LA HUMEDAD DE LOS RESTOS FORESTALES COMBUSTIBLES EN MASAS DE *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*; NIVELES ALCANZADOS EN MASAS DE GALICIA Y FUENTES DE VARIACIÓN

Ana Daría Ruiz González. Escola Politécnica Superior. Campus Universitario s/n 27002 Lugo. anaruiz@lugo.usc.es

José Antonio Vega Hidalgo. Departamento de Protección Ambiental. Centro de Investigaciones Forestales y Ambientales de Lourizán. 36080 Pontevedra. jvega.cifal@siam-cma.org

Resumen

En este documento se exponen las humedades observadas en diversos tipos de combustibles muertos generados en masas de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*. También se analiza la influencia de la especie, el tipo de combustible, la ubicación del mismo en relación con el nivel del suelo y el grado de exposición al sol en dicha humedad. El objetivo del estudio es sentar las bases de agrupación de combustibles muertos en masas arboladas de cara a la elaboración de modelos de predicción de la humedad que sean de aplicación en la determinación del peligro meteorológico de incendio forestal y en la predicción del comportamiento del fuego. Se concluye indicando la mayor influencia del estrato al que pertenece el combustible así como del efecto desecante del sol en la humedad frente al resto de factores considerados. También se avisa de los bajos niveles de humedad que pueden presentar, tanto los restos finos que quedan totalmente al descubierto tras la realización de un aprovechamiento forestal, como los combustibles secos de las copas.

P.C.: humedad, combustible muerto, modelización, riesgo meteorológico de incendio, comportamiento del fuego.

Summary

Fuel moisture content of several *Pinus pinaster* and *Pinus radiata* dead forest fuels types are described. The influence of specie, fuel type, fuel location in relation with ground surface and solar exposure in the dead fuel moisture content is also analysed. The target of this study is to determinate how to group dead fuels in stands in order to modelling moisture content with the purpose of predicting forest fire weather danger and fire behaviour. It is concluded that fuel layer and solar radiation are the considered factors that more influence fuel moisture content. It is also remarked the low moisture contents that can present fine and downed fuels when are completely exposed and also the crown dead fine fuels.

K.W.: moisture, dead fuel, modelling, fire weather danger, fire behaviour.

INTRODUCCIÓN

Los combustibles forestales muertos, ya sean leñosos o herbáceos, están inmersos en un proceso continuo de variación de humedad en el que se alternan ciclos de humedecimiento y de secado (SIMARD & MAIN, 1982). SIMARD (1968a, b y c) y años después HATTON & VINEY (1988) y ANDERSON (1990) revisaron los procesos naturales que controlan los cambios de humedad de los combustibles forestales muertos (precipitación, condensación de agua sobre la superficie e intercambio de agua en estado de vapor con la atmósfera). A parte de estos tres fenómenos naturales hay que añadir que el suelo puede ser una fuente importante de humedad hacia el combustible en contacto o cerca del mismo y que hay otros aspectos del tiempo atmosférico que también contribuyen a la variación del nivel de agua de los restos: la radiación solar y el viento (ROTHERMEL *et al.*, 1986). Si bien el tiempo atmosférico es el responsable directo de la humedad de los restos, la pendiente y la exposición influyen indirectamente por su relación con el calentamiento solar. Por último, las propias características de los restos (especie, tipo, grosor, compactación y profundidad de los estratos de hojarasca y mantillo, presencia o ausencia de capas protectoras como ceras o cortezas), la localización de los restos con respecto al nivel del suelo y las características de la masa son también

condicionantes de la humedad de los combustibles muertos (SIMARD & MAIN, 1982).

En este documento, que constituye una pequeña parte de la tesis doctoral “La predicción de la humedad en los restos forestales combustibles; aplicación a masas arboladas de Galicia” (RUIZ, 2005), se estudia el efecto del tipo de combustible (incluyendo la ubicación del mismo con relación a la superficie del suelo), la especie y el lugar de recogida de la muestra en la humedad. Los resultados servirán de base para la agrupación de datos con vistas a la modelización de la humedad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolla a partir de las muestras de humedad de seis tipos de combustibles tomadas en cuatro parcelas localizadas en el Monte Vecinal de Mano Común “Lamablanca” situado en el Término Municipal de Lugo. Las parcelas, nombradas como RAD1, RAD2, PIN7 y PIN8, se encuentran en masas colindantes, en terreno llano y a unos 480 m de altitud; las características de su arbolado se muestran en la tabla 1. Los combustibles considerados son: acículas y ramillas finas de la superficie (AS y RFS respectivamente), acículas recientemente desprendidas de las copas pero que quedan enganchadas en verticilos inferiores (AAD), acículas secas de la copa que no se llegan a desprender de las ramas (AAP), ramillas finas de la copa (RFA) y mantillo (M). Se realizaron 2 ensayos de campo (uno con combustibles de *Pinus radiata* y otro con combustibles de *Pinus pinaster*), ambos durante el verano de 2002 y en ambos se tomaron muestras en distintos momentos a lo largo del día.

En estos dos ensayos hay 50 ocasiones en las que las observaciones son prácticamente simultáneas en las cuatro parcelas implicadas (presentan un desfase aproximado de 40 minutos entre la primera que se muestrea y la última). El que sean simultáneas las observaciones implica que la humedad relativa y la temperatura del aire en el momento de las mediciones son muy similares en las cuatro parcelas. Además, otros factores ambientales como las humedades y temperaturas extremas diarias, los días transcurridos sin llover, la magnitud de la precipitación, las horas de sol o la nubosidad, son semejantes en todas las parcelas pues se encuentran muy cerca. Por último, las parcelas presentan idénticas características fisiográficas, con lo cual se acota otra fuente de variabilidad necesaria para proceder a estudio de la influencia de la especie, el tipo de combustible y las características de la masa en la humedad de los restos finos y mantillo. Dicho estudio se basa en dos procedimientos estadísticos: análisis de varianza y test de comparación de medias pareadas. El análisis de varianza se limita al mantillo, las acículas y las ramillas finas de la superficie (M, AS y RFS respectivamente) que son los comunes a las dos especies en los dos ensayos. El resto de los combustibles finos (AAD, AAP y RFA) se estudian únicamente a través del test de comparación de medias. El análisis de varianza efectuado responde al siguiente modelo en el que se han incluido la especie (E) y el tipo de combustible (C) como factores fijos, la parcela (P) como factor aleatorio anidado a la especie y la humedad relativa (H) y la temperatura (T) como covariables:

$$m_{(ijk)} = \mu + E_i + C_j + E_i C_j + P_{(i)k} + \alpha H + \beta T + \varepsilon_{(ijk)}$$

Donde m es la humedad del combustible, μ es la humedad media, α y β son los parámetros que acompañan a las covariables y ε es el error.

La metodología seguida para la recogida, transporte y determinación de la humedad de las muestras se fundamenta en NORUM & MILLER (1984). Los cálculos estadísticos se han realizado con el paquete informático SAS/STAT v.8.2 (SAS Institute Inc., 1999)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las humedades observadas

En la tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos de las humedades observadas en los

distintos combustibles muestreados en cada parcela y ensayo; también se añade información meteorológica recogida en la estación “Campus de Lugo” (Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia) situada a 440 m de altitud y a escasos 2 km. de las parcelas. Se aprecia que la humedad máxima de los restos supera en muchos casos y para la mayoría de los combustibles el punto de saturación de la fibra cifrado por CHENEY (1981) en un 30-35%. Esto tiene que ser debido a la presencia de fuentes de humedad como la precipitación o la condensación de agua sobre la superficie. También se aprecia que la parcela más expuesta al sol y al viento (PIN8) presenta las humedades máximas, medias y mínimas menores. Las diversas fuentes de humedad, unidas al efecto desecante del sol y del viento provocan que el rango de oscilación de la humedad de los restos en el monte sea muy amplio. Destaca en los dos ensayos, por su mayor contenido en agua, el mantillo (M).

Análisis de las fuentes de variación consideradas en el estudio

Análisis de varianza

Los resultados del análisis se presentan en la tabla 3. Se observa, fijado un nivel de significación del 5%, que las dos fuentes principales de variación (la especie y el tipo de combustible) así como la interacción entre ellas y el factor aleatorio parcela influyen significativamente en la humedad de los restos. En relación con las covariables humedad relativa y temperatura también se aprecia que afectan significativamente a dicha humedad. Con los resultados del análisis de varianza podemos afirmar de forma general que en el monte, los restos de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* incluidos en el análisis, y bajo condiciones fisiográficas y atmosféricas similares, presentan humedades diferentes. Sin embargo, a pesar de los resultados no se puede afirmar con rotundidad que ambas especies respondan de distinta manera a las diferentes fuentes de humedad y factores atmosféricos de variación puesto que hay aspectos asociados a la parcela (fundamentalmente la fracción de cabida de cubierta) que condicionan la magnitud y el tiempo de actuación de dichas fuentes y factores y que no se han incluido en el análisis. En cuanto a la influencia del tipo de combustible hay que tener en cuenta que en este análisis se ha incluido el mantillo, material que según se observa en la tabla 2 está bastante más húmedo que el resto. Dicho combustible puede ser el responsable de las diferencias encontradas entre combustibles.

Test de comparación de medias

En un intento de concretar más las diferencias entre especies así como de determinar cuales son los combustibles que dentro de cada especie se comportan de diferente manera en relación con su humedad se ha recurrido a un test de comparación de medias pareadas. Los resultados del test se muestran en la tabla 4. De la observación de la tabla se deduce que dentro de una misma parcela:

- La humedad media del mantillo (M) siempre difiere significativamente de la del resto de los combustibles. El mantillo siempre está mucho más húmedo.
- Las acículas de la superficie (AS) y las ramillas finas superficiales (RFS) presentan humedades medias muy parecidas, casi iguales, en las tres parcelas en las que se pueden comparar dichos combustibles (RAD1, PIN7 y PIN8). Las diferencias medias, que oscilan entre 0.05% en PIN7 y 0.2% en PIN8, no son significativas.
- En la parcela RAD2, que es en la que se incluyen los tres tipos diferentes de combustibles secos de la copa (AAD, AAP y RFA), se observa que las humedades medias de los dos tipos de acículas (AAD y AAP) son iguales. La humedad media de las ramillas (RFA) difiere significativamente de la de los dos tipos de acículas, sin embargo las diferencias medias son pequeñas (1.05% de diferencia con AAD y 1.32% con AAP). En los dos casos, las ramillas están más húmedas que las acículas.
- Si en la parcela RAD2 se compara la humedad media de las acículas del suelo (AS) con la de los combustibles de la copa, las diferencias que se observan son mucho mayores que las observadas dentro del estrato aéreo. Dichas diferencias oscilan entre un 6.9% si la comparación es con las ramillas y un 8.22% si es con los elementos más finos que son las acículas aún pendientes de la copa. Siempre están más húmedas las acículas del suelo que los combustibles muertos de la copa.

Comparando las humedades de un mismo tipo de combustible en parcelas de la misma especie se observa que:

- En la parcela PIN7 los combustibles de superficie, tanto las acículas (AS) como las ramillas (RFS) están mucho más húmedos que en PIN8 (las humedades difieren en torno a un 9%, siendo las diferencias significativas). La comparación del mantillo no es posible pues no está presente en PIN8.
- En la parcela RAD1 los combustibles están más secos que en RAD2. La comparación se limita al mantillo (M) y a las acículas superficiales (AS) que son los comunes a ambas parcelas. Las diferencias son de 8.84% para el mantillo y de 5.60% para las acículas, ambas significativas.

Contrastando las humedades de un mismo tipo de combustible en parcelas de distinta especie se ve que:

- La diferencia media entre las humedades de las acículas del suelo en RAD1 y PIN7 no es muy elevada (1.34%), estando más húmedas las acículas de RAD1 que las de PIN7. Lo mismo se puede afirmar de las ramillas finas del suelo (1.21% de diferencia media) y del mantillo (2.38% de diferencia media). De los tres combustibles enfrentados únicamente resultaron significativamente diferentes las humedades de las acículas.
- En la parcela RAD2, las acículas del suelo también están más húmedas que en PIN7 y en este caso, la diferencia media, significativa, es mucho mayor que en el caso anterior (6.93%). También está bastante más húmedo el mantillo en la parcela de *Pinus radiata* que en la de *pinaster* (11.22 % de diferencia media que resultó significativa).
- Si se comparan las humedades de los restos de superficie (AS y RFS) de la parcela RAD1 con los de la parcela PIN8 las diferencias medias son mucho mayores que al comparar con PIN7 (se sitúan en torno al 10%). Además dichas diferencias resultaron siempre significativas. De nuevo están más húmedos los restos en la parcela de *Pinus radiata* que en la de *Pinus pinaster*.
- La comparación entre RAD2 y PIN8 se limita a las acículas de la superficie, único combustible común, que nuevamente están más húmedas en la parcela de *Pinus radiata* que en la de *Pinus pinaster*. La diferencia media es significativa y muy elevada (16.24%).

A partir de las observaciones expuestas en los párrafos anteriores sobre las diferencias entre humedades medias se extrae que en el monte, a igualdad de condiciones fisiográficas, bajo condiciones atmosféricas semejantes y durante las horas del día pues los ensayos realizados no incluyen datos nocturnos:

1. Los combustibles de cada estrato (aéreo, superficial y subsuperficial) presentan humedades diferentes entre sí incluso dentro de una misma parcela. El mantillo siempre es el que está más húmedo, después los restos de superficie y por último los elementos secos de la copa. POOK & GILL (1993), también vieron que a media tarde, la humedad de las acículas del suelo era bastante superior a la de las acículas muertas de la copa, llegándose a dar diferencias de hasta un 6%, valor inferior al observado en RAD2. En la misma línea, SIMARD (1968a) apunta que los combustibles aéreos se secan más rápidamente que los del suelo debido a su mayor exposición al viento y añade que tras la lluvia los combustibles superficiales están expuestos a un ambiente mucho más húmedo que los aéreos debido a la evaporación del agua del mantillo. Sin embargo, cuando el mantillo se seca y si la superficie está expuesta al sol, la consecuente disminución de la humedad relativa del entorno puede provocar que los combustibles de superficie se sequen más que los aéreos (SIMARD, 1968a; PYNE *et al.*, 1996). También de acuerdo con PYNE *et al.* (1996) si transcurre un tiempo prolongado sin llover y las capas inferiores se llegan a secar puede invertirse la situación y presentar, el mantillo humedades inferiores a la hojarasca. Estas dos situaciones no se han podido comprobar en la presente investigación debido a la ausencia de períodos largos de sequía pero creemos importante recordarlas aquí.

2. Las humedades de los dos tipos de restos finos de superficie incluidos en el estudio (acículas y

ramillas) de una misma especie y en el mismo lugar son muy parecidas a pesar de ser restos diferentes en forma, grosor y recubrimiento superficial.

3. Las humedades de los dos tipos de acículas de la copa (desprendidas o pendientes de las ramas) también son muy parecidas. Sí hay diferencias, aunque pequeñas, entre las humedades de las ramillas y de los dos tipos de acículas de la copa.

4. Los combustibles de las parcelas RAD1 y PIN7, con fracción de cubida de cubierta similar, presentan humedades medias bastante parecidas a pesar de ser de dos especies distintas. Las humedades en RAD1 son ligeramente superiores a las de PIN7 lo cual podría deberse a la mayor compactación del lecho pues está formado por acículas más finas.

5. Los restos tomados en la parcela PIN8, totalmente expuestos al viento y al sol y separados físicamente del mantillo, son los que presentan humedades menores. De acuerdo con SIMARD (1968a) en las zonas expuestas directamente al sol, los combustibles de la superficie alcanzan durante el día humedades menores que los situados en zonas cercanas protegidos por el arbolado. El efecto del sombreado puede provocar incrementos del 2% en la humedad del combustible con respecto a la situación a pleno sol (MCARTHUR, 1967; TOLHURST & CHENEY, 1999). En este trabajo se han observado diferencias bastante superiores.

6. La parcela RAD2 ha resultado ser la más húmeda de las cuatro. A pesar de tener fracción de cubida de cubierta inferior a RAD1 o PIN7 está mucho menos ventilada pues las líneas de plantación constituyen una barrera impenetrable al viento. El efecto de la humedad del suelo sobre la de la hojarasca es más pronunciado cuando las hojas están resguardadas tanto del sol como del viento (HATTON *et al.*, 1988).

CONCLUSIONES

Las *acículas secas de la copa*, muy abundantes en masas jóvenes de *Pinus radiata* que aún no han sido podadas ni aclaradas y que por tanto presentan elevada continuidad tanto horizontal como vertical, pueden tener humedades bastante bajas aún cuando los estratos inferiores permanezcan muy húmedos. Esto implica que podrían actuar como elementos transmisores del fuego aún cuando éste tuviera dificultad para avanzar sobre la hojarasca.

Las *zonas de corta* están listas para arder aún cuando haya transcurrido muy poco tiempo tras la lluvia. De hecho, en la parcela de restos incluida en este estudio se han llegado a registrar humedades inferiores al 3% a pesar de que el verano en el que transcurrió la experiencia fue bastante lluvioso. Además en ningún momento se alcanzó la humedad de extinción que oscila, según CHANDLER *et al.* (1991) y para los restos muertos entre un 25 y un 40%. A igualdad del resto de factores que condicionan el desarrollo de un incendio es de esperar, en estas zonas expuestas, un comportamiento del mismo mucho más agresivo que bajo el arbolado, lo cual ha de ser tenido en cuenta a la hora de planificar la extinción con seguridad para el personal.

En vista de todo lo expuesto se intuye, como conclusión final, que a la hora de la construcción de modelos de estimación de la humedad de los combustibles muertos en masas de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* es más importante considerar factores como la situación de los restos en relación con el nivel del suelo, la fracción de cubida de cubierta del arbolado (condicionante de la exposición al sol y al viento) que el propio tipo de combustible o la especie.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, H.E. 1990. Moisture diffusivity and response time in fine forest fuels. *Can. J. For. Res.* 20: 315-325.
- CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L. & WILLIAMS, D. 1991. *Fire in forestry. Volume I: Forest fire behavior and effects*. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida.
- CHENEY, N. P. 1981. Fire behaviour. En Gill, A.M., Groves, R.H. y Noble, I.R. (Eds). *Fire and the*

Australian Biota. Australian Academy of Science. Capítulo 7.

HATTON, T.J. & VINEY, N.R. 1988. Modelling fine, dead, surface fuel moisture. En: Cheney, N.P. y Gill, A.M (Eds). *Proceedings of Conference on Bushfire Modelling and Fire Danger Rating Systems*. CSIRO. Canberra. 119-125.

HATTON, T.J.; VINEY, N.R.; CATCHPOLE, E.A. & de MESTRE, N.J. 1988. The influence of soil moisture on *Eucalyptus* leaf litter moisture. *Forest Sci.* 34(2): 292-301.

McARTHUR, A.G. 1967. Fire behaviour in eucalypt forests. Commonwealth of Australia. Department of National Development. Forestry and Timber Bureau. Leaflet No. 107.

NORUM, R.A. & MILLER, M. 1984. Measuring fuel moisture content in Alaska: standard methods and procedures. USDA Forest Service. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Gen. Tech. Rep. PNW-171.

POOK, E.W. & GILL, A.M. 1993. Variation of live and dead fine fuel moisture in *Pinus radiata* plantations of the Australian Capital Territory. *Int. J. Wildland Fire* 3(3): 155-168.

PYNE, S.J.; ANDREWS, P.L. & LAVEN, R.D. 1996. *Introduction to wildland fire*. John Wiley & Sons, Inc. USA.

ROTHERMEL, R.C.; WILSON, R.A.; MORRIS, G.A. & SACKETT, S.S. 1986. Modeling moisture content of fine dead wildland fuels: input to the BEHAVE Fire Prediction System. USDA Forest Service. Intermountain Research Station. Res. Pap. INT-359.

RUIZ, A.D. 2005. La predicción de la humedad en los restos forestales combustibles; aplicación a masas arboladas en Galicia. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Inédito.

SAS INSTITUTE INC. 1999. *SAS/STAT User's Guide, Version 8*. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SIMARD, A.J. 1968a. The moisture content of forest fuels-I. A review of the basic concepts. Canadian Department of Forest and Rural Development. Forest Fire Research Institute. Information Report FF-X-14.

SIMARD, A.J. 1968b. The moisture content of forest fuels-II. Comparison of moisture content variations above the fiber saturation point between a number of fuel types. Canadian Department of Forestry and Rural Development. Forest Fire Research Institute. Information Report FF-X-15.

SIMARD, A.J. 1968c. The moisture content of forest fuels-III. Moisture content variations of fast responding fuels below the fibre saturation point. Canadian Department of Forest and Rural Development. Forest Fire Research Institute. Information Report FF-X-16.

SIMARD, A.J. & MAIN, W.A. 1982. Comparing methods of predicting jack pine slash moisture. *Can. J. For. Res.* 12: 793-802.

TOLHURST, K.G. & CHENEY, N.P. 1999. *Synopsis of the knowledge used in prescribed burning in Victoria*. Department of Natural Resources and Environment. Melbourne, Australia.

PARCELA <i>Especie</i>	EDAD (años)	ALTURA MEDIA (m)	DENSIDAD (pies/ha)	FCC (%)	OBSERVACIONES
RAD1 <i>P. radiata</i>	30	19.2	560	>100	Parcela ubicada en una masa podada y aclarada. Abundancia de acículas, ramas y ramillas en el suelo
RAD2 <i>P. radiata</i>	7	6.5	800	≈ 50	Parcela ubicada en una repoblación que no ha sido podada ni aclarada. Las ramas inferiores de los árboles están secas y mantienen gran cantidad de acículas muertas que también son abundantes en el suelo
PIN7 <i>P. pinaster</i>	30	13	600	>100	Parcela ubicada en una masa podada y aclarada. Abundancia de acículas, ramas y ramillas en el suelo
PIN8 <i>P. pinaster</i>	--	--	--	0	Parcela ubicada en una zona de corta. Suelo cubierto de restos

Tabla 1. Características del arbolado de las parcelas de muestreo. FCC indica la fracción de cabida de cubierta del arbolado.

TIEMPO ATMOSFÉRICO	HUMEDADES OBSERVADAS (%)
--------------------	--------------------------

ENSAYO DE RADIATA	PARCELA	COMB.	N	MEDIA	D.TÍPICA	MÁXIMO	MÍNIMO
Tmax 24.1°C; Tmin 10.7 °C Hmin 46.9 %; Hmax 93.4 % Dsl 7; Dsn 3 P24h 0.1mm; Psem 5.9 mm Hsol 7.8; V 2.5 km/h	RAD1	M	91	42.0	39.8	175.1	15.5
		AS	91	18.6	7.0	44.3	8.6
		RFS	91	18.8	6.7	45.7	9.1
	RAD2	M	89	48.0	48.2	197.2	12.8
		AS	89	23.1	9.9	63.2	11.9
		AAD	89	19.0	5.2	35.4	8.8
		AAP	89	19.1	6.0	41.1	9.1
RFA	89	19.3	3.4	33.9	11.8		
ENSAYO DE PINASTER	PARCELA	COMB.	N	MEDIA	D.TÍPICA	MÁXIMO	MÍNIMO
Tmax 24.6°C; Tmin 10.3 °C Hmin 41.8 %; Hmax 94.8 % Dsl 4; Dsn 3 P24h 0.2 mm; Psem 10.2 mm Hsol 8.5; V 2.3 km/h	PIN7	M	51	53.5	51.7	161.0	15.0
		AS	51	18.5	5.8	39.0	9.9
		RFS	51	18.6	7.8	53.0	9.2
	PIN8	AS	52	9.4	4.0	23.1	4.4
		RFS	52	9.7	3.8	23.5	2.6

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las humedades observadas. N es el número de datos. En la primera columna se incluye además información sobre los valores medios de las temperaturas extremas diarias (Tmax y Tmin), humedades relativas extremas diarias (Hmax y Hmin), días transcurridos sin llover y sin niebla (Dsl y Dsn), precipitación del día anterior y de la semana anterior a la medición (P24h y Psem), horas de sol diarias (Hsol) y velocidad del viento (V) correspondientes a los períodos de muestreo.

FUENTE DE VARIACIÓN	G. LIBERTAD DEL NUMERADOR	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F	Prob. > F
Especie	1	11015.13	11015.13	16.04	<. 0001
Combustible	2	124485.51	62242.75	90.65	<. 0001
Especie*Combustible	2	6313.31	3156.66	4.60	0.0104
Parcela (especie)	2	6617.07	3308.54	4.82	0.0083
Humedad relativa	1	11214.53	11214.53	16.33	<. 0001
Temperatura	1	13418.99	13418.99	19.54	<. 0001
Error	700	479258.69	686.62		

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza efectuado para determinar el efecto de la especie, el tipo de combustible y la parcela en la humedad de los restos finos de la superficie y el mantillo.

N = 50		A											
		PIN7			PIN8		RAD1			RAD2			
		AS	M	RFS	AS	RFS	AS	M	RFS	AAD	AAP	AS	M
B	PIN7	M	-33.28**										
		RFS	0.05	33.33**									
	PIN8	AS	9.30**	42.58**	9.25**								
		RFS	9.10**	42.38**	9.05**	-0.20							
	RAD1	AS	-1.34**	31.94**	-1.39*	-10.64**	-10.44**						
		M	-35.66**	-2.38	-35.72**	-44.97**	-44.76**	-34.32**					
		RFS	-1.15	32.20**	-1.21	-10.46**	-10.26**	0.18	34.51**				
	RAD2	AAD	1.02	34.30**	0.97	-8.28**	-8.08**	2.36*	36.68**	2.17*			
		AAP	1.29	34.56**	1.23	-8.02**	-7.82**	2.62*	36.95**	2.44*	0.27		
		AS	-6.93**	-26.35**	-6.99**	-16.24**	-16.03**	-5.60**	28.73**	-5.78**	-7.95**	-8.22**	
		M	-44.50**	-11.22**	-44.55**	-53.80**	-53.6**	-43.16**	-8.84**	-43.34**	-45.52**	-45.79**	-37.57**
		RFA	-0.03	33.25**	-0.09	-9.33**	-9.13**	1.31	35.63**	1.12	-1.05*	-1.32*	6.90**

Tabla 4. Diferencias medias (A-B) entre las humedades observadas en los distintos combustibles y parcelas. * Indica que las medias son significativamente diferentes al 95% y ** al 99%. N es el número de parejas de datos enfrentados en cada caso.