

ACTAS

Congreso Nacional AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN Y MEDIDAS AGROAMBIENTALES



**Asociación Española Laboreo de
Conservación/Suelos Vivos**



**Asociación Burgalesa
Laboreo de Conservación**



PROYECTO 96-E-338

INFLUENCIA DEL LABOREO SOBRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL SUELO EN EL CULTIVO DE CEREALES DE INVIERNO

L. Dalmau, A.M.C. Verdú y R. Josa.
Departamento de Agronomía
Escola Superior d'Agricultura de Barcelona.
C./ Urgell 187. Barcelona 08036

Resumen

Se ha determinado el efecto del laboreo de conservación en la temperatura del suelo durante el período de siembra del cereal. En dicho período (el más frío del ciclo 96-97) se observó que efectivamente la siembra directa (SD) es el sistema con el que se han alcanzado temperaturas medias horarias y diarias menores (alrededor de 1°C) durante todo el período considerado de siembra y de implantación del cereal. De este hecho, parece deducirse que la integral térmica obtenida con los datos de las temperaturas medias del aire no es suficiente para explicar el retraso que se había observado en la implantación del cultivo.

Las causas de esta reducción de temperatura se deben posiblemente al mayor calor específico del suelo en SD, que reduce la duración del intervalo diario durante el cual el suelo puede incrementar la temperatura a partir de la radiación solar incidente. Esto origina que las máximas horarias de cada día de temperaturas mínimas horarias del suelo (TMINH) sean menores en SD que en los otros tratamientos. Supuesto que sea el mismo el enfriamiento experimentado durante el período nocturno, en SD se alcanza una amplitud térmica menor para ese tipo de valores.

1. Introducción

Las plantas son muy sensibles a los efectos directos de la temperatura desde la fase inicial de su desarrollo (Letey, 1985). La germinación de las semillas se ve influida por la temperatura (Gras, 1988) y ya en fase de crecimiento la tasa de respiración de las raíces aumenta exponencialmente con la temperatura del suelo (Glinsky y Stepniepwski, 1985). Féreres *et al.* (1990) citan la influencia del laboreo sobre la temperatura del suelo. En climas fríos, algunos autores (Tikhonravova y Nestérova, 1995) señalan una disminución de la temperatura del suelo al pasar del cultivo tradicional al laboreo de conservación (zero-tillage).

La temperatura del suelo resulta del balance de la energía que recibe y la que disipa (Baver *et al.*, 1972), pero mientras que la energía incidente muestra una fuerte dependencia de la radiación global, la absorción de esta energía y su disipación hacia la atmósfera está muy influida por características locales del suelo que pueden variar a lo largo del ciclo anual por causa del laboreo y la meteorología. Un parámetro que influye en la temperatura, es su calor específico que depende de la proporción, en volumen, de partículas minerales, materia orgánica y agua que contiene el suelo.

En ensayos comparativos de laboreo de conservación utilizando una rotación de cereales y leguminosa que se están llevando a cabo en Torre Marimon (Barcelona), se ha puesto de manifiesto que el contenido de agua en el horizonte superficial del suelo se ve afectado por el tipo de labor que se le aplica. Así mismo observaciones de campo realizadas en esta zona apuntan que, por lo menos algunos años, en siembra directa aparece un retraso en la germinación del guisante y la cebada, respecto al laboreo convencional (Madriles, 1996). Una explicación posible a este retraso en la germinación e implantación del cultivo podría ser que la menor temperatura del suelo de la parcela de siembra directa a consecuencia de que el calor específico de los primeros centímetros de suelo esté indirectamente afectado por el tipo de labor.

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la influencia del laboreo de conservación en el comportamiento térmico del horizonte superficial del suelo durante el período en que se realiza la siembra del cereal de invierno.

2. Diseño experimental

La experiencia se llevó a cabo en Torre Marimon (Caldes de Montbui, Barcelona), durante la campaña 96-97, en una parcela de 0.9 ha donde se lleva a cabo un ensayo de laboreo de conservación desde 1993. Se consideran tres tratamientos (sub-parcelas de 0.3 ha): laboreo convencional (LC), trabajo simplificado (TS) y siembra directa (SD). El suelo está clasificado como *typic* y *calcic xerochrept* y presenta un horizonte superficial de textura franco-limosa (Martín, 1995).

En laboreo convencional, para el alzado del cultivo precedente se utilizó el arado, la preparación de la siembra se hizo con grada rotativa de eje vertical con rodillo y la siembra se hizo con sembradora de siembra directa al igual que en los otros dos tratamientos. En el trabajo simplificado se utilizaron, respectivamente, el chisel y la grada rotativa de eje vertical con rodillo. En la siembra directa sólo se aplicó glifosato al 36 % (3 l/ha). El abonado de fondo se hizo con 9-18-27 en los tres tratamientos y el de cobertera también común, fue de 75 UF de N. Finalmente, se hizo otro aporte de herbicida (clorsulfuron 75% y tribenuron 75% a la dosis de 10+20 g/ha). Las temperaturas (media, máxima y mínima) del suelo a la profundidad de 20 cm se registraron con una sonda TP-107 en cada sub-parcela, conectadas a un datalogger CR 10.

Se han considerado tres niveles distintos de aproximación al estudio de la temperatura: en primer lugar las temperaturas medias diarias del suelo (TMEDD) y del aire (TAD) de todo el período considerado propicio para la siembra (de 1/12/96 a 12/01/97); en segundo lugar, las temperaturas medias horarias del suelo (TMEDH) y del aire del período más frío de ese año (de 9/01 a 15/01) y por último las temperaturas mínimas horarias del suelo (TMINH) para el día más frío (12/01). Se ha calculado el calor específico del suelo en cada tratamiento con la función descrita por Taylor y Ashcroft (1972). Para ello se ha medido la humedad en volumen del suelo entre 0 y 20 cm para cuatro días (3, 12 y 19 de diciembre y 17 de enero). Se han utilizado los contenidos de materia orgánica del suelo medidos en marzo de 1996 (Hereter, com. pers.) y los valores de densidad aparente medidos en el mes de febrero del mismo año. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1992).

3. Resultados y discusión

La evolución de la temperatura media diaria del suelo en los tres tratamientos, durante el período estudiado se muestra en la Figura 1A. Los datos de temperatura media diaria del aire y la pluviometría se recogen en la Figura 1B. Se observa una buena relación entre la temperatura del aire y la del suelo para cualquiera de los tres tratamientos. A partir del día 22/12 se produce un enfriamiento continuo de la atmósfera que se refleja al día siguiente en el suelo.

Para todo el período, la siembra directa presenta una TMEDD que es aproximadamente medio grado menor que la de los otros tratamientos. Esta diferencia de temperaturas que aparentemente es poco importante, puede llegar a ser relevante si se tiene en cuenta que se mantiene para todo el período y por tanto no hay que ignorar el efecto acumulativo que esa diferencia tiene en el cálculo de

Tabla 1. Valores medios de las temperaturas medias y mínimas horarias (TMEDH y TMINH) del suelo bajo tres sistemas de laboreo distintos. Período 1/12/96 - 12/01/97. (a,b,c) Valores de una misma columna con letras diferentes difieren significativamente entre ellos ($p \leq 0.05$).

Tratamiento	TMEDH (°C)	TMINH (°C)
LABOREO CONVENCIONAL	8.21 a	8.18 a
TRABAJO SIMPLIFICADO	8.82 b	8.79 b
SIEMBRA DIRECTA	7.68 c	7.62 c

la integral térmica correspondiente a este período. Por otra parte se observa que las diferencias en TMEDH y TMINH son estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) para los tres tratamientos (Tabla 1) y en este caso las diferencias de las medias horarias pueden llegar a ser de algo más de 1 grado.

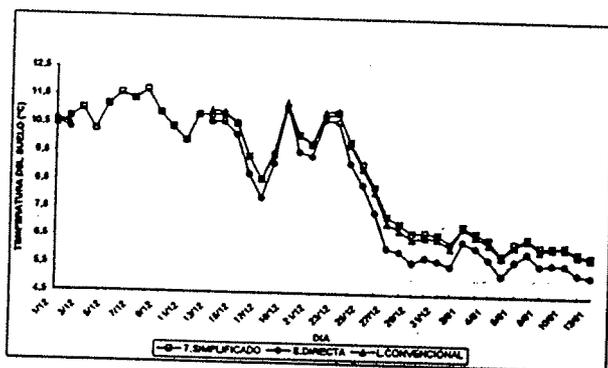


Figura 1a. Evolución de las temperaturas medias diarias (TMEDD) del suelo (1/12/96 - 12/01/97)

Para el período más frío (Fig. 2) se observa que la TMEDH de SD alcanza siempre valores extremos (máximo y mínimo) que son inferiores a los de los otros tratamientos. Además estas temperaturas se asumen con unas horas de antelación respecto los valores extremos de los otros tratamientos.

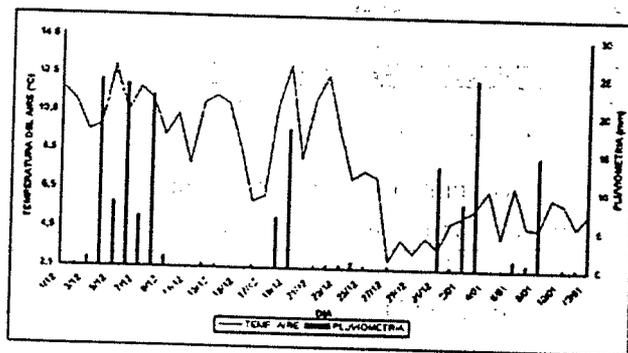


Figura 1b. Evolución de las temperaturas medias del aire (TAD) diarias y pluviometría (1/12/96 - 12/01/97)

La oscilación diaria de la SD a diferencia de los otros dos tratamientos es sensiblemente asimétrica, siendo más rápido el ascenso de la temperatura que el enfriamiento. La evolución de la temperatura entre las 16 y las 18 horas es casi idéntica pero la capacidad del suelo para elevar su temperatura se ve reducida en SD a partir de esa hora y su TMEDH disminuye rápidamente.

Durante el día más frío (12/01/97), se puede observar que en TS el suelo cede calor al aire durante de forma permanente (los valores de TAH están por debajo de los correspondientes a TMINH) y durante la mayor parte del tiempo en LC y SD (Fig. 3). Este comportamiento se mantiene para el resto del período más frío. En la oscilación térmica diaria, el inicio de la fase de recuperación se alcanza antes en SD.

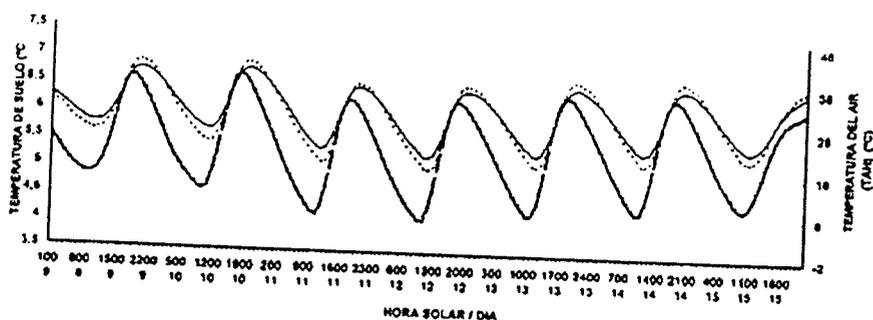


Figura 2. Evolución de las temperaturas medias horarias del suelo y del aire bajo los tres sistemas de laboreo distintos (9/01/97 - 15/01/97).

Los valores calculados de calor específico del suelo (C_s) para las diferentes labores correspondientes a los valores promedio de cuatro días del período se presentan en la tabla 2. Se expresan allí también las condiciones del suelo utilizadas para ese cálculo. Se observa que aun tratándose de valores promedio, calculados a partir de parámetros medidos directamente durante el período de control (o inmediato en el caso de la materia orgánica), se observa que existe una diferencia impor-

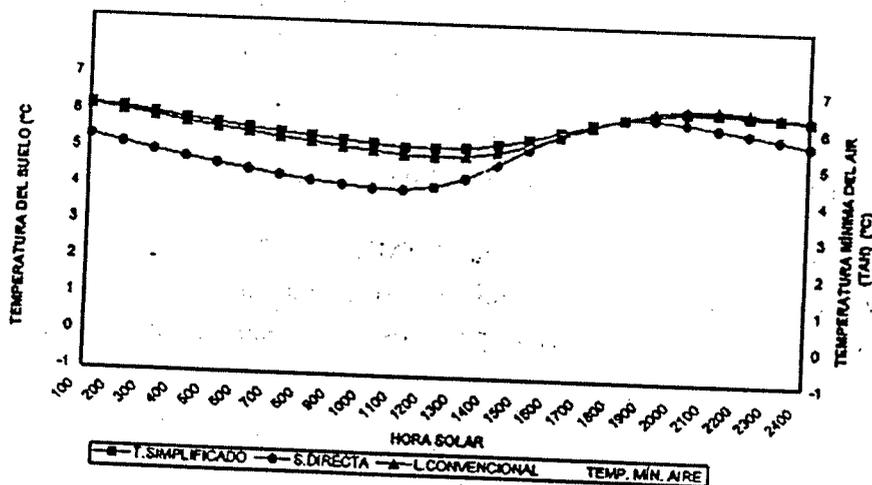


Figura 3. Evolución de las temperaturas medias horarias (TMINH) del suelo y del aire (TAH) del día 12/1/1997.

tante del C_s entre SD y los otros dos tratamientos. Si bien en general este valor depende sobre todo de la proporción de fracciones mineral y agua, en este caso parece estar estrechamente ligado a la primera, puesto que los valores de la fracción líquida son sensiblemente iguales en TS y SD.

El mayor valor de calor específico de la SD parece indicar que el suelo donde se ha aplicado la SD, tiene un período efectivo durante el cual absorbe calor que es inferior al de los otros tratamientos. El suelo entre 0 y 20 cm se calienta más rápidamente pero durante un período más corto (entre 1 y 2

Tabla 2. Valores de calor específico del suelo (Cs) para el período 3/12/96 a 16/01/97, calculados según De Vries, (1952) y Taylor y Ashcroft (1972) citados por Kilmer, (1982) en función de las fracciones en volumen de partículas minerales, materia orgánica y agua.

Tratamiento	Fracción mineral en volumen	Fracción orgánica en volumen	Fracción líquida en volumen	Cs cal cm ⁻¹ °C ⁻¹
LC	0,44296	0,01364	0,2395	0,45145
TS	0,43913	0,01370	0,2715	0,48172
SD	0,70709	0,02122	0,2717	0,60969

horas menos) que en los tratamientos en los que Cs es menor (LC y TS). Una mayor proporción de partículas minerales junto a una mayor densidad aparente del tratamiento asegura una mejor transmisión del calor entre partículas.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el soporte del proyecto europeo VAHMPIRE (ENV-CT95-0134).

6. Bibliografía

- BAVER, L.P., GARDNER, W. Y GARDNER, W.R., 1972. *Soil physics*. J.Wiley and sons. New York.
- FERERES, E. GONZALEZ, P. Y GIRALDEZ, J.V., 1990. *Agronomía del laboreo de conservación de cultivos anuales*. FIMA, 1990. Zaragoza.
- GLINSKY, J. Y STEPNIEPWSKI, W. 1985. *Soil Aeration and its role for plants*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- GRAS, R. 1988. *Physique du sol pour l'amenagement*. Masson. Paris.
- KILMER, V. J. 1982. *Handbook of soils and climate in agriculture*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- LETEY, C. 1985. Relationship between soil physical properties and crop production. *Advances in Soil Science*, nº1.
- MADRILES, D. 1996. *Estudio del laboreo de conservación frente al trabajo tradicional del suelo en tres cultivos de invierno en rotación. Resultados 1996*. T.F.C., ESAB. Doc. dif. limit.
- MARTÍN, A., 1995. *Estudio de la erosionabilidad en una parcela de Torre Marimon (Caldas de Montbui)*. T.F.C., ESAB. Doc. dif. limit.
- TAYLOR, S.A. Y ASHCROFT, G.L., 1972. *The soil solids*. Physical edaphology (W.H. Freeman ed.) San Francisco.
- SAS INSTITUTE, 1992. *Sas-Stat Users Guide*. Version 6.08. Sas Institute Inc., Cary, N.C.
- TIKHONRAVOVA, P.I. Y NESTEROVA, A.V. 1996. Temperature regime of turf-podzolic soil under minimal tillage. *Eurasian Soil Science*, 28: 4, 79-85.