

IRATI 97

Montes del futuro: respuestas ante un mundo en cambio

I CONGRESO FORESTAL HISPANO LUSO
II CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

COMUNICACIONES

PAMPLONA 23-27 DE JUNIO DE 1997

TOMO II

MESA TEMÁTICA I.

LOS MONTES Y LA ATMÓSFERA. ALTERACIONES DEL CLIMA

MESA TEMÁTICA II.

LAS CUBIERTAS VEGETALES, EL CICLO HIDROLÓGICO
Y LA CONSERVACIÓN DEL SUELO

Edición Científica a cargo de

Fernando Puertas Tricas y Martín Rivas

ISBN: OBRA COMPLETA: 84-235-1589-3

ISBN: TOMO II: 84-235-1591-5

Depósito legal: NA 975-1997

Filmación: Gráficas Pamplona, SL.

Impreme: Gráficas Irati, SAL.

OLARIETA, J.R.; RODRÍGUEZ, R.; BESGA, G.; RODRÍGUEZ, M.; VIRGEL, S. <i>Evolución de la cubierta del suelo con diferentes sistemas de preparación del terreno tras la matarrasa de plantaciones de Pino radiata</i>	449
OLARIETA, J.R.; RODRÍGUEZ, R.; BESGA, G.; RODRÍGUEZ, M.; VIRGEL, S.; DOMINGO, M. <i>Efecto de las labores mecanizadas de preparación del terreno para plantaciones de pino radiata en algunas propiedades físico-químicas del suelo</i>	455
OSÁCAR ARRAIZA, C.; VICENTE ALZUAZ, A.M. <i>Mapa de cultivos y aprovechamientos de Navarra 1:25.000</i>	461
PARDO, F.; GIL, L.; PARDOS, J.A. <i>Estudio del desfronde en tres bosques del Sistema Central (Madrid): evolución anual y aporte de materia seca al suelo</i>	467
PARDO, F.; GIL, L.; PARDOS, J.A. <i>Descomposición y acumulación de la hojarasca en el Chaparral de Montejo (Madrid): Diferencias entre especies y tipos de bosque</i>	473
PAZ GONZÁLEZ, A.; GONZÁLEZ GARCÍA, M.A.; TABOADA CASTRO, M.T.; GÓMEZ SUÁREZ, M.J. <i>pH y complejo de cambio en parcelas adyacentes dedicadas a monte y cultivo</i>	479
PAZ GONZÁLEZ, A.; TABOADA CASTRO, M.T.; GÓMEZ SUÁREZ, M.J. <i>Propiedades generales de un suelo de monte sobre serpentinas: Datos medios y variabilidad</i>	485
PERALTA, J.; OSÁCAR, C.; DONÉZAR, M. <i>Cartografía de series de vegetación como base para la sectorización fitoclimática del territorio y la evaluación de recursos agroforestales</i>	491
PÉREZ-ROVIRA, P.; FOS, S.; BARREÑO, E. <i>Ectomicorrizas de Pinus canariensis Chr. Sm. ex DC.: Estudio preliminar</i>	497
PIZARRO TAPIA, R.; GARCÍA RODRÍGUEZ, J.L. <i>Una propuesta para la gestión estratégica de cuencas hidrográficas</i>	503
PIZARRO TAPIA, R.; GONZÁLEZ GARCÍA, C.; GARCÍA RODRÍGUEZ, J.L. <i>Análisis de la influencia de las variables suelo y vegetación en la generación de escorrentías medias anuales en cuencas de la España peninsular</i>	509
QUILCHANO, C.; EGIDO, J.A.; GONZÁLEZ, M.I. <i>Estudio de algunos oligoelementos en un ecosistema forestal de Q. pyrenaica</i>	515
REGATO, P.; CASTEJÓN, M.; TELLA, S.; GIMÉNEZ, S.; BARRERA, I.; ELENA-ROSSELLÓ, R. <i>Cambios espaciales de las formaciones forestales mediterráneas ocurridos en los últimos cuarenta años</i>	521
REYES, O.; CASAL, M. <i>Efecto del fuego sobre la apertura de conos de Pinus Pinaster y P. Radiata</i>	527
REYES, O.; CASAL, M. <i>Efecto de las cenizas sobre el comportamiento germinativo de Pinus Pinaster, P. Radiata y Eucalyptus Globulus</i>	533
REYNA DOMÉNECH, S. <i>La vegetación forestal Valenciana en el siglo XVIII según Cavanilles</i>	539
RODRIGO DOMÍNGUEZ, A.; ÁVILA I CASTELLS, A. <i>Trascolación y escorrentía cortical en dos encinares (Quercus ilex L.) del macizo del Montseny (Barcelona)</i>	545
RODRÍGUEZ GUTIÁN, M.A.; ROMERO FRANCO, R.; RIGUEIRO RODRÍGUEZ, A. <i>Repoblación forestal y paisaje en Galicia</i>	551
ROZADOS LORENZO, M.J.; SILVA-PANDO, F.J.; GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, M.P. <i>Mineralización potencial del nitrógeno durante el período activo en un robledal del noroeste peninsular</i>	557
ROZAS ORMAZABAL, M.; ARANA EIGUREN, X. <i>La ordenación forestal en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai</i>	563
RUIZ DE LA TORRE, J. <i>Influencias hidrológicas del arbolado</i>	569
SÁNCHEZ PALOMARES, O.; CARRETERO CARRERO, M.P. <i>Caracterización de hábitats en los alcornoques Andaluces</i>	575
SANTAMARÍA ULECIA, J.M.; MARTÍN, A. <i>Caracterización de la deposición atmosférica de contaminantes en los ecosistemas forestales de Navarra</i>	581
SANTAMARÍA ULECIA, J.M. <i>Influencia de la contaminación atmosférica en el estado nutricional de los hayedos de Navarra</i>	587
SANZ RONDA, F.J.; MARTÍNEZ DE AZAGRA, A. <i>Mejora del hábitat fluvial mediante el empleo de refugios artificiales</i>	593
SCHWENDTNER, O. <i>Dendrodiversidad en un bosque mixto pirenaico de foz. Influencia de los factores climático y topográfico</i>	599
SERRADA, R.; MINTEGUI, J.A.; ROBREDO, J.C.; GARCÍA, J.L.; GÓMEZ, V.; ZAZO, J.; NAVARRO, R. <i>Formación de escorrentías con lluvias torrenciales simuladas, en parcelas con diferentes cubiertas vegetales y distintas preparaciones del suelo para las repoblaciones forestales</i>	605
SERRANO JÁTIMA, M.; LÓPEZ ARIAS, M.; PENALVA RODRÍGUEZ, F. <i>Aporte y liberación de nutrientes a través del desfronde en un pinar de P. sylvestris del Sistema Central</i>	611

EFFECTO DE LAS LABORES MECANIZADAS DE PREPARACION DEL TERRENO PARA PLANTACIONES DE PINO RADIATA EN ALGUNAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL SUELO

J.R. OLARIETA*, R. RODRIGUEZ*, G. BESGA**, M. RODRIGUEZ**, S. VIRGEL**, Y M. DOMINGO**

* DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENT I CIENCIES DEL SOL. UNIVERSITAT DE LLEIDA. ROVIRA ROURE, 177. LEIDA 25198.

** SERVICIO DE INVESTIGACIÓN Y MEJORA AGRARIA. GOBIERNO VASCO. BERREAGA, 1. DERIO 48016 (BIZKAIA).

RESUMEN

En este trabajo se estudian algunas propiedades físico-químicas de los suelos de parcelas de pino radiata en diferentes situaciones: pinares maduros, pinares talados con apilamiento y quema de restos, pinares talados y "limpiados" con tractor de cadenas con pala frontal, y pinares talados y "limpiados" con tractor de cadenas con pala frontal y ripper. Las parcelas sometidas a labores mecanizadas, y en particular al pase de ripper, tienen concentraciones significativamente menores de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo Olsen, y potasio y magnesio intercambiables en el horizonte mineral superficial. También presentan un menor porcentaje de saturación de bases y una menor suma de bases intercambiables, si bien con diferencias no significativas. El pase de pala frontal sin ripper incrementa la densidad aparente del horizonte mineral superficial un 30% y disminuye su permeabilidad, así como la velocidad de infiltración. El pase complementario de ripper devuelve al horizonte superficial a valores de densidad aparente similares a los de suelos no perturbados, pero no mejora las características del movimiento del agua. Las labores mecanizadas de preparación del terreno originan procesos de degradación físico-química del suelo que pueden conducir a la disminución de la productividad de las plantaciones de pino radiata.

P.C.: degradación de suelos, nutrientes del suelo, preparación del terreno, propiedades físicas del suelo, tipos de uso del territorio.

SUMMARY

Various physico-chemical properties of soils were studied in plots subject to three different site preparation techniques (pile and burn; soil scalping and displacement to trails and stream banks; and soil scalping and displacement plus downslope ripping) and compared to mature pinus radiata plantations. Mineral surface horizons of plots subject to mechanical site preparation, scalping and ripping in particular, have significantly lower concentrations of organic matter, total nitrogen, Olsen phosphorus, and exchangeable potassium and magnesium. Percentage base saturation and sum of exchangeable bases are also lower, but not significantly. Soil scalping increases the bulk density of the mineral surface horizon by 30%, and decreases its saturated hydraulic conductivity and the infiltration rate. Ripping after scalping returns bulk density values to pre-disturbance levels,

but does not increase infiltration nor hydraulic conductivity. Mechanical site preparation techniques degrade various physical and chemical properties of soils, and may decrease the productivity of *pinus radiata* plantations.

K.W.: land utilization types, *pinus radiata*, site preparation, soil degradation, soil nutrients, soil physical properties.

INTRODUCCION

Las labores mecanizadas de preparación del terreno para la plantación de *Pinus radiata* D. Don mediante tractor de cadenas con pala frontal producen la eliminación de toda o gran parte de la vegetación, restos de tala anterior, horizontes orgánicos, y horizontes minerales superficiales del suelo, que son acumulados junto a las pistas de saca o en arroyos. La cantidad de nutrientes desplazada en todo este material supone un alto porcentaje del capital total de la estación (MORRIS *et al.*, 1983; PYE y VITOUSEK, 1985). La concentración de diversos nutrientes y materia orgánica en los horizontes que quedan en superficie como resultado de estas operaciones es menor que la de los horizontes minerales originales, y esta disminución se debe al arrastre de los horizontes superficiales más que a los procesos posteriores de erosión hídrica (OLARIETA *et al.*, 1995). Estas labores pueden, además, compactar el suelo (UTZIG y WALMSLEY, 1988).

En este trabajo se pretenden estudiar los efectos de las labores mecanizadas de preparación del terreno sobre diferentes propiedades físico-químicas del suelo en comparación con el sistema tradicional de apilamiento y quema de los restos de tala.

MATERIAL Y METODOS

Se analizaron diversas propiedades químicas del horizonte mineral superficial del suelo (0-20 cm) en un total de 41 parcelas. De éstas, 12 corresponden a pinares de 25-35 años, 6 a pinares talados y preparados con el método tradicional (apilamiento y quema de restos de tala), 10 a pinares preparados mediante pase de bulldozer con pala frontal, y 13 a pinares preparados mediante bulldozer con pala frontal y ripper. Los suelos de todas las parcelas se desarrollan sobre lutitas, y se clasifican como Udorthent típico, franco o arcilloso, mezclado (ácido), mésico, superficial. En cada parcela se recogió una muestra compuesta de 5 submuestras tomadas a lo largo de un transecto diagonal de la parcela. De estas muestras se analizó el pH (1:2.5 en agua), contenido en materia orgánica (método de Walkley-Black), nitrógeno total (método Kjeldahl), fósforo (método Olsen), calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiables (extracción con NH_4Ac 1N a pH=7 y determinación por absorción atómica), aluminio intercambiable (extracción con BaCl_2 y valoración con NaOH 1N). El porcentaje de saturación de bases se calculó como la relación entre la suma de bases y la suma de bases más el aluminio intercambiables.

Se determinó la densidad aparente de los horizontes minerales superficiales de 35 parcelas, con dos o tres repeticiones en cada una, en muestras inalteradas obtenidas mediante cilindros de 5-6 cm tanto de diámetro como de altura ($140-160 \text{ cm}^3$). La infiltración se determinó mediante el método del doble anillo, y la permeabilidad mediante el método Porchet. Estas medidas se realizaron comparativamente en pares de parcelas, una sometida a labores mecánicas, y otra próxima y con suelo similar, pero con un pinar no afectado por estas labores.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante el procedimiento GLM (SAS INSTITUTE, 1989), y la separación de medias mediante el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis de algunas propiedades químicas de los horizontes superficiales (Tabla 1) muestran que, en general, el sistema tradicional de preparación del terreno con apilamiento y quema de los restos no origina cambios significativos en las propiedades estudiadas respecto a los pinares adultos. En el otro extremo, el pase de pala y ripper origina cambios significativos en muchas de las propiedades, mientras que el pase de pala sin ripper origina una situación intermedia, pero más próxima al otro tratamiento mecanizado.

En las parcelas con preparación mecánica intensiva las concentraciones de materia orgánica, nitrógeno total, y potasio intercambiable disminuyen en un 50%, el magnesio intercambiable en un 75%, y el fósforo Olsen en un 90% respecto a los pinares adultos. También aparece, en general en todas las parcelas mecanizadas, una tendencia a la disminución, aunque no significativa, del calcio de cambio, de la suma de bases intercambiables, y del porcentaje de saturación de bases.

En suelos con estos niveles de pH, estas dos últimas propiedades pueden ser mejores indicadores del riesgo de acidificación del suelo que el pH (OLARIETA *et al.*, 1996), por lo que las labores mecanizadas pueden originar una tendencia a una mayor acidificación del suelo. Por otro lado, la puesta en superficie, por la labor de pala y ripper, de horizontes minerales con sólo un 2% de materia orgánica también aumenta el riesgo de degradación del suelo por erosión hídrica.

Respecto a las propiedades físicas, la preparación con pala incrementa en un 30% la densidad aparente del horizonte mineral superficial en las áreas afectadas por el paso de las cadenas del bulldozer (Tabla 2). Estas áreas suponen, aproximadamente, un 50% de la superficie de las parcelas. El pase complementario de ripper origina unos valores de densidad aparente en los caballones que produce similares a los de los pinares adultos. En cambio, en los surcos entre caballones aparecen los valores de densidad aparente más altos, al tratarse de horizontes C de lutitas poco alteradas. Esta compactación puede tener también un cierto componente antrópico, ya que el paso de maquinaria pesada puede compactar el suelo hasta profundidades de 30-40 cm (GAYOSO e IROUME, 1991). GENT *et al.* (1983) obtuvieron resultados comparables de distribución de densidades aparentes con operaciones mecánicas similares. También encontraron que el horizonte compactado que aparece en los surcos se extiende por debajo de los caballones a una profundidad de 20 cm, pudiendo afectar al desarrollo radicular, ya que estos valores de densidad aparente son limitantes para las raíces de pino radiata (TURNER *et al.*, 1990).

Si bien los datos disponibles son limitados, las labores mecanizadas también parecen empeorar las propiedades relacionadas con el movimiento del agua en el suelo, tanto la infiltración como la permeabilidad (Tabla 3). De hecho, valores de permeabilidad tan bajos como los obtenidos en las diversas parcelas mecanizadas sólo son comparables a los obtenidos para horizontes argílicos u horizontes superficiales muy compactos de otros pinares de la comarca. Estos resultados podían ser esperables en parcelas sometidas únicamente al pase de pala por el grado de compactación producido. Pero en las parcelas en que además se pasa el ripper, se podía pensar en una mejora de estas propiedades. FROELICH (1984) sugiere que no está claro que el pase de ripper o el subsolado puedan

restaurar completamente la productividad del suelo tras el pase de maquinaria pesada; y que aunque sí parecen producir una cierta mejora, ésta no se da en suelos relativamente húmedos de texturas finas. La causa de esta situación podría estar en la mencionada presencia de horizontes compactados a poca profundidad por debajo del horizonte superficial más suelto creado por el ripper. Tampoco es de descartar que estos horizontes superficiales tengan una débil estabilidad estructural, dado su escaso contenido en materia orgánica. Esto podría explicar la disminución que se observa en la permeabilidad de los caballones entre la parcela Iparragirre y la parcela Ziortza. En la primera, la medida se realizó un mes después de las labores, y en la segunda dos años después.

CONCLUSIONES

El sistema tradicional de preparación del terreno con apilamiento y quema de los restos de tala no produce cambios significativos en las propiedades del horizonte mineral superficial del suelo.

Las labores mecanizadas producen fuertes disminuciones en las concentraciones de materia orgánica y de diversos nutrientes, así como en la velocidad de infiltración y en la permeabilidad saturada del horizonte superficial. El pase de pala incrementa además la densidad aparente de este horizonte. Si además se pasa el ripper, se crea un horizonte superficial con una densidad aparente baja pero sobre un horizonte subsuperficial compactado y limitante para las raíces y el movimiento del agua.

Estos procesos de degradación del suelo pueden originar la disminución de la productividad de las plantaciones de pino radiata.

REFERENCIAS

- FROEHLICH, H.A. 1984. Mechanical amelioration of adverse physical soil conditions in forestry. In: D.C. Grey, A.P.G. Schönau, & C.J. Schutz (eds.) *IUFRO Symposium on Site and Productivity of Fast-Growing Plantations*: 507-521. South African For. Res. Inst., Pretoria.
- GAYOSO, J. & IROUME, A. 1991. Compaction and soil disturbances from logging in Southern Chile. *Ann. Sci. For.*, 48: 63-71.
- GENT, J.A., BALLARD, R., & HASSAN, A.E. 1983. The impact of harvesting and site preparation on the physical properties of Lower Coastal Plain soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47(3): 595-598.
- MORRIS, L.A., PRITCHETT, W.L., & SWINDEL, B.F. 1983. Displacement of nutrients into windrows during site preparation of a flatwood forest. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47(3): 591-594.
- OLARIETA, J.R., BESGA, G., PINTO, M., RODRIGUEZ, M., & DOMINGO, M. 1995. Sediment enrichment ratios after clearfelling and site preparation for *Pinus radiata* plantations in the Basque Country. Preliminary results. Comunicación a la *Reunión de la Sociedad Europea para la Conservación del Suelo*, Tenerife.
- OLARIETA, J.R., DOMINGO, M., & VIRGEL, S. 1996. Evaluación del riesgo de acidificación en suelos de la comarca de Lea-Artibai (Bizkaia). In: *IV Congreso de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo. Comunicaciones*. 63-68. Universitat de Lleida.
- PYE, J.M. & VITOUSEK, P.M. 1985. Soil and nutrient removals by erosion and windrowing at a southeastern U.S. Piedmont site. *For. Ecol. Manage.*, 11: 145-155.
- SAS INSTITUTE. 1989. *SAS/STAT User's Guide. Version 6, 4th Edition*. SAS Institute, Cary, USA.

TURNER, J., THOMPSON, C.H., TURVEY, N.D., HOPMANS, P. & RYAN, P.J. 1990. A soil technical classification system for *Pinus radiata* (D. Don) plantations. I. Development. *Aust. J. Soil Res.*, 28: 797-811.

UTZIG, G.F., & WALMSLEY, M.E. 1988. *Evaluation of Soil Degradation as a Factor Affecting Forest Productivity in British Columbia. A Problem Analysis. Phase I.* FRDA Rep. 025. Can. For. Ser., Victoria, B.C.

	M.O.***	Nt***	P***	Ca	Mg**	Na	K**	Al*	bas.sat	bases	pH
pinar	4.1a (1.3)	0.23a (0.06)	2.7a (2.4)	0.9 (0.7)	0.4a (0.2)	0.1 (0.1)	0.2ab (0.1)	6.6ab (1.1)	19 (8)	1.6 (0.9)	4.2 (0.5)
trad.	4.2a (0.7)	0.23a (0.05)	1.5ab (1.1)	1.0 (1.3)	0.4a (0.2)	0.1 (0.1)	0.2a (0.1)	6.9ab (1.2)	19 (15)	1.7 (1.5)	4.3 (0.4)
pala	3.7a (1.2)	0.17b (0.03)	0.7b (1.1)	0.2 (0.1)	0.2ab (0.0)	0.1 (0.0)	0.1b (0.0)	7.9a (1.2)	7 (2)	0.6 (0.2)	4.0 (0.2)
p+r	2.0b (0.9)	0.13b (0.04)	0.3b (0.4)	0.3 (0.2)	0.1b (0.0)	0.1 (0.1)	0.1b (0.0)	5.2b (1.9)	11 (4)	0.6 (0.2)	4.3 (0.2)

pinar: pinares adultos; trad.: pinar talado y preparado por apilamiento y quema; pala: pinar talado y preparado con bulldozer con pala frontal; p+r: pinar talado y preparado con bulldozer con pala frontal y ripper.

M.O.: materia orgánica(%); Nt: nitrógeno total(%); P: fósforo(ppm); Ca: calcio(meq/100g); Mg: magnesio(meq/100g); Na: sodio(meq/100g); K: potasio(meq/100g); Al: aluminio(meq/100g); bas.sat: porcentaje de saturación de bases; bases: suma de bases intercambiables(meq/100g).

***: P<0.01; **: P<0.05; *: P<0.1. En cada columna, las cifras seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes al nivel del 0.95.

(): desviación estándar.

Tabla 1.- Valores medios de algunas propiedades químicas de los horizontes superficiales en función del sistema de preparación del terreno.

	Pinar adulto	Pinar preparado por apilamiento y quema	Pinar preparado con pala frontal		Pinar preparado con pala y ripper	
			Afectada por cadena	No afectada por cadena	Surco	Caballón
Media (desviación estándar)	1.19 (0.23)	1.03 (0.16)	1.42 (0.11)	1.11 (0.19)	1.48 (0.03)	1.03 (0.04)
n° de muestras	54	9	15	6	3	4
Grupo Duncan	B	B	A	B	A	B

Medias en el mismo grupo Duncan no son significativamente distintas al nivel del 0.95

Tabla 2.- Valores medios de densidad aparente del horizonte mineral superficial en función del sistema de preparación del terreno.

	Iturreta		Iparragirre			Ziortza	
	Pinar adulto	Pinar preparado con pala frontal	Pinar adulto	Pinar preparado con pala y ripper		Pinar preparado con pala y ripper	
				Surco	Caballón	Surco	Caballón
Infiltración (mm/h)	60	35	300	50		-	-
Permeabilidad (mm/h)	1	0.3	2-3	0.2	0.6	0.4	0.3

Tabla 3.- Valores de infiltración estabilizada y de conductividad hidráulica saturada del horizonte superficial en función del sistema de preparación del terreno.