

# SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE REPOBLACIONES FORESTALES: LA OBRA DE RESTAURACIÓN DEL RIO GUADIAMAR

Rafael M<sup>a</sup> Navarro Cerrillo <sup>1</sup>, José Luis Saiz <sup>2</sup>; Antonio del Campo García <sup>2</sup>; Raquel Checa <sup>2</sup> y Antonio Alvarez Albarran <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Córdoba-Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes y <sup>2</sup>EGMASA.

## RESUMEN

La complejidad de los trabajos del Proyecto de Restauración del Río Guadimar, ha puesto en evidencia la necesidad de un sistema de control de calidad de las obras. En este trabajo se presenta el modelo propuesto y los resultados obtenidos en los años 1999-2001. La información recogida va desde la calidad de planta de vivero, hasta las actividades de plantación y los cuidados culturales suministrados a las mismas.

El modelo propuesto ha permitido recoger información suficiente para ir adecuando las actividades previstas en el proyecto a las condiciones particulares de la obra.

**PALABRAS CLAVES:** calidad de planta, control de calidad, repoblaciones

## SUMMARY

A general framework has been developed for quality control of afforestation activities at Guadimar River Restoration Project. Main establishment practices were checked by making control forms which successfully represented the effects of site factors, seedling stocks quality, plantations and cultural activities

Quality control model has been applied the last two years and it has brought up relevant information adapt the project to real site conditions.

**KEY WORDS:** quality control, seedling quality; afforestation,

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los trabajos de Restauración del Río Guadimar como consecuencia de la rotura de la presa de la mina de Aznalcollar constituye, posiblemente, una de las obras de restauración de mayor envergadura realizado por la Consejería de Medio Ambiente en los últimos años. La importancia y originalidad de este trabajo en el paisaje y en el medio natural, la necesidad de organizar la masa forestal en el tiempo (lucha contra incendios, plagas, etc.) y el volumen de recursos asignados, es justificación más que suficiente para realizar el seguimiento de la ejecución de los trabajos, de forma que permita la toma de decisiones rápidas y eficaces con la mayor y mejor información posible.

El seguimiento y control, tanto de la obra realizada como de los impactos generados, puede considerarse como un importante componente de la planificación de las repoblaciones. Debido a que en la mayoría de los casos se han justificado las marras por las condiciones meteorológicas desfavorables después de la repoblación no se ha reflexionado y profundizado sobre cuales podrían ser las causas reales de las mismas. Un sistema de control de en repoblaciones tiene como finalidad comprobar la calidad de los trabajos e identificar las posibles desviaciones con respecto al proyecto previsto.

El plan de seguimiento y control debe funcionar como un sistema abierto, con capacidad para modificar, cambiar o adaptar el proyecto a las situaciones que se plantean, conservando el equilibrio y la cohesión interna necesarios para alcanzar los fines y los objetivos, sin olvidar que las acciones que se lleven a cabo influyen en todos sus elementos. Por tanto, antes de proceder a la certificación o recepción de los trabajos de repoblación se hace necesario establecer unos criterios de control en cada una de las fases del proyecto. Estos criterios deben estar establecidos claramente en los *Pliegos de Condiciones Técnicas* del proyecto.

## II. MATERIAL Y METODOS

El sistema de control de calidad propuesto tiene una estructura básica que incluye el conjunto de etapas que deben ser controladas en un proyecto de repoblación (Tabla 1).

### 2.1. Replanteo de los rodales de repoblación

El replanteo de los rodales de repoblación sirve para recoger toda la información, tanto gráfica (coordenadas, fotografías, etc.), como temática (bases de datos asociadas) de cada una de las unidades de ejecución de los trabajos de restauración. El correcto levantamiento de los rodales es de **vital importancia** para el desarrollo posterior de las obras, ya que la interpretación de cada etapa del proyecto se apoya en el análisis de cada unidad de obra propuesta y su adecuación en la ejecución de la misma. El replanteo de los polígonos de actuación se basa en tres etapas:

**Bases de datos.**- Corresponde a la información asociada a cada polígono de actuación y esta organizada en: *Datos básicos de actuación, Datos temáticos de inspecciones y certificaciones. Fotos u otra información* susceptible de ser almacenada en forma digital (imágenes, etc.).

**Base cartográfica de cada polígono.**- Se incluyen en este apartado la información cartográfica correspondiente a cada rodal de repoblación: *Coordenadas GPS y Planos topográficos a escala 1:10.000.*

**Actualización de la información del proyecto.**-

### 2.2. Control de calidad del material forestal de reproducción (mfr)

En el seguimiento y control de calidad del MFR se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

**La semilla forestal.**- Los lotes de planta cultivada de cada especie incluyen una etiqueta donde se exprese la procedencia y análisis completo de la semilla.

**Control del cultivo en vivero.** Registro de las diferentes variables de cultivo de la planta (envase, sustrato, fertilización, y

riego).

**Calidad final de planta.-** La calidad de la planta se describe mediante los atributos de calidad generales en vivero (Ritchie, 1984; Navarro *et al.*, 1998) El muestreo de los atributos se hace sobre una muestra de 200 plantas por cada lote de cultivo de 250.000 plantas. Se comprobaba que las plantas cumplen las normas de calidad exterior, tanto cuantitativas como cualitativas que estén establecidas o se establezcan mediante una tabla de aceptación o rechazo (Peman, 1997).

**Enfermedades y plagas.-** Cada vivero debe entregar el correspondiente pasaporte fitosanitario. Esta información debe ser suficiente para un diagnóstico preciso. En caso de observarse síntomas de plagas o enfermedades puede hacerse un análisis fitopatológico (Trapero *et al* 1996).

**Parcela de contraste de calidad de planta.-** Se estableció una parcela de contraste en el entorno de la obra, a fin de evaluar la respuesta en plantación (*atributos de respuesta*). En estas parcelas se plantaron todos los lotes estudiados de modo se puede hacer una comparación entre ellos en las mismas condiciones de estación.

### 2.3. Control de ejecución de los trabajos

**Control del transporte y puesta en monte de la planta.-** Los aspectos que se controlarán son: embalaje, almacenamiento, transporte, descarga y manejo en el monte.

**Manejo de la planta durante la plantación.-** Se controlarán los siguientes factores: distribución de la planta entre las brigadas de plantación, manejo de los cepellones durante la distribución y la plantación, exposición de los cepellones al aire en los tiempos de espera durante la distribución y la plantación y tiempos de espera en cada una de las operaciones.

**Control de la calidad durante el establecimiento.-** Mientras se van realizando las distintas unidades de obra de la repoblación se han comprobado las características de las mismas: preparación del terreno, método de repoblación, y adecuación a los programas de tiempos establecidos en la programación

**Cuidados culturales a las repoblaciones.-** En el caso de aquellas especies que tienen previsto en el proyecto la realización de algún cuidado cultural se hará un seguimiento adecuado tanto de la ejecución de los mismos, como de la adecuación de las actuaciones.

Para la realización de los controles comentados se realizan visitas periódicas a la plantación por parte de los capataces de obra que recogen la información mediante estandillos estandarizados.

### 2.4. Seguimiento de repoblaciones

**Parcelas de certificación.-** El control de obra para la certificación provisional se realiza mediante el replanteo de parcelas de certificación en las que se procede a un inventario sistemático sobre 5000 m<sup>2</sup> por cada 10 ha de actuación. Esta superficie se distribuye en función del tamaño de los polígonos y su distribución espacial.

**Parcelas de contraste.-** El seguimiento final de los trabajos de restauración requiere un control global de la repoblación mediante la supervivencia y crecimiento de las plantas establecidas. El objetivo de este control es ver la adecuación de las actuaciones y de la ejecución de los trabajos, así como saber la razón de las marras (si estas aparecen) y a que causa pueden ser imputadas: circunstancias externas (clima, etc.) o derivadas de la obra. Para su realización se establecen *parcelas de contraste*. La distribución de estas parcelas se realiza teniendo en cuenta la distribución y características de los diferentes rodales de actuación. Estas parcelas se pueden establecer en condiciones controladas (lo cual no es posible en este caso), o a partir de los rodales ejecutados, las cuales serán seguidas durante un periodo establecido con el fin de estimar la evolución de las plantaciones. Si se observan pérdidas significativas en la supervivencia de las plantas en las parcelas de contraste se deben estudiar las causas que las han provocado con el fin de determinar a quien son imputables (contratista o causas externas a la obra). Si además las marras han superado el límite admisible en el pliego (4-20%) se exigirá al contratista la reposición de las mismas.

Este seguimiento se hace sobre una parcela por cada 100 ha de actuación. Cada parcela tiene una superficie de 2500 m<sup>2</sup>, distribuyéndose por asignación proporcional a cada tipo de modelo de vegetación. La dirección técnica de los trabajos en las parcelas de contraste corresponderá a la dirección de obra, que se personará durante la ejecución completa de la misma. En esta parcela se realizarán mediciones de supervivencia (% de marras) y de crecimiento (altura, y diámetro en el cuello de la raíz). Las mediciones se realizan durante el primer año en dos periodos diferentes, una medición en el mes de Mayo-Junio, y una segunda medición pasado el primer periodo estival. Estas mediciones pretenden evaluar el efecto directo del establecimiento (arraigo), y la respuesta de la planta a las condiciones del primer año de plantación. Las mediciones pueden realizarse posteriormente con una periodicidad anual (otoño), si se considera oportuno con el fin de conocer la evolución de las repoblaciones a medio plazo.

## III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Replanteo inicial de los polígonos

El replanteo de los rodales iniciales en el río Guadiamar permitió comprobar la adecuación de los modelos de vegetación propuestos y su superficie. La principal causa de cambios en el replanteo fue la desviación que existía entre los planos y la realidad, por lo que muchas cuadrículas quedaban desplazadas, localizándose en zonas que no se correspondían con el modelo de vegetación. Otra de las causas fue la existencia de vegetación preexistente. Posteriormente al trabajo de campo se propusieron una serie de cambios, la mayoría de los cuales fueron aceptados, lo que condujo a una nueva modificación de los planos que se utilizarían en la obra.

### 3.2. Control de calidad del material forestal de reproducción

El control de calidad final de planta incluyó los lotes y especies que fueron empleados en la repoblación. Estos datos dan una descripción detallada de la planta utilizada (Tabla 2 y 3), lo que significa que, según los resultados que se desprendan de las repoblaciones, se puede ir definiendo las características para la *planta tipo* a emplear en el corredor verde en subsiguientes anualidades.

La parcela de calidad de planta permite obtener datos para comparar los distintos lotes de una misma especie en igualdad de condiciones (Figura 1) y por tanto decidir sobre el lote más adecuado para la continuación de las plantaciones en los próximos años (2001-2002). Así por ejemplo, puede apreciarse que en el *acebuche* el valor del QI está inversamente relacionado con la supervivencia, mientras que en el *labiérnago* ocurre justo lo contrario. En esta especie, al igual que en el *lentisco* se observa que las bajas relaciones PSA/PSR son en principio favorables para la supervivencia. Para estos casos en los que la comparación de diversos lotes pone en evidencia la mejor respuesta de unos respecto de otros, pueden establecerse unas ventanas provisionales para los valores de los atributos de mayor relevancia y facilidad de medición (Figuras 2).

### 3.3. Transporte y puesta en monte de la planta. Manejo durante la plantación.

Una vez la salida de planta de los viveros se controló su manejo por la persona encargada del control de calidad.

### 3.4. Seguimiento de repoblaciones

**Parcelas de certificación.**- El control realizado ha tenido como unidad básica de superficie la *tesela*. Se han establecido un total de 17 teselas, de tal forma que cada una de ellas ocupa un único modelo de vegetación (Tabla 4)

**Parcelas de contraste.**-El seguimiento de la repoblación se efectuó mediante una serie de parcelas de control o contraste distribuidas a lo largo de la superficie plantada. La tabla 5 muestra el total de parcelas de contraste establecidas, así como su localización y el modelo de vegetación en el que fueron establecidas.

## 4. BIBLIOGRAFIA

NAVARRO CERRILLO, R.M., GÁLVEZ, C., CONTRERAS, V., DEL CAMPO, A. 1998b. *Protocolo para la caracterización del cultivo de plantas forestales en contenedor*. E.T.S.I. Agrónomos y de Montes - Universidad de Córdoba. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación - Laboratorio Agroalimentario (Córdoba). Sección Forestal de ASOCIAFLOR. Semillas Silvestres, S.L. Córdoba.

PEMAN, J. 1997. *Repaso al control de calidad de las repoblaciones forestales*. Montes N 47: 23-30.

RITCHIE, G.A. 1984. *Assesing seedling quality*. En DURYEA, M.L., LANDIS, T.D. *Forest nursery manual: production of bareroot seedlings*. Pags. 243-260. USDA-Forest Service. Oregon.

Tabla 1. Esquema del programa de seguimiento de los trabajos de restauración del Guadamar

PROGRAMA DE SEGUIMIENTO			
REPLANTEO	CONTROL CALIDAD DEL MAT. FOR. DE REPROD.	CONTROL DE OPERACIONES	EVALUACION
Localización y replanteo de polígonos	Control del cultivo y procedencia del MFR empleado.	Transporte y manejo de la planta. Procedimiento de preparación.	Adecuación a las actuaciones proyectadas
Adecuación de unidades de actuación	Control de calidad final de planta en vivero	Plantación. Control de marras	Evolución de plantaciones
	Control enfermedades y plagas	Cuidados culturales posteriores	Análisis de posibles causas de marras

Tabla 2. Resumen atributos materiales para tres lotes de acebuche empleados en el Guadamar

ESPECIE	COD-LOTE	H (cm)	DCR (mm)	H/DCR (cm/mm)	PSA (g)	PSR (g)	PST (g)	PSA/PSR	QI *
Olea europaea var. sylvestris	OePO400	52,0	4,7	11,18	5,62	1,65	7,27	5,36	0,47
	OePO500	23,4	4,2	5,51	2,08	1,36	3,45	2,21	0,51
	OeFP200	33,7	4,1	8,37	2,34	1,00	3,34	2,66	0,30

$$* QI = PST / (H/DCR + PSA/PSR)$$

Tabla 3. Problemas y daños detectados en los lotes.

ESPECIE	DAÑOS BIÓTICOS	DAÑOS ABIÓTICOS
<i>Ceratonia siliqua</i>	Manchas foliares ( <i>Pestalotiopsis</i> y <i>Alternaria</i> ) Necrosis radical ( <i>Pythium</i> y <i>Fusarium</i> )	Heladas
<i>Pistacia lentiscus</i>	Tallo infectado ( <i>Botryosphaeria</i> y <i>Pestalotiopsis</i> ) En raíz: <i>Fusarium</i>	
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Raíz infectada por <i>Cylindrocarpon</i> y <i>Fusarium</i>	
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Parte aérea infectada por Roya	

Tabla 4. Supervivencia real y observada en las teselas de control de la ejecución.

TESELA	SUPERFICIE (has)	MODELO VEGETACION	SUPERVIVENCIA OBSERVADA	FECHA MEDICIÓN
1	5,60	14	85	20/06/00
2	4,90	16	86	29/06/00

3 *	0,38	13 *	76	28/06/00
4 *	0,81	5 *	89	02/05/00
5 *	1,58	9 *	100	29/05/00
6 *	0,60	7 *	100	18/05/00
7 *	0,19	15 *	88	16/05/00
8 *	2,00	13 *	100	28/06/00
9 *	0,30	15 *	100	28/06/00
10	0,10	12	80	26/05/00
11	1,60	14	76	13/07/00
12	1,10	16	84	10/07/00
13 *	1,40	13 *	81	27/06/00
14	4,00	14	83	05/07/00
15	0,70	12	77	05/06/00
16	4,14	16	70	11/07/00
17 *	2,32	15 *	92	27/06/00

\*En estas teselas el conteo es solamente sobre planta grande

Tabla 5. Parcelas de control de calidad en el Tramo III

Código parcela	Tramo	Localización	Modelo	Problema	Fecha control supervivencia y crecimiento
Parcela 1	IIIa	Vado del Quema	7		28-04-00
Parcela 2	IIIa	Vado del Quema	9		26-04-00
Parcela 3	IIIa	Alcarayón	14		20-07-00
Parcela 4	IIIa	Alcarayón	16		23-05-00
Parcela 5	IIIa	La Patera	14		24-04-00
Parcela 6	IIIa	Alcarayón	16		18-05-00

Figura 1.- Resultados de supervivencia en la parcela de control de calidad de diferentes lotes de planta empleados en Guadimar.

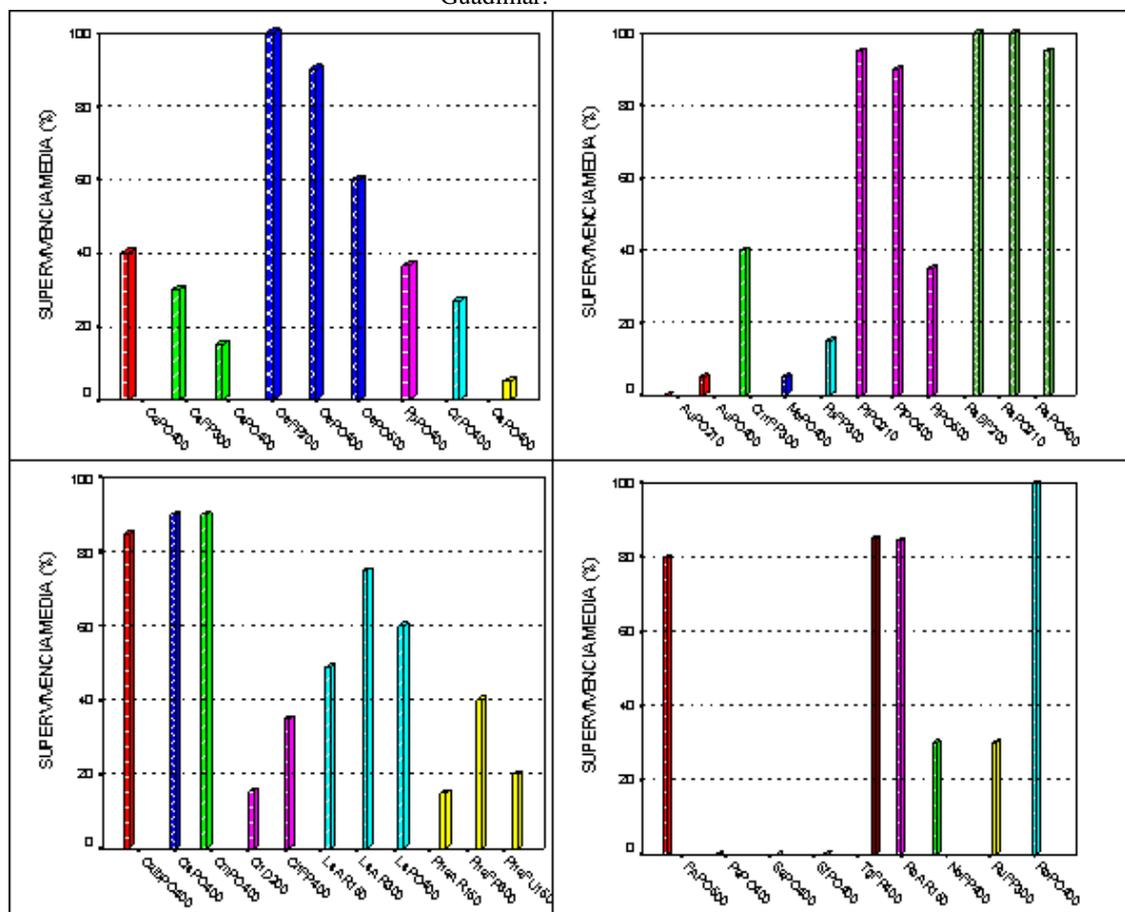


Figura 2.- Ventanas de calidad de planta para dos lotes de aladierno

