Recuperación a medio plazo del complejo de combustibles y comportamiento potencial del fuego tras clareo y trituración de restos en una masa de *Pinus pinaster* Ait.

Enrique Jiménez Carmona[1]

Cristina Fernández Filgueira[1], Enrique Rey Van Den Bercken[2], José A. Vega Hidalgo[1], Daniel Vega Nieva[3]

[1] Centro de Investigación Forestal – Lourizán. Xunta de Galicia.

[2] Centro para la Defensa del Fuego. Junta de Castilla y León.

[3] Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Juárez del Estado de Durango (México)

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las áreas forestales de *Pinus pinaster*, debido a la alta afectación de incendios forestales, son excelentes candidatas para la realización de tratamientos preventivos de modificación de la estructura de los combustibles con el objetivo de modificar el comportamiento del fuego en caso de que las masas sean afectadas por un incendio, reducir su severidad e impactos negativos asociados y facilitar las actividades de extinción.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto inmediato, a los tres años y a los cinco años de dos intensidades altas de clareo seguido de trituración en i) las características de los combustibles del dosel, del sotobosque y de la superficie del suelo y ii) en el comportamiento potencial del fuego de superficie y de copas en una masa de *Pinus pinaster* en el centro de España.

METODOLOGÍA

El área de estudio se localizó en la Sierra del Teleno (Figura 1). A finales de 2006 se instalaron nueve parcelas de 50 x 50 m cada una en un área con alta densidad de arbolado de *Pinus pinaster* (entre 4500 y 5000 pies/hectárea) de 46 años de edad. Los tratamientos de clareo se efectuaron de manera aleatoria en las parcelas en otoño de 2007 con tres replicas por tratamiento: sin tratamiento (NT), dejando una densidad de 4854 pies/hectárea; tratamiento intenso (TI) con trituración, con una densidad final de 700 pies/hectárea; y tratamiento muy intenso (TMI) con trituración, dejando una densidad de 300 pies/hectárea.

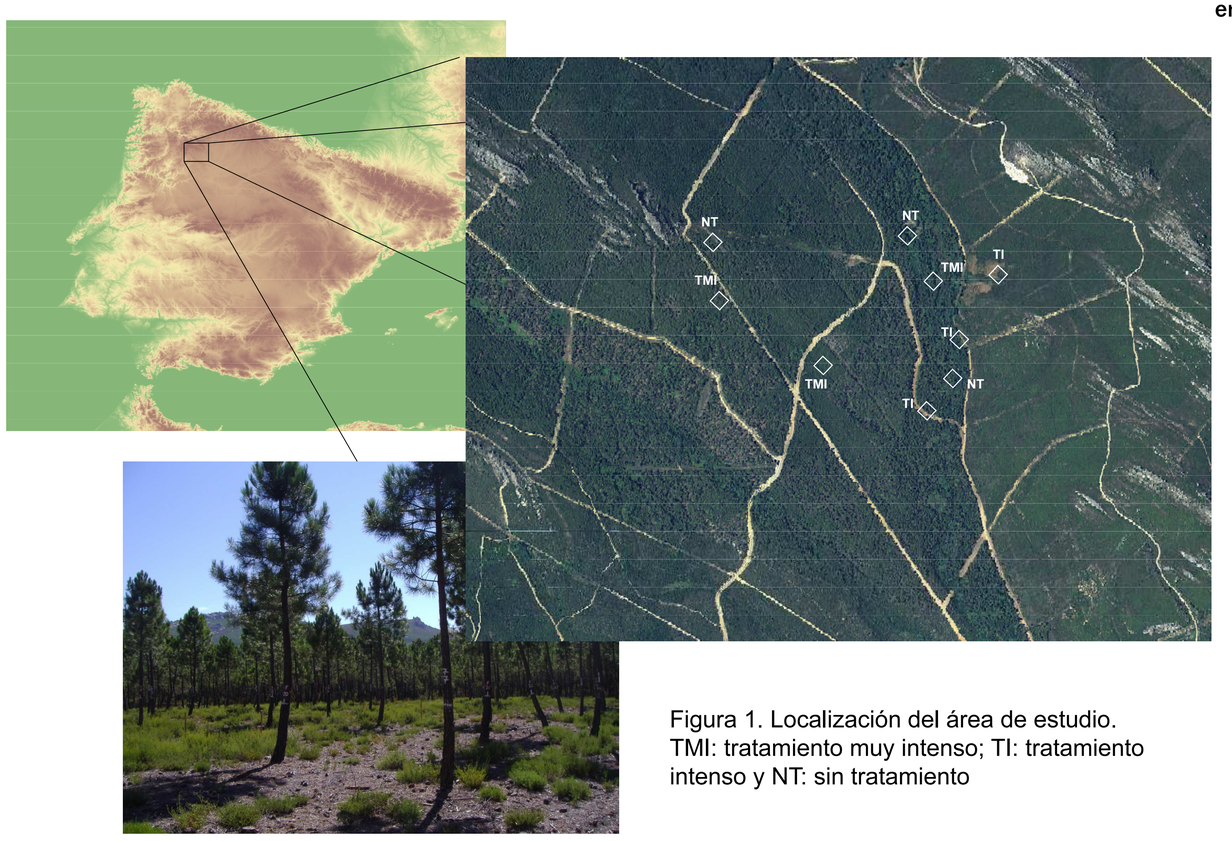

Figura 1. Localización del área de estudio. TMI: tratamiento muy intenso; TI: tratamiento intenso y NT: sin tratamiento

Las mediciones de los combustibles del dosel, del sotobosque y de la superficie del suelo se realizaron antes de los tratamientos (diciembre de 2006), inmediatamente después de los tratamientos (noviembre de 2007), en junio de 2010 y en julio de 2012. La carga de combustible del sotobosque, superficie del suelo (hojarasca y restos leñosos) y suelo (capas de fermentación y humus) de cada parcela se determinó mediante el inventario destructivo. La determinación de los combustibles del dosel implicó el desarrollo de ecuaciones alométricas y su posterior aplicación a los individuos de la parcela.

El comportamiento del fuego de copa potencial antes y después de los tratamientos fue evaluado empleando los modelos de Van Wagner (1977) y ROTHERMEL (1991). La información obtenida a partir de los inventarios realizados fue utilizada para la creación de modelos específicos para la estimación del comportamiento del fuego de superficie.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por los proyectos RTA2009-0153-C03-01 y RTA2014-00011-C06, y la Junta de Castilla y León. También ha sido cofinanciado por el INIA y el Fondo Social Europeo. Estamos muy agradecidos a A. Arellano por su trabajo en la selección de las áreas de estudio, instalación y medición de parcelas. Agradecemos a E. Pérez su trabajo en la construcción de bases de datos, y a J.M. Fernández Alonso por su apoyo en las simulaciones del comportamiento del fuego, y a J.R. González, J.L. Pardo, M. Martínez y M. López por su apoyo en el trabajo de campo y laboratorio.

RESULTADOS

Cinco años tras el tratamiento, la cobertura y altura del matorral, así como la carga disponible bajo el dosel no habían alcanzado los valores de las masas sin tratar (Tabla 1).

Parámetro	Trat.	2007 pre	2007 post	2010	2012
Cobertura matorral (%)	TMI	63,2aA (4,6)	na	20,9aB (2,5)	36,5aB (6,1)
	TI	66,2aA (1,9)	na	26,9aB (2,5)	50,0aC (2,0)
	NT	65,6aA (4,1)	na	66,8bA (5,3)	67,7bA (5,3)
Altura matorral (cm)	TMI	50,1aA (6,2)	na	22,5aB (2,7)	44,9aA (2,9)
	TI	51,2aA (6,6)	na	28,9aB (0,6)	57,6aA (1,0)
	NT	54,3bA (8,4)	na	65,0bA (14,8)	71,5bA (16,3)
Carga combustible fino muerto del matorral (Mg/ha)	TMI	1,90aA (0,21)	na	0,03aB (0,02)	0,39aB (0,05)
	TI	1,82aA (0,16)	na	0,06aB (0,01)	0,46aC (0,04)
	NT	1,92aA (0,11)	na	2,10bA (0,09)	2,34bA (0,11)
Hojarasca (Mg/ha)	TMI	4,37aA (0,08)	7,68aB (0,04)	1,18aC (0,09)	1,46aC (0,12)
	TI	2,60bA (0,12)	5,08bB (0,03)	0,73bC (0,04)	1,36aC (0,24)
	NT	3,28cA (0,08)	3,28cA (0,08)	3,61cAB (0,09)	3,97bB (0,09)
Carga total disponible bajo arbolado (Mg/ha)	TMI	9,29aA (0,59)	10,12aA (0,18)	4,03aB (0,54)	5,94aB (0,93)
	TI	7,92aA (0,16)	6,59bA (0,13)	4,42aB (0,04)	6,32aAB (0,7)
	NT	8,61aA (0,09)	8,61cA (0,09)	9,47bB (0,10)	10,71bC (0,1)
Densidad aparente bajo arbolado (kg/m^3)	TMI	1,85aA (0,16)	24,1aB (1,73)	1,79aA (0,66)	1,32aA (0,14)
	TI	1,55aA (0,25)	20,6bB (0,35)	1,53aA (0,17)	1,10aA (0,15)
	NT	1,59aA (0,46)	1,59cA (0,46)	1,46aA (0,47)	1,50aA (0,44)

Tabla 1. Valores medios de altura y cobertura de matorral, carga de combustible fino muerto carga de combustible disponible bajo el arbolado y densidad aparente de combustible bajo arbolado por tratamiento y fecha (TMI: tratamiento muy intenso; TI: tratamiento intenso y NT: sin tratamiento). Erros estándar entre paréntesis. Letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos y mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas para cada tratamiento

En cuanto al arbolado (Tabla 2), los tratamientos supusieron un incremento en los valores medios de altura del inicio de la copa, diámetro normal, y una drástica reducción del área basimétrica, carga de combustible y densidad aparente del dosel.

Parámetro	Trat.	2007 pre	2007 post	2010	2012
Diámetro normal (cm)	TMI	8,7aA (0,2)	13,2aB (0,3)	16,7aC (0,1)	19,2aD (0,4)
	TI	8,2aA (0,5)	11,6aB (0,6)	13,8aBC (0,7)	15,7bC (0,7)
	NT	8,5aA (0,8)	8,5bA (0,8)	9,3bA (0,9)	9,8cA (0,9)
Área basimétrica (m^2/ha)	TMI	32,29aA (2,75)	3,29aB (0,45)	6,89aB (0,10)	8,63aB (0,29)
	TI	28,58aA (1,91)	5,68aB (1,00)	9,55aBC (0,78)	12,29aC (0,83)
	NT	28,19aA (2,05)	28,19bA (2,05)	33,12bA (2,46)	34,94bA (2,75)
Carga del dosel (kg/m^2)	TMI	0,84aA (0,08)	0,10aB (0,01)	0,42aC (0,01)	0,52aD (0,02)
	TI	0,79aA (0,06)	0,17aB (0,03)	0,55aA (0,05)	0,71aA (0,05)
	NT	0,82aA (0,07)	0,82bA (0,07)	0,97bA (0,08)	1,04bA (0,09)
Densidad aparente del dosel (kg/m^3)	TMI	0,32aA (0,01)	0,03aB (0,00)	0,11aC (0,00)	0,12aC (0,01)
	TI	0,33aA (0,01)	0,05aB (0,01)	0,15bC (0,01)	0,18bC (0,01)
	NT	0,33aA (0,01)	0,33bA (0,01)	0,36cA (0,01)	0,37cA (0,01)

Tabla 2. Valores medios de diámetro normal, área basimétrica, carga y densidad aparente del dosel por tratamiento y fecha (TMI: tratamiento muy intenso; TI: tratamiento intenso y NT: sin tratamiento). Erros estándar entre paréntesis. Letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos y mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas para cada tratamiento

La modelización del comportamiento del fuego (Tabla 3) mostró un número pequeño de situaciones con fuego de copas activos. Estas solo ocurrían en el caso de las parcelas sin tratar, o antes del tratamiento en las parcelas aclaradas.

Parámetro	Trat	2007 pre	2007 post	2010	2012
Tipo de fuego	TMI	S-33% A-66%	S -100%	S -100%	S -66% P -33%
	TI	S-33% A-66%	S -100%	S -100%	S -100%
	NT	A -100%	A -100%	A -100%	A -100%
Velocidad de propagación (m/min)	TMI	11.28aA (4.33)	0.09aB (0.01)	3.59aAB (0.75)	9.30aAB (0.83)
	TI	11.50aA (4.12)	0.12aB (0.01)	2.24aAB (0.17)	4.00aAB (4.20)
	NT	15.62aA (0.00)	15.62bA (0.00)	15.62bA (0.00)	15.62aA (0.00)
Intensidad lineal (kW/m)	TMI	5766aA (2636)	22aB (3)	459aAB (56)	2311aAB (368)
	TI	3911aA (1734)	20aB (0)	298aAB (8)	734aAB (1761)
	NT	6598aA (317)	6598bA (317)	8548bA (397)	9250bA (444)

Tabla 3. Tipo de fuego en porcentaje (S: superficie, P: pasivo; A: activo)y valores medios de velocidad de propagación, intensidad lineal. Erros estándar entre paréntesis. Letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos y mayúsculas indican diferencias significativas entre fechas para cada tratamiento.