

CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD DE REPOBLACIONES FORESTALES: PLANTEAMIENTO Y PRIMEROS RESULTADOS EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Antonio D. del Campo García¹, Javier Hermoso de Mena², Manuela Roldán Moreno², Ricardo García Post², Sara Molina Grau¹, Josevi Albert Lozano¹ y Raquel Tárraga Pina¹

¹ E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. Camí de Vera s/n. 46022-VALENCIA (España). Correo electrónico: ancamga@dihma.upv.es

² Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda. Generalitat Valenciana. c/Gregorio Gea 27. 46009-VALENCIA (España)

Resumen

Las repoblaciones forestales que se realizan actualmente en la Comunidad Valenciana se ven asociadas en numerosas ocasiones a mortalidades muy elevadas, crecimientos reducidos y un desajuste importante entre lo proyectado y las posibilidades de ejecución real del proyecto. Por ello, es necesario mejorar y ajustar la técnica repobladora según los factores determinantes del medio físico en cada caso (profundidad del suelo, evolución humedad suelo, meteorología real,...) y según la autoecología y ecofisiología propias de las especies empleadas. Con este fin, se ha establecido un programa de control integral de reforestaciones en la provincia de Valencia que se inicia en el vivero, durante la producción de los lotes de planta, y se extiende en el tiempo durante todos los trabajos de campo hasta pasado el primer verano post-plantación. En esta fase de trabajo se controla la calidad de planta, su puesta en obra, la plantación, las labores de preparación del terreno, la evolución de la meteorología de la campaña incluyendo la humedad edáfica, el crecimiento y la supervivencia (pre y post-estival). Esta fase intensiva de estudio dará paso a una nueva fase de seguimiento con menor intensidad y mayor énfasis en la evolución de la plantación y su interacción con el ecosistema intervenido. Este control integral se orienta a la consecución de tres objetivos sucesivos en el tiempo. En un primer momento se trata de estudiar la calidad de ejecución de la obra, lo cual permite dar criterios objetivos para valorar la responsabilidad del contratista en los resultados de la repoblación. El siguiente objetivo es la mejora de la técnica repobladora a partir del análisis de los resultados obtenidos, mediante un mejor ajuste entre especies y estaciones, mejor conocimiento de los efectos de la preparación, tubos e hidrogeles, optimizar la planificación y ejecución de los trabajos (según fechas y fisiografía) o la definición de índices de calidad de estación de fácil medición y relacionados con el arraigo. Por último, se contempla el seguimiento a medio y largo plazo del éxito de la restauración: evolución de la estructura del ecosistema, cambio o evolución de la biodiversidad, mejora del régimen hidrológico de la ladera y del suelo, etc. En esta ponencia se expone brevemente la base metodológica y los primeros resultados obtenidos en siete actuaciones reforestadoras distribuidas por la provincia de Valencia.

Palabras clave: *Establecimiento, Reforestaciones, Calidad de estación, Calidad de planta, Muestreo sistemático*

INTRODUCCIÓN

Las repoblaciones forestales que se realizan actualmente en la Comunidad Valenciana se ven asociadas en numerosas ocasiones a mortalidades muy elevadas, crecimientos reducidos y un desajuste importante entre lo proyectado y las posibilidades de ejecución real del proyecto. La adversidad del clima mediterráneo, principalmente manifestada en forma de intensa y larga sequía estival, hace que con frecuencia el mecanismo que permite el establecimiento de los plantones acabe colapsando y el éxito de estas actuaciones sea inferior al esperado. Entre las posibles causas se encuentra la degradación acusada en algunas estaciones forestales, el cambio climático o las deficiencias en la ejecución de los trabajos. Sin embargo, el multideterminismo ecológico que interviene en esta respuesta final hace muy difícil la asignación de relaciones causa-efecto, lo que complica un control de calidad de obra convencional.

Trabajos recientes (ALLOZA, 2003; DEL CAMPO *et al.*, 2005) revelan que existe un mínimo de mortalidad en las repoblaciones efectuadas en la Comunidad Valenciana que difícilmente baja del 30-35%. Este umbral, aunque es reflejo de la citada dureza climática, también incluye en numerosas ocasiones una cierta proporción correspondiente a causas antrópicas controlables, tales como el desajuste con el momento óptimo de plantación, la delimitación de rodales con poca base en los parámetros más influyentes en la calidad de estación, la falta de criterios fundados al aplicar algunos cuidados culturales según especies y estaciones (ej. tubos e hidrogeles), la calidad de planta, etc. (DEL CAMPO, 2006). Buena parte de esta responsabilidad viene de olvidar la supremacía que debe tener sobre todos los objetivos y tareas el de maximizar el vigor de la planta.

Se entiende pues que los trabajos de restauración forestal requieran de un control integral (preparaciones, supervivencia, crecimiento adecuado de las plantas establecidas, etc) que permita conocer la adecuación de las actuaciones, la ejecución de los trabajos y saber la razón de las marras (si son debidas a circunstancias externas como clima y estación, o si son derivadas de la obra). Siguiendo a PEMÁN Y NAVARRO (1997) los contro-

les que como mínimo deben establecerse en proyectos de repoblaciones forestales son un control de calidad del material forestal de reproducción (MFR) o calidad de planta; un control del porcentaje de marras y un control de la ejecución del proyecto, que incluye variables de control como las dimensiones de los hoyos, profundidad de los subsolados, altura de los surcos y caballones, pendiente de los surcos, implantación del material forestal de reproducción, etc.

En este trabajo se exponen los resultados preliminares de un estudio enfocado en el doble propósito de establecer una metodología de control integral de calidad de obra de las restauraciones forestales y de mejorar el conocimiento actual de la técnica en el ámbito de la Comunidad Valenciana. En el primer punto se trata de controlar ejecución de la obra: plantación, preparación del terreno, cuidados culturales, adecuación de la plantación a los condicionantes meteorológicos. En el segundo caso, la mejora de la técnica repobladora persigue elaborar criterios para ajustar variables como especies, estaciones, tipo preparación, tubos, hidrogeles, de modo que permitan una mejor definición de microhábitats para reforestar con especies accesorias (mejora diversidad), optimizar la planificación y ejecución de los trabajos (fechas y fisiografía), la definición de un índice de calidad de estación de fácil medición y directamente relacionado con el arraigo, la optimización de densidades y mezclas, etc. Finalmente, el estudio se extenderá en el tiempo para monitorizar el cambio o evolución de las propiedades del ecosistema (biodiversidad, mejora del régimen hidrológico de la ladera y del suelo, incremento de biomasa, etc.).

MATERIALES Y METODOS

Los cuatro ejes del presente trabajo de control integral de calidad de repoblaciones son:

1. La meteorología de la campaña
2. La calidad de la estación
3. La calidad de la planta
4. La ejecución de la obra.

Este trabajo tiene como ámbito geográfico de actuación varias obras de repoblación forestal llevadas a cabo a partir de la campaña 06-07 en montes públicos de la provincia de Valencia (Tabla 1).

Para el desarrollo del control de calidad se establecieron las referencias oportunas con el proyecto original (medio físico, zonificación, actuaciones, exigencias del pliego, etc) y con el diario de obra, donde se recoge lo relativo a restricciones o incidencias meteorológicas, calendarios, incidencias con el personal, etc. Del cruce de ambas informaciones se desprende el grado de ajuste Proyecto-Ejecución.

En cada actuación se ha realizado una malla de puntos de muestreo mediante un procedimiento sistemático. Estos puntos forman una red de parcelas temporales (un año de seguimiento) y parcelas permanentes (una única parcela por rodal de repoblación que será monitorizada a largo plazo). Los puntos se distribuyen regularmente en una malla cuadrada de lado entre 180 y 300 m según el tamaño de muestra obtenido (ver párrafo siguiente). Mediante la ayuda de un SIG, se obtienen las coordenadas de los puntos generados, se introducen en un GPS y se crea una ruta de muestreo con todos los puntos georreferenciados. El punto elegido como inicio de la cuadrícula, elegido al azar, se marca en el terreno mediante un sistema permanente que garantice su localización posterior. La distribución teórica del itinerario de muestreo queda, en la práctica, modificada por las irregularidades del muestreo (afloresamientos, enclavados, etc.).

La variable considerada para el dimensionamiento del muestreo (número de parcelas) ha sido la supervivencia (DEL CAMPO, 2006). El porcentaje de marras, además de calificar el grado de éxito de la repoblación en sí, permite tener una medida cuantitativa del efecto de las variables de sitio o estación en el establecimiento. Si

asumimos que la preparación del terreno o la calidad de planta son factores que se manejan para mitigar las condiciones desfavorables de la estación, entonces puede deducirse que la supervivencia es un indicativo de la calidad global de una repoblación. Así, teniendo en cuenta los criterios de MATNEY Y HODGES (1991) y TORRES Y MAGAÑA, (2001) y los trabajos previos de ALLOZA (2003), CABRERA (2005) y DEL CAMPO *et al.* (2005), se ha considerado un error de muestreo máximo del 10% y una densidad de muestreo de 1 parcela cada 5-7 ha, que lleva a errores relativos inferiores al 15%. Aparte de la supervivencia, se ha considerado también la preparación del terreno, por ser el factor más comúnmente empleado (PEMÁN Y NAVARRO, 1997) y otros factores como la calidad de la plantación.

En cada parcela el radio se establece de acuerdo a las características de la plantación (densidad, pendiente, etc.) para que incluya un número de plantas adecuado. Los valores obtenidos han sido entre 12 y 18 metros de radio a fin de lograr una muestra de 30-60 plantas en su interior. El radio fue corregido con la pendiente. Se utilizó un VERTEX III para la medición de las distancias en campo. En cada parcela se determina: la especie/s con que se ha repoblado, número de plantas con distinción entre vivas y muertas, altura y diámetro de 10 plantas, presencia / ausencia de protector, humedad del suelo en 10 puntos, caracterización florística y de cobertura vegetal, caracterización de la preparación del terreno, calidad de la plantación y otros parámetros accesorios.

Además de estos datos, en las parcelas permanentes se han instalado microestaciones

MONTE	MUNICIPIO	1:50.000 (1:10.000)	SUPF. ACTUACIÓN (ha)
V40 Cerro de la ceja de Arcos	Alpuente	638 (21,22,23,31,32,33)	70.5
V41 Las Lomas	Alpuente	638-23,24,33,34/666-21,31	158 (bajo cubierta)
V42 Dehesa del Rebollo	Aras de los Olmos	638-11,12,13/637-42,43,44	142.5 (bajo cubierta)
V1009 Los Valles	Castielfabib	612 (31,32,41,42)	202.5 (bajo cubierta)
V1012 El Carrascal, Los Llanos y Las Umbrías	La Yesa	638 (32,33,42,43)	322 (parcialmente bajo cubierta)
V1046 Fuente del Sapo	Chiva	695 (13,14)	45
V1073 Casa del Collado	Dos Aguas	746 (21,22)	352

Tabla 1. Actuaciones de repoblación en Valencia con seguimiento y control integral de calidad durante la campaña 2006-2007

meteorológicas que miden pluviometría, humedad del suelo, temperatura y humedad relativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la campaña 06-07 se ha realizado un control de calidad de planta en un total de 23 lotes de 12 especies diferentes cultivadas en cinco viveros forestales. Esta información se ha recogido en fichas individuales para cada lote como la de la figura 1.

La caracterización de los trabajos de repoblación figura en la tabla 2. De estos datos destaca, que si bien las dimensiones de ancho y largo del hoyo son relativamente homogéneas de una a otra actuación, la profundidad del hoyo es más variable. Esta variable tiene un importante peso en los resultados de arraigo de repoblaciones forestales en la provincia (DEL CAMPO *et al.*, 2007) y está básicamente controlada por la

presencia de la roca madre, por lo que la maquinaria apenas puede incidir sobre ella.

En lo relativo al estado de la repoblación, se muestran los resultados de mortalidad en distintas especies según monte hasta el control de julio (mortalidad pre-estival, Tabla 3). Los resultados muestran cierta heterogeneidad según las especies y los montes. Resulta relevante la elevada mortalidad de pino rodeno, que probablemente sea casi total tras el verano de 2007. Ello es probablemente debido a la estación y por tanto a una inadecuada elección de especie. Aunque se trata de resultados preliminares, es fácil deducir la potencialidad de los mismos cuando se crucen con el resto de variables controladas (biotopo, calidad de planta, ejecución y meteorología de la campaña).

Finalmente se presentan algunos de los resultados obtenidos en el seguimiento de las condiciones meteorológicas y de la estación (Figura 2).

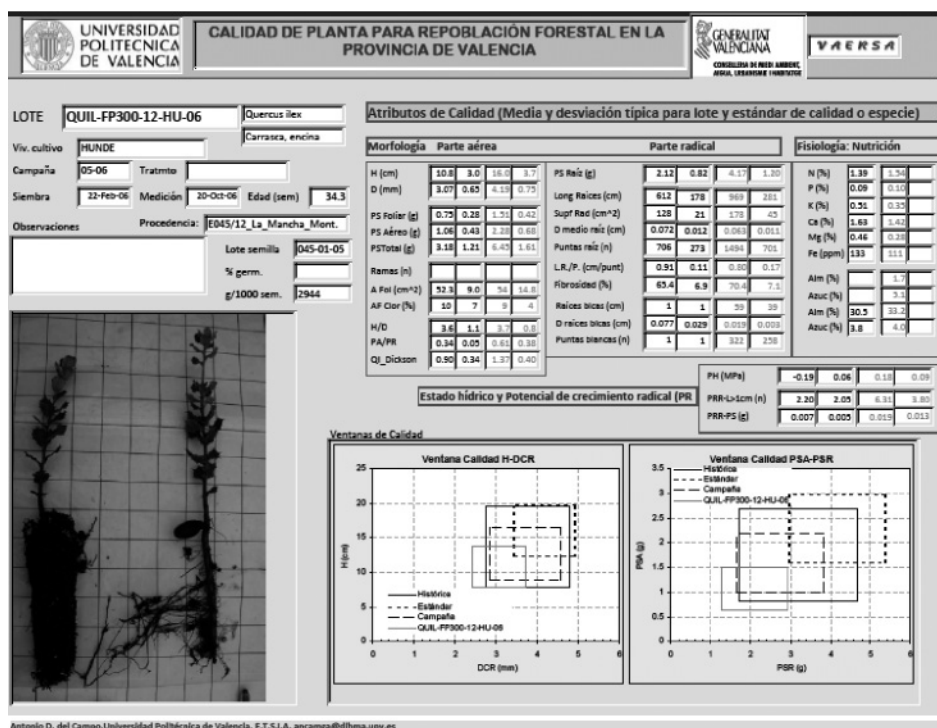


Figura 1. Ficha descriptiva de calidad de planta para un lote de encina empleado en las reforestaciones de la campaña 06-07

Monte	DH (hoyos /ha)	DP (planta /ha)	LP (según pte, m)	LH (según pte, m)	AP (curvas nivel, m)	AH (curvas nivel, m)	P (cm)	VC (°)	EC (cm)	A (0-2)	EH (0-2)
V1009	677	677	1,62	0,83	1,57	0,89	33,78	77,5	-1,23	0,85	1,44
V1012	782	779	1,68	0,83	1,60	0,79	25,98	75,1	-0,31	1,17	0,93
V1046	935	935	1,66	0,77	1,57	0,75	27,04	72,9	-0,18	0,99	1,69
V1073	919	919	1,78	0,88	1,53	0,85	23,02	70,4	-0,48	0,72	0,75
V40	999	999	2,17	0,89	10,34	0,97	36,92	69,5			
V41	388	388	2,02	0,74	1,31	0,72	22,00	75,0	-1,33	1,05	
V42	569	563	1,73	0,73	1,66	0,73	26,28	68,9		0,83	1,44
Total	760	759	1,77	0,83	2,03	0,84	27,89	73,7	-0,59	0,93	1,38

Tabla 2. Características de las preparaciones del terreno en las 7 actuaciones estudiadas. El tipo de preparación es ahoyado mecanizado con retro o miniretro (en caso de repoblaciones bajo cubierta) y banqueta con retroaraña en el monte V40. Las variables de las dos últimas columnas se dan como valor en el rango 0 (inexistente ó poco probable) hasta 2 (completo ó muy probable). DH: densidad de ahoyado; DP: densidad de plantación; LP: longitud de la preparación; AP: ancho de la preparación; LH: longitud del hoyo; AH: ancho del hoyo; P: profundidad suelo en el hoyo; VC: verticalidad del cepellón; EC: enterramiento cepellón; AL: alcorque; EH: efecto hidrológico

Especies	V1009	V1012	V1046	V1073	V40	V41	V42	Total
ACMO	0 (1_)						0 (1_)	0 (2_0)
ACOP		0 (1_)				13,3 (2_13,3)		8,9 (3_8,9)
AMOV							10,6 (3_2,2)	10,6 (3_2,2)
ARUN	22,3 (3_6,6)	44,7 (5_9,7)	20 (1_)			10,9 (2_3,4)	8 (1_)	28,3 (12_6)
CEAU	0,8 (3_0,8)	10,8 (6_5,8)						7,5 (9_4,1)
COAR		2,2 (4_2,2)						2,2 (4_2,2)
COSA		0 (4_0)						0 (4_0)
CRMO							2,3 (2_2,3)	2,3 (2_2,3)
FRAN	0 (1_)	0 (1_)				0 (1_)	0 (1_)	0 (4_0)
JUTH	19,3 (4_8,7)	4,1 (13_1,6)						7,7 (17_2,7)
PIHA		4 (2_4)	18,7 (15_3,1)	0 (1_)	16,4 (8_2,8)			16,1 (26_2,2)
PINI		11,5 (5_4,7)						11,5 (5_4,7)
PIPR			41,2 (3_23,9)	43,4 (18_5,7)				43,1 (21_5,6)
PITE	0 (2_0)							0 (2_0)
PRMA	5,6 (5_4,9)	0 (1_)						4,6 (6_4,1)
QUFA	2,4 (5_1,6)	40 (5_24,5)				6,8 (9_3,1)	0 (1_)	13,7 (20_6,8)
QUIL	4,2 (15_1,5)	3,1 (4_3,1)	0 (3_0)	75 (1_)		10,6 (12_3,6)	2,4 (2_0,1)	7,6 (37_2,4)
SANI							20 (1_)	20 (1_)
SOAR		0 (1_)						0 (1_)
SODO	0 (4_0)	0 (4_0)				20,8 (1_)	0 (1_)	2,1 (10_2,1)
VITI		0 (2_0)					0 (2_0)	0 (4_0)
Total	5,8 (43_1,5)	10,8 (58_3)	19,3 (22_4,2)	42,8 (20_5,8)	16,4 (8_2,8)	9,5 (27_2,1)	4,6 (15_1,6)	13,6 (193_1,5)

Tabla 3. Porcentaje de mortalidad pre-estival de distintas especies en los 7 montes estudiados. Entre paréntesis figura el número de parcelas donde aparece la especie seguido del error típico de la media. ACMO: *Acer monspessulanum*, ACOP: *Acer opalus*, AMOV: *Amelanchier ovalis*, ARUN: *Arbutus unedo*, CEAU: *Celtis australis*, COAR: *Colutea arborecens*, COSA: *Cornus sanguinea*, CRMO: *Crataegus monogyna*, FRAN: *Fraxinus angustifolia*, JUTH: *Juniperus thurifera*, PIHA: *Pinus halepensis*, PINI: *Pinus nigra*, PIPR: *Pinus pinaster*, PITE: *Pistacea terebinthus*, PRMA: *Prunus mahaleb*, QUFA: *Quercus faginea*, QUIL: *Quercus ilex*, SANI: *Sambucus nigra*, SOAR: *Sorbus aria*, SODO: *Sorbus domestica*, VITI: *Viburnum tinus*

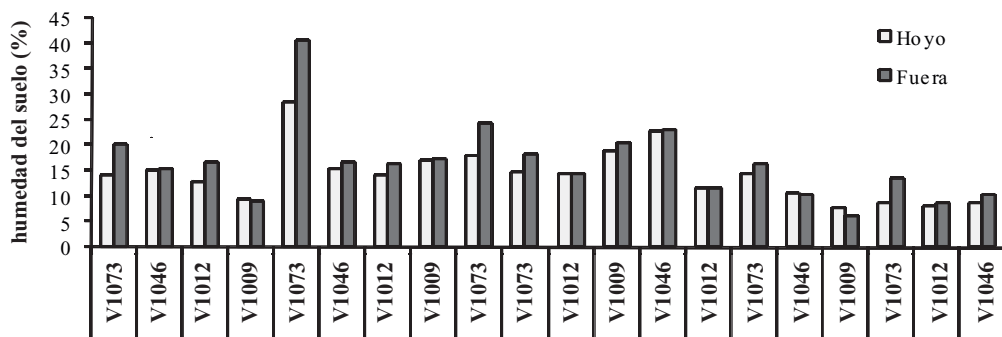


Figura 2. Evolución de la humedad del suelo dentro y fuera de los hoyos a lo largo del primer semestre del año en cuatro de los 7 montes estudiados

En general destaca que el número de especies utilizadas realmente es menor que lo expuesto en el proyecto, debido a su escasez en vivero. En algunos casos, se dejaron de repoblar algunos rodales por la elevada densidad de regenerado que presentaban. Así, el área de actuación de la mayoría de los montes en la realidad es menor que lo reflejado en el proyecto.

Agradecimientos

Este estudio está integrado en los convenios de I+D realizados entre la Universidad Politécnica de Valencia y las empresas TRAGSA y DIMESA, auspiciados por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana.

BIBLIOGRAFÍA

ALLOZA, J.A.; 2003 *Análisis de repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana. Desarrollo de criterios y procedimientos de evaluación.* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

CABRERA ARIZA, A.M.; 2005. *Supervivencia y crecimiento en dos repoblaciones forestales: análisis de influencia de distintas variables.*

T.P.F.C. E.T.S.I.A. - Universidad Politécnica de Valencia.

DEL CAMPO, A.D.; 2006. Control de calidad de obra en la restauración vegetal. *En: Jornadas sobre el papel de la ingeniería forestal en la hidrología y la gestión de cuencas.* C.H. del Júcar, C.O.I. de Montes, C.O.I.T. Forestales. Valencia.

DEL CAMPO, A.D.; HERMOSO, J.; CABRERA, A.M.; IBÁÑEZ, A.J. Y NAVARRO, R.M.; 2005. Influencia de la variación local de la estación en la restauración forestal. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 20: 79-85.

DEL CAMPO, A.D.; NAVARRO, R.M.; HERMOSO, J. E IBÁÑEZ, A.J.; 2007. Relationships between site and stock quality in *Pinus halepensis* Mill. reforestations on semiarid landscapes in eastern Spain. *Ann. For. Sci.* 64: 719-731.

MATNEY, T.G. & HODGES, J.; 1991. Evaluating regeneration success. *In: M.L. Duryea & P.M. Dougherty (eds.), Forest Regeneration Manual:* 321-331. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

PEMAN GARCÍA, J. Y NAVARRO CERRILLO, R. 1997. *Repoblaciones forestales.* Edicions de la Universitat de Lleida. Lleida.

TORRES, J.M. Y MAGAÑA, O.S.; 2001. *Evaluación de plantaciones forestales.* Limusa. México.