



INFORME DE ACTIVIDAD DE TRAGSA

Acción 1.2

GRANDES LÍNEAS DE LA PROBLEMÁTICA TRATADA EN EL PROYECTO

Las grandes líneas tratadas en la tarea 1,2 del proyecto DEFOR, son la nutrición en viveros forestales, en concreto en las especies de mayor interés comercial, y la evaluación de la calidad de planta forestal en cuanto a la capacidad predictiva del comportamiento de la misma en campo. Dentro del espíritu de los programas INTERREG SUDOE, y que también se quiere reflejar en éste, podemos asirnos a la frase "Sabemos cómo emplear dinero para generar conocimiento, pero queremos emplear conocimiento para generar dinero (anónimo)".

Para trabajar en ambas líneas, a lo largo del 2007 se realizaron una serie de actuaciones encaminadas a la realización de una acción piloto, que pudiera poner en valor el producto planta de vivero forestal. Así mismo, y como integrante de la cadena comercial viveros-gestión del monte-industrias de transformación, se decidió que el marco del proyecto DEFOR era el mejor para revalorizar y dar la importancia que se merece a la producción de planta forestal en vivero.

La producción de plantas en España es una actividad minoritaria, no significativa en términos de Producto Interior Bruto, sin embargo en Galicia, la producción de planta constituye el 7 por ciento del producto de la región. La planta forestal es un producto de poco valor añadido, que reposa sobre empresas pequeñas y medianas con poca capacidad de inversión y una tecnología poco desarrollada. El objetivo de esta tarea es ayudar a los viveristas a aplicar las nuevas tecnologías desarrolladas en los centros de investigación y a implantar en el ciclo productivo los controles de calidad.

La calidad de la planta es un concepto de fácil definición, índice de la consecución de los objetivos para los que la planta se destina. Para desarrollar este concepto en términos de criterios de aceptación, las complicaciones se multiplican exponencialmente. Unida la dificultad de aplicación sistemática del concepto a la poca repercusión económica que la planta tiene en la economía del sector hacen que la calidad se obvie, y salvo fracasos escandalosos, no se tenga en cuenta.

En el año 2007 se celebraron varias reuniones y jornadas técnicas a nivel estatal español, a las que asistieron actores implicados en el manejo de los Materiales Forestales de Reproducción, en especial, viveristas, administraciones nacionales y regionales implicadas, y departamentos de dinamización de la transferencia tecnológica, como la Dirección Técnica de Tragsa, a través del Departamento de Mejora Agroforestal.

El 2 y 3 de octubre de 2007, se celebraron las Jornadas de Transferencia de Tecnología, con título: Tecnología Disponible para Asegurar la Calidad Genética y Exterior de los Bosques del Futuro. Entre otras conclusiones en el ámbito del proyecto DEFOR, cabe destacar,

- que se reconocen la calidad exterior, calidad genética y estado sanitario, como los tres aspectos que han de observar la calidad del MFR de forma integral.
- que "Existen Comunidades Autónomas (CA) que han implantado recientemente sistemas de control, con una experiencia de funcionamiento razonablemente buena y un efecto adicional de concienciación de las empresas de producción de planta y repoblaciones. Otras que lo están implantando podrían beneficiarse de esta experiencia." Entre las regiones que ya están implantando el sistema de control se encuentran la CA de Galicia, "
- que "debe estimularse la calidad de los pliegos de condiciones incorporando las normas técnicas sobre calidad exterior de MFR que se implementen, ya que existen importantes superficies de montes y tierras agrícolas de propiedad o gestión privada que requieren criterios adecuados para su repoblación."

Este proyecto trata de implementar la calidad de la planta forestal de vivero como generador de mayor valor añadido del producto comercial planta de hoy, que también es el bosque del futuro, la materia prima de la que obtendrán los productos de calidad de las empresas del futuro.

Sin embargo, los factores, en orden de importancia, que afectan a la respuesta en plantación o establecimiento son las condiciones ambientales, el manejo de la planta, y por último su morfología, su fisiología y genética de manera conjunta. Por tanto, se deben definir indicadores de calidad de planta para condiciones determinadas de ambientes y tratamientos de preparación de la repoblación. Como ejemplo ilustrativo, en ambientes no mediterráneos, las plantas más grandes tienden a presentar mayor supervivencia y crecimiento absoluto que las de menor tamaño. Por contra, en ambientes no mediterráneos los atributos morfológicos tienen una baja capacidad de predicción de la respuesta en campo de la planta de vivero, Navarro Cerrillo *et al.*, 2006b.

RESUMEN EXPLICATIVO DE LAS ACCIONES REALIZADAS: CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS GLOBALES Y ESPECÍFICOS

1a) Base de datos de seguimiento de tareas culturales por especie producida. Informe por ciclo productivo e indicadores de calidad asociados. Inicio de elección de indicadores.

Base de datos de tareas culturales hasta ahora en Tragsa

Hasta la fecha, el registro de las tareas culturales consiste fundamentalmente en la descripción de los elementos estáticos del cultivo: especie y región de procedencia utilizada, sustrato, sistema de cultivo de envase o raíz desnuda, tipo de envase, indicación del tipo de ambiente en que se situó a la planta para cada fase del cultivo. Por otra parte, se viene realizando un registro de las actividades de siembra, deshermanado o mal llamado repicado, de los movimientos del lote, y de las existencias, al ser un producto que puede sufrir modificación en las mismas por muertes o rechazo en actividades de clasificación. El objetivo fundamental del registro documental que se realiza hasta la fecha, es el control por parte de las autoridades competentes, del estado sanitario de los cultivos, así como de los productos utilizados para la prevención o erradicación de enfermedades o plagas.

		FICHA TÉCNICA DE CULTIVO		LOTE N°: F0985 Hoja 1 de 2
(1)	(2)	(3)		
GÉNERO Y ESPECIE: Pinus pinaster		TIPO DE BANDEJAS: Forest Pot 150/200-50		
VARIEDAD:		N° ALBARAN (si turba): 3036		(si desechables):
ORIGEN DEL MATERIAL: ES01a Noroeste - Litoral		SITUACIÓN EN VIVERO: U7 /		
CATEGORÍA DEL MATERIAL: Identificado		FECHA DE CREACIÓN: 26/07/2007		PLANTA INICIAL: 77000
PROVEEDOR: Tragsa Vivero Orensé		SUSTRATO: T+V (4:1)		
FECHA	OPERACIÓN CULTURAL	CONTROL SANITARIO		OBSERVACIONES Incluidas las comunicaciones al organismo oficial responsable
		ENFERMEDAD/PLAGA	PRODUCTO UTILIZADO	
26.07.2007	Resemillado		Forest Pot 150/200-50	17 MES AS
26.07.2007	Resemillado		Turba Rubia Pindstrup B0 Gru	17 MES AS
26.07.2007	Varios Siembra/Estaquillado			AMPL+SME+TB
26.07.2007	Resemillado		Vermiculita Grado 2	17 MES AS
26.07.2007	Resemillado		Vermiculita Grado 3	17 MES AS
27.07.2007	Siembra Mecánica		Vermiculita Grado 3	11 mesas
27.07.2007	Varios Siembra/Estaquillado			AMPL+SME+TB
27.07.2007	Siembra Mecánica		Vermiculita Grado 2	11 mesas
27.07.2007	Siembra Mecánica		Forest Pot 150/200-50	11 mesas
27.07.2007	Siembra Mecánica		Turba Rubia Pindstrup B0 Gru	11 mesas
18.08.2007	Repicado			
21.08.2007	Repicado			
22.08.2007	Repicado			
04.09.2007	Movimientos de Lote			De 18 a U7
05.09.2007	Inventario /Medición Planta			Modificación del % de planta final esperada
11.09.2007	Escarda Manual			
21.09.2007	Aclareo			

Fig 1.- Ficha Técnica de Cultivo implantada en el vivero de Tragsa en Maceda.

Por su parte, la indicación del equilibrio nutricional empleado, y una aproximación, en el caso más exhaustivo de la cantidad de nutrientes aportados, así como el agua de riego también aportada no se hacen o se hacen raramente. Por tanto, la actividad viverística de la nutrición y el riego se mantienen como una artesanía más que como una tecnología, confiada al buen ojo del viverista, pero cuyo conocimiento queda frecuentemente perdido para las nuevas generaciones.

En los grandes viveros productivos, e incluso en los pequeños viveros productivos con diversidad de especies cultivadas y sistemas de producción, se hace cada vez más necesario la utilización de la ofimática para la elaboración de los informes oficiales, así como para la gestión administrativa del mismo. No obstante, el valor de la información, a priori, no está diseñada para la mejora de las operaciones culturales de riego, y de fertilización, muchas veces suplidas por la buena o mala labor del viverista. Los valores de calidad potencial con que sale la planta al campo deberían quedar reflejada en las bases de datos de los viveros como una información que revalorice la planta mejor cultivada, o mejor elegida para una determinada estación.

En el proyecto se decidió sumar, al ya implantado registro sanitario y de trazabilidad del origen, el aporte nutricional realizado a través de la fertilización. El aporte nutricional se contrastará con el contenido nutricional alcanzado en la planta, en el apartado de seguimiento intensivo de la nutrición.

Base de datos de tareas culturales ensayadas en Tragsa. Caso piloto

Como especie piloto se decidió trabajar con la conífera más importante en Galicia, territorio de mayor influencia del vivero de Tragsa en el Noroeste de España. Esta especie es el *Pinus pinaster* Ait., que como formación forestal dominante tiene una cabida de 383.631,78 ha (IFN3), del 1.276.651,64 ha de monte arbolado que presenta Galicia, y del 2.039.574,11 ha de superficie de uso forestal.

El lote se sembró el 17 de julio de 2007, tras sumergirse en agua y fungicida durante 24 horas. El resumen de los aportes de agua y nutrientes se muestra en la Tabla 1. Estos aportes se calcularon en función de las soluciones fertilizantes concentradas y de los caudales y superficies afectadas de las zonas de riego.

Tabla 1.- Régimen de riegos y fertilización de *Pinus pinaster* reg. proc. Noroeste Litoral sembrado el 17 de julio de 2007

Fases de desarrollo de la plántula	Semanas	Localización	Régimen de riego		(mg/planta)						%N
			ml/planta y fase	ml/planta y semana	N	P	K	S	Ca	Mg	
GERMINACIÓN	3	INVERNADERO	314	105	0,9	0,3	2,1	2,2	1,5	0,6	1,2
CRECIMIENTO	5	EXTERIOR	349	68	26,9	10,7	27,6	11,7	14,9	7,3	38,1
ENDURECIMIENTO	23	EXTERIOR	524	22	42,9	24,1	60,4	24,4	32,3	16,1	60,7
	31				70,7	35,1	90,1	38,2	48,7	24,0	100,0

Para conseguir estos aportes, se utilizaron dos soluciones fertilizantes, cuyo balance nutricional fue el que se presenta en la Tabla 2, y cuya determinación procede de la estrategia nutricional del vivero de Tragsa. La solución de crecimiento aplicada en el momento de máximo crecimiento y la solución de endurecimiento, con un menor contenido en nitrógeno, en las épocas a priori de menor actividad fisiológica.

Tabla 2.- Balance nutricional empleado en el cultivo comercial

SOLUCIÓN FERTILIZANTE	N	P	K	S	Ca	Mg	Fe	Cl	B	Mn	Zn	Cu	Mo
crecimiento	150,00	60,00	150,00	60,00	80,00	40,00	4,00	4,00	0,50	0,80	0,32	0,15	0,02
endurecimiento	50,00	60,00	150,00	60,00	80,00	40,00	4,00	4,00	0,50	0,80	0,32	0,15	0,02

Las condiciones ambientales de la estación ecológica de Maceda (Ourense) para la campaña 07-08 fueron determinadas por el registro de la temperatura del aire promedio, máximas y mínimas a la altura del cultivo. Así como la precipitación en el año:

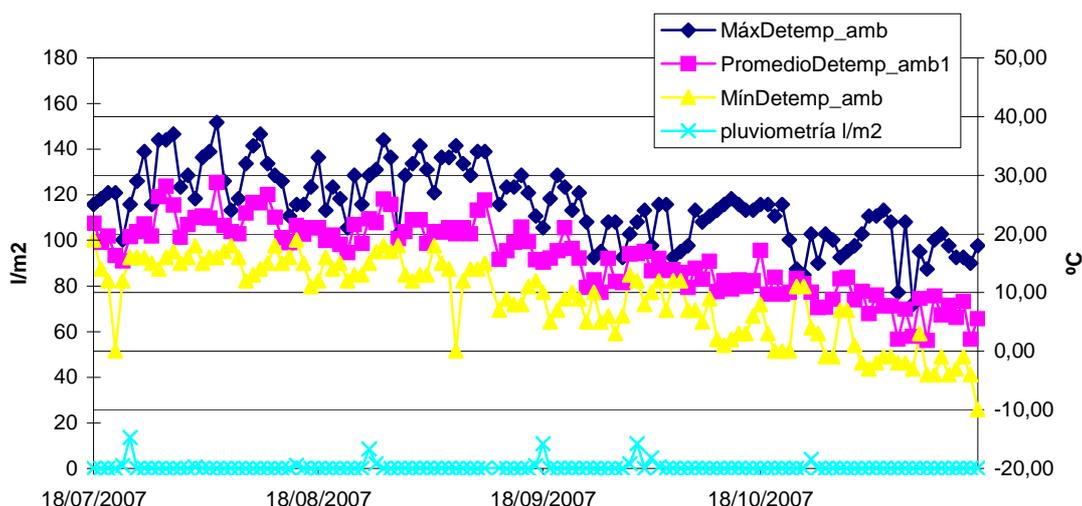


Fig 2.- Precipitación l/m2 recibida por el cultivo comercial (cruz); temperatura máxima (rombo), temperatura promedio (cuadrado), temperatura mínima (triángulo) del aire a la altura del cultivo.

Destaca las fuertes oscilaciones de temperatura que en el mismo día pueden ser 25 °C en época de otoño e invierno. Por otro lado, el aporte de agua por pluviometría es muy escaso. Siendo este año anormalmente seco en esta época.

1b) Base de datos de indicadores de calidad entre los expertos en la materia para las distintas especies, condiciones ambientales, estudio bibliográfico

Discusión sobre la adecuación de los indicadores implantados y sobre los que se podrían implantar

En 2007 se ha realizado una revisión bibliográfica de los parámetros o indicadores de calidad morfológicos, fisiológicos y de respuesta de planta forestal de vivero, estudiados hasta la fecha para distintas especies forestales arbóreas.

Se ha comprobado si existía algún tipo de contraste de dichos parámetros con el comportamiento de campo, y si se identificaban las condiciones ecológicas de campo e implantación.

Los trabajos en la materia para condiciones y especies utilizadas en el ámbito de trabajo, Cornisa Cantábrica, es tan escasa y el enfoque de los trabajos es tan variado, que el compendio y la presentación de la información resulta muy difícil de utilizar directamente. Sin embargo, estos trabajos, aportan, en la mayoría de casos, conclusiones que ayudan a explicar observaciones en la práctica viverística y repobladora.

Debido al aumento progresivo de la actividad investigadora en el sector forestal del viverismo y la repoblación de ambientes mediterráneos, hemos tomado como referencia trabajos redactados para este clima, además de otros de origen francés y norteamericano.

Parece estar claro que los trabajos culturales que modelizan la calidad de la planta al final del cultivo son, en una primera instancia el clima donde está situado el vivero, en un segundo lugar el régimen de riego que se aplica, y por último el régimen de fertilización. Todo ello, para una serie de factores constantes como son el sustrato, y el envase así como los trasplantes si se necesitasen Navarro Cerrillo *et al.*, 2006a

Así mismo, el contenido y la concentración de macronutrientes, la biomasa seca, los parámetros morfológicos aéreos, y los test de respuesta de sensibilidad al frío y de regeneración radicular parecen ser los descriptores de la planta más utilizables a nivel comercial para el control de la calidad de la misma. Finalmente, se han adoptado las metodologías necesarias para implantar la medición de estos parámetros en las instalaciones de Tragsa en Maceda, y se han llegado a acuerdos para la realización de los análisis nutricionales con laboratorios externos, como es el caso de la Universidad de Santiago de Compostela- Escuela Politécnica de Lugo.

Los parámetros implementados en el vivero de Tragsa en maceda han sido, hasta la fecha:

1. concentración de nutrientes en hoja
2. concentración de nutrientes en tallo
3. concentración de nutrientes en raíz
4. biomasa foliar
5. biomasa tallo
6. biomasa radical
7. altura de parte aérea
8. diámetro de parte aérea
10. test de liberación de electrolitos en muestras radiculares y foliares
11. test de regeneración radicular tras trasplante en condiciones ideales

Los contenidos nutricionales se han evaluado en colaboración con la Universidad de Santiago de Compostela.

Establecimiento de valores de referencia nutricionales, morfológicos y de respuesta

Uno de los objetivos del proyecto era evaluar las posibilidades de mejora en la nutrición del lote piloto, *Pinus pinaster* reg. proc. Noroeste Litoral, cultivado tradicionalmente en el vivero de Tragsa en Maceda. Para ello era necesario establecer valores de referencia de los parámetros de calidad nutricionales, morfológicos y de respuesta, asociados a valores límite de fertilizaciones insuficientes, tóxicos y de carga de nutrientes en tejidos.

De los registros elaborados en la actividad productiva, se calcularon el régimen de riegos y fertilizaciones en un cultivo análogo al estudiado en la campaña de producción 2005-2006, con el objetivo de servir de referencia y comprobar, en el futuro, la repetibilidad de los aportes entre años distintos. Los aportes se calcularon teniendo en cuenta los caudales de aspersión del sistema comercial de riego y las superficies afectadas. El registro de este ciclo productivo se resume en la Tabla 3.

Tabla 3.- Régimen de riegos y fertilización de *Pinus pinaster* reg. proc. Noroeste Litoral sembrado el 14 de julio de 2005

Fases de desarrollo de la plántula	Semanas	Localización	Régimen de riego		(mg/planta)						%N
			ml/planta y fase	ml/planta y semana	N	P	K	S	Ca	Mg	
GERMINACIÓN	3	INVERNADERO	27	9,0	4,0	1,6	4,0	1,6	2,2	1,1	4,1
CRECIMIENTO	4	EXTERIOR	464	116,0	65,7	26,3	65,7	26,3	35,0	17,5	66,8
ENDURECIMIENTO	32	EXTERIOR	594	18,6	28,6	34,3	85,8	34,3	45,8	22,9	29,1
	39				98,3	62,2	155,5	62,2	83,0	41,5	100,0

Se muestrearon, secaron, pesaron y mandaron a analizar los nutrientes para calcular los contenidos nutricionales de otro lote análogo al que se iba a realizar en la campaña 2007-2008. Estos trabajos comenzaron en otoño de 2006 y continuaron en la primavera de 2007, Tabla 4. El objetivo era también tener valores de referencia y observar la repetibilidad en los años siguientes del mismo esquema de cultivo.

Tabla 4.- Proporción de N, P y K, y contenidos totales y por fracción del cultivo de *Pinus pinaster* comercial fertirrigada por aspersión campaña 2006-2007 en los momentos del despacho de otoño y de primavera.

Fecha Despachos	Fracción	N (%)	P (mg/g)	K (mg/g)	biomasa seca (g)	N mg	P mg	K mg
07/11/06 altura (cm) 6,65 d.cuello(mm) 1,85	Acículas	1,58	10,11	13,21	0,31	4,94	3,16	4,13
	Raíz	1,10	4,54	8,74	0,53	5,85	2,40	4,63
	Tallo	1,03	7,72	12,38	0,12	1,20	0,90	1,44
	Planta	1,24	7,45	11,44	1,07	13,32	8,01	12,30
08/03/07 altura (cm) 7,22 d.cuello(mm) 2,16	Acículas	1,31	7,55	10,29	0,38	4,96	2,87	3,91
	Raíz	0,77	5,57	9,03	0,75	5,80	4,19	6,79
	Tallo	1,01	6,92	9,34	0,20	1,96	1,35	1,82
	Planta	1,03	6,68	9,55	1,47	15,15	9,84	14,07

Con los datos del aporte cultural de fertilizante, y los datos del contenido nutricional de las plantas de producción comercial, se comenzó a diseñar el ensayo de 5 programas de fertirrigación que aseguraran la producción de 5 estándares de calidad bien diferentes. Se establecieron 5 programas de fertirriego definidos en términos de aporte acumulado de N en el despacho de otoño, y aporte acumulado de N en el despacho de primavera según la Tabla 5.

Tabla 5.- Objetivos de fertilización para la determinación de referencias nutricionales en el cultivo piloto

TRATAMIENTO (mg N/planta)	OTOÑO	PRIMAVERA
F++	210	300
F+	140	200
F+-	70	100
F-	14	20
F--	0	0

Para la realización de estas producciones, se establecieron las siguientes premisas:

- que el cultivo tuviera solidez estadística por lo que tendría que tener un diseño estadístico que permitiera aleatorizar errores
- que se controlara perfectamente la cantidad de cada elemento nutritivo
- que la planta cultivada fuera la misma para todas los análisis a realizar tanto de seguimiento intensivo de la nutrición como de evaluación de la calidad al final del cultivo
- que la planta cultivada en cada una de las 2 épocas climatológicas de despacho, fuera la misma que la utilizada para los análisis anteriores
- que los eventos meteorológicos de lluvia no afectaran a la planta cultivada, pero que todas las condiciones ambientales, excepto la de la nutrición fueran exactamente iguales a las del programa de cultivo del lote piloto, tradicionalmente llevado a cabo en el vivero, por lo que se instaló una cubierta sin paredes
- que la parte aérea no interceptara el agua proveniente de una posible aspersión como método de fertirrigación
- que asegurara la fertirrigación a capacidad de campo por lo que se decidió que la fertirrigación tenía que ser por inundación

Por todo ello, se eligió instalar un equipo de fertirrigación por inundación, con caudalímetros y dosificadores de fertilizante con precisión suficiente para conseguir los aportes deseados, Fig 2 y Fig 3.



Fig 3.- Cabeza de Fertirriego: bomba impulsora y distribuidor de fertilizantes individualizado y tanques de soluciones concentradas de los fertilizantes



Fig 4.- Ensayo de programas de fertirrigación, piscinas de inundación y cubierta antilluvia.

El lote piloto de trabajo se sembró el 17 de julio de 2007. Antes del despacho correspondiente a otoño de 2007 se fertirrigó en 6 momentos. Todas las fertirrigaciones fueron con balances nutricionales de crecimiento, y proporcionales en todos los tratamientos. Se calculó una capacidad de retención de agua máxima de 0.044 ml/alvéolo. El sustrato utilizado fue turba:vermiculita 80:20, en envases FOREST POT 200.

Como conclusiones para el despacho de otoño, se observa que los programas que aportaron mayor cantidad acumulada de N consiguieron plantas de mayor contenido acumulado de N en tejido, por debajo de objetivos acumulados de aporte de 110,51 mg de N, y una contenido acumulado de N en tejido de 37,02 mg, programa F+, Fig 5. Comparando el contenido acumulado de N en tejido de la cultivo comercial con el del programa F+, se concluye que el programa de fertirrigación podría mejorarse hasta obtener 15 mg más de N por planta. Si según la bibliografía existente esto supondría, en climas no mediterráneos, un aumento de la supervivencia y el crecimiento, podríamos estar hablando de una mejora de la calidad que no se está aprovechando hoy. En cuanto a los niveles de P y K, éstos se estancan en los mismos programas de fertirrigación que con el N, aunque sus valores absolutos y los incrementos en contenido son mucho menores que para el N. El contenido de P de la planta comercial es similar al del programa F+, y el de K es bastante mayor que en el de el programa F++, más fertilizado en el ensayo.

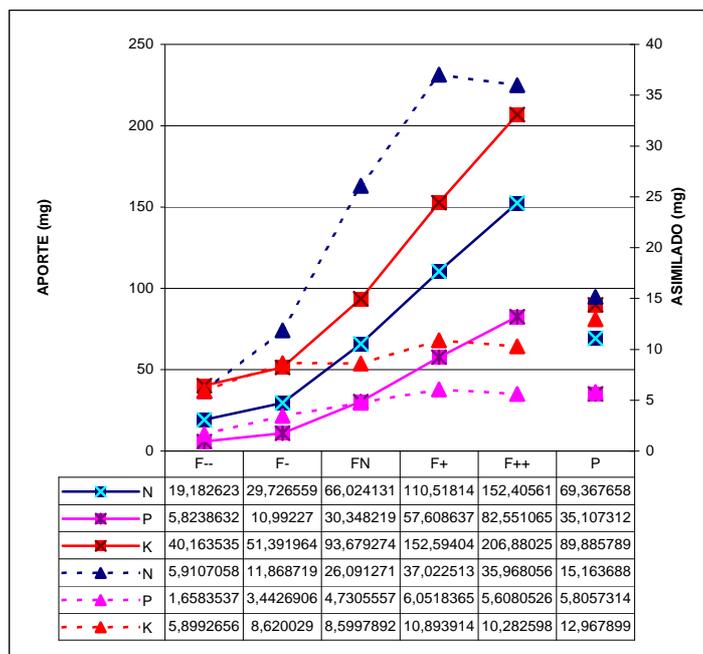


Fig 5.- Valores acumulados de N, P y K en mg, aportados por fertirriego (cuadrados), y contenidos en los tejidos de la planta (triángulos) para 5 los programas de fertilización ensayadas (F--,F-,FN,F+, F++) y la producción comercial (P) en la fecha de despacho de otoño de 2007

Para la misma fecha de despacho, otoño de 2007, se analizó una muestra de la planta para obtener los indicadores de calidad correspondientes. De estos análisis se dedujeron los programas de fertirrigación ideales para minimizar los daños por helada, que en el caso de las raíces es el F-, muy similar al comercial P, y en el caso de las acículas sería el F+, es decir el programa que maximiza el contenido en N. Fig 6.

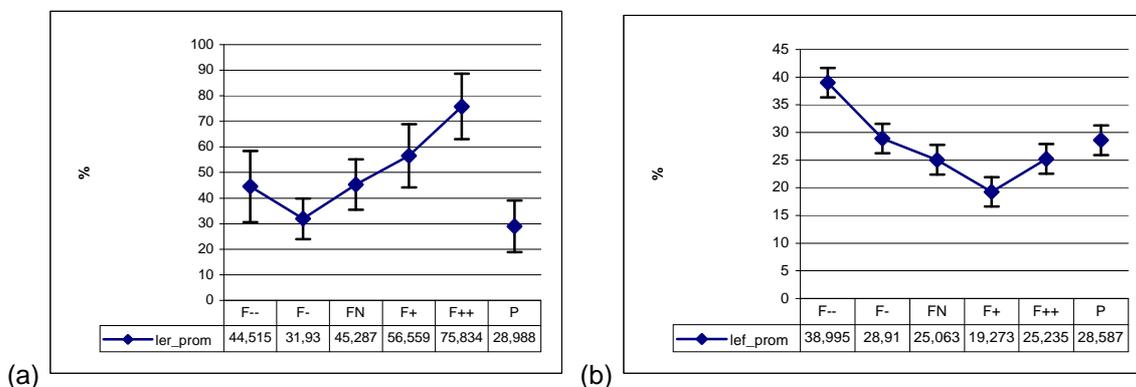


Fig 6.- Conductividad Eléctrica Relativa para raíces (a) y para acículas (b) en el momento de despacho de otoño 2007.

En cuanto al potencial de regeneración radical, Fig 7, se observó que el programa que maximizaba el comportamiento en campo de la planta sería el F-, y tendría un valor absoluto en el cultivo de estudio de 4,2 raíces colonizadoras mayores de 1 cm. El cultivo comercial consiguió valores próximos al máximo.

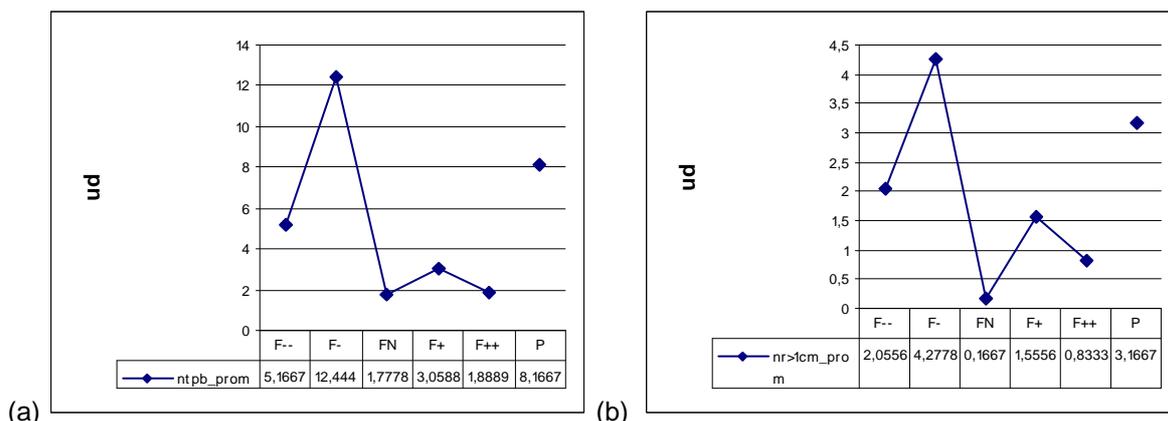


Fig 7.- Potencial de Regeneración Radical evaluado en cantidad total de meristemos blancos (a), y cantidad de raíces mayores de 1 cm (b) en la fecha de despacho otoño 2007.

En cuanto a los contenidos relativos de los macroelementos, ya discutidos en algunos aspectos, la concentración de N y P podrían ser mejorados en el cultivo comercial, Fig 8, no así el de K. Las concentraciones óptimas en términos de comportamiento en campo se darán con los resultados de las parcelas de demostración.

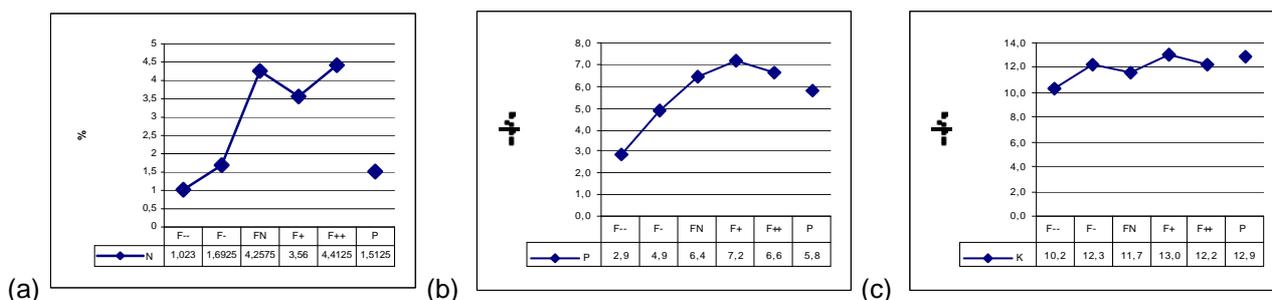


Fig 8.- Contenido Relativo de N, P y K en planta total, (a), (b) y (c), respectivamente en el despacho de otoño 2007.

La altura y el diámetro aumentaron al aumentar la fertilización, Fig 9, y los valores del cultivo comercial presentaron valores máximos.

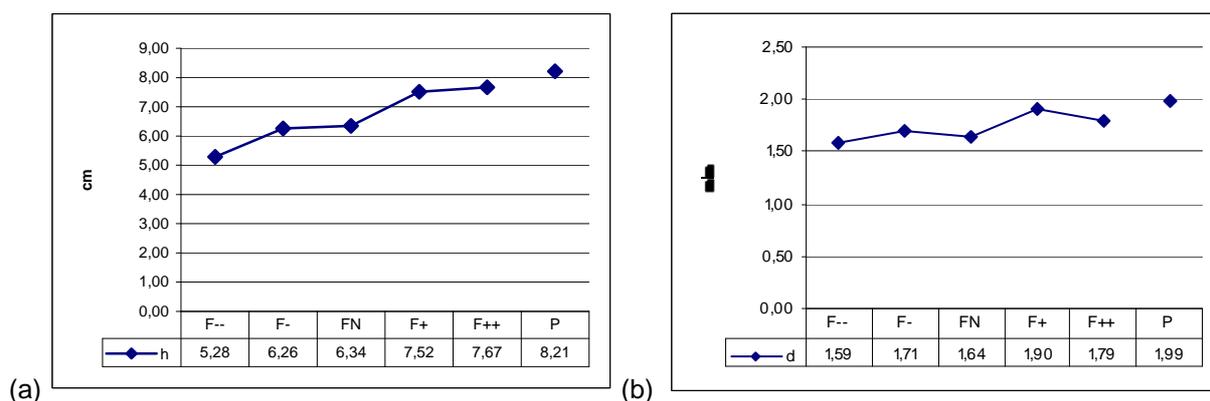


Fig 9.- Altura (a), y diámetro (b) de la parte aérea de la planta en el despacho de otoño 2007.

Los valores de biomasa seca, Fig 10, reflejaron que el aumento de la fertilización había provocado, fundamentalmente, el aumento de la biomasa aérea, hasta alcanzar un máximo en el programa F+. Por otro lado, la biomasa aérea del cultivo comercial tenía valores máximos. La biomasa radicular de los programas ensayados permanecía similar en todos ellos, y muy por debajo de la biomasa radicular del cultivo comercial. En el cultivo de ensayo se comenzó a fertirrigar más tarde que en la producción comercial, y además, se mantuvo utilizando la formulación de crecimiento, cuando en el cultivo comercial ya se estaba utilizando la

formulación de endurecimiento, con un equilibrio NPK de menor contenido en N.

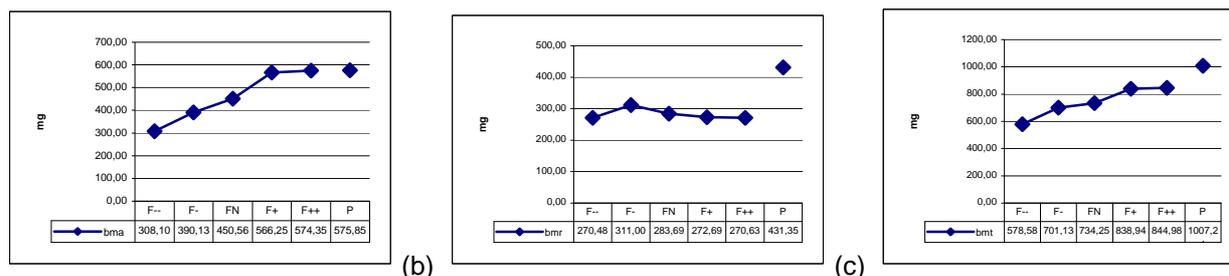


Fig 10.- Biomasa seca aérea (a), biomasa seca radical (b) y biomasa seca total (c) de la planta en el despacho de otoño 2007.

Por último, Fig 11, en términos de esbeltez, se obtuvo que a mayor fertilización mayor esbeltez, aunque los valores oscilaron tan sólo entre 3,32 y 4,29, también muy similares al cultivo comercial. La aplicación de solución fertilizante de crecimiento durante el otoño en los cultivos de ensayo pudo haber provocado que la relación parte aérea parte radicular fuese mayor que en el cultivo comercial, siendo ésta próxima a 1. La mayor fertilización produjo relaciones máximas de 2,08 y 2,12 en los 2 programas de mayor fertilización. Finalmente, el índice de Dickson presentó valores mucho mayores en el cultivo comercial que en los de ensayo, siendo mayor en los programas más fertilizados aunque estos valores oscilaron entre los 16,82 y los 20,19.

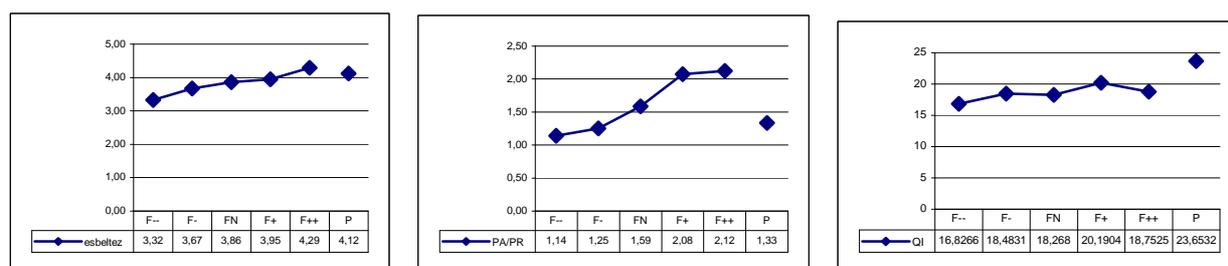


Fig 11.- Esbeltez (a), relación biomasa seca aérea-biomasa seca radical (b), e índice de Dickson (c) de la planta en el despacho de otoño 2007.

Como corolario, se proponen la observación de los valores de referencia en contenidos acumulados nutricionales para los cultivos estudiados, ateniéndose primordialmente al test de regeneración radicular, pudiéndose de esta manera establecer una mejora en el programa de fertirrigación para este lote piloto.

Este trabajo debería repetirse para los distintos lotes de producción, conformados por distintas especies, regiones de procedencia y/o sistemas de cultivo, a valorar en cada caso.

Es importante la realización de los test de heladas por cuanto, aunque en esta especie piloto ha resultado ser menos restrictivo que el test de regenerado radicular, en otros lotes puede que no.

Se confirma una gran plasticidad del lote piloto de producción en función de la nutrición asimilada, por lo que la gestión de la nutrición parece la herramienta fundamental del viverista para modelar sus producciones conforme a los objetivos del repoblador.

Finalmente, los objetivos de planta a obtener se confirmarán con el testaje de estos mismos lotes en las parcelas de ensayo demostración instaladas en el marco de este proyecto.

2008

Estos trabajos se realizaron en 2007. En base al resultado de este informe se realizaron los test de calidad exterior planta con despacho en invierno de 2008.

Aunque ya se ha realizado el establecimiento de valores de referencia nutricionales, morfológicos y de respuesta para el despacho de otoño de 2007, y se han realizado las transferencias relativas al mismo como acción piloto, se ha continuado con el protocolo seguido hasta la fecha para obtener valores para el despacho

de invierno 2008 del cultivo piloto.

El estándar del cultivo piloto que se inició en 2007 viene definido por los siguientes parámetros:

- se trata de planta forestal de vivero
- sembrado en la segunda quincena de julio (17 de julio de 2007)
- edad de despacho 1 savia
- despachos otoño e invierno
- material genético: especie *Pinus pinaster* reg. proc. Noroeste Litoral
- condiciones ambientales de cultivo correspondientes a Maceda (Ourense, España)
- envase de cultivo Forest Pot 200 cc
- sustrato 80:20 turba:vermiculita

2) Implementación de un control intensivo de la gestión de la nutrición en los viveros pilotos

En el trabajo de implementación de un control intensivo de la gestión de la nutrición, se plantearon las opciones de trabajar con distintas especies al mismo tiempo o de estudiar las posibles variaciones de cultivo para un lote concreto. Siguiendo con la filosofía de las actuaciones piloto, y con el objetivo de verificar la viabilidad y posibilidades del método, se optó por la de minimizar las variables no controlables inevitables en especies menos conocidas, y se decidió utilizar el mismo lote piloto de la especie *Pinus pinaster*, reg. proc. Noroeste Litoral, utilizado en los apartados anteriores, estudiando el rango de variación proporcionado por los 5 programas de fertirrigación más el programa de fertirrigación comercial.

Los parámetros concretos a determinar para poder calcular la eficiencia de la planta fueron:

- cantidad de fertilizante y agua aportado
- contenido nutricional de elementos aportados

Para evaluar el posible impacto en percolados

- cantidad de fertilizante y agua percolado (conocer los procesos)

El seguimiento consistió en el muestreo periódico de un número determinado de planta repartida por cada uno de los 5 tratamientos y 4 repeticiones, etiquetándolo para su posterior secado y pesado. Dichas muestras se analizaron en el laboratorio de la Universidad de Santiago de Compostela-EPS Lugo donde se determinaron macro y micronutrientes.

El dimensionado de los análisis de nutrientes para la modelización hasta el despacho de otoño fue de 3 muestreos. Las dificultades de puesta en marcha de las instalaciones montadas para el efecto hicieron que se retrasara la primera aplicación hasta el 9 de septiembre. Cada muestra la formaron 12 plántulas completas.

Con los datos de aportes y los de contenido en nutrientes en la primera fertilización septiembre 2007y en la última fertilización antes del cosechado, noviembre 2007, se calcularon las eficiencias en asimilación de nutrientes de la planta Tabla 6.

Tabla 6.- Eficiencia de la planta a la incorporación de los elementos aportados con el fertilizante en el cultivo de ensayo y en el comercial, para el despacho de otoño 2007

% eficiencia	N		P		K	
	inicial	final	inicial	final	inicial	final
F--	33,7	33,6	22,7	30,0	11,2	15,5
F-	31,0	43,0	23,6	34,3	13,0	18,3
FN	36,6	43,4	25,0	17,6	13,1	10,7
F+	42,9	36,7	29,6	11,9	13,0	8,5
F++	42,6	26,0	24,7	7,7	10,9	6,0
P	27,1	22,8	17,9	17,1	16,8	15,9

Así mismo se modelizaron los desarrollos en biomasa en función del día juliano para los 6 programas de fertirrigación. Con estas funciones de desarrollo se podrán proponer modificaciones a los programas de fertirrigación en función del objetivo de despacho, expresado en biomasa.

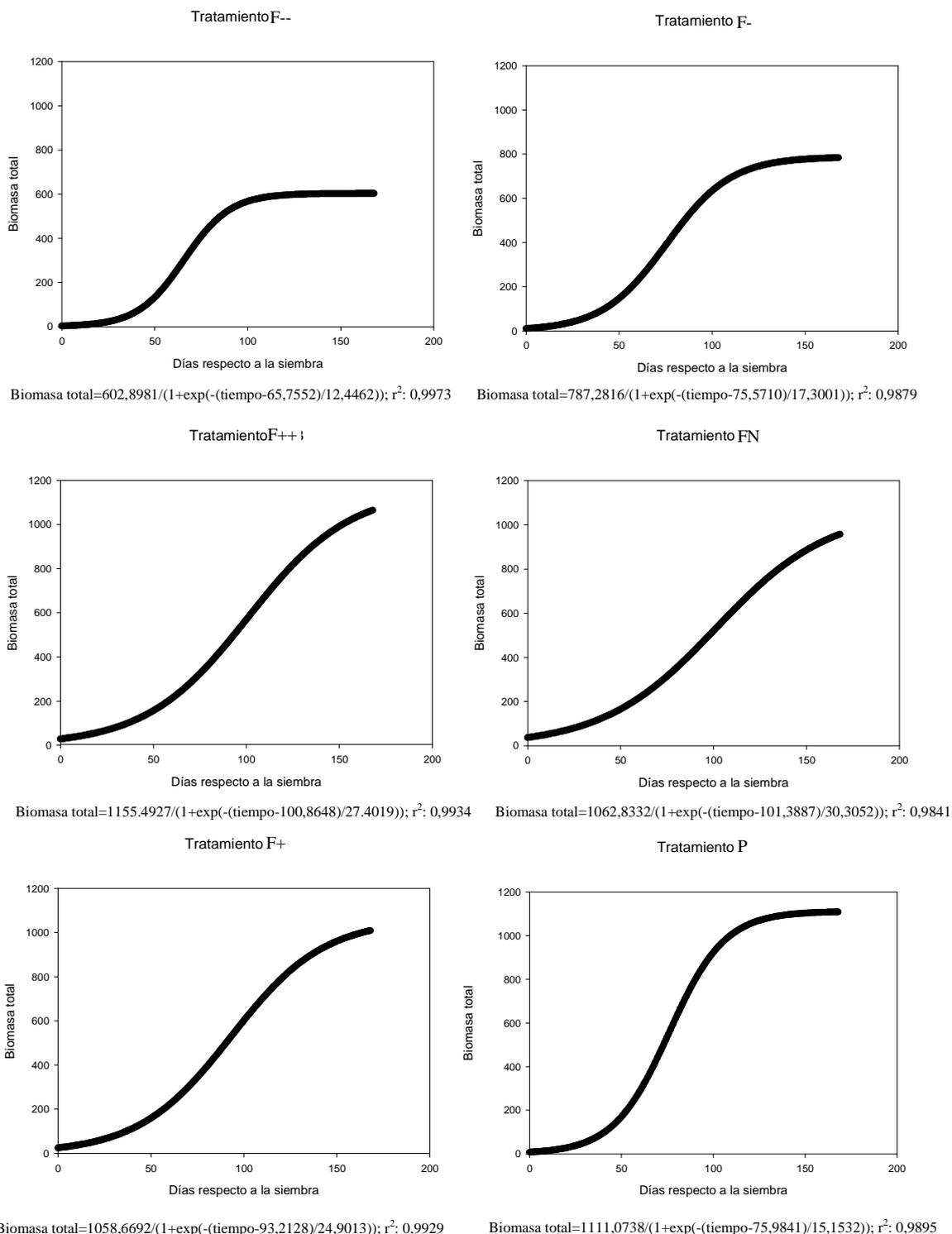


Fig 12.- Modelos de biomasa total en función del día juliano para *Pinus pinaster* reg. proc. Noroeste Litoral, cultivado en Maceda. Curvas elaboradas por Paula Vallejo (SERIDA).

En 2008 se realizaron 2 controles más sobre el mismo estándar de cultivo piloto de la especie *Pinus pinaster*, reg. proc. Noroeste Litoral, utilizado en los apartados anteriores, estudiando el rango de variación proporcionado por los 5 programas de fertirrigación más el programa de fertirrigación comercial. Esta actividad la lideró el Servicio de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias. La actividad de Tragsa consistió en implementar la metodología en su actividad en el proyecto.

3) Instalación de dos parcelas de demostración

Para comprobar las posibles relaciones entre los parámetros de calidad y el comportamiento de la planta tras la implantación en campo, se instalaron 2 parcelas de ensayo-demostración en condiciones ecológicas contrastadas, en Parderrubias (Ourense-España) y en Barcia (Asturias-España), ésta última en colaboración con el Servicio Regional Investigación y Desarrollo Agroforestal del Principado de Asturias.

Estas parcelas ensayaban 42 plantas por cada uno de los programas de fertirrigación trabajados, y épocas de plantación, otoño y primavera, y localización.

En 2007 se hizo la preparación y plantación correspondiente a otoño. Previamente se hizo un cerramiento de protección contra herbívoros en la parcela de Parderrubias.

Se midieron las marras de plantación. La supervivencia resultó del 100 por cien para todos los tratamientos en Parderrubias, Ourense, y del 95.8 y 98.0 por cien en los programas FN y P, y del 100 por cien en los demás programas de fertirrigación, en Barcia.

Tanto la supervivencia como los parámetros de desarrollo de la parte aérea se medirán periódicamente hasta los 4 o 5 años. No se desbrozará, para evaluar el crecimiento relativo entre la plantación y el desarrollo de la vegetación acompañante.

En el primer semestre de 2008, se preparó un pequeño camino cortafuegos alrededor de la parcela de Parderrubias que suponía un riesgo de propagación de fuego, así como facilitaba la visita técnica de la comunicación regional que se haría en abril. Está previsto hacer una evaluación de marras en octubre para valorar el efecto de la primera sequía estival en la supervivencia, en las dos parcelas establecidas.

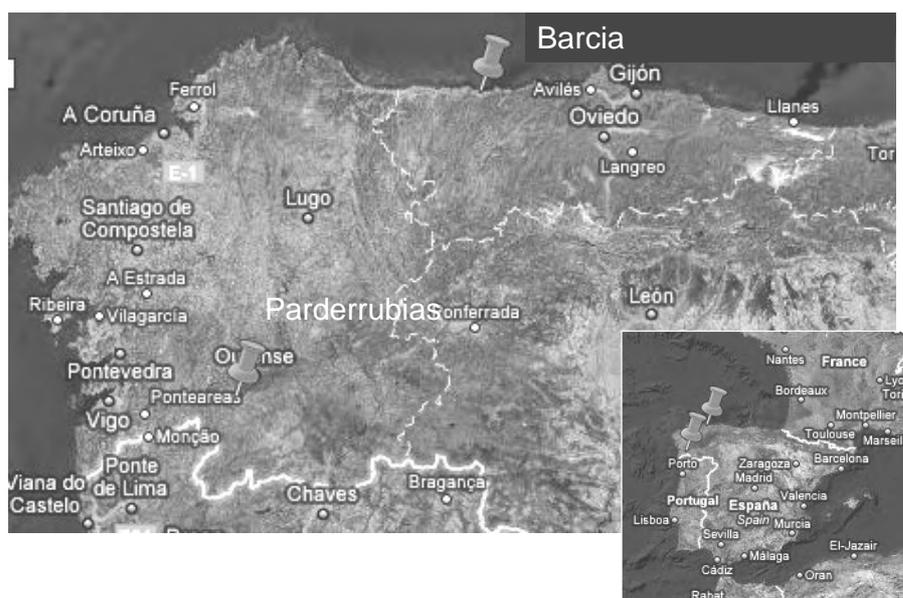


Fig 13.- Localización de las parcelas de demostración en el ámbito de influencia.

4) Comunicación regional

Jornadas de Transferencia de Tecnología

Los pasados 23, 24 y 25 de abril se celebraron las II Jornadas de Transferencia de Tecnología de Maceda, Ourense, organizadas conjuntamente entre el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del INIA, el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agrario y alimentario del Principado de Asturias, y el Departamento de Mejora Agroforestal de Tragsa.

El impulso financiero de estas jornadas corresponde a los proyectos de investigación que desarrollan las entidades organizadoras, que son:

- INTERREG III SUDOE: "Desarrollo Forestal: La investigación al servicio del desarrollo sostenible y de la competitividad del sector forestal del suroeste europeo (DEFOR)", a través de las tareas correspondientes a TRAGSA, y SERIDA en calidad exterior de planta
- Proyecto AT07002 "Árboles para el futuro. Obtención y caracterización de MFR.", INIA, proyecto en el que colabora TRAGSA en formato de Asistencia Técnica
- Proyecto INIA TRT-2006-00045,
- Convenio DGB-INIA CC03-048 y
- Proyecto RICA-UE-VI PM TREEBREEDEX, INIA

Las actividades que se encuadran en el proyecto DEFOR, corresponden con los de la línea de trabajo que desarrolla la empresa y denominada PROVIFOR: "Programa de mejora de protocolos de calidad de planta forestal de vivero predictivos del comportamiento en campo: *Pinus pinaster* y castaño. Protocolos de Producción de Vivero Forestal"

Hay que decir que la incorporación de actividades de transferencia a los proyectos de I+D+i están teniendo cada vez más importancia en las valoraciones de los mismos en las convocatorias nacionales e internacionales, y la coordinación con otras entidades para la celebración de los mismos parece mejorar tanto la calidad de las mismas como el nivel de participación y atención que reciben éstas de los destinatarios de los mismos.

Las jornadas se estructuraron en dos días de trabajo de presentaciones y discusiones, y un día de visita de campo. Las presentaciones versaron sobre los resultados más aplicables y líneas de trabajo que, sobre calidad genética y calidad exterior de la planta que se utiliza en las repoblaciones, pudieran resultar más interesantes a los utilizadores desde la visión de los investigadores: localización de la información de interés, identificación de los materiales mejorados y la potencial importancia de la misma, la protocolización de la producción de planta y la evaluación de la calidad de la misma. Las presentaciones de resultados se enriquecieron con presentaciones invitadas de la administración forestal gallega, viveristas forestales e investigadores de relevancia en temas de multiplicación vegetativa *in vitro*, sanidad forestal y tecnología de la transformación de la madera. La aceptación o asimilación de estos resultados fue discutido en mesas de trabajo abiertas que se celebraron al final de cada día. Estos dos primeros días se ilustraron con visitas temáticas a las instalaciones, viveros y laboratorios, que tienen Tragsa en Maceda (Ourense).

El tercer día se realizó una visita a la finca de demostración que gestiona Tragsa en Parderrubias (Ourense) y que ostenta una importante colección de ensayos propios, de administraciones públicas y de OPIS. Se escucharon 11 ponencias, se realizaron 2 mesas de discusión y 1 visita de campo. La jornadas las clausuró el alcalde de Maceda. La relación de presentaciones y ponentes se encuentra en el Programa de las jornadas que se adjunta.

La evaluación de las jornadas, en términos de conclusiones obtenidas, se reflejarán en un documento que se está elaborando, y que se presentará al Comité Nacional de Mejora Forestal, organismo que coordina la

política forestal de las administraciones autonómicas en esta materia, así como, en anteriores ocasiones se colgará de la página Web de la Sociedad Española de Ciencias Forestales.

La convocatoria de las jornadas atrajo a Maceda a 14 responsables de la administración forestal regional de 5 Comunidades Autónomas españolas (quedando la Cornisa Cantábrica totalmente representada), 4 representantes de la administración agroforestal comarcal, 1 centro de desarrollo, 13 investigadores de 6 centros distintos de 4 Comunidades Autónomas, 1 empresa de semillas, 16 representantes de viveros forestales de 6 Comunidades Autónomas, 7 representantes de universidades (3 de España y 1 de Portugal), y 14 representantes de Tragsa, del Departamento de Mejora Agroforestal, de la Subdirección de I+D+i, y de Galicia y de Madrid.

En resumen, el impacto de las jornadas en términos de valoración y refuerzo de las líneas de trabajo en I+D+i y colaboración con OPIs, administraciones y empresas, así como de establecimiento de nuevos contactos, fue muy positivo y altamente gratificante, y se podrá ver reflejado en la mejora de la transferencia y venta al sector de los logros de los trabajos, así como en la definición de nuevos objetivos de investigación.

**II Jornadas de Transferencia Tecnológica
23 a 25 de abril, 2008 MACEDA**

**CALIDAD GENÉTICA Y CALIDAD
EXTERIOR DE LOS MATERIALES
FORESTALES DE REPRODUCCIÓN**



Foto 1.- Portada del programa de la comunicación regional de la tarea 1.2



Foto 2.- Asistencia a la comunicación regional de la tarea 1.2 en Maceda, Ourense, España, en el castillo de Maceda



Foto 3.- Visita al sitio piloto de ensayo de calidad de planta de Pinus pinaster en Parderrubias (Ourense, España)

Seminario DEFOR en Lisboa

En marzo de 2008 se realizó un seminario de transferencia en ISA, Lisboa, Portugal. Tragsa participó presentando los primeros resultados sobre calidad de planta del estándar producido, por medio de una comunicación oral y presentación de PowerPoint.

FOREXPO Feria Forestal Internacional

En junio de 2008 se presentaron en FOREXPO, Burdeos, Francia, el stand del proyecto. Se presentó un póster de la tarea 1.2, y de las actividades realizadas por Tragsa.

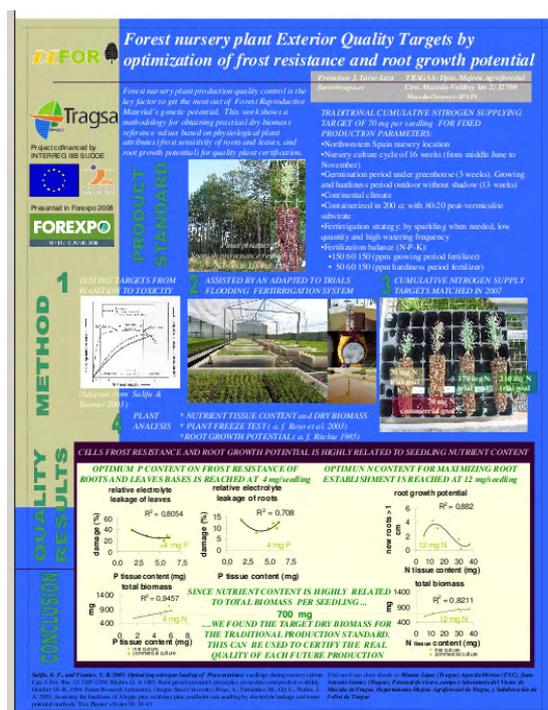


Foto 4.- Póster presentado en FOREXPO de la tarea 1.2 de Tragsa. Valores de referencia para *Pinus pinaster*.

RESULTADOS E IMPACTOS CONSEGUIDOS HASTA EL MOMENTO. SE PUEDEN CUANTIFICAR BENEFICIOS DERIVADOS DE LAS ACCIONES REALIZADAS

Se han obtenido referencias nutricionales en el cultivo de 1 especie y 1 región de procedencia pilotos.

Se han obtenido, en colaboración con el SERIDA, 1 modelización de los cultivos de 6 programas de fertirrigación.

Se han creado, 2 parcelas de demostración y ensayo.

Referencias

- o Navarro Cerrillo, R.M., Del Campo García , A.D., Cortina, J., 2006a. Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta. Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. NACIONALES, M.D.M.A.O.A.D.P. Madrid: 67-88.
- o Navarro Cerrillo, R.M., Villar-Salvador, P., Del Campo García , A.D., 2006b. Morfología y establecimiento de los plantones. Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. NACIONALES, M.D.M.A.O.A.D.P. Madrid: 67-88.
- o Salifu, K.F., Timmer, V.R., 2003. "Optimizing nitrogen loading of *Picea mariana* seedlings during nursery culture." Canadian Journal of Forest Research 33: 1287-1294.

Rapport réalisé par l'IEFC à partir de documents techniques de TRAGSA.