

# **SEGUIMIENTO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO EN DISTINTOS MÉTODOS DE PREPARACIÓN DEL SUELO PARA REPOBLACIONES FORESTALES (AHOYADO MECANIZADO Y SUBSOLADO LINEAL A NIVEL).**

JORGE MONGIL MANSO Y JOSÉ L. BENGOA MTNEZ. DE MANDOJANA

ÁREA DE EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA.. DPTO. DE CIENCIAS AGROFORESTALES. E.T.S.I. AGRARIAS (PALENCIA)

## **RESUMEN**

En este artículo se presentan los resultados correspondientes al seguimiento del contenido de humedad del suelo en dos repoblaciones realizadas con distintos métodos de preparación del suelo (ahoyado mecanizado y subsolado lineal a nivel) y se realiza un análisis comparativo de los valores de humedad obtenidos. Las diferencias en el contenido de humedad del suelo, correspondiente a ambas formas de preparación del suelo son estadísticamente significativas. En las parcelas estudiadas, el contenido medio de humedad del suelo se incrementa en un 13% con el ahoyado mecanizado y en un 33% con el subsolado lineal a nivel referidos ambos al contenido de humedad en la parte no alterada de la ladera. El diseño experimental elegido se considera adecuado, en la medida en que permite apreciar diferencias significativas del contenido de humedad bastante menores de las observadas. Palabras clave: Repoblaciones, suelos, humedad, subsolado, ahoyado, pF.

## **SUMMARY**

In this paper an experiment on variations in soil moisture content in plots where forestations have been made is presented. Afterwards a comparative analysis of values in two plots with different soil preparations has been made. Differences in soil humidity contents are statistically significant. In the plots, the average humidity content is increased in a 13% with mechanical holing and in a 33% with level ripping. The chosen experimental design is considered to be correct so that it allows to appreciate significant differences in humidity contents quite lower than the observed ones. Key Words: Reforestation, Soil moisture, ripping, mechanical holing, pF.

## **INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

El agua es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas y de los seres vivos en general. No en vano es uno de los factores más limitantes para el desarrollo de la vegetación en las zonas de clima mediterráneo: el periodo en el que las plantas disponen de mayor cantidad de energía solar coincide con la época de menor disponibilidad hídrica, lo que no sólo hace prácticamente inútil dicho derroche energético, sino que obliga a las plantas a desarrollar mecanismos especiales para disminuir la transpiración y optimizar en lo posible la utilización del agua. En este sentido, la naturaleza ha desarrollado sus adaptaciones morfológicas y fisiológicas para hacer frente a la sequía. Igualmente, el hombre ha incorporado a sus sistemas de cultivo, prácticas culturales destinadas a optimizar el aprovechamiento del agua. En el campo de la repoblación forestal, los métodos de preparación del suelo contienen una importante componente relacionada con la

optimización en el aprovechamiento del agua, actuando fundamentalmente en dos direcciones:

1. Mejorando la captación del agua por parte del suelo en el entorno de la planta. Este objetivo tiene tres componentes: (1) aumentar el área de impluvio; (2) aumentar la velocidad de infiltración; (3) aumentar la capacidad de retención de agua disponible.

2. Disminuyendo la evapotranspiración. Esto se consigue fundamentalmente disminuyendo la competencia por el agua.

Dada la especial importancia que tiene la optimización de los recursos hídricos en áreas que, como la comarca del Cerrato palentino, cuentan con un nivel de precipitaciones muy bajo (443 mm anuales; algunos años como nov-1994 a oct-1995, tan solo 236 mm) se considera de especial importancia delimitar y cuantificar, en lo posible, la influencia que tienen los distintos métodos de preparación del suelo sobre la economía hídrica del mismo. El conocimiento, tanto cualitativo como cuantitativo de la componente hidrológica de los métodos de preparación del suelo, debe considerarse, indudablemente, como un factor de primer orden en la elección de uno u otro método, sin por ello querer restar importancia a los factores técnicos y económicos que cuentan, necesariamente, con un gran peso en este tipo de elección. En este trabajo se pretenden los siguientes objetivos:

- 1) Estudiar la influencia de los citados métodos de preparación del suelo en repoblaciones forestales sobre la disponibilidad hídrica del mismo.

- 2) Valorar la sensibilidad y bondad del diseño experimental.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para comparar la reserva hídrica del suelo en repoblaciones ejecutadas con distintos sistemas de preparación del suelo se ha llevado a cabo, en la comarca del Cerrato palentino (municipio de Dueñas, Palencia), un seguimiento del contenido de humedad del suelo. Se han considerado dos zonas, una de ahoyado mecanizado según máxima pendiente utilizando un rejón modificado con alas, y otra de subsolado lineal a nivel. Desde noviembre de 1994 hasta febrero de 1995 se muestrearon mensualmente, en la parcela de ahoyado, un total de cuatro puntos (H1 a H4) correspondientes a otros tantos hoyos y otros dos puntos, en suelo sin alterar (LH1 y LH2), tomando dos muestras por punto de muestreo, a dos profundidades diferentes (de 0 a 15 cm y de 15 a 35). A partir de marzo y hasta que se terminó el trabajo de campo, en octubre, se muestrearon, también mensualmente y de la misma forma, cuatro puntos en hoyos (H1 a H4) y otros cuatro en suelo sin alterar (LH1 a LH4), con dos muestras por punto, a las profundidades anteriormente señaladas. Además, se empezaron a recoger muestras en la zona de subsolado: seis puntos de muestreo en surcos (S1 a S6) y cuatro entre las filas de subsolado (LS1 a LS4), igualmente con dos muestras por punto a las mismas profundidades (figuras 1 y 2). En laboratorio se estimó el contenido de humedad de las muestras, por el método gravimétrico (ver tabla 1). Con todos los datos se realizó un análisis de la varianza para comparar los contenidos medios de humedad correspondientes a:

1. Los dos métodos de preparación del suelo (ahoyado mecanizado; subsolado lineal).
2. La parte alterada y no alterada de la ladera dentro de cada método de preparación.
3. Las dos profundidades consideradas del suelo (0-15 cm y 15 a 35 cm).

Las muestras fueron tomadas en repoblaciones realizadas en 1992 en cuevas margosas del Cerrato palentino (municipio de Dueñas). En la preparación del terreno no se desbrozó la vegetación. Los suelos son *Regosoles calcáreos* con perfil A-C y pH alrededor de 8.5. La textura es arcillosa en la zona de ahoyado y franca en la de subsolado. El contenido de carbonatos totales es del 50% en la zona de ahoyado y 20% en la de subsolado. El

contenido de materia orgánica oxidable es próximo al 1%. El horizonte A tiene una profundidad de 18 cm en ambas zonas. La zona de subsolado tiene un contenido de yeso del 15%.

Las zonas estudiadas se encuentran a 820 m de altitud. La temperatura media anual es 11,9 °C. La precipitación media anual es de 443,3 mm. La intensidad de la sequía es de 0,182 y la duración del intervalo de sequía es 2,62 meses. La vegetación actual en la zona de ahoyado es un tomillar de cubierta escasa, con *Thymus mastichina*, *T.zygis*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Lavandula latifolia*, etc. En la zona de subsolado nos encontramos con un aljazar, comunidad de escasa cobertura, típica de los suelos yesosos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se exponen los resultados medios obtenidos de contenidos de humedad. En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis de la varianza. Se puede observar que el contenido de humedad del suelo depende de las fuentes de variación propuestas, es decir:

A: TRATAMIENTO: 1. Ahoyado mecanizado; 2. Ladera sin alterar en zona de ahoyado mecanizado; 3. Subsolado lineal a nivel; 4. Ladera sin alterar en zona de subsolado lineal a nivel.

B: PROFUNDIDAD: 1. 0-15 cm; 2. 15-35 cm.

C: FECHA: Medidas mensuales desde nov. de 1994 hasta oct. de 1995.

Existen diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) tanto entre los distintos tratamientos como entre las distintas profundidades. Así mismo, como es de esperar, existen diferencias significativas en el contenido de humedad correspondiente a las distintas fechas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula: "igualdad de medias entre tratamiento, profundidad y fecha". Asimismo resultan significativas las interacciones entre los distintos factores. En la tabla 3, se muestra el Test de Rango para el factor TRATAMIENTO. En este cuadro se incluye los valores medios del contenido de humedad, correspondientes a cada tratamiento. En la Tabla 4 se muestran las diferencias entre esos valores medios y su intervalo de confianza.

Se puede comprobar que existen diferencias significativas entre los siguientes grupos, ordenados de mayor a menor contenido de humedad: subsolado > ahoyado > ladera sin preparar de las dos zonas consideradas. Conviene destacar el hecho de que el contenido de humedad (promedio) de la ladera inalterada es similar en ambas parcelas (no hay diferencias significativas) lo que indica la adecuada elección de los puntos de muestreo. El Test de Rango para el factor PROFUNDIDAD (Tablas 5 y 6) pone de manifiesto que son significativas las diferencias entre las dos profundidades consideradas (de 0 a 15 cm y de 15 a 35 cm). Finalmente, es interesante estudiar la interacción entre el tratamiento y la profundidad (figura 3), ya que muestra que la diferencia entre el contenido de humedad en el suelo preparado y no preparado, es mayor en el horizonte más profundo que en el más superficial. Es decir, que la preparación del suelo favorece la reserva profunda de agua.

Como promedio, en la parcela subsolada, la reserva de agua del suelo fué un 33% más alta en el surco de subsolado que en la parte no alterada de la ladera, siendo este efecto más marcado entre los 15 y los 35 cm (incremento del 44%) que en los 15 cm superiores del suelo (incremento del 18%). El ahoyado mecanizado produjo un incremento de la reserva de agua menos marcado, (13%), con la misma matización anteriormente indicada: este incremento es más claro en la capa profunda (16%) que en la superficial (10%). Estos datos reflejan que ambos métodos de preparación del suelo tienen su mayor efecto sobre la reserva profunda de humedad (aunque sólo se han considerado los 35 cm superiores del suelo, es probable que las diferencias del contenido de humedad entre suelo tratado y no

tratado se mantengan o incrementen a mayor profundidad). No hay duda de que la precipitación anual y la reserva hídrica media anual de los 35 cm superiores del suelo no tienen porqué ser proporcionales, no obstante, resulta ilustrativo considerar esta hipótesis para trasladar los incrementos de reserva hídrica del suelo de forma directa a incrementos en la precipitación. Bajo este supuesto se podría decir que el subsolado lineal hace que las plantas se comporten como si en lugar de llover 443 mm anuales llovieran 589 mm, mientras que para el ahoyado mecanizado el incremento alcanza tan solo a los 500 mm.

### CONCLUSIONES

1. En las parcelas estudiadas, el contenido de humedad es mayor en la parte subsolada o ahoyada que en la ladera no alterada. En dichas parcelas, el subsolado lineal a nivel es el método que aumenta en mayor medida la reserva hídrica del suelo: produce un incremento del 33% de la reserva hídrica media anual en los 35 cm superiores del suelo. Las diferencias en el contenido de humedad son más patentes en la capa profunda (15-35 cm) que en la superficial (0-15 cm).

2. El contenido de humedad de los 35 cm superficiales del suelo se mantiene por debajo del punto de marchitez permanente durante varios meses del año, lo que pone de manifiesto que la reserva de agua a mayor profundidad de 35 cm juega un importante papel en la supervivencia de la vegetación durante el estío.

3. El tamaño de muestra seleccionado es suficiente como para apreciar diferencias significativas del contenido de humedad en suelos con distintos tratamientos de preparación previos a la repoblación.

### AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Servicio Territorial de Medio Ambiente de Palencia por su amable colaboración

M	P	NOV	DIC	ENE	FEB
		Hv	Hv	Hv	Hv
H	0-15	11,6	29,0	24,8	32,5
H	15-35	10,3	29,2	26,8	31,0
LH	0-15	12,5	25,5	29,8	26,6
LH	15-35	11,0	27,4	24,8	29,3

Elaboración propia.

TABLA 1a: Contenidos de humedad (% volumétrico).

M	P	MAR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
		Hv	Hv	Hv	Hv	Hv	Hv	Hv
S	0-15	19,3	6,8	6,1	5,1	2,9	6,2	6,3
S	15-35	24,3	8,4	7,3	8,2	5,2	6,8	7,1
LS	0-15	20,3	5,8	6,0	2,2	2,3	6,4	5,5
LS	15-35	20,1	4,5	7,3	2,7	3,1	6,4	5,4
H	0-15	17,2	6,5	6,3	6,4	5,1	6,3	5,3
H	15-35	21,1	6,4	7,1	8,5	5,5	7,2	6,0
LH	0-15	17,2	4,5	6,1	6,0	3,9	6,6	4,8
LH	15-35	20,8	4,6	6,7	6,9	4,4	6,2	5,4

Elaboración propia.

M:Muestra; P:Profundidad (cm); Hv:Contenido de humedad (porcentaje volumétrico).

Zona de subsolado-> S: Subsolado; LS: Ladera sin alterar.

Zona de ahoyado-> H: Ahoyado; LH: Ladera sin alterar.

TABLA 1b: Contenidos de humedad (% volumétrico).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.D.L	Cuadrado medio	F-ratio	Nivel de signific.
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:TRATAMIENTO	126.6013	3	42.20043	32.933	.0000
B:PROFUNDIDAD	45.3111	1	45.31108	35.361	.0000
C:FECHA	3787.3660	5	757.47320	591.135	.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	24.10528	3	8.0350938	6.271	.0005
AC	136.26807	15	9.0845379	7.090	.0000
BC	41.44922	5	8.2898447	6.469	.0000
RESIDUOS	192.20815	150	1.2813877		
TOTAL (CORREGIDO)	5317.6106	182			

TABLA 2: Resumen del análisis de la varianza.

Nivel	Nº muestras	Valor medio	Grupos
LH	32	6.0096	X
LS	43	6.0849	X
H	41	6.7822	X
S	67	8.0027	X

Elaboración propia.

TABLA 3: Test de Rango para el factor TRATAMIENTO. Valores medios.

Contraste	diferencia ± límites
S - LS	1.9178 ± 0.44497 *
H - LH	0.7726 ± 0.58347 *
S - H	1.2204 ± 0.45347 *
LS - LH	0.0752 ± 0.57774

\* Diferencia estadísticamente significativa. Elaboración propia.

TABLA 4: Diferencias entre tratamientos

Nivel	Nº muestr.	Valor medio	Grupos
0-15 cm	92	6.171	X
15-35 cm	91	7.268	X

Elaboración propia.

TABLA 5: Test de Rango para el factor PROFUNDIDAD. Valores medios.

Contraste	diferencia ± límites
1-2	-1.09685 ± 0.36454 *
H - LH	0.7726 ± 0.58347 *

\* Diferencia estadísticamente significativa. Elaboración propia.

TABLA 6: Diferencias entre profundidades.

### FIGURAS

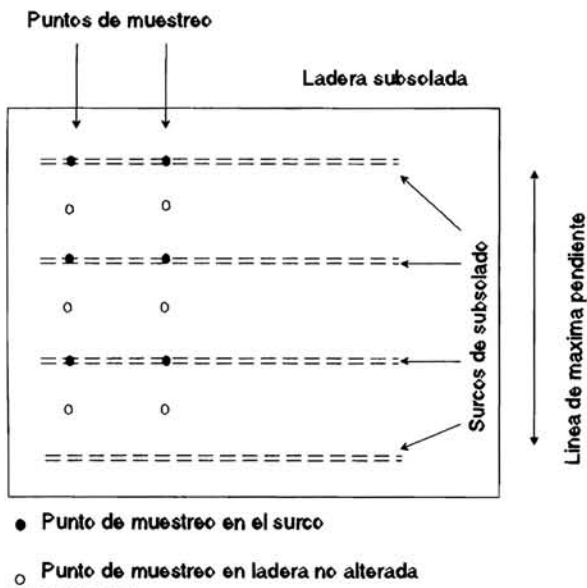


FIGURA 1.

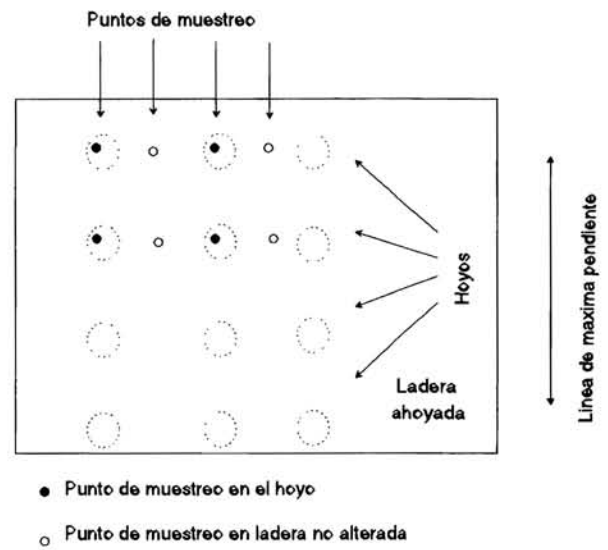


FIGURA 2.

### INTERACCIONES TRATAMIENTO-PROFUNDIDAD

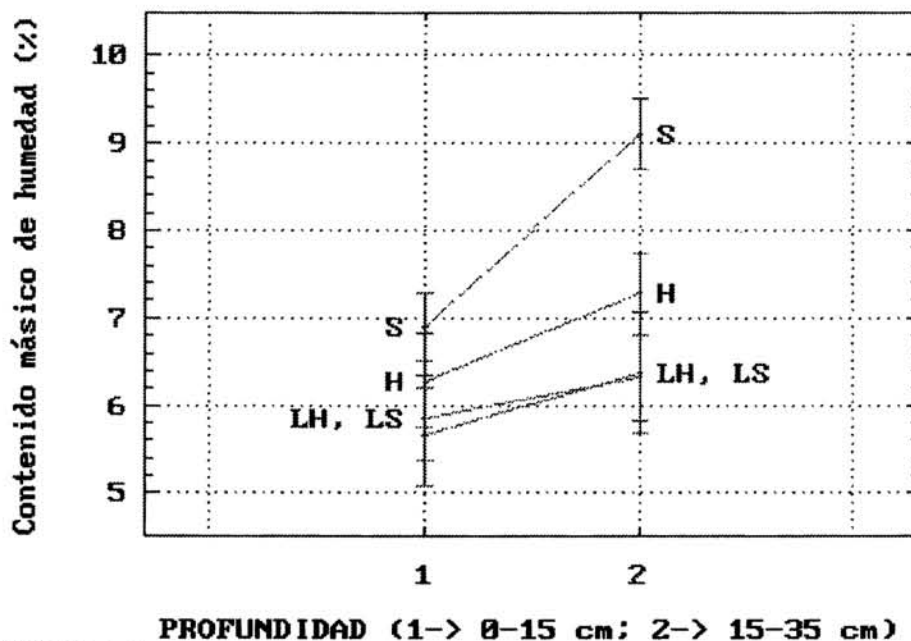


FIGURA 3.