

## ANÁLISIS DEL SECADO DE UN SUELO EN DESCANSO PARA UNA LOCALIDAD DEL SUDOESTE BONAERENSE

Andrea C. Terenzi y Beatriz V. Scian  
Dpto. de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca  
[andrea\\_terenzi@yahoo.com.ar](mailto:andrea_terenzi@yahoo.com.ar)

### Introducción

La correcta implementación de un sistema de riego permite hacer un uso eficiente del agua, programando los riegos en los momentos en que el sistema lo requiere. Para esto, es necesario conocer la variación de humedad del suelo dada por procesos de secado y humedecimiento. El proceso de humedecimiento de un suelo en seco se debe a la Precipitación (Ppt). El proceso de secado para un suelo sin pendiente y con limitación de profundidad se debe a la Evapotranspiración (Et). Ésta se define como la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo: uno, la evaporación y el otro, la transpiración del cultivo (Allen et al. 2006).

**El objetivo planteado en este trabajo es conocer el desarrollo del secado de un suelo en descanso (sin cultivo) para una región de clima semiárido, con la finalidad de mejorar la implementación del riego.**

### *Materiales y Métodos*

El estudio se realizó en un establecimiento de la localidad de Bajo Hondo (Lat. 38° 44' 31,5" S y Long. 61° 50' 49.7" W), partido de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires.

El suelo sobre el que se realizó el estudio fue clasificado como Paleustol petrocálcico de textura franco arcillo limosa, destinado al cultivo de trigo en seco. Durante el desarrollo de esta investigación, el suelo estuvo desprovisto de cultivo, en descanso.

Este suelo se caracteriza por tener un porcentaje de Agua Útil que oscila entre 8.6 y 12.6 % en una profundidad de 65 cm.

Para conocer la humedad edáfica se utilizaron sensores de matriz granular los cuales funcionaron en forma conjunta con una Estación Meteorológica Automática local. Los mismos se colocaron en los primeros tres horizontes del perfil, llegando a una profundidad de 65 cm. Estos sensores miden la tensión con la que el suelo retiene la humedad, expresada en centibares. En trabajos anteriores su calibración se realizó comparando con muestras extraídas con barreno (Terenzi y Scian, 2008).

La Estación Meteorológica Automática proveyó datos de Ppt y Evapotranspiración de Referencia (Et0) según la fórmula de Penman-Monteith. Siguiendo los lineamientos de Allen et al. (1996) referidos en el Capítulo 11, para obtener la Evapotranspiración del Suelo en Descanso (Etsd) se multiplicó la Et0 por un coeficiente al que definimos Kc sd (coeficiente de suelo en descanso). El Kc sd se obtuvo conociendo la frecuencia de lluvias de cada mes y la Et0.(mm/día) (Doorenbos y Pruitt, 1976).

Con el objetivo de evaluar el secado del suelo se tomaron períodos que comenzaron luego de una lluvia previa (24 h después) y se extendieron hasta la lluvia siguiente. Para el análisis

de los datos, se tuvieron en cuenta asimismo las lluvias acumuladas en un lapso de treinta días previos al período estudiado. Los aspectos analizados fueron los siguientes: tasa de secado de los tres primeros horizontes, influencia de la precipitación previa e incidencia de la  $Et_{sd}$  en cada período. Así, de los periodos seleccionados se relacionaron las tasas de secado para cada uno de los tres horizontes con la época del año (Ppt y  $Et_{sd}$ ). Si bien en la región semiárida pampeana, las lluvias se concentran en verano y otoño, el año analizado fue seco (2007/08). A su vez, los valores más altos de evapotranspiración se producen en verano.

Períodos de secado:

En la **Tabla 1** se muestran cinco períodos de secado del suelo seleccionados desde octubre del 2007 hasta julio del 2008. Son de duración variable ya que comienzan luego de un período de lluvia y culminan cuando se produce una nueva precipitación. Las dos variables consideradas fueron la Ppt y la  $Et_{sd}$ , cuyos valores dependen de la estación del año.

	<b>Período 1</b> 31/10-8/11 (2007 )	<b>Período 2</b> 12/11-1/12 (2007)	<b>Período 3</b> 20/03- 29/03 (2008)	<b>Período 4</b> 1/04- 9/05 (2008)	<b>Período 5</b> 21/06-14/07 (2008)
Duración (días)	8	19	9	38	23
Ppt previa (mm)	11.7	50.1	24.6	39.9	3.3
$Et_0$ total (mm)	55.97	131.22	43.57	167.2	55.09
Frecuencia Ppt (días)	4	4	3.8	4.3	5
$Et_0$ (mm/día)	7	7	4.8	4.4	2.3
$K_{c\ sd}$	0.62	0.62	0.72	0.7	0.78
<b><math>Et_{sd}</math></b>	<b>4.34</b>	<b>4.34</b>	<b>3.46</b>	<b>3.08</b>	<b>1.83</b>

Tabla 1. Períodos de secado del suelo. Duración del período de secado (n° de días), coeficiente ( $K_{c\ sd}$ ) y evapotranspiración ( $Et_{sd}$ ), para un suelo en descanso.

## Resultados y Discusión

Para el análisis de los resultados se evaluaron los cinco períodos antes descriptos correspondientes a las estaciones en las que ocurrió precipitación: primavera, otoño e invierno. No se registraron precipitaciones estivales. Se tuvo en cuenta la duración del periodo seco, la época del año, la precipitación previa y la total acumulada en treinta días.

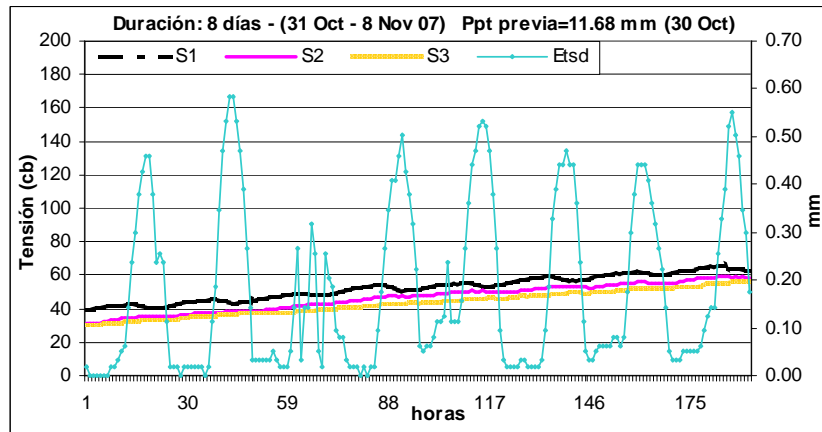


Fig.1. Período de secado 1. Tensión expresada en cb para el horizonte 1, 2 y 3 (S1, S2 y S3); evapotranspiración para un suelo en descanso ( $E_{t0}$ )

En el Período 1 (ver Fig.1) que se extiende desde el 31 de octubre al 8 de noviembre de 2007, se observa que los tres horizontes (S1, S2 y S3) iniciaron el secado con bajos valores de tensión (30-40 cb), lo que representa un alto contenido de humedad en el suelo. Esto se debe a que, si bien la lluvia previa no fue importante, anteriormente se produjeron otras precipitaciones (totalizando 74.1 mm) logrando que se incrementara la humedad hasta el tercer horizonte. Si bien los tres horizontes se mantuvieron con un contenido de humedad similar se reconocen ciertas diferencias. De los tres horizontes, el 1 es el que comienza y continúa el período de secado con menor humedad (40 cb). Esto es debido a que es el más expuesto a las condiciones ambientales, como las altas temperaturas que producen mayor evaporación en esta época del año. El horizonte 3 es el que tuvo mayor humedad a lo largo de todo el período de secado. La tasa de secado se mantuvo constante en el tiempo para los tres horizontes (ver Tabla 2) con pequeñas fluctuaciones en el horizonte 1. Éste presenta oscilaciones en los valores de tensión a lo largo del período causado por la diferencia de temperatura entre el día y la noche.

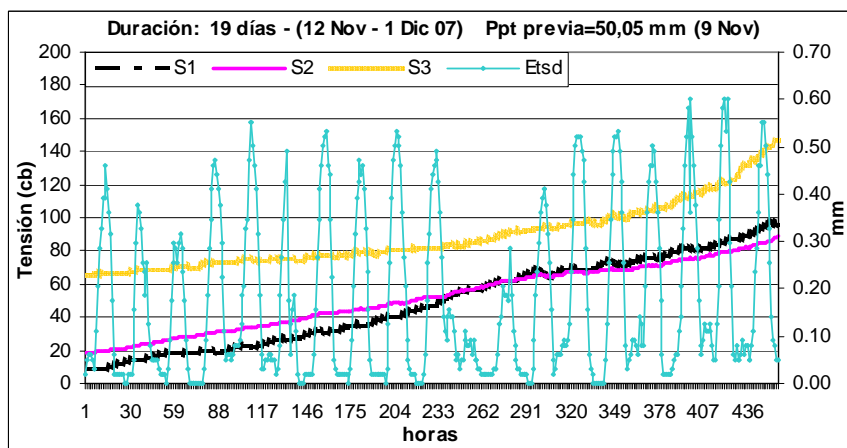


Fig.2. Período de secado 2, idem Fig.1.

En la Fig.2 correspondiente al período que se extiende desde el 12 de noviembre al 1 de diciembre del 2007, se observa que los dos primeros horizontes iniciaron el período de secado muy bien provistos de humedad, comenzando el horizonte 1 con mayor humedad que el horizonte 2, invirtiéndose la relación hacia finales del período. El horizonte 3 fue el que tuvo en todo momento menor humedad mostrando una diferencia muy marcada respecto a los otros. Esto podría deberse a que, a pesar de haberse producido una precipitación previa importante, ésta no llegó a producir un aumento del contenido de humedad en el horizonte 3 debido a la alta evapotranspiración. La tasa de secado fue mayor para el horizonte 1 mientras que los otros horizontes se comportaron de manera similar, como se muestra en la Tabla 2. Esta mayor tasa de secado del horizonte 1 podría deberse a la gran influencia de las condiciones ambientales (evapotranspiración) en esta época del año.

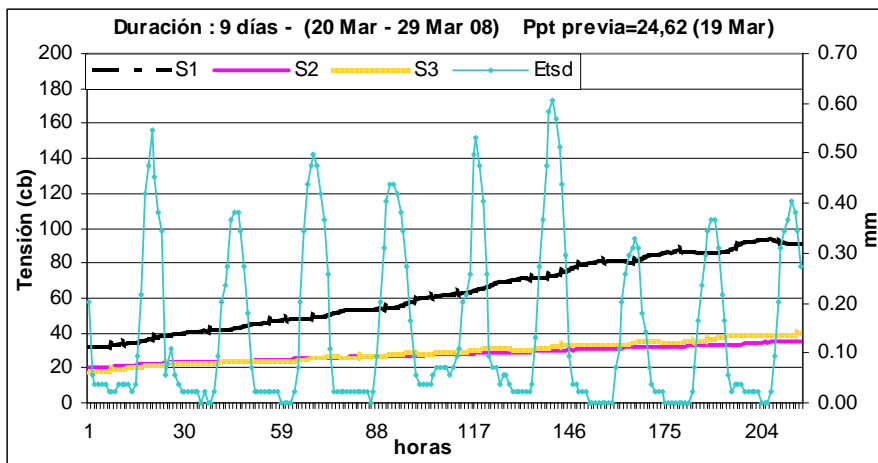


Fig.3. Período de secado 3, idem Fig.1.

En la Fig.3 se presenta el gráfico correspondiente al mes con mayor precipitación del año (20-29 de marzo). Este período es de tan solo 9 días, a semejanza del período 1 (8 días), debido a la mayor frecuencia de lluvias. Los tres horizontes comenzaron el secado con alta humedad (valores de tensión bajos, entre 20 y 40 cb) lo que denota la incidencia de la lluvia previa y en general, la ocurrencia de precipitaciones abundantes de todo el mes. La tasa de secado del horizonte 1 fue mucho mayor que la de los otros dos, siendo la de estos similar (ver Tabla 2). Esto mostraría la influencia del medio ambiente (alta evapotranspiración) sobre el horizonte superficial.

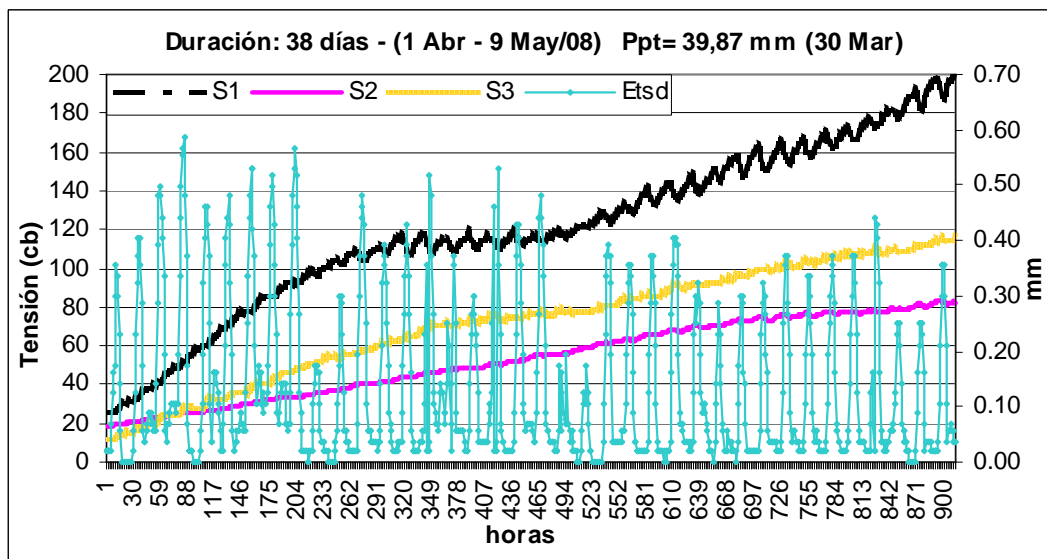


Fig.4. Período de secado 4. Idem Fig. 1.

El siguiente gráfico (Fig. 4) representa un período de secado de la época otoñal (1 abril-9 mayo/2008). Se observa que los tres horizontes comienzan el período con alto contenido de humedad (bajos valores de tensión: entre 10 y 25 cb), esto se debe a las lluvias acumuladas hasta la fecha. La tasa de secado mayor es la del horizonte 1 por ser el más expuesto a las condiciones ambientales. En él se destacan además de las irregularidades diarias, tres pendientes bien definidas en su trayecto que logran observarse por ser éste un período de secado extenso (38 días). De los otros dos horizontes, el tercero comienza el período con más humedad que el segundo para luego, con una tasa de secado mayor, finalizar el período con menor humedad que el horizonte 2. En el primer horizonte la tasa de secado, de 0.29 cb/h, define un primer tramo reflejando que la evapotranspiración es mayor cuando también lo es la humedad del suelo; el tramo siguiente, ante similares condiciones de ET, tuvo un comportamiento casi estacionario presentando una tasa de secado de 0.03 cb/h; y finalmente, el último tramo, cuando el suelo se encontraba con bajo contenido de humedad, se observó una tasa de secado pronunciada (0.20 cb/h) pero inferior a la inicial. En los dos últimos tramos se detectan las fluctuaciones diarias en la humedad del suelo, donde se considera que sólo hay humedad higroscópica. Según Hillel (1980), en el nivel superficial ocurren, bajo circunstancias especiales, movimientos del vapor de agua en el suelo. La difusión del vapor de agua es un proceso isotérmico, pero en condiciones variables de temperatura, como ocurre con la onda diaria en el horizonte superficial, se observa durante el día un movimiento de vapor de agua descendente y durante la noche ascendente, lo que induce un vaivén secuencial del contenido de humedad en el primer horizonte.

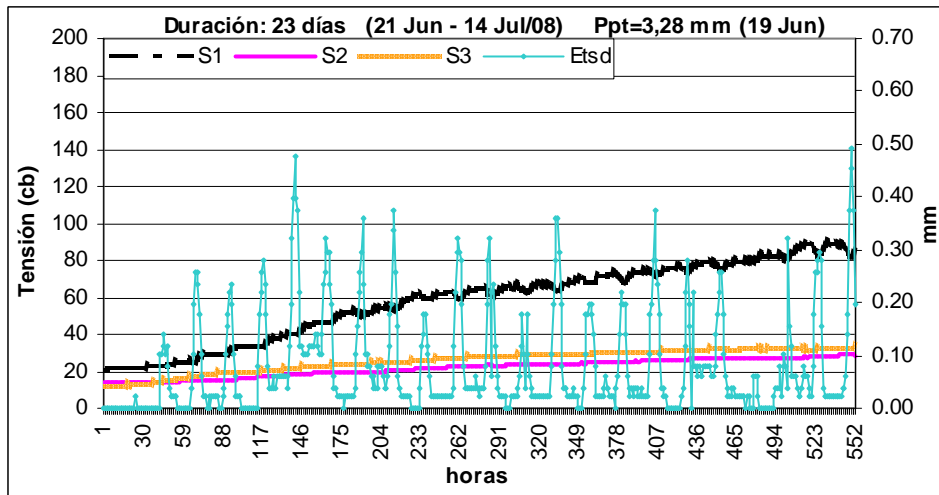


Fig.5. Período de secado 5. Idem Fig. 1.

La Figura 5 muestra un período de secado que se extiende del 21 de junio al 14 de julio 2008, coincidente con la estación seca del año (invierno). Los tres horizontes iniciaron el período de secado con alta humedad (tensión entre 12-22 cb) debido a que la evapotranspiración en ese momento del año es baja, al igual que la precipitación previa (3.3 mm). La tasa de secado del horizonte 1 fue alta destacándose de los otros horizontes (ver Tabla 2). Se observa cierta similitud en el secado del horizonte superficial con el Periodo 4 sin ser tan pronunciados los cambios de las pendientes.

En la Tabla 2 se detalla la precipitación acumulada en los treinta días previos a cada período y la tasa de secado para cada horizonte (S1, S2 y S3). Con el fin de orientar al lector en los valores de las tasas presentadas, se consigna la tasa de secado en unidades de mm/h solamente para el horizonte 1. Los valores oscilan entre 0.5 mm/día y 1.4 mm/día. Los períodos analizados para una misma estación del año son de diferente duración, lo que incide en la tasa de secado del horizonte superficial. En trabajos futuros se deberán tomar períodos de secado de igual duración para el análisis de las tasas.

	<i>Período 1</i> 31/10-8/11 (2007 )	<i>Período 2</i> 12/11-1/12 (2007)	<i>Período 3</i> 20/03-29/03 (2008)	<i>Período 4</i> 1/04- 9/05 (2008)	<i>Período 5</i> 21/06-14/07 (2008)
Ppt previa acum.en 30 días (mm)	74.1	60.2	121.0	143.4	22.6
Tasa de secado (mm/h)para S1	0.03	0.06	0.04	0.02	0.03
Tasas de secado(cb/h)					
S1	0.13	0.20	0.31	0.16	0.13
S2	0.14	0.15	0.07	0.10	0.03
S3	0.13	0.14	0.10	0.10	0.04

Tabla 2. Precipitación de treinta días previos al período y tasas de secado para S1 en mm/h, y en cb/h para cada horizonte (S1, S2 y S3) por período analizado

## Conclusión

A raíz del análisis del secado de un suelo en descanso para los cinco períodos presentados, correspondientes a diferentes estaciones del año y duración, se puede concluir que:

- El comportamiento de secado del horizonte 1 (0-10 cm) está altamente influenciado por las condiciones atmosféricas, en particular, la radiación, la temperatura y la precipitación.
- Las variaciones de temperatura a lo largo del día se manifiestan en las fluctuaciones del contenido de humedad del horizonte superficial que logran ser medidas por el sensor.
- En períodos de secado de larga duración (período 4) se logran apreciar tres pendientes bien marcadas: el primer tramo con una pendiente pronunciada (0.29 cb/h) seguida por un tramo casi estacionario (0.03 cb/h), para luego continuar con un secado progresivo y con tasa inferior a la inicial (0.20 cb/h).
- Se observó la necesidad de analizar períodos de igual duración a fin de poder comparar las tasas de secado. Tanto en primavera como en otoño el secado superficial puede superar los 0.30 cb/h.
- En conocimiento de que la evapotranspiración para el caso de un suelo en descanso, sin cobertura, es esencialmente pérdida de humedad por evaporación, se recomiendan prácticas de manejo que dejen cobertura en la superficie del suelo.

## Bibliografía

- Allen, R., L.Pereira, D. Raes y M. Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y drenaje 56.
- Doorenbos, J. y W.O. Pruitt. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje 24, 194pp.
- Hillel, Daniel. 1971. Soil and water: physical principles and processes. Academic Press. New York.
- Hillel, Daniel. 1980. Fundamentals of soil physics. Academic Press. Orlando. 413pp
- Terenzi A y B. Scian. 2008. Calibración de sensores de humedad de suelo en condiciones de campo y laboratorio. Presentación en CD de la XII Reunión Argentina de Agrometeorología, 8-10 de Octubre de 2008, Jujuy.