolas (más generalizados en los territorios continentales aledaños).

2.2 Investigaciones en el área de Ecofisiología de sauces y álamos

En función de los diagnósticos del sector forestal y la identificación de las principales problemáticas de la región, en la EEA Delta se llevan adelante investigaciones en el área de Ecofisiología,



especialmente sobre tipos de estrés abiótico que limitan la productividad de las forestaciones. Por una parte, la caracterización de los materiales genéticos disponibles en función de su tolerancia a estrés es relevante para productores y técnicos, que deben decidir que material plantar en distintos ambientes. Además, es una herramienta útil para los programas de mejoramiento genético que podrían aportar a la selección temprana o utilizar esta información en la elección de material parental en cruzamientos controlados. En este sentido, se ha caracterizado el desempeño de clones comerciales de álamo, *Populus deltoides* 'Australiano 129/60', 'Carabelas INTA', 'Stoneville 67' y *Populus x canadensis* clon 'Ragonese 22 INTA' según distintos niveles de disponibilidad hídrica y, en función de parámetros funcionales, productivos y de supervivencia, se ha elaborado un orden de tolerancia a estrés por inundación y por sequía (Alvarez JA, *et al.*, 2015). También se ha explorado la tolerancia de álamos a la salinidad (Alvarez JA, *et al.*, 2014). En el caso del sauce, se ha determinado la tolerancia al anegamiento permanente y transitorio en los clones 'Lezama INTA-CIEF' (*Salix matsudana x Salix nigra*) y 'Yaguareté INTA-CIEF' (Caccia *et al.*, 2014); la correlación entre ensayos de anegamiento en laboratorio y a campo en clones comerciales y experimentales de sauce (Cerrillo *et al.*, 2011) y los efectos que provoca la alternancia de exceso hídrico y de sequía en los clones 'Barrett 13-44 INTA' y 'Yaguareté INTA - CIEF' (Lúquez, 2013). En gran medida, este trabajo se lleva adelante con el Instituto de Fisiología Vegetal (CONICET-FCyF-UNLP), con la Cátedra de Dasonomía de la FAUBA y con el grupo de Ecología Forestal (INTA AER Tandil), con resultados comunicados en distintas publicaciones en conjunto (Graciano y Alvarez, 2014). En el marco del trabajo con INFIVE también se ha analizado la interacción entre estrés hídrico y roya del álamo *Melampsora medusae* (Gortari *et al.*, 2014) y el efecto de la fertilización (N y P) sobre la producción de estaqueros de álamo (Faustino *et al.*, 2014).

3. LA SISTEMATIZACIÓN Y EL MANEJO DEL AGUA

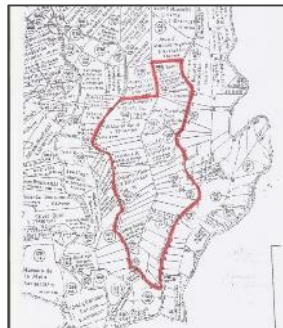
Un estudio de caso en la zona "Delta Frontal"

Refiriéndonos específicamente a la región del "Delta Frontal" o "de frente de avance" hacia el Río de la Plata (Delta del Paraná, 2005) se observa un elevado parcelamiento catastral, que caracteriza las unidades productivas como minifundios forestales. Esto es una importante limitante para diseñar modelos sustentables a nivel predial, con las condiciones que exige un adecuado "manejo del agua", debido a la elevada incidencia en el costo por hectárea en movimientos de tierra y un impacto ambiental negativo. Buscando alternativas que mejoren esa situación y que incluya al agricultor familiar isleño, surge una propuesta de sistematización colectiva sustentable, en la cual los sistemas protegidos están representados por los albardones naturales o atajarrepuntes a cota mejorada, compuertas regulables y eventuales sistemas de bombeo para ingreso o drenaje del agua según la localización. La propuesta admite la posibilidad de mecanizar las labores y favorece la obtención de productos de la calidad; asimismo, permite la adopción de estrategias de manejo con gestión ambiental, para el logro de una actividad forestal sustentable (Álvarez JL, 2012). El modelo afirma el concepto de plantar álamo en los albardones y sauce en los terrenos más deprimidos, por lo tanto, referido a una la superficie potencial de casi 100.000 has del "Delta Frontal" con un 80% de terrenos bajos (de "bañado"), se pueden estimar unas 80.000 ha aptas para plantación con sauces. Paralelamente, los recientes resultados del mejoramiento genético en sauce contribuyen con la incorporación al medio productivo de nuevo material clonal de mayor calidad forestal y tecnológica, garantizando más opciones para lograr madera de excelentes estándares para la industria con rendimientos superiores a los actuales. Por otra parte, la industria vuelve a dar espacio a la madera de sauce, que ha demostrado excelente aptitud para usos sólidos en muebles, tableros alistonados, contrachapado, machimbre o molduras, con la limitante de disponibilidad de madera de calidad ("masa crítica") para esos fines. "Es indudable que la foresto-industria no podrá desarrollarse si no cuenta con la materia prima en cantidad y calidad suficiente" (Alvarez, JL).

El caso en particular: en la 2da Sección de Islas de San Fernando se identificó un sector de



aproximadamente 400 has, delimitado por los Arroyos Fredes y Las Cañas y se diseñó un proyecto colectivo que agrupa 40 participantes (**Figura 3**). Plantea mejorar la cota natural del albardón costero perimetral e incorpora compuertas regulables. Las numerosas parcelas individuales que la componen integran así un sistema colectivo de manejo del agua, apto para la actividad forestal diversificada con incorporación de estrategias concretas de gestión ambiental. El Proyecto fue presentado ante la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) del MAGyP y aprobado como Sub-proyecto Forestal de Producción y Conservación (SFPC) UDI 101, obteniendo financiación del Banco Mundial para su concreción y hoy está en ejecución. Los propietarios involucrados integran una organización tipo



Consortio Vecinal para posibilitar la puesta en producción de las parcelas con un manejo integrado del agua, favorecer el agregado de valor en origen con emprendimientos industriales individuales o asociativos e integrar a empresas familiares locales de servicios para afrontar los problemas de disponibilidad de mano de obra y la descapitalización generalizada de la pequeña y mediana empresa familiar.

Figura 3. Sector de aplicación del Proyecto (fuente: JL Álvarez)

4. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE SAUCES Y MIMBRES

4.1 SAUCES

La mejora genética se considera un factor clave para alcanzar una masa crítica de sauce de calidad en el Delta (*Conclusiones de las Jornadas Técnicas sobre el Sauce, 2010*). A pesar que solo menos del 10% de los sauces producidos en esta cuenca forestal se destinan hoy a usos sólidos, se reconoce a la madera de sauce como de buen potencial tecnológico para aserrado, debobinado, fabricación de muebles, pisos (Atencia, 2010) e inclusive, parte de construcciones (Sánchez Acosta 2015). Claramente, una mayor participación en estos segmentos de aplicación mecánica generaría un escenario más equilibrado que favorecería a la cadena en su conjunto, sumando posibilidades de comercialización para el productor. Además, un aporte fundamental del mejoramiento es el de enriquecer la diversidad clonal y, así, favorecer la sustentabilidad de las plantaciones, que resultarán menos vulnerables a eventuales adversidades bióticas y abióticas. Al respecto, hay que considerar que las forestaciones de sauce se basan hasta hoy en cinco clones de larga data; los más recientes, con más de cuatro décadas de cultivo. El clon Soveny Americano, introducido al Delta en 1928, ocupa más de la mitad de la superficie plantada con sauces; es reconocido por su aptitud para la elaboración de papel, pero tiene muy bajo rendimiento forestal.

El programa de mejoramiento del sauce que se lleva a cabo en la EEA Delta del Paraná aplica una metodología clásica (*adaptado de Cerrillo, 1989*), como es frecuente en diversos programas de mejora genética de Salicáceas en el mundo (Cerrillo, 2014^a). En una primera etapa, se pone énfasis en la ampliación de la base genética, mediante la introducción de germoplasma portador de atributos de interés. El material parental se combina a través de cruzamientos controlados, lográndose nuevos individuos o potenciales clones. Otra vía de ampliación de la variabilidad usada en el Programa ha sido a través de la polinización abierta de madres destacadas. Luego de obtenidos los nuevos individuos, éstos se instalan en **Bancos de Progenies (BP) u ortets**, donde se efectúa una primera selección ("screening") al tercer año (quedando normalmente, entre el 10 y 15 % del BP). Estacas del material selecto resultante, se establecen entonces en **Bancos de Clones Experimentales**, donde se realizan evaluaciones y, además, tienen como función central propagar material para la instalación de experimentos a campo (**Ensayos Comparativos**, en una primera fase y **Ensayos de Productividad**, en etapas avanzadas) (**Figura 4**). Si el programa se desarrolla con continuidad, es factible arribar a la selección final y liberación de un nuevo clon en unos 15 años, desde la realización



del cruzamiento. Una primera etapa de la labor fitotécnica tuvo lugar en el marco del Convenio INTA-CIEF (entre 1987 y 1998) y una segunda fase, en la EEA Delta del Paraná del INTA (entre 2008 y 2013), originando un total de aproximadamente 20.000 individuos o potenciales clones. Una amplia red de experimentos (permitió detectar familias de características destacadas forestales y tecnológicas, dando como resultado la liberación varietal en 2012 de una primera serie de seis clones, que fueron inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares del INASE:

Salix matsudana x *Salix alba* 'Agronales INTA-CIEF',

Salix matsudana x *Salix alba* 'Los Arroyos INTA-CIEF',

Salix nigra x ? 'Ibicuy INTA-CIEF',

Salix matsudana 'Géminis INTA-CIEF',

Salix matsudana x *Salix nigra* 'Lezama INTA-CIEF'

Salix alba x ? 'Yaguareté INTA-CIEF'



Figura 4. Ensayo de Productividad con nuevos clones mejorados de sauce (7 años), Establecimiento "Las Carabelas", Papel Prensa, Río Carabelas, Campana (fuente: T Cerrillo).

Un séptimo nuevo clon mejorado, origen: *Salix matsudana* x *S.alba* "98.07.18", ha sido recientemente seleccionado y se han completado los descriptores para su próxima inscripción. Asimismo, el Programa cuenta hoy con un amplio pool de genotipos experimentales; destacándose entre las familias obtenidas más recientemente las que incluyen a *Salix nigra* y *Salix amygdaloides*, con individuos de rápido crecimiento, rectitud del fuste, alta tolerancia al anegamiento y características superiores de la madera (Monteoliva y Cerrillo, 2013).

Características de los nuevos clones mejorados: buena performance forestal, superando a los testigos comerciales en el conjunto de criterios de selección (Cerrillo, 2014^b). Cinco de los siete nuevos clones pueden ser calificados como "doble propósito": con calidad muy destacada para elaborar pasta para papel para diarios (Grande, 2013) y aptos para aserrado: Yaguareté, Lezama, Los Arroyos, Géminis, Agronales y el próximo a difusión "98.0718". Este rasgo, junto a la rectitud del fuste y el crecimiento rápido, no estaban presentes simultáneamente en ningún clon por lo que pueden considerarse una "innovación" (cit. por Cittadini, 2014). Por la tolerancia al anegamiento prolongado, se destacan: Ibicuy, Los Arroyos, Lezama, Yaguareté y "98.0718", lo que posibilita efectuar recomendaciones regionales según el riesgo de inundaciones. Parte del material experimental se prueba también en otras regiones del país, como Cuenca del Salado y Patagonia.

En su desarrollo, el Programa cuenta con la activa participación de grupos de productores y empresas de la región, particularmente en la experimentación a campo en sus quintas o establecimientos; asimismo, se mantiene un Convenio con Papel Prensa SA en la búsqueda de clones de aptitud tanto para la aplicación industrial de la empresa, como para usos sólidos.

Con el objetivo de favorecer la transferencia al sector productivo y disponer rápidamente del nuevo material clonal, se elaboró una estrategia de propagación con la participación del Grupo de Cambio Rural "Viveristas del Delta" dando lugar a un ordenado y eficiente proceso de multiplicación.

4.2 MIMBRES

El cultivo de mimbre, o sauce mimbre, es una actividad forestal de cosecha anual, desarrollada



específicamente por un segmento de pequeños productores familiares de las islas. Buscando un mejor conocimiento del material genético disponible, desde la EEA Delta se elaboró una descripción morfológica y fenológica de los clones en cultivo (Macollado Amarillo, Macollado Verde, Manes y Guri), todos individuos masculinos de la especie *Salix viminalis* (Cerrillo, *et al.*, 2011). En una etapa más reciente, se está encarando un trabajo de mejoramiento, tomando conceptos de base del Programa de Sauces. Así, a través de cruzamientos controlados (**Figura 5**) realizados en 2013 y 2014, entre individuos de *S.viminalis*, *S.fragilis* y *S.caprea*, se ha logrado una primera base genética para selección, con nuevos individuos actualmente en Banco de Progenies, donde se evalúan: supervivencia y crecimiento y, en una segunda etapa, adaptación, rectitud de ramas, presencia de ramificaciones y ángulo de inserción en la cepa.



Figura 5: Cruzamientos controlados de mimbre, obtención de nuevos genotipos y Banco Progenies a campo (fuente: T. Cerrillo)

5. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ÁLAMOS

Los álamos han sido de utilidad debido a su rápido crecimiento, facilidad de clonación, adaptabilidad y variados usos de la madera: aserrado, debobinado, celulosa, fibras y partículas para la producción de tableros y biomasa con fines energéticos. También juegan un rol de importancia en la mejora y conservación del ambiente, especialmente en la protección de las cuencas y cultivos, en la remediación de aguas y suelos contaminados y en el balance de dióxido de carbono (Cortizo, 2011).

Acompañando la necesidad de mejorar la calidad y sustentabilidad de las plantaciones comerciales, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), desarrolla desde 1960 un Programa de Mejoramiento Genético de álamo con el objetivo de contribuir al fortalecimiento de la competitividad y sustentabilidad de las cadenas foresto-industriales, a través del desarrollo de materiales genéticamente mejorados para usos de alto valor y con mayor adaptabilidad a los diferentes territorios y ambientes de cultivo, basándose en el concepto de calidad integral del árbol a fin de mejorar el rendimiento industrial de la madera (Cortizo y Monteverde, 2013).

Inicialmente el Programa estuvo basado en la introducción de semillas recolectadas de árboles plus de *P. deltoides* desde zonas ecológicamente similares al Delta dentro de su área de distribución natural en Estados Unidos y de clones que habían sido seleccionados en Australia e Italia. Aquellos que demostraron un buen comportamiento en la región fueron recomendados para la instalación de plantaciones operacionales. Asimismo, se inició un programa de evaluación y selección de individuos provenientes de semillas que dieron lugar a los clones: INTA Delta Paraná Miní, INTA Delta Paraná de las Palmas, INTA Delta Paraná Guazú, Carabelas INTA, Guayracá INTA y Ñacurutú INTA. Los clones selectos fueron también utilizados como parentales en los cruzamientos controlados.

El Programa (**Figura 6**) realiza su selección tomando en cuenta las variables: capacidad de propagación agámica; crecimiento; características del fuste; tolerancia a estreses bióticos y abióticos y características físico-mecánicas de la madera, utilizando el método de niveles independientes de descarte (Hazel y Lush, 1942). Para lograr estimaciones precisas de los parámetros genéticos, la superioridad de los clones elegidos resulta de una combinación del comportamiento en bancos de progenie y clonales plantados en alta densidad, pruebas de laboratorio, ensayos comparativos y de productividad a campo en sitios con distinto régimen hídrico. Dado que en Delta existen distintos ambientes debido al manejo del agua: zanja abierta, atajarrepuntes y endicados, además de los bajos y albardones naturales, que determinan las condiciones hídricas a las que se somete el cultivo y los



riesgos a situaciones de anegamiento o sequía, es importante seleccionar los materiales más plásticos con capacidad de tolerar las situaciones de estrés a las que son sometidos durante todo el período de cultivo. Los clones promisorios son multiplicados y caracterizados en base a descriptores morfológicos y fenológicos establecidos por la UPOV (*Union for the Protection of New Varieties of Plants*) y adaptados por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), y mediante marcadores moleculares microsatélites, para su inscripción en el Registro Nacional de Cultivares habilitándolos así para la comercialización dentro del territorio nacional (Cortizo, 2009). Como resultado del Programa se inscribieron 7 clones: 3 introducidos (Australiano 106/60, Australiano 129/60 y Stoneville 67) y 4 desarrollados en la institución (*Populus x canadensis* 'Ragonese 22 INTA' y *P. deltoides*: 'Carabelas INTA', 'Guayracá INTA' y 'Nacurutú INTA') y se dispone de otros 4 clones próximos a difusión. Además, se trabajó junto a otras instituciones para establecer un sistema de certificación que logró normalizar la comercialización del material de propagación de Salicáceas. La primera venta de material clonal certificado de una especie de propagación agámica en el país fue la de 'Carabelas INTA', clon producto del Programa de mejoramiento.

Actualmente, se cuenta con 11.294 genotipos generados por cruzamientos controlados de 20 combinaciones diferentes realizadas entre 2006-13, en bancos de progenie; 280 genotipos sobresalientes de *P. deltoides* en bancos clonales 2011-13; 34 promisorios clones incluidos en la red de ensayos comparativos del año 2013-2015 y 27 ensayos comparativos y de productividad en red, instalados en la zona núcleo forestal del Delta, donde se evalúan 78 clones de *P. deltoides* y *P. x canadensis* (Monteverde y Cortizo 2014). En el proceso, acompaña el Grupo de Consulta Mutua del Río Carabelas, a través de un convenio destinado a apoyar el proceso de evaluación y multiplicación de los materiales *elite*. Los clones experimentales están siendo probados en otras regiones del país con resultados satisfactorios, tal es el caso del clon Ñacurutú INTA en el Alto Valle o el clon Carabelas INTA en el Valle inferior.



Figura 6: Etapas del programa de mejoramiento de álamo. De izq. a der.: Cruzamientos Controlados (CC), Banco de Progenie (BP), Banco Clonal (BC), Ensayos Comparativos (EC), Ensayos de Productividad (EP) y Clon Selecto (CS) (fuente: MS Monteverde).

6. SILVICULTURA DE LAS PLANTACIONES DE ÁLAMOS Y SAUCES

En condiciones naturales, el álamo se implanta en los albardones, las áreas más elevadas de las islas, que aproximadamente comprenden el 20% de la superficie; mientras que los terrenos bajos, el 80% del territorio, se destinan al sauce. Sin embargo, la mayoría de plantaciones de álamo se encuentra en "sistemas protegidos" y las de sauce, en terrenos con "atajarepunes" o sin protección pero con sistematización del terreno. Como se dijo, la sistematización del terreno es imprescindible para lograr un manejo hídrico, que permita el ingreso del agua de río en épocas de sequía y el egreso en período de intensas precipitaciones.

En general, la preparación del terreno consiste en el aplastado del pajonal, cuando se trata de terrenos para primera rotación, y la remoción de residuos de la cosecha y pasada de rastra, en caso de la segunda o tercera. En álamo, la plantación se realiza con estacas o, más frecuentemente, con guías (varas o ramas) de uno o dos años. En sauce, lo más frecuente es la utilización de estacas de 60-80 cm. Sin embargo, la elección depende del clon a plantar, ya que algunos clones de álamo pueden potencialmente presentar problemas de enraizamiento si la plantación se realiza con guías. En general, el sauce tiene una mayor capacidad de enraizamiento.



La densidad de plantación depende del género forestal y del destino de la forestación. En el caso de sauces para la industria del triturado, se plantan entre 1667 y 1111 plantas/ha (distanciamientos similares a 3x2m y 3x3m); para aserrado, lo más común es plantar 625 estacas/ha (4x4 m). Las plantaciones de álamo destinadas a la industria del aserrado y/o debobinado se plantan a densidades de 400 - 278 plantas/ha (5x5m ó 6x6m); para triturado, se utilizan densidades próximas a 1111 plantas/ (3x3m ó similar). También se encuentran plantaciones de 625/ha, y a menudo distanciamientos rectangulares del tipo 6x3m ó 5x3m. En algunos casos, en plantaciones de álamos, con densidades de 550 ó 625 plantas/ha (4x4, 5x3 ó 6x3m) se realizan raleos, extrayéndose cerca del 30% de las plantas (Fernández Tschieder *et al.*, 2011).

El turno de corta es de 12 - 16 años para álamo y de 10 - 14 años para sauce, dependiendo del crecimiento, objetivo de producción y el mercado. Las plantaciones para usos sólidos (fundamentalmente de álamo) reciben un manejo más intensivo que incluye poda (Casaubon *et al.*, 2005). Los rendimientos medios oscilan entre 20-25 m³/ha/año, para álamo y 15-20 m³/ha/año, para sauce; los rendimientos esperados al turno de corta son de 200 a 400 m³/ha, para el álamo y de 120 a 250 m³/ha, para el sauce. A modo de referencia, se presentan valores de crecimiento en otras zonas del sector forestal de Argentina: álamos (Cuyo): 26 m³/ha/año; pinos (Misiones-Corrientes): 32 m³/ha/año, excepcionalmente ha llegado 40-42 m³/ha/año (Fassola, *comunicación personal, cit. por Fernández Tschieder*) y eucalipto (Entre Ríos): 50 m³/ha/año, en el caso de parcelas clonales pueden llegar a 60 m³/ha/año (Fassola, *comunicación personal*).

7. SISTEMAS SILVOPASTORILES COMO ALTERNATIVA PRODUCTIVA PARA LA REGIÓN

En el último decenio se verifica un incremento del número de cabezas de ganado vacuno, en especial en la "Zona Núcleo Forestal". Este cambio determinó la necesidad de adecuar la silvicultura tradicional de Salicáceas a un manejo más enfocado a la producción simultánea de madera, pastos y carne (Sistemas Silvopastoriles, SSP) y, en algunos casos, productos apícolas (Sistemas silvoapícolas-pastoriles, SSAP) (Casaubon 2013).

Sistemas silvopastoriles con álamos: La producción silvopastoril se aplica en la región principalmente bajo plantaciones de álamos. La plantación se inicia a partir de guías, de uno hasta tres años de edad, sin raíz, y entre 3 y 8 m de altura (Casaubón y González, 2008). En los sitios más aptos para álamo, estas guías superan en prendimiento a las estacas de diversos clones comerciales de *Populus deltoides*. Además, con distanciamientos tipo 5x5 y 6x6 m y materiales de plantación de buena calidad, el ingreso del ganado vacuno al sistema puede ocurrir al 1º ó 2º año permaneciendo



Figura 7

en el mismo períodos mayores que en los distanciamientos más estrechos (Casaubon *et al.*, 2014). En la **Figura 7** se observa un ensayo con SSP de 6 años de edad de *Populus deltoides* 'Australiano 129-60' (plantado de guías sin raíz de dos años), y vaquillonas Aberdeen Angus, en una pastura natural en la EEA Delta del Paraná. La palatabilidad de las hojas de álamo y su valor forrajero determinan que en los SSP sean frecuentes las pérdidas por herbivoría y/o daños mecánicos, en consecuencia el uso de materiales de propagación de mayor diámetro a la altura del pecho (=ó> a 6

cm) permite acelerar el ingreso del ganado vacuno al sistema, minimizando las pérdidas (Casaubon, 2013). En un esquema de raleo, es posible lograr un balance entre el crecimiento del rodal y el crecimiento individual de los árboles que lo componen y permitir el desarrollo de un estrato herbáceo subyacente que optimice el componente forrajero del sistema silvopastoril (Fernández Tschieder *et al.*, 2011).

Sistemas Agroforestales con sauces: si bien actualmente es poco frecuente el uso de sauces en SSP, éstos pueden brindar un buen resultado en estos sistemas si se aplica una silvicultura apropiada, con buena calidad de material plantado en distanciamientos tipo de 4x4 y



Figura 8



5x5m; muestra de ello es el ensayo instalado en la EEA Delta se dispone de un ensayo de SSP, con el clon Ragonese 131-25 de 12 años de edad, plantado con guías sin raíz de un año y pasturas naturales espontáneas de *Lolium multiflorum* y *Brommus catharticus* (**Figura 8**). En los sitios de plantación más aptos, hay experiencia con la plantación de guías de 1 y 2 años de edad, con y sin raíz, de 3.5 a 7 m de largo, utilizando los sauces Ragonese 131-25, Ragonese 131-27 y Barrett 13-44 con poda (Casaubon et al, 2006). Más recientemente, se están comenzando a ensayar en SSP a los nuevos sauces mejorados: Agronales, Los Arroyos y Lezama (Casaubon et al., 2015).

8. PROTECCIÓN VEGETAL Y MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

La presencia de plagas es inherente a los cultivos y constantemente se presentan brotes, nuevos insectos o epifitias que amenazan tanto la productividad de los rodales como la calidad de la madera. Para la región es conocida la acción de insectos plaga y enfermedades ya establecidas desde hace años (e.g. *Megaplatypus mutatus*, *Nematus oligospilus*, *Acromyrmex* spp., *Melampsora* spp). Históricamente se han desarrollado estudios descriptivos que incluyen algunas recomendaciones de manejo. Sin embargo, en la actualidad se está implementando un enfoque más innovador que involucra la interacción planta-insecto desde el punto de vista de la ecología química. En este contexto, se trabaja en la identificación de semioquímicos que intervienen en el comportamiento de las plagas como método de protección del cultivo, e.g. cebos atrayentes, repelentes (Braccini et al., 2013). En cuanto a la interacción hospedante - patógeno, la resistencia genética sigue siendo la principal medida de manejo de las enfermedades; en este sentido, los estudios evalúan el comportamiento diferencial en la resistencia de genotipos de álamo a roya, a través de bioensayos *in vitro* utilizando mini-estacas inoculadas con uredosporas (Test de Patogenicidad). Estas actividades permitirán elaborar una escala de susceptibilidad/resistencia, e información sobre la variabilidad patogénica del hongo y la reacción de los hospedantes.

Por otra parte, recientemente se han efectuado detecciones de insectos exóticos de preocupación desde el punto de vista fitosanitario (Landi et al., 2011). Esta situación puso en evidencia una problemática en gran medida desatendida hasta el presente: la detección temprana e identificación precisa de nuevas especies y la implementación de sistemas de monitoreo adecuados. La utilización de herramientas moleculares, junto con la adopción de tecnologías reconocidas mundialmente, han permitido identificar dichas especies y monitorearlas empleando trampas de bajo costo y alta especificidad. Adicionalmente, se está evaluando la mitigación del impacto mediante lo que se conoce como “trampeo masivo”. Por otro lado, los métodos basados en las técnicas moleculares (AFLPs y SSR) se están utilizando para caracterizar la variabilidad genética de hongos fitopatógenos, brindando información sobre el origen o grado de parecido, o divergencia, entre especies y/o razas.

Una estrategia muy recomendada en programas de manejo es generar la acción participativa de los productores a través de la capacitación y difusión de las problemáticas actuales (Rabaglia et al., 2008). Dada la complejidad del sistema, el trabajo conjunto de los distintos integrantes del sector resulta imprescindible a la hora de tomar decisiones de manejo.

9. LA EXTENSIÓN FORESTAL

La importancia de la participación y la articulación de los actores en la región del Delta

El conjunto de actores vinculados a la cadena forestal en el territorio Delta abarca a las empresas foresto industriales, pymes y a los pequeños y medianos productores familiares. Las políticas de impulso al desarrollo del sector desde el Estado Nacional tienen anclaje en un conjunto de programas y herramientas propulsados desde el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP), a través de la Dirección Forestal y el INTA, donde las actividades de Extensión facilitan y promueven la llegada e implementación de acciones.

La Extensión implica un abordaje integral y participativo entre los técnicos y los productores,



generando espacios para el conocimiento e intercambio de visiones, técnicas, ideas, prácticas y saberes. De igual modo, son extensivas estas acciones en ámbitos organizativos de la región, como cooperativas y asociaciones de productores, en articulación y diálogo con gobiernos provinciales, municipales y organismos no gubernamentales que intervienen en el territorio.

Una manera de contribuir con este objetivo, es avanzar en la comunicación, difusión y transferencia de tecnologías mediante herramientas apropiadas y participativas de aprendizaje, a través de reuniones, jornadas, visitas técnicas, talleres e Informes para Extensión (IPEs). Los Proyectos con Enfoque Territoriales (PRETs) y los P.Nacionales Específicos del INTA dan el marco para la generación y el acompañamiento de las demandas productivas. En el caso del Delta y la cadena forestal, toman en cuenta el manejo de las plantaciones orientadas a la producción de maderas de calidad, la aplicación de medidas para la conservación de los recursos naturales, el mejoramiento genético focalizado en diferentes usos y ambientes, la sanidad y la certificación de viveros, entre otras.

La existencia grupos de productores forestales nucleados bajo el Programa Cambio Rural II (MAGyP –INTA), promovidos conjuntamente entre el INTA y los Técnicos Regionales de la Dirección Forestal del MAGyP, ofrecen una clara oportunidad para la intervención, la priorización de las demandas tecnológicas, la búsqueda de alternativas y soluciones a las problemáticas específicas y sectoriales, por medio de la participación organizada.

La diversidad territorial, la complejidad ambiental, la amplia institucionalidad, la riqueza y variedad de los sistemas productivos presentes con sus tecnologías asociadas, implican desde el abordaje técnico, un notable compromiso, para promover y adaptar métodos y técnicas que faciliten la participación equitativa, la identificación de las problemáticas y la búsqueda de alternativas de superación para el conjunto de los actores que aportan su trabajo en esta región del Delta.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, JA., Fernández T., E., Faustino, L., Graciano, C., Gyenge, J. 2014. Fluctuación de la napa freática y crecimiento de forestaciones de *Populus deltoides* en un campo endicado y drenado del Bajo Delta del Paraná. IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. UNLP, La Plata.
- Alvarez, JA., Faustino, L., Segovia, C., Gyenge, J. 2014. Tolerancia a Salinidad de 2 clones de álamo (*Populus* spp.) implantados en el Delta del Paraná. III Congreso de la Red Argentina de Salinidad, Chascomús, Buenos Aires.
- Alvarez, JA., Graciano, C., Gortari, F., Gyenge E. 2015. Informe Final del PIA N°10034: Efecto de la disponibilidad hídrica (sequía y anegamiento) y la incidencia de roya sobre la productividad de distintos clones de álamos en el delta del Paraná. Proyecto BIRF 7520 AR. UCAR (MAGyP).
- Álvarez, JL. 2012. Unidades Productivas Sustentables. ISSN 1514-3910 - Informe Técnico N° 16.
- Álvarez, JL. 2010. En: Actas de Jornada Técnica Sauce. EEA Delta, INTA. ISSN 1514-3910. Julio 2010
- Atencia, M.E. 2010. Usos sólidos de madera de sauce: tecnología de corte y secado. Actas Jornada Técnica Sauce. EEA Delta, INTA. ISSN 1514-3910. pp. 62-73. Julio 2010.
- Bonfils, C, 1962. Los suelos del Delta del río Paraná "Factores generadores, clasificación y uso". Revistas de investigaciones agrícolas, XVI, Buenos Aires, Argentina, 370 pp.
- Borodowski E.D., Signorelli A, Battistella A. 2014. Salicáceas en el Delta del Paraná: situación actual y perspectivas. Actas Jornadas de Salicáceas 2014. Cuarto Congreso Internacional de las Salicáceas en Argentina. Disertación. ISSN 1850-3543
- Braier, G. y D. Olemberg. 2014. Prospección económica y social en el Delta del Paraná incorporando los nuevos clones mejorados de sauce, en: *IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina "Sauces y Álamos para el desarrollo regional"*, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales (UNLP).
- Braccini C L., Vega A S., Chludil H D., Leicach S R., Fernandez P C. Host selection, oviposition behaviour and leaf traits in a specialist willow sawfly on species of *Salix* (Salicaceae) Ecological Entomology, Blackwell Publishing Ltd, 2013, 38, 617-626
- Casaubon E, Cueto G, González A. 2006. Rebrote de ramas en *Salix babylonica* x *Salix alba* 'A 131/27' frente a



- dos intensidades de poda sistemática del fuste. Primeras Jornadas de Salicáceas. Buenos Aires.
- Casaubon E, Gonzalez A. 2008. Silvopastoral systems with poplar in the lower delta of the Paraná river (Argentina). 23° Sesión de la Comisión Internacional del Álamo. Beijing. China.
- Casaubon E. 2012^a. Silvopastoral systems with *Salix* in the lower delta of the Paraná river (Argentina). 24th Session International Poplar Commission. Dehradun, India.
- Casaubon E. 2013. Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles: Efecto de la edad del material de multiplicación y manejo del pastoreo con bovinos. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área Recursos Naturales.
- Casaubon E, Cerrillo T, Madoz G. 2015. Instalación de Sistemas Silvopastoriles en el Delta del Río Paraná. Comportamiento de guías y barbados de sauce como material de propagación. 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles y VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Iguazú. Misiones.
- Ceballos, D.; García Cortes, M.; Fernández Tschieder, E. y T. Cerrillo. 2013. Prácticas de manejo y dinámica de la materia orgánica, nitrógeno y fósforo en forestaciones de sauce con atajarepunes en el Bajo delta del Paraná. Jornadas de Transferencia de Proyectos PIA. UCAR. Buenos Aires. Julio de 2013
- Cerrillo, T. 1989. Programa de mejoramiento de sauces y álamos para el Delta del Paraná. Primeras Jornadas sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético del Género *Salix*-CIEF. Buenos Aires. Noviembre de 1989.
- Cerrillo, T. 2005. Sauces en el Delta, Capítulo III.7 del Libro: Mejores Árboles para más Forestadores. Proyecto Forestal de Desarrollo – INTA. Buenos Aires, Argentina. Diciembre de 2005.
- Cerrillo T, Rodríguez ME, Achinelli F, Doffo G, Luquez V. 2011. Respuestas a la inundación de clones comerciales y experimentales de sauces (*Salix* spp.). Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén, Argentina.
- Cerrillo, T, Álvarez, JL y S Ortiz. 2011. Material genético de mimbre en el delta del Paraná-Relevamiento de clones comerciales y exploración de potenciales individuos de aplicación productiva Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Neuquén, Argentina.
- Cerrillo, T. 2014^a. Working Party on Poplar and Willow Genetics, Conservation and Improvement (WP4) Report. Report to 47th Executive Committee Meeting of the International Poplar Commission, FAO. Vancouver, British Columbia, Canada. <http://www.fao.org/forestry/41507-015390a54b1e2a0a152e5be8ad43afe78.pdf>
- Cerrillo, T. 2014^b. Selección de seis nuevos clones de sauce (*Salix* spp) para el Delta del Paraná. IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina - Jornadas de Salicáceas / Cuarta Edición. La Plata, marzo de 2014.
- Cittadini, E. 2014. La Innovación y el Desarrollo de los Territorios. En: Taller Forestal Pampeano, INTA, Buenos Aires, 9 de septiembre, 2014.
- Cortizo, S. 2009. Identificación clonal. Importancia en la certificación de viveros de Salicáceas. Jornadas Salicáceas: 8 pp.
- Cortizo S. 2011. Mejoramiento genético del álamo, una ciencia en apoyo a la producción forestal sostenible. Tercer Congreso Internacional de las Salicáceas en Argentina. Neuquén. Argentina: 14 pp.
- Cortizo, S. y Monteverde, S. 2013. Programa de mejoramiento de álamo del INTA. Selección de genotipos en poblaciones obtenidas mediante cruzamientos controlados. AFoA: 13 pp.
- Delta del Paraná. 1973. Investigaciones Agrícolas. Boletín de divulgación INTA. Año 13 N°14.
- Delta del Paraná. 2005. Fortalecimiento del Sistema de Extensión. *Documento interno*.
- Delta del Paraná, INTA. 2010. Conclusiones. Actas Jornada Técnica sobre el Sauce. EEA Delta del Paraná, INTA. ISSN 1514-3910. 22 de julio de 2010
- Faustino, L. I., Rodríguez, ME; Gortari, F.; Doffo, G.; Alvarez, JA, Cortizo, SC., Graciano, C. 2014. Evaluación de los efectos de la fertilización con N y P en estaqueros de álamo en el Bajo Delta del Paraná. IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP), La Plata.
- Fernández Tschieder E, Borodowski E, García Cortés M, Signorelli A. 2011. Efecto de la intensidad de raleo sobre el crecimiento de *Populus deltoides*. 3er Congreso Internacional de Salicáceas, Neuquén, Argentina.
- Fracassi N. 2012. Diversidad de mamíferos y aves en forestaciones y pajonales de Salicáceas del Bajo Delta del río Paraná. Tesis presentada para optar al título de Magister de la UBA, Área Recursos Naturales.
- Fracassi, N, Quintana, R, Pereira, Mujica, G, R. Lando. 2014. Protocolo de Estrategias de Conservación de la Biodiversidad en Bosques Plantados de Salicáceas del Bajo Delta del Paraná. Ediciones INTA, ISBN: 978-987-521-466-8.



- García Cortés, M; Somma, D. J.; Grenoville, S. 2014. Aserraderos del Bajo Delta del Río Paraná. Actas de la Jornada de Salicáceas. IV Congreso Internacional de Salicáceas. Universidad Nacional de La Plata. 19, 20 y 21 de marzo de 2014 Ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Gortari, F., Graciano, C., Guiamet, J. 2014. Daño en la integridad del fotosistema II en diferentes clones de álamo debido a la combinación de roya y estrés hídrico. XXX Reunión Arg.de Fisiol. Vegetal. Mar del Plata.
- Graciano, C. Alvarez, J.A. 2014. Alianza estratégica para el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas con enfoque territorial. El caso de la alianza entre FCAYF UNLP- INTA para el desarrollo de conocimientos sobre ecofisiología en Salicáceas. IV Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP), La Plata.
- Grande, J. 2013. Informe de nuevos clones experimentales de sauces. *Documento interno*. Laboratorio Central del Papel Prensa. San Pedro.
- Hazel LN and Lush, JL. 1942. The efficiency of three methods of selection. *Journal of Heredity* 33: 393-399.
- Keddy, P.A., 2010. *Wetland ecology: principles and conservation*. Cambridge University Press, New York.
- Landi L., Braccini C., Roig Alsina A. 2011. Primer registro de *Tremexfuscicornis*(Hymenoptera: Siricidae) para la Argentina en una plantación de álamos en Buenos Aires. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 70: 383-387. ISSN 0373-5680 (impresa) ISSN1851-7471 (en línea).
- Luquez VMC, Achinelli F, Doffo G, Cerrillo T, Rodríguez ME. 2013. Utilización de *Salix* spp. en la producción de biomasa para energía: respuestas a la disponibilidad hídrica e impacto sobre el ciclo de nutrientes. Jornadas PIA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Buenos Aires. Argentina.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca – Dirección de Prod. Forestal .2014. '*Sector Forestal, año 2013*'.
- Monteoliva, S .y Cerrillo, T. 2013. "Densidad y anatomía de la madera en familias mejoradas de sauces en Argentina". *Revista Árvore* vol.37 no.6 Viçosa Nov./Dec.2013
- Monteverde, M.S. y Cortizo, S. 2014. Hibridaciones intra e interespecíficas: avances en la obtención de variabilidad genética del Programa de Mejoramiento de Álamo de INTA.VI Reunión GeMFO, Delta del Paraná, Buenos Aires. Ediciones INTA: 32-37 pp.
- Mujica G., Alvarez, J.L. Dubra, E., Borodowski, E. "*Estrategias para el desarrollo en la Cuenca Forestal del Delta del Paraná*". Actas de la Jornada de Salicáceas. IV Congreso Internacional de Salicáceas. Universidad Nacional de La Plata. 19, 20 y 21 de marzo de 2014 Ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Olemborg, D. 2013. Transformaciones poblacionales del Bajo Delta en la poscrisis de 2001. VIII Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales. Buenos Aires 2013.
- Rabaglia R., Duerr D., Acciavatti R., Ragenovich I. 2008. Early Detection and Rapid Response to Non-Native Bark and Ambrosia Beetles, USDA Forest Service.
- Sánchez Acosta, M. 2015. Jornada sobre usos sólidos de la madera. EEA Delta del Paraná. *No editado*. 27 de marzo de 2015.