



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-336

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Propuesta de clasificación dinámico-estructural *a priori* de las repoblaciones forestales

JOVELLAR LACAMBRA L.C.¹, CEBALLOS ARANDA, J.²

¹ Universidad de Salamanca. Departamento de Construcción y Economía. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales
Junta de Castilla y León. Servicio Territorial de Medio Ambiente de Salamanca

² Junta de Castilla y León. Servicio Territorial de Medio Ambiente de Ávila

Resumen

El presente trabajo propone una clasificación dinámico-estructural *a priori* y de propósito general de las repoblaciones forestales con especies arbóreas para su aplicación en campo. La clasificación propuesta tiene como finalidad, entre otras, facilitar una evaluación rápida sobre el terreno de las plantaciones o siembras diferentes escalas, así como proporcionar una primera aproximación a las posibles intervenciones sobre las mismas. El sistema propuesto se basa en siete parámetros: Presencia/ausencia de un estrato de vegetación competidora, su recubrimiento, la altura relativa de la vegetación competidora respecto a la vegetación implantada, la densidad o presencia suficiente de arbolado viable, la existencia de competencia limitante entre el arbolado establecido, la altura media del arbolado y, de forma complementaria, la clase diamétrica del arbolado. Se analiza la posible utilidad de esta clasificación para la evaluación de campo de las repoblaciones, así como algunas de las posibles formas de utilización según disponibilidad de recursos o detalle requerido. Se discuten posibles situaciones de aplicación problemáticas, así como las pautas para solventarlas, especialmente aquellas relacionadas con la heterogeneidad del arbolado implantado y la presencia de trabajos de mantenimiento en la repoblación. Finalmente, la clasificación se ilustra mediante su aplicación a casos concretos.

Palabras clave

Forestación, reforestación, plantación, dinámica, estructura.

1. Introducción

El seguimiento y la evaluación de las plantaciones forestales constituyen aspectos trascendentales dentro de los planes y proyectos de forestación o reforestación, independientemente de su naturaleza y propósito (DURYEA & DOUGHERTY, 1991; JACOBS et al., 2015; STANTURF et al., 2014; STEIN, 1992; WORTLEY et al., 2013) Uno de los objetivos ineludibles en este proceso de seguimiento y evaluación se refiere a la probabilidad de que las masas implantadas cumplan con el objetivo para el que fueron establecidas (TORRES, 2001). Por otra parte, conocer el estado de la plantación en un determinado momento resulta fundamental para la gestión del sistema: aplicación de posibles labores selvícolas encaminadas a favorecer la funcionalidad de la misma o para corregir posibles desviaciones respecto al proceso restauración planificado. Aunque los criterios e indicadores para determinar estos extremos deben establecerse de forma específica para cada tipo de plantación y pueden llegar a alcanzar una elevada complejidad (ADAMS, 2015; HERRICK et al., 2006; PALMER et al., 2005; RUIZ-JAEN & MITCHELL AIDE, 2005), el empleo de indicadores directamente relacionados con el arbolado en desarrollo (densidad, distribución espacial o índices dasométricos diversos) suele ser común, tanto en procesos de forestación o reforestación (Forestry Tasmania, 2010; Jovellar et al., 2012, ; Landram, 1996; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2006; Nickelson, 2014) como en procesos de regeneración natural (JOVELLAR et al., 2013; SERRADA, 2003; STEIN, 1992; SWIECKI et al., 1993).

Dentro de los factores que más inciden en el desarrollo de las plantaciones forestales se encuentran los derivados de la interacción del arbolado implantado con la vegetación herbácea o leñosa competidora, de tal forma que el estado de desarrollo de la plantación en un determinado

momento es función, entre otros factores, de las posibilidades que haya mostrado el nuevo arbolado para superar la competencia de la vegetación preexistente (BORGES et al., 2014; CUESTA et al., 2010; REY BENAYAS, 2005). Las clasificaciones de la vegetación forestal de base estructural son elementos muy utilizados para la gestión, por cuanto que sintetizan información que permite la toma de decisiones y pueden emplearse para establecer relaciones con otros factores del medio en estudios de muy diversa índole. Las clases naturales de edad (ver por ejemplo REQUE et al., 2013), los modelos de combustible (ROTHERMEL, 1972; SCOTT & BURGAN, 2005) o los tipos estructurales del Mapa Forestal de España (RUIZ DE LA TORRE, J, 1990) por citar algunas de las más conocidas, son algunos ejemplos de clasificaciones de uso generalizado cuya utilidad ha sido suficientemente probada. Hasta donde conocemos, no existe una clasificación específica para repoblaciones forestales que permita determinar su estado de desarrollo respecto a la vegetación competidora o la probabilidad de cumplimiento de los objetivos selvícolas para los que fue proyectada. Sin embargo, una clasificación de este tipo podría, entre otras cuestiones, facilitar la evaluación operativa de las forestaciones a lo largo de su desarrollo, orientar acerca de las intervenciones susceptibles de llevarse a cabo en el sistema o mejorar la estadística forestal de los terrenos repoblados mediante una caracterización de su estado.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es el establecimiento de una clasificación *a priori* que permita caracterizar sobre el terreno las plantaciones forestales a escala rodal o subrodal, a partir de parámetros de fácil estimación.

3. Metodología

3.1 Elección de parámetros.

La clasificación propuesta utiliza 7 parámetros, que se pueden agrupar en tres categorías:

Parámetros exclusivamente relacionados con la vegetación competidora

- 1) Presencia o ausencia de un estrato de vegetación competidora
- 2) Recubrimiento de la vegetación competidora

Parámetros relacionados con la vegetación competidora y con la vegetación implantada.

- 3) Altura relativa de la vegetación competidora respecto a la vegetación implantada

Parámetros exclusivamente relacionados con la vegetación implantada

- 4) Densidad o presencia suficiente de arbolado viable
- 5) Existencia de competencia limitante entre el arbolado establecido
- 6) Altura media del arbolado
- 7) Clase diamétrica del arbolado

Los 6 primeros parámetros configuran la clasificación propiamente dicha, mientras que la clase diamétrica constituye un parámetro complementario. Por último, se han establecido una serie de símbolos para indicar características de la plantación en cuanto a trabajos de mantenimiento o tratamientos selvícolas que se hayan podido constatar sobre el terreno. A continuación, se detallan las categorías de cada parámetro:

Presencia o ausencia de un estrato de vegetación competidora

Este parámetro se concreta mediante la existencia de uno o varios estratos en la repoblación y su naturaleza en lo referente a la vegetación competidora (herbácea/matras bajas, matorral o arbolado). Inicialmente, la clasificación discrimina entre la existencia de un único estrato o de varios, para a continuación distinguir el tipo o tipos de estratos de que se trate.

Estrato único. La existencia de un estrato único de tipo arbóreo presupone la ausencia de competencia significativa por parte del matorral o de las herbáceas/matas bajas. En la parcela o rodal adscritos a este tipo, únicamente encontraremos el arbolado de la plantación y el suelo desnudo o recubierto o recubierto de restos, principalmente hojarasca. De existir matorral o herbáceas, estos serán minoritarios y sin influencia alguna sobre el arbolado. Si el estrato único dominante lo es de vegetación herbácea/matas bajas, supondrá que este tipo de vegetación domina o es codominante con la vegetación implantada, según los criterios de dominancia/codominancia definidos en el apartado siguiente. A efectos de esta clasificación se trata de herbáceas o leñosas que generalmente no van a sobrepasar los 50 cm de altura. De análoga forma se considera la existencia de un estrato único de matorral (dominante o codominante con el arbolado implantado). La altura del matorral, tal y como se utiliza en la clasificación, se considera comprendida entre los 50 cm y los 200 cm de altura.

Dos o más estratos. En este caso la plantación se ha estratificado y el arbolado implantado supera claramente a la vegetación competidora constituyéndose en un estrato independiente, o bien se ha estratificado según las diferentes especies establecidas (plantaciones pluriespecíficas), o según clases de desarrollo dentro de la misma especie. La adscripción del rodal o parcela a esta categoría supone que el estrato arbóreo domina la vegetación competidora, según el criterio de altura explicado en el siguiente apartado.

La inclusión en una de las dos categorías de vegetación competidora de aquellas parcelas de muestreo o superficies con presencia simultánea de dos o más tipos de vegetación (suelo desprovisto de vegetación viva, herbáceas o matas bajas y matorral) se dirimirá observando cuál es la forma dominante en cuanto a recubrimiento del suelo y, fundamentalmente, qué tipo interactúa de forma directa y predominante con el arbolado implantado. En el apartado correspondiente a las indicaciones de uso, se volverá sobre este extremo.

Criterios para el establecimiento de la altura relativa del estrato de vegetación competidora respecto al arbolado implantado.

Se consideran en la clasificación tres categorías:

- a) El arbolado se encuentra claramente dominado en altura por la vegetación competidora ($H_{arb} < H_{comp}$)
- b) El arbolado iguala o supera en altura a la vegetación competidora, pero no llega al doble de la altura de ésta. ($H_{comp} \leq H_{arb} < 2H_{comp}$)
- c) El arbolado resulta claramente dominante frente a la vegetación competidora constituyéndose en un estrato independiente ($H_{arb} > 2H_{comp}$), o bien se ha estratificado él mismo según las diferentes especies establecidas o según el grado de desarrollo de los individuos de la misma especie.

Es importante hacer notar que los casos a) y b) implican, a efectos de la clasificación, un estrato único, bien de matorral, bien de herbáceas o matas bajas. Únicamente el caso c) prefigura la existencia de dos estratos.

Recubrimiento de la vegetación competidora

Este parámetro está directamente relacionado con la intensidad de la competencia con el arbolado implantado. En aras a la simplificación de la clasificación se distinguen dos categorías, que se aplicarán al estrato herbáceo (o matas) y al matorral.

- a) Estrato denso. La fracción de cabida es superior al 50 %
- b) Estrato claro. Fracción de cabida inferior al 50 %

Densidad o presencia suficiente de arbolado viable para el cumplimiento de los objetivos de la repoblación

Este parámetro únicamente puede ser asignado a una de las siguientes categorías: Densidad suficiente, densidad insuficiente. Constituye, probablemente, el más problemático de establecer de todos los que intervienen en la clasificación, y ello no por determinar si el número de pies viables supera o no un determinado valor límite, sino por establecer el criterio subyacente para establecer ese límite. Se trata de determinar si las existencias (en cuanto a nº de pies viables) en el momento de la evaluación y su distribución espacial superan los mínimos establecidos para la edad, especie, estación y objetivo estipulado. Esto presupone la existencia de un modelo de mínimos con el que comparar la situación sobre el terreno. Algunas administraciones han establecido este límite, en el ámbito del control de subvenciones, como un porcentaje de la densidad inicial. Así por ejemplo Castilla y León establece el 80 % de la densidad inicial durante los 5 años posteriores a la plantación y el 70 % a partir del sexto año, ambos límites con excepciones por razones ecológicas o selvícolas (JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 2009) . La determinación de la densidad se suele realizar mediante muestreo y existen no pocos métodos orientados a este fin (TORRES, 2001). No obstante, como se expone en el apartado correspondiente a los posibles métodos de utilización de esta clasificación, para la aplicación detallada se recomienda un muestreo mediante parcelas. La presencia suficiente de arbolado puede determinarse de forma alternativa a la densidad mediante el método del cuadrante fijo o stocking quadrat (ver, por ejemplo, STEIN, 1992) en cuyo caso, las parcelas de muestreo únicamente se clasificarán (en cuanto a existencias) en función de la presencia o ausencia de una única planta viable. Para este procedimiento deberá fijarse el número mínimo de parcelas con planta viable para considerar que la plantación puede cumplir objetivos, así como los parámetros propios del método.

La segunda parte de la descripción de este parámetro hace referencia al concepto de planta viable. A pesar de su importancia, no existe una definición generalmente aceptada de planta viable. En algunos países, esta definición varía no sólo con la especie sino con su estado de desarrollo (FORESTRY TASMANIA, 2010). No obstante, la mayor parte de las definiciones coinciden en exigir que se trate de plantas sanas, sin daños mecánicos, ni de insectos, ni patologías de importancia, que puedan presentar un crecimiento vigoroso y que presenten unas dimensiones mínimas en cuanto a altura y, en ocasiones, diámetro.

Existencia de espesura excesiva limitante para el crecimiento

Este parámetro es un indicador que establece si la densidad del arbolado implantado es tal que está dando lugar a limitaciones significativas en el crecimiento del arbolado por un exceso de competencia. Puede tomar dos valores: espesura limitante o no limitante. Se supondrá una espesura limitante desde el momento en que la repoblación vea comprometida su viabilidad (cumplimiento de los objetivos selvícolas asignados) por un exceso de arbolado, incluso antes de mostrar signos evidentes de estancamiento o decrepitud.

Altura media del arbolado

Se establecen 5 clases, lo que permitirá en muchas ocasiones su estimación visual sin necesidad de efectuar mediciones detalladas (tabla 1).

Tabla 1. Clases de altura del arbolado implantado, en m

Rango de altura	Categoría
$0 < h \leq 0.5$ m	1
$0.5 < h \leq 1.3$ m	2
$1.3 < h \leq 3.0$ m	3
$3.0 < h \leq 5.0$ m	4
$h > 5.0$ m	5

Diámetro medio del arbolado medido a 1,30 m de altura (DAP)

Se considera un parámetro complementario de la clasificación. Se establecen 4 clases (tabla 2), que coinciden con las categorías generalmente aceptadas para el establecimiento de las principales clases naturales de edad. Así, los 2,5 cm se establecen como límite superior del regenerado; los 10 cm se emplean como límite entre las clases de repoblado y de latizal y los 20 cm como límite entre las clases de latizal y fustal, como muestran, por ejemplo, REQUE Y BRAVO (2008) o SERRADA (2003). Estos límites se han venido utilizando también en el Inventario Forestal Nacional en sus diversas ediciones.

Tabla 2. Clases de diámetro del arbolado implantado, en cm. Diámetro medido a 1.30 cm de altura (DAP)

Rango de diámetro	Categoría
$0 < d \leq 2.5$ cm	1
$2.5 < d \leq 10$ cm	2
$10 < d \leq 20$ cm	3
$d > 20.0$ cm	4

4. Resultados y discusión

La combinación de los factores anteriores da lugar a la clasificación de las plantaciones propuesta. Esta clasificación se muestra, en forma de clave dicotómica en la tabla 3.

Tabla 3. Clasificación dinámico-estructural de las repoblaciones forestales

		Clase de altura				
1. Estrato único (1)						
1.1 Estrato arbóreo predominante (2)						
1.1.1. Espesura no limitante (3)						
1.1.1.1 Densidad suficiente/presencia	T1	1	2	3	4	5
1.1.1.2 Densidad insuficiente/ausencia	T2	1	2	3	4	5
1.1.2 Espesura limitante	T3	1	2	3	4	5
1.2 Estrato herbáceo o de matas bajas (h < 50 cm) dominante o estrato arbóreo codominante con el estrato herbáceo/matas (4)						
1.2.1. El estrato herbáceo/matas domina en altura el arbolado implantado.						
1.2.1.1 Tapiz herbáceo o de matas denso						
1.2.1.1.1 Densidad suficiente/presencia (5)	H1	1(7)				
1.2.1.1.2 Densidad insuficiente/ausencia	H2	1				
1.2.1.2 Estrato herbáceo/matas claro o medianamente denso						
1.2.1.2.1 Densidad suficiente/presencia	H3	1				

1.2.1.2.2 Densidad insuficiente/ausencia	H4	1			
1.2.2. Estrato arbóreo codominante con el estrato herbáceo/matas					
1.2.2.1 Tapiz herbáceo o de matas denso (6)					
1.2.2.1.1 Densidad suficiente/presencia	H5	1	2		
1.2.2.1.2 Densidad insuficiente/ausencia	H6	1	2		
1.2.2.2 Estrato herbáceo/matas claro o medianamente denso					
1.2.2.2.1 Densidad suficiente/presencia	H7	1	2		
1.2.2.2.2 Densidad insuficiente/ausencia	H8	1	2		
1.3 Estrato de matorral (h> 50 cm) dominante o estrato arbóreo codominante con el matorral (4)					
1.3.1. El estrato de matorral domina en altura al arbolado implantado.					
1.3.1.1 Matorral denso					
1.3.1.1.1 Densidad suficiente/presencia	S1	1	2		
1.3.1.1.2 Densidad insuficiente/ausencia	S2	1	2		
1.3.1.2 Matorral claro					
1.3.1.2.1 Densidad suficiente/presencia	S3	1	2		
1.3.1.2.2 Densidad insuficiente/ausencia	S4	1	2		
1.3.2. Estrato arbóreo codominante con el estrato herbáceo/matas (4)					
1.3.2.1 Matorral denso					
1.3.2.1.1 Densidad suficiente/presencia	S5	2	3	4	5
1.3.2.1.2 Densidad insuficiente/ausencia	S6	2	3	4	5
1.3.2.2 Matorral claro					
1.3.2.2.1 Densidad suficiente/presencia	S7	2	3	4	5
1.3.2.2.2 Densidad insuficiente/ausencia	S8	2	3	4	5
2. Dos o más estratos bien diferenciados					
2.1 Estrato arbóreo y estrato herbáceo					
2.1.1 Espesura no limitante					
2.1.1.1 Densidad suficiente/presencia	L1	2	3	4	5
2.1.1.2 Densidad insuficiente/ausencia	L2	2	3	4	5
2.1.2 Espesura limitante por competencia	L3	2	3	4	5
2.2 Estrato arbóreo y estrato de matorral (o regeneración natural)					
2.2.1 Espesura no limitante					
2.2.1.1 Matorral denso					
2.2.1.1.1 Densidad suficiente/presencia	L4	3	4	5	
2.2.1.1.2 Densidad insuficiente/ausencia	L5	3	4	5	
2.2.1.2 Matorral claro					
2.2.1.2.1 Densidad suficiente/presencia	L6	3	4	5	
2.2.1.2.2 Densidad insuficiente/ausencia	L7	3	4	5	
2.2.2 Espesura limitante	L8	3	4	5	
2.3 Estrato arbóreo dominante claramente estratificado (una o varias especies)					
2.3.1 Densidad suficiente/presencia	L9	3	4	5	
2.3.2 Densidad insuficiente/ausencia	L10	3	4	5	

- (1) No se distingue más de un estrato en la plantación. En el caso de herbáceas, matas bajas o matorral, estos estratos dominan al estrato arbóreo
- (2) Sin presencia significativa de herbáceas, matas bajas o matorral, esta situación se dará en suelos pobres, zonas con control permanente de la vegetación o implantación reciente con eliminación plena de la vegetación preexistente.
- (3) Puede producirse una ralentización o estancamiento del crecimiento por competencia
- (4) A efectos de la clasificación, se entenderá por estrato arbóreo codominante, aquél en el que la plantación presenta una altura comprendida entre la del estrato con el que compite y el doble de la altura de éste (ver texto)
- (5) Según la edad y el objetivo de la plantación

- (6) El límite de recubrimiento entre claro y denso se establece en el 50 %
- (7) La clase de altura se mantiene en H1, H2, H3 y H4 por motivos de homogeneización, si bien, no resulta estrictamente necesaria

Cada una de las 29 categorías principales establecidas en la tabla 3, se subdivide en una o varias clases de altura, de tal forma que las subclases resultantes se incrementan.

La notación final para la clasificación tendrá, pues, tres componentes: Un primer código correspondiente al tipo general; un segundo código (entre 1 y 5) correspondiente a la clase de altura y un tercer código, opcional, correspondiente a la clase diamétrica.

A modo de ejemplo, una plantación que se clasifique como **S7.2.2** refleja una parcela o un rodal con presencia predominante de matorral claro (recubrimiento inferior al 50 %), en el que el arbolado no está dominado por el matorral pero que tampoco ha superado en más de dos veces la altura del éste; que presenta una densidad de planta viable suficiente acorde con su edad y su objetivo selvícola; que tiene una altura entre 1,3 y 3,0 metros y cuyo diámetro (DAP) está comprendido entre 2,5 y 10 cm. De igual modo, una parcela, rodal o superficie clasificada como **H4.1.1** indicará que nos encontramos con una plantación dominada por un estrato herbáceo denso que no presenta el número de plantas mínimo para el cumplimiento del objetivo que le fue asignado. Su altura, es inferior a 50 cm. El DAP asignado será también, lógicamente inferior a 2,5 cm, puesto que el arbolado no alcanza la altura de 1,30 m.

Modo de empleo de la clasificación

Aunque son múltiples las formas en que esta clasificación puede utilizarse, se indican a continuación brevemente dos niveles de uso dependiendo del grado de exactitud requerido.

En primer lugar, puede obtenerse una primera aproximación mediante observación directa de la zona objeto de estudio. Se trata de establecer de visu, a qué categoría pertenece el rodal o la zona concreta que se quiere evaluar, de forma similar a lo que podría hacerse para tener una primera idea de a qué clase natural de edad pertenece la masa en cuestión o a qué modelo de combustible podríamos asignar la formación. Para ello, se pueden tomar algunos datos de alturas o diámetros. Esta primera aproximación puede matizarse según conveniencia utilizando para ello las observaciones oportunas. Por ejemplo, *“La plantación se encuentra en su mayor parte en un estadio H7.2.1, si bien en las zonas de vaguada predomina el estado H6.1.1”*. Nótese que en ambos casos la referencia al diámetro puede deducirse del código anterior.

Una aplicación detallada de la clasificación pasa por la ejecución de una técnica de muestreo adecuada y en concreto por el empleo de parcelas de muestreo. En esta variante, lo que se clasifica en primer término no es el rodal o el subrodal sino la parcela, de tal forma que al final de la prospección dispondremos de un número de parcelas que podrán haberse asignado a una o varias categorías. Tanto el diseño de muestreo como la orientación de los resultados estarán en función del objetivo perseguido, que puede ser la comprobación de un condicionado para el pago de una subvención por parte de la administración, la evaluación de un programa de forestación o un estudio científico que pretenda modelizar el estado o la evolución de la plantación.

Ambos niveles de aproximación pueden, lógicamente, apoyarse con técnicas de teledetección, pero es importante resaltar que el detalle de la escala de trabajo requerido en algunos casos (i.e. arbolado dominado por herbáceas) va a hacer que estas técnicas, necesarias para la planificación o la interpretación de resultados no puedan sustituir el trabajo de campo.

Algunas situaciones de aplicación problemáticas

Heterogeneidad

La presencia de situaciones en las que el arbolado implantado presente una elevada heterogeneidad, es decir, que existan plantas en diferentes posiciones relativas respecto a los estratos competidores, deberá considerarse la situación dominante en cuanto a número de árboles.

Si aparecen mezclados íntimamente varios estratos competidores, el criterio recomendado para la determinación de cuál es el estrato competidor para utilizar en la clasificación es elegir aquel que suponga una competencia más directa para la planta y, si esto no es posible de determinar, aquél que presente un mayor recubrimiento en la zona (o en la parcela si estamos utilizando parcelas de muestreo)

Tratamientos de mantenimiento de la plantación

En el caso de que la plantación haya sido objeto de trabajos de mantenimiento encaminados a eliminar la vegetación herbácea o de matorral, se recomienda operar de la siguiente forma:

Binas o escardas: se considerará la vegetación en el exterior de la zona binada. Es decir, el estrato dominante en el entorno exterior de la bina.

Gradeos: en el caso de que el gradeo sea por fajas o cruzado y no se elimine la vegetación en el entorno inmediato de la planta, se considerará como estrato competidor este entorno inmediato no afectado por el gradeo.

Desbroces manuales o mediante desbrozadora: se aplicará el mismo criterio que en el caso de los gradeos y las binas.

Únicamente en el caso de intervenciones que supongan eliminación de la vegetación competidora en toda la superficie, se empleará la categoría de estrato único.

Aplicación práctica

Con el fin de mostrar la aplicación práctica de la clasificación propuesta sobre repoblaciones reales, se muestran 10 ejemplos de plantaciones de distintas edades y especies que han sido tipificadas según la clasificación propuesta. Las figuras 1 y 2 muestran dos plantaciones (Pino piñonero de 20 años y alcornoque de 17, en el estado **T1.4**). Si bien en el primer caso no es previsible cambios a medio plazo en cuanto a la vegetación competidora se refiere, la presencia de brotes de jara pringosa (*Cistus ladanifer*) en la plantación de alcornoque (apenas perceptibles en la fotografía), anticipa una posible evolución a un estado **L6** o **L4**. Ello suponiendo que no continúen los trabajos de gradeo en la parcela.

En la figura 3 se muestra una plantación de pino silvestre de 3 años, cuyo estado mayoritario es **T1.2** (arbolado dominante sin competencia, 0,50 a 1,30 m). En la plantación también existen zonas en las que el matorral ejerce una cierta competencia con el arbolado y que corresponderían al estado **S7**. Un estrato único con un exceso de competencia derivado de la alta densidad es la situación que presenta la plantación de pino negral de la figura 4, que se corresponde con el estado **T3**. Puntualmente aparecen zonas con presencia de matorral, correspondientes al tipo **L8**. En la figura 5, un estrato herbáceo denso compite de forma intensa con la encina implantada hace tres años en una zona excesivamente húmeda. Queda patente la necesidad imperiosa de binas u otras técnicas de eliminación de las herbáceas competidoras. El tipo correspondiente es **H1.1** ya que, a pesar de que la fotografía no permite apreciarlo, aún existe densidad suficiente de planta viva viable en la zona o en la parcela de muestreo. No es el caso del primer plano de la fotografía que se muestra en la figura 6, donde la escasez de planta viable por la competencia de la vegetación herbácea de la zona de valle, califica esta zona como **H2.1**. Por el contrario, el segundo plano de la fotografía muestra la evolución que ha seguido la misma plantación al cabo de 15 años, y que se clasifica como **L1.3**, al existir un estrato bien definido de encina de repoblación con densidad suficiente y no excesiva sobre un estrato herbáceo. La figura 7 muestra una plantación de encina de 20 años que empieza a despuntar entre el matorral denso de escoba (*Cytisus multiflorus*). La densidad estimada se considera suficiente para el objetivo de la plantación por lo que se clasificaría como **S5.2**. La repoblación de pino negral de 4 años de la figura 8 presenta competencia directa de matorral claro de jara estepa (*Cistus laurifolius*), a pesar de la presencia de herbáceas que puede observarse entre líneas y que resulta engañosa por el ángulo en el que se ha tomado la fotografía. En la figura 8, una plantación de encina y alcornoque de 14 años presenta un estrato herbáceo claro. En esta plantación alternan zonas **L1** (mayoritarias) en las que aún no hay evidencias de competencia entre el arbolado, con otras minoritarias en las que

los árboles empiezan a competir entre ellos (**L3.3**). Finalmente, la figura 10 muestra una estratificación incipiente del pino silvestre por encima de un estrato de jara estepa (*Cistus laurifolius*) y que correspondería al tipo **L4.3**.

 <p>Pinus pinea (20 años) Clasificación: T1.4.4</p>	 <p>Quercus suber (17 años) Santiz (Salamanca) Clasificación: T1.4.3</p>
<p>Fig. 1 <i>Pinus pinea</i> de 20 años. Villanueva de Gómez (AV) Clasificación: T1.4.4</p>	<p>Fig. 2 <i>Quercus suber</i> de 17 años. Santiz (SA) Clasificación: T1.4.3</p>
 <p>Pinus sylvestris (6 años) Clasificación T1.2.1 (La progresión del matorral puede llevar al estado S7)</p>	 <p>Pinus pinaster (20 años) Clasificación: T3.3.2 con zonas L8.3.2</p>
<p>Fig. 3 <i>Pinus sylvestris</i> (6 años). Hoyocasero (AV) Clasificación: T1.2.1</p>	<p>Fig. 4 <i>Pinus pinaster</i> (20 años). Guisando (AV) Clasificación: T3.3.2</p>
 <p>Quercus ilex (3 años) Almendra (Salamanca) Clasificación H1.1.1</p>	 <p>Quercus ilex (15 años) Clasificación H2.1.1 (bajo la línea roja) L1.3.2 (zona arbolada del fondo)</p>

<p>Fig. 5 <i>Quercus ilex</i> (3 años). Almendra (SA) Clasificación: H1.1.1</p>	<p>Fig. 6 <i>Quercus ilex</i> (15 años). Puebla de Azaba (SA) Clasificación: H2.1.1/L1.3.2</p>
---	--

 <p><i>Quercus ilex</i> (20 años) Clasificación: S5.2.2</p>	 <p><i>Pinus pinaster</i> (4 años) Clasificación: S7.2.1</p>
<p>Fig. 7 <i>Quercus ilex</i> (20 años) Gallegos de Argañán (SA) Clasificación: S5.2.2</p>	<p>Fig. 8 <i>Pinus pinaster</i> (4 años) Ojos Albos (AV) Clasificación: S7.2.1</p>
 <p><i>Quercus ilex</i> + <i>Quercus suber</i> (14 años) Barruecopardo (Salamanca) Clasificación: L1.3.3 con zonas L3.3.3</p>	 <p><i>Pinus sylvestris</i> (20 años) Clasificación: L4.3.2</p>
<p>Fig. 9 <i>Quercus ilex</i> + <i>Quercus suber</i> (14 años) Barruecopardo (SA) Clasificación: L1.3.3/L3.3.3</p>	<p>Fig. 10 <i>Pinus sylvestris</i> (20 años) Las Navas del Marqués (AV) Clasificación: L4.3.2</p>

5. Conclusiones

La clasificación propuesta tipifica las plantaciones forestales desde un componente dinámico-estructural. Se ha pretendido elaborar una herramienta operativa de fácil aplicación en campo, intuitiva y versátil. Inicialmente pretende abarcar todas las situaciones posibles pero su validación tendrá que venir de la mano de su continuada puesta en práctica y de ulteriores estudios que corroboren su validez general.

6. Bibliografía

- ADAMS, J. K. (2015). *Evaluating the Success of Forest Restoration* (University Honors Theses). Paper 178. Portland State University.
- BORGES, J., DIAZ-BALTEIRO, L., MCDILL, M. & RODRIGUEZ, L. (2014). *The management of industrial forest plantations*. New York: Springer.
- CUESTA, B., VILLAR-SALVADOR, P., PUÉRTOLAS, J., JACOBS, D. F. & REY BENAYAS, J. M. (2010). Why do large, nitrogen rich seedlings better resist stressful transplanting conditions?: A physiological analysis in two functionally contrasting Mediterranean forest species. *Forest Ecology and Management*, 260(1), 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.04.002>
- DURYEA, M. L. & DOUGHERTY, P. M. (1991). *Forest regeneration manual*. FOSC: Vol. 36. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Publishers.
- FORESTRY TASMANIA. (2010). *Regeneration surveys and stocking standards: Native Forest Silviculture Technical Bulletin (6)*. Hobart.
- HERRICK, J. E., SCHUMAN, G. E. & RANGO, A. (2006). Monitoring ecological processes for restoration projects. *Journal for Nature Conservation*, 14(3-4), 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2006.05.001>
- JACOBS, D. F., OLIET, J. A., ARONSON, J., BOLTE, A., BULLOCK, J. M., DONOSO, P. J. LANDHÄUSSER, S. M. MADSEN, P. PENG, S. REY-BENAYAS, J. M. & WEBER, J. C. (2015). Restoring forests: What constitutes success in the twenty-first century? *New Forests*, 46(5-6), 601–614. <https://doi.org/10.1007/s11056-015-9513-5>
- JOVELLAR, L. C., FERNÁNDEZ DE UÑA, L., MEZQUITA SANTOS, M., BOLAÑOS LÓPEZ DE LERMA, F. & ESCUDERO SAN EMETERIO, V. (2013). Structural characterization and analysis of the regeneration of woodlands dominated by *Juniperus oxycedrus* L. in west-central Spain. *Plant Ecology*, 214(1), 61–73. <https://doi.org/10.1007/s11258-012-0146-x>
- JOVELLAR, L. C., GARCÍA MARTÍN, A. & SAN MARTÍN, R. (2012). Effects of microsite conditions and early pruning on growth and health status of holm oak plantations in Central-Western Spain. *New Forests*, 43(5-6), 887–903. <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9335-7>
- JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. (2009). *Orden MAM/39/2009, de 16 de enero, por la que se establecen las bases reguladoras para la concesión de ayudas a la primera forestación de tierras agrícolas, cofinanciadas por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Castilla y León 2007-2013*.
- LANDRAM, M. (1996). Status of Reforestation on National Forest Lands Within the Sierra Nevada Ecosystem Project Study Area. *Sierra Nevada Ecosystem Project: Final report to Congress, vol. III, Assessments and scientific basis for management options*. Davis: University of California, Centers for Water and Wildland Resources,
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (2006). *Forestación de tierras agrícolas: Análisis de su evolución y contribución a la fijación del carbono y al uso racional de la tierra*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones.

- NICKELSON, J. B. (2014). *Evaluating the succes of oak afforestation on former agricultural lands in southern Illinois*. Southern Illinois University Carbondale.
- PALMER, M. A., BERNHARDT, E. S., ALLAN, J. D. LAKE, P. S. ALEXANDER, G. BROOKS, S. CARR, J. CLAYTON, S. DAHM, C. N. FOLLSTAD SHAH, J. GALAT, D. L. LOSS, S. G. GOODWIN, P. HART, D. D. HASSETT, B. JENKINSON, R. KONDOLF, G. M. LAVE, R. MEYER, J. L. O'DONNELL, T. K. PAGANO, L. & SUDDUTH, E. (2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, 42(2), 208–217. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01004.x>
- REQUE, J. A. & BRAVO, F. (2008). Identifying forest structure types using National Forest Inventory Data: The case of sessile oak forest in the Cantabrian range. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 17(2), 105. <https://doi.org/10.5424/srf/2008172-01027>
- REQUE, J. A., BAYARRI, E. Y SEVILLA, F. (2013). *Diagnóstico selvícola*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Innovación Educativa.
- REY BENAYAS, J. M. (2005). Restoring forests after land abandonment. Forests restoration in landscapes: beyond planting trees (ed. by S. Mansourian, D. Vallauri and N. Dudley), 356–360. Springer. New York.
- ROTHERMEL, R. C. (1972). *A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, pp. 35–39.
- RUIZ DE LA TORRE, J. (1990). *Mapa forestal de España: Escala 1:200.000 : memoria general*. Publicaciones del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Madrid: Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza.
- RUIZ-JAEN, M. C. & MITCHELL AIDE, T. (2005). Restoration Success: How Is It Being Measured? *Restoration Ecology*, 13(3), 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00072.x>
- SCOTT, J. H. & BURGAN, R. E. (2005). *Standard Fire Behavior Fuel: Set for Use with Rothermel's models: A Comprehensive standard Fire Behavior Fuel*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153 Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 72 p.
- SERRADA, R. (2003). Regeneración Natural: Situaciones, Concepto, Factores y Evaluación. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 15, 11–15.
- STANTURF, J. A., PALIK, B. J. & DUMROESE, R. K. (2014). Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. *Forest Ecology and Management*, 331, 292–323. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.029>
- STEIN, W. I. (1992). *Regeneration surveys and evaluation*. In S.D. Hobbs (Ed.), *Reforestation practices in southwestern Oregon and northern California* (pp. 346-382). Corvallis, Forest Research Laboratory. Oregon State University.
- SWIECKI, T. J., BERNHARDT, E. A. & DRAKE, C. (1993). *Factors affecting blue oak sapling recruitment and regeneration*. Sacramento, CA: Prepared for: California Department of Forestry and Fire Protection, Strategic Planning Program.

TORRES, J. M. (2001). *Evaluación de plantaciones forestales*. México: Limusa-Noriega.

WORTLEY, L., HERO, J.-M. & HOWES, M. (2013). Evaluating Ecological Restoration Success: A Review of the Literature. *Restoration Ecology*, 21(5), 537–543.
<https://doi.org/10.1111/rec.12028>