

ANEXO 26-8-2015

7. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.

7. 1. Análisis fisiológico de las respuestas al estrés en clones de álamo (*Populus* spp.) plantados en la zona del Delta del Paraná.

La presente línea de investigación se viene desarrollando desde el año 2007, comprendiendo trabajos en laboratorio y la realización de ensayos bajo cubierta, con material cultivado en macetas. La labor del Ing. Achinelli consistió en colaborar con la Dra. Emilia Rodríguez y el Lic. Guillermo Doffo (estudiante de Doctorado) en la cosecha y preparación de material vivo para experimentos en invernáculo (estacas en reposo de diferentes clones de álamo), así como también acondicionando el invernáculo utilizado para los ensayos (limpieza de polietilenos, desmalezados, guardado de macetas) y proveyendo insumos.

Los avances obtenidos en esta línea fueron publicados a través de un artículo en la Revista Trees – Structure and Function.

La temática de esta línea está comprendida dentro del Proyecto de Incentivos A243 otorgado por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), dirigido por la Dra. Virginia Luquez y en el que el Ing. Achinelli es miembro del grupo de investigación.

7.2. Estudio de respuestas de crecimiento en álamos y sauces ante distintas alternativas de manejo silvicultural.

A- Tecnologías aplicables en el inventario de plantaciones de *Salix* spp. y *Populus* spp. del Delta Bonaerense.

El Delta del Paraná, y en particular la región del Bajo Delta, concentra la mayor superficie de bosques implantados de la Provincia de Buenos Aires. Se trata de forestaciones con Salicáceas (*Salix* spp.; *Populus* spp.) que son aprovechadas en turnos de entre 10 y 16 años de duración, para abastecer a industrias de la transformación ubicadas en la misma zona o en regiones cercanas.

La información necesaria para la administración de esta cuenca forestal (superficies forestadas, existencias maderables, incrementos anuales) es actualizada en forma periódica por organismos nacionales y provinciales, con colaboración del INTA, Universidades y el sector privado.

Para esta labor, así como para encarar inventarios regionales, resulta necesario optimizar los procedimientos de muestreo existentes y/o desarrollar nuevas alternativas, tendientes a mejorar la exactitud de las estimaciones y reducir los costos operativos. Una tarea indispensable en los inventarios y a su vez crítica es la de instalación y medición de parcelas temporarias en el terreno, ya que plantea diversos inconvenientes operativos y técnicos, pudiendo demandar un elevado número de horas hombre tanto para el trabajo específico en la parcela como para el traslado hacia el punto elegido de instalación.

En el período 2014 - 2015 se continuó con las actividades de esta línea de trabajo. Se diseñó un protocolo de muestreo a través de parcelas temporarias de forma rectangular, el cual se llevó al terreno mediante la instalación y medición de 100 parcelas en los predios de una Empresa Forestal del Delta. Los objetivos de este trabajo son: a- evaluar la aplicabilidad del protocolo para estimar existencias maderables en las plantaciones de sauces (*Salix* spp.) y álamos (*Populus* spp.); b- obtener estimaciones de la variabilidad de los datos y de la magnitud del error para los tamaños muestrales empleados y c- contar con estimaciones de rendimientos para luego compararlas con rendimientos reales aforados a cosecha.

Para el muestreo, se analizó en forma previa información correspondiente a grupos de especie (álamos, sauce americano, sauces híbridos, sauce nigra), edad (en años) y tipo de rodal (plantación o rebrote); esta información fue proporcionada por el Propietario de las plantaciones y sistematizada en una plataforma de trabajo de un Sistema de Información Geográfica (SIG). El muestreo efectuado fue inicialmente del tipo estratificado al azar, con una asignación del número de parcelas de muestreo (PM) proporcional a la superficie de cada estrato ("muestreo proporcional al tamaño"). A posteriori, y una vez alcanzado el número inicial de parcelas previsto (80), se evaluó para los estratos por especie o grupo de especies el error de estimación de las variables (ej. rendimiento), procediéndose a intensificar el muestreo en aquellos casos donde resultaba necesario disminuir dicho error hasta valores aceptables (cerca o menores al 20%).

Los datos fueron procesados mediante planillas compatibles Excel, las cuales fueron vinculadas a información cartográfica. Como producto de este trabajo se obtuvieron resultados de rendimientos (Peso útil de madera con corteza acumuladas por hectárea; t útiles cc . ha⁻¹) e incrementos medios anuales (IMA; t útiles cc . ha⁻¹ . año⁻¹). En el caso de *Salix nigra* 4 sólo se pudo instalar una parcela de muestreo (tabla 1).

Tabla 1. Rendimientos e incrementos de madera útil estimados para rodales entre 10 y 18 años de álamos, sauce americano, sauces híbridos y sauce nigra en el Delta del Paraná.

Especie	Variable	Promedio	n	Error ± (t/ha)	Error (%)	Lim. inf.	Lim. sup.
AL	PUcc (t/ha)	176,4	23	28,3	16,0	148,1	204,7
	IMA PUcc (t/ha.año)	15,3	23	2,4	15,4	12,9	17,6
SA	PUcc (t/ha)	123,7	53	14,4	11,6	109,3	138,1
	IMA PUcc (t/ha.año)	8,0	53	0,9	11,0	7,2	8,9
SH	PUcc (t/ha)	70,3	23	14,1	20,0	56,2	84,4
	IMA PUcc (t/ha.año)	5,5	23	1,2	21,3	4,3	6,6
SN (*)	PUcc (t/ha)	282,5	1				
	IMA PUcc (t/ha.año)	25,7	1				

AL= álamos, distintos clones; SA= sauce americano, *Salix babylonica* var. *sacramenta*; SH= sauces híbridos, distintos clones; SN= sauce nigra, *Salix nigra* 4
(*) dato proveniente de una sola parcela



Figura 1. Vista de la cabecera de la parcela de muestreo N° 19 (izq.) y fotografía vertical del canopeo de la misma (der.), sauce americano de 18 años de edad, Delta del Paraná.

Durante el siguiente período está previsto proseguir con el análisis de datos, tendiente a construir modelos de rendimiento para los grupos de especies que fueron muestreados; eventualmente se prevé extender el muestreo con parcelas hacia edades menores, en función de las necesidades que surjan durante el modelaje del rendimiento.

B- Efectos de la interferencia de las malezas y de los sistemas de control sobre el crecimiento de clones comerciales y experimentales de sauce (*Salix* spp.) en el Delta del Paraná.

Las plantaciones de Salicáceas, al igual que otros cultivos forestales de rápido crecimiento, requieren de un adecuado control de malezas durante su establecimiento. En el Delta del Paraná los desmalezados están condicionados por diversas limitantes, como la escasez de mano de obra, la dificultad para mecanizar los trabajos y las restricciones ambientales propias de un ecosistema de humedal.

En este contexto, hay una tendencia en los productores a reemplazar los desmalezados manuales por sistemas de control químico. Para contribuir a que estos sistemas sean implementados en forma correcta, y para obtener información sobre su desempeño, se estableció una red de parcelas demostrativas en establecimientos de productores del Delta. El objetivo de la misma es evaluar en condiciones de campo las respuestas de dos clones de sauce (Barrett 13-44 INTA, Alonzo Nigra 4 INTA) a la interferencia de malezas y dos sistemas de control con herbicidas (Achinelli, 2014).

Esta línea de investigación prosiguió con trabajos en campo y en gabinete hasta la fecha, instalando dos parcelas demostrativas durante el mes de setiembre de 2014 y luego efectuando relevamientos de cobertura de malezas, sobrevivencia y fitotoxicidad en el cultivo cada 45 – 60 días.

Se informan los resultados obtenidos durante el último relevamiento efectuado (abril de 2015).

Tabla 2. Sobrevivencia de estacas (%) y fitotoxicidad (incidencia – severidad) observada al 1° de abril de 2015 en las parcelas demostrativas según los tratamientos de control y clones utilizados.

Establecimiento	Parcela	Fecha implantac.	Tratamiento	Clon	Estacas plantadas	Estacas vivas	Sobrevivencia %	Fitotoxicidad (I%/S 1-10)
Isla Victoria		21/07/2014	T-	13-44	20	18	90	sin síntomas
			T-	Nigra 4	19	7	37	sin síntomas
			G+I	Nigra 4	18	9	50	20% / 3-4
			G+I	13-44	19	16	84	20% / 6 - 9
			T APSA	13-44	20	19	95	30% / 7-9
			T APSA	Nigra 4	20	1	5	100 % / 5-6
El Oasis	B 4	11/07/2014	T-	Nigra 4	22	22	100	sin síntomas
			T-	13-44	22	22	100	sin síntomas
			G+I	13-44	24	24	100	sin síntomas
			G+I	Nigra 4	21	18	86	sin síntomas
			T APSA	Nigra 4	17	15	88	5% / 9
			T APSA	13-44	19	18	95	sin síntomas
	A 32 (total)	16/09/2014	G+I	Nigra 4	18	4	22	sin síntomas
			G+I	13-44	18	11	61	sin síntomas
			T-	Nigra 4	20	9	45	sin síntomas
			T-	13-44	20	19	95	sin síntomas
			T APSA	Nigra 4	20	16	80	sin síntomas
			T APSA	13-44	18	16	89	sin síntomas
A 32 (bandas)	16/09/2014	T APSA	13-44	10	10	100	sin síntomas	
		T APSA	Nigra 4	10	9	90	sin síntomas	
		G+I	13-44	20	17	85	sin síntomas	
		G+I	Nigra 4	20	10	50	sin síntomas	
		T-	Nigra 4	19	11	58	sin síntomas	
		T-	13-44	19	19	100	sin síntomas	

- El control de malezas (técnicas, momento de aplicación) fue variable entre las subparcelas de T APSA (véase explicación en el texto).
- Se consideraron estacas vivas a todas aquellas con presencia de al menos un brote activo (tallo y hojas verdes).
- La sobrevivencia se expresa tomando como base al número inicial de estacas plantado; en la mayoría de las subparcelas se implantaron 20 estacas, pero en algunos casos el total inicial resultó menor.
- Fitotoxicidad: en la tabla se informan los síntomas de fitotoxicidad por herbicidas, abarcando también aquellos síntomas que puedan deberse a tratamientos previos al establecimiento de las parcelas (ej. preparación de sitio). La fitotoxicidad comprende una estimación de incidencia (I, %) que se refiere al porcentaje del total de plantas afectado por algún síntoma, y una estimación de la severidad (S, 1-10), que informa de la gravedad del síntoma observado en las plantas mediante una escala ordinal donde: 1= planta con síntomas muy leves y 10= planta moribunda severamente afectada.
- Leyendas: T-: testigo con malezas; G+I: glifosato e imazaquin; T APSA: testigo del control de malezas efectuado por APSA; 13-44: *Salix matsudana* x *S. alba* `Barrett 13-44 INTA`; Nigra 4: *Salix nigra* `Alonzo Nigra 4 INTA`.

En esta línea de trabajo se avanzará con el procesamiento de información de campo sobre crecimiento en altura de las plantas una vez finalizada la temporada, parámetro que fue medido en mayo del corriente año.

C- Utilización de *Salix* spp. en la producción de biomasa para energía: respuestas a la disponibilidad hídrica y estimación de tasas de extracción de nutrientes del suelo.

La presente línea de investigación tuvo como principal actividad el mantenimiento y medición del ensayo de producción de biomasa para bioenergía establecido en agosto de 2012 en el predio de la Estación Experimental "Julio Hirschhorn" de la Fac. de Cs. Agrarias y Forestales (Achinelli, 2014).

Estado de avance de los trabajos en campo.

A la fecha, se ha concluido la cosecha de biomasa correspondiente a la tercera temporada de crecimiento (2014-2015), cuyos datos se encuentran procesados. Este muestreo se llevó a cabo en dos etapas, ya que primeramente se cosecharon y pesaron las guías producidas por 21 plantas de la parcela, para luego cosechar y pesar por separado las tres plantas restantes. Durante este último muestreo, las guías fueron pesadas según tres categorías de tamaño: de 0 a 10 mm de diámetro basal, de 10,1 a 20

y de 20,1 a 30 mm de diámetro basal. El objetivo de este agrupamiento de guías es realizar una cuantificación de la partición de biomasa aérea de las plantas en cada clase de tamaño, y a su vez realizar determinaciones separadas de poder calorífico de los chips obtenidos y de la concentración de nutrientes en los mismos.

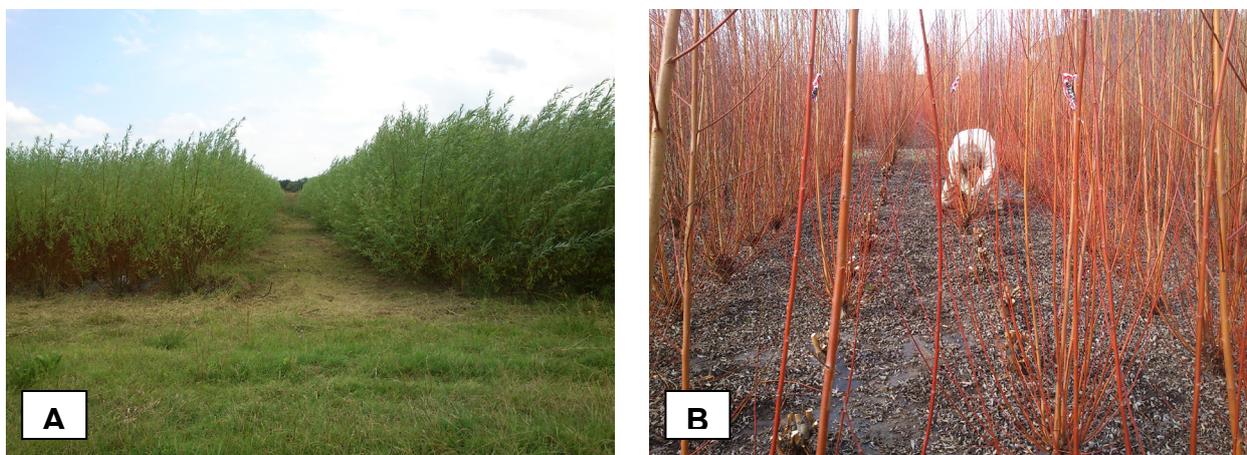


Figura 2. A- Vista de la cabecera del ensayo con la parcela en secano (izq.) y con riego por goteo (der.); B- cosecha de guías en una sub-subparcela del clon yaguareté durante el reposo invernal. Estación Experimental Julio Hirschhorn, La Plata.

Junto con lo anterior se recibieron los datos de laboratorio sobre contenido de nutrientes y poder calorífico de la biomasa cosechada en 2012-2013, habiéndose procesado (en chipeadora y luego en molino Wiley) y remitido para su estudio las muestras de la cosecha 2013-2014.

A partir de estas primeras determinaciones de laboratorio, se efectuaron estimaciones de rendimiento en materia seca a 105° y su correspondiente poder calorífico para las tres temporadas de crecimiento medidas hasta el momento (tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento de materia seca a 105° en estufa (Mg . ha⁻¹) y poder calorífico de dicha materia seca acumulado por hectárea (GJ . ha⁻¹) para las cosechas de las temporadas 2012 – 2013, 2013 – 2014 y 2014 – 2015 en el ensayo de producción de biomasa para bioenergía con *Salix* spp., Estación Experimental Julio Hirschhorn, Los Hornos, Partido de La Plata.

Cosecha		Rendimiento (Mg.ha ⁻¹)	Energía (GJ.ha ⁻¹)
2013	Promedio	10,3	202,1
	Lím. inf. *	9,5	184,9
	Lím. sup.*	11,2	217,6
2014	Promedio	18,3	357,0
	Lím. inf. *	17,1	334,4
	Lím. sup.*	19,3	379,8
2015	Promedio	14,6	286,2
	Lím. inf. *	13,0	255,6
	Lím. sup.*	16,2	318,3

* Límites del intervalo de confianza para la media (95% de probabilidades), estimados mediante la técnica de "Bootstrap"

En forma simultánea con las tareas anteriormente descritas, y en conjunto con el Lic. Guillermo Doffo y estudiantes del Curso de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, se realizaron trabajos de cosecha, preparación y clasificación de material de plantación de *Salix* spp., que permitieron la venta de estacas y estacones a tres productores forestales de regiones cercanas al Partido de La Plata (Chascomús, Berisso y Castelli); estas ventas fueron canalizadas a través de la Cooperadora de la Facultad de Agronomía, destinándose los fondos a cubrir gastos de los trabajos y la compra de insumos para el mantenimiento del ensayo.

Esta línea de investigación cuenta con financiación proveniente de tres Proyectos: Proyecto de Investigación Aplicada (PIA - Proyecto Manejo Sustentable de Recursos Naturales BIRF 10007 AR; finalizado el 18-8-2015); Proyecto de Incentivos A243 otorgado por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), y Proyecto de Investigación Aplicada (PIA - Proyecto Manejo Sustentable de Recursos Naturales BIRF 12012 AR; finalizado el 28-2-2015). Los mismos son dirigidos por la Dra. Virginia Luquez, participando el Ing. Achinelli como miembro del grupo de investigación.

7. 3 . Conservación y propagación de clones de *Salix* spp. y *Populus* spp. obtenidos en distintos planes de mejoramiento genético.

El Ing. Achinelli realizó durante el período trabajos de mantenimiento del banco clonal de sauces (*Salix* spp.) y álamos (*Populus* spp.) del Sector Forestal ubicado en la Estación Experimental de Los Hornos "Julio Hirschhorn" (FCAYF - UNLP), conduciendo y reponiendo el material de cepas madres y cosecha de guías. Parte de dicha producción se destinó a los ensayos citados anteriormente en el capítulo 7.1, así como también se proveyó de material a la Escuela Agrotécnica Secundaria María C. y M. L. Inchausti, UNLP (por intermedio de la Ing. Agr. Marcela Martínez) para que se instale allí un estaquero didáctico y de producción en dicho establecimiento educativo.

7. 4 . Referencias.

-Achinelli, F. G. (2014). Informe anual de tareas del Personal de Apoyo a la Investigación. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), 7 pp. y Anexos.