

## Efecto de la SD en la estructura de los suelos y su relación con la infiltración, almacenaje y conductividad del agua en el suelo

Las técnicas de producción en los sistemas agrarios extensivos exigen, cada vez con mayor rigor, el conocimiento de la relación suelo-planta-agua. El agua es uno de los recursos críticos que más limitan la producción de los cultivos, sobre todo en las zonas áridas y semiáridas. Considerando la complejidad del trinomio, el agua no puede ser manejada independientemente del ambiente, de las características de suelo, hidrología del campo, características del cultivo, rotaciones, manejo de residuos y otros factores.

**Francisco Perea Torres** <sup>(1)</sup>

Pretender obtener una relación sencilla entre humedad y rendimiento, puede resultar demasiado simplista, sin embargo, la experiencia demuestra que, cuando no hay una acción negativa de otros factores de la producción vegetal, los rendimientos aumentan de forma lineal a medida que aumenta el régimen de humedad del suelo.

En la mayor parte de España, y, en general, en ambientes de clima mediterráneo, la distribución estacional de las lluvias es irregular, lo que impide el mantenimiento de un balance hídrico adecuado para la producción. Los veranos son secos, la evapotranspiración es intensa, y la variabilidad interanual de las precipitaciones es muy alta. El éxito de los secanos sustentados en este tipo de ambiente depende en gran medida de la capacidad del suelo para almacenar agua.

La figura 1, elaborada con datos climáticos registrados durante 28 años en la finca experimental del IFAPA-Centro Las Torres-Tomejil (Sevilla), es un claro ejemplo de modelo de clima mediterráneo, con una pluviometría media de 499 mm en la cual los mayores episodios de lluvia ocurren durante los meses de octubre a enero, periodo que se debe considerar de recarga del suelo, y que es fundamental para el desarrollo posterior de los cultivos de invierno y primavera. Durante dicho periodo las precipitaciones alcanzan el 58% del total.

Se considera un segundo periodo, esencial sobre todo para las fases iniciales de los cultivos de primavera, y para el periodo crítico

de los cereales de invierno, dado que la falta de agua en el momento fenológico del espigado, puede causar un efecto negativo máximo sobre los componentes del rendimiento de la cosecha. Este periodo ocurre desde febrero a mayo y representa el 35% sobre el total pluviométrico.

Por último, el gráfico muestra un tercer intervalo, comprendido entre junio y septiembre; éste representa el periodo de desecación del suelo, donde las pérdidas de agua por evapotranspiración superan con creces las entradas de agua por lluvia. Esta fase supone sólo el 7,5% del total.

Sería suficiente una buena distribución de las precipitaciones a lo largo del año agrícola, para que el rendimiento final de cosecha no se viese afectado de forma importante; pero, efectivamente, la distribución interanual e intraanual



Figura 1. Finca Experimental de Tomejil. Carmona, Sevilla.



Es importante conocer la relación suelo-planta-agua.

suele ser muy irregular, lo que obliga a aprovechar el agua disponible para los cultivos hasta la última gota, en este sentido, juega un papel importante la estructura y la textura del suelo, que influyen en la capacidad de infiltración y de retención del agua respectivamente.

La capacidad de un suelo para almacenar y conducir el agua está condicionada por sus propiedades hidráulicas y éstas, a su vez, por la geometría del espacio poroso.

La porosidad del suelo es bastante compleja y está directamente relacionada con la textura y estructura, que a su vez influyen en la formación y estabilidad de los agregados.

Las labores agrícolas actúan sobre las propiedades físico-químicas del suelo desequilibrando el sistema. El efecto inmediato de una labor es aumentar la porosidad de la capa labrada e indirectamente incrementar la capacidad de transmisión del agua; desgraciadamente este efecto no es duradero y depende bastante de la estabilidad estructural de los agregados.

Los suelos en siembra directa evolucionan de forma natural hacia una mayor estructura y estabilidad de los agregados, gracias al aumento de la materia orgánica. De esta forma se crean poros transmisores que constituyen vías preferenciales de recarga del suelo.

El balance de agua en el suelo, en la zona de influencia de las raíces, y considerando la ausencia de capa freática desde la que puede producirse ascensión capilar, viene definido por la siguiente ecuación:

$$\theta_f d = \theta_i d + P - E - T - E_s - D$$

donde  $\theta_f$  y  $\theta_i$  representan los contenidos medios de humedad en el suelo al principio y al final del intervalo de tiempo  $\Delta t$ ;  $d$  es la profundidad del sistema radicular;  $P$  es la precipitación acumulada en  $\Delta t$ ;  $E$  es la evaporación desde la superficie del suelo acumulada en  $\Delta t$ ;  $T$  es la transpiración acumulada en el mismo período, y  $E_s$  y  $D$  son respectiva-

mente la escorrentía superficial y el drenaje subterráneo acumulados en dicho período

Desde un punto de vista agronómico, es importante mantener unos niveles de  $\theta_f$  máximos en el momento de la siembra. Para ello es necesario reducir las salidas de agua del sistema. Esto se consigue reduciendo las pérdidas por evaporación, escorrentía superficial y drenaje (Berenjena, 1997).

Si consideramos que el agua de lluvia se distribuye entre la infiltración ( $I_a$ ) y escorrentía superficial, se establece que:

$$I_a = P - E_s$$

Es aquí donde radica la necesidad de un buen manejo del suelo que permita el aumento de la infiltración del agua procedente de la lluvia, a costa de una reducción de la escorrentía superficial, estando ambos recursos, agua y suelo, asociados estrechamente.

En este sentido, juegan un papel importante los sistemas de agricultura de conservación, éstos, y más concretamente la siembra directa, permiten una modificación favorable del balance de agua del suelo. Los componentes más afectados de este balance son las pérdidas por evaporación y escorrentía, derivadas de la presencia de una capa de restos vegetales en superficie (acolchado) que disminuyen estos procesos, y la ganancia de agua por una mayor tasa de infiltración que se ve favorecida por la presencia de bioporos continuos y estables que incrementan la conductividad sa-



Figura 2. Sonda de capacitancia Enviroscan.

turada del suelo (Gil, 2004).

El uso de sondas FDR (Frecuency Domain Reflectometry) figura 2, ha permitido estudiar la dinámica del agua del suelo en diferentes sistemas de manejo: laboreo conercial y siembra directa.

Jiménez *et al.* 2005, usando registros continuos durante el ciclo de cultivo de girasol en el suroeste peninsular estudiaron la curva de evolución del contenido de humedad del suelo (figura 3).

Se distinguen tres periodos distintos de humectación del suelo: periodo húmedo (del día 106 al 148), periodo de descarga (del día 149 al 190) y periodo seco (del 191 al 250). El periodo húmedo se ha correspondido con la etapa inicial y la primera fase de desarrollo del cultivo. Durante esta fase no existieron diferencias significativas entre los contenidos de humedad del suelo de los distintos tratamientos. A finales del mes de mayo (día 148), las altas temperaturas y las escasas precipitaciones, unidas a las altas tasas de evapotranspiración del cultivo, provocan que el suelo empiece a desecarse (periodo de descarga). El cultivo se encuentra en la fase de desarrollo, y se observa como la parcela manejada en laboreo conercial sufre una intensa desecación del suelo, mientras que en siembra directa esta caída de humedad no se produce hasta la siguiente etapa, la de máxima evapotranspiración. En esta etapa, y en el tratamiento Laboreo Tradicional, el perfil del suelo está prácticamente agotado (125 mm menos que Siembra Directa). Se observó además que los ritmos de descarga se producen con mayor antelación en los horizontes más superficiales, siendo más acentuados en LT a todas las profundidades (Muriel *et al.*, 2005). Durante este periodo las diferencias de humedad entre tratamientos fueron significativas a niveles de probabilidad del 95-99%. La etapa final del cultivo, se corresponde



Demostración de cómo se pierde el agua en un suelo sin rastrojos.

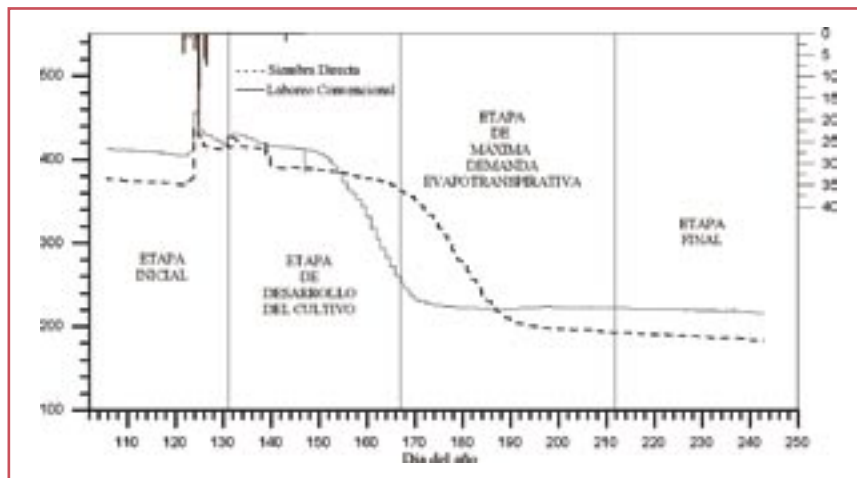


Figura 3. Evolución de la humedad del perfil del suelo en Laboreo conercial (LT) y Siembra Directa (SD) en las distintas etapas de cultivo de girasol (*Helianthus annuus*)

con el periodo seco del suelo y los contenidos de humedad son similares en ambos tratamientos.

Con estos resultados, se puede decir que la siembra directa permite un incremento del agua disponible en la zona de influencia radical, conserva durante mayor tiempo la reserva hídrica del perfil, y permite mayor estabilidad temporal y rendimiento de cosecha, reduciendo los efectos negativos del déficit hídrico ●

### Bibliografía

- Berenjena, J. 1997.** Efecto del laboreo sobre el contenido de agua en el suelo. En: Agricultura de Conservación: Fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos. Asociación Española de Laboreo de Conservación/Suelos Vivos. L. García y P. González (eds). Pp: 51-74
- Gil, R. 2004.** La siembra directa y la conservación del suelo: En actas II jornada iberoamericana de Agricultura de Conservación. Pp: 53-58
- Jiménez, J.A.; García, I.; Vanderlinden, K; Perea, F. y Muriel, J.L. 2005.** Balance de agua en suelos arcillosos bajo laboreo conercial y siembra directa: En Actas Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación. Pp: 397-402
- Muriel, J.L.; Vanderlinden, K; Perea, F.; Jiménez, J.A.; García, I. y Perez, J.J. 2005.** Regimen hídrico en suelos arcillosos de campiña sometidos a distintos sistemas de manejo: En Actas Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación. Pp: 537-542

I. Director técnico de la finca “Tomejil”. Ifapa. Junta de Andalucía