

## **RESPUESTA DE UN CULTIVO DE SOJA A UN PERIODO DE SEQUIA INTENSA EN LA REGION CENTRAL DE CORDOBA (ARGENTINA)**

**Ateca, M.R.<sup>1</sup>; A.M. Aoki<sup>2</sup>; C.I. Vettorello<sup>3</sup>; G.F. Esmoriz<sup>4</sup>; H.P. Apezteguía<sup>5</sup> y R. Sereno<sup>6</sup>**

1- Ing. Agrónoma (MSc). Prof. Asociado Agrometeorología. Grupo de Gestión Ambiental de Suelo y Agua. FCA- UNCba. CC 505- CP 5000. Te/ Fax 0351-4334103/05/16/17. [marateca@agro.unc.edu.ar](mailto:marateca@agro.unc.edu.ar). 2- Ing. Agr. (MSc). Prof. Adjunto. Manejo de Suelos. 3- Ing. Agr. (MSc). Prof. Asistente. Manejo de Suelos. 4. Ing. Agr. Prof. Adjunto. Manejo de Suelos. 5. Ing. Agr. Doctor en Ciencias Agropecuarias. Prof. Asociado. Manejo de Suelos. 6. Doctor en Físico-Química. Prof. Titular. Química Inorgánica.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011  
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES

**RESUMEN:** El principal factor que limita la producción de cultivos en regiones semiáridas es la falta de humedad edáfica. La distribución del agua en el perfil edáfico después del proceso de humedecimiento no es uniforme. La cantidad de agua almacenada depende de factores como topografía del terreno, tipo de cobertura, estado del cultivo y el tiempo transcurrido desde el evento precipitación. En este trabajo se pretende analizar la recarga de agua edáfica y evaluar la producción de biomasa y de grano de un cultivo de soja en una microcuenca agrícola de la región central de la provincia de Córdoba (Argentina), después de una intensa sequía. Se trabajó en una microcuenca de 9,3 ha sembrada con soja con el sistema de siembra directa. Se utilizaron datos meteorológicos y medición de humedad del suelo hasta 2.00 m de profundidad en tres sitios representativos según su ubicación topográfica y caracterizados como puntos de alta humedad (AH), baja humedad (BH) y moderada humedad (MH). Se compararon los valores obtenidos con los correspondientes a una campaña agrícola con elevado contenido hídrico. Los sitios de ensayo de la microcuenca muestran heterogeneidad la redistribución de la humedad del suelo y en el comportamiento del cultivo según su ubicación espacial, a pesar de que la pendiente de la microcuenca es uniforme, ligeramente superior al 1%.  
**PALABRAS CLAVE:** Agua del suelo, rendimientos, soja, variabilidad espacial.

## **RESPONSE OF A CROP OF SOYBEANS TO A PERIOD OF INTENSE DROUGHT IN THE CENTRAL REGION OF CORDOBA (ARGENTINA)**

**ABSTRACT:** The main factor limiting crop production in semi-arid regions is the lack of soil moisture. The distribution of water in the soil profile after wetting process is not uniform. The amount of stored water depends on factors such as topography of the terrain, type of coverage, State of cultivation and the time elapsed since the precipitation event. In this paper is to analyze the recharging of soil water and evaluate the production of biomass and grain from a crop of soybeans in an agricultural watershed of the central region of the province of Córdoba (Argentina), after an intense drought. Worked in a watershed of 9.3 has sown with soybeans with direct seeding system. Using meteorological data and measurement of soil moisture until 2.00 m depth in three sites characterized as points of high humidity (AH), low humidity (BH) and moderate humidity (MH) and representative according to their topographic location. We compared the values obtained with the corresponding to an agricultural campaign with high water content. The test of the micro sites show heterogeneity of soil moisture redistribution and in the behavior of the crop according to their spatial location, while the slope of the watershed is uniform, slightly higher than 1%.

**KEYWORDS:** Soil water, yields, soybean, spatial variability.

**INTRODUCCIÓN:** El principal factor limitante de la producción en ambientes semiáridos, como en la región en estudio, es la disponibilidad de humedad edáfica, que exhibe una gran

heterogeneidad en el espacio y en el tiempo aún en cuencas pequeñas (Ateca *et al.*, 2001, 2007). Esta variabilidad puede deberse a diferencias en la topografía, suelos, vegetación y uso del suelo (Timlin *et al.*, 1998). Kravchenko *et al.* (2005), sostienen que la variabilidad en los rendimientos de granos en relación a variaciones topográficas aumenta en años secos.

Por otra parte, la distribución del agua en el perfil del suelo después del proceso de humedecimiento, a menudo no es uniforme. La fracción de la porosidad total que contribuye al flujo de agua influye en la profundidad a la que el agua penetra después de la infiltración. Además, las propiedades estructurales de los suelos y su escala, la densidad y características espaciales de la cobertura del suelo y estructura radical de la vegetación, influyen en la capacidad de almacenaje de agua y drenaje, y en consecuencia, son responsables de la variabilidad en los rendimientos de los cultivos (Timlin *et al.*, 1998).

En este trabajo se analiza la recarga de agua edáfica y evaluar la producción de biomasa y de grano de un cultivo de soja en una microcuenca agrícola de la región central de la provincia de Córdoba (Argentina), después de una intensa sequía.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** El ensayo se realizó en un campo ubicado a 25 km al sur de la ciudad de Córdoba (31°29' LS y 64°13' W), República Argentina. El área posee un clima semiárido con 750 mm de precipitación anual, régimen con régimen monzónico (el 85 % se concentra en el semestre Octubre-Marzo). El suelo se clasificó como Haplustol típico. La pendiente media del terreno oscila entre 0,8 y 1,2 %.

Se seleccionaron tres sitios de ensayos en un lote con monocultivo de soja (*Glycine max* (L) Merr.) con sistema de siembra directa, con una densidad de 35 plantas por metro cuadrado con un espaciamiento de 0,52 m. Los sitios, se eligieron por su ubicación espacial dentro de una microcuenca de 9,3 ha y corresponden a un punto de alta humedad (AH), en la parte baja, otro de baja humedad (BH), ubicado en un área intermedia, ligeramente convexa e influenciada por un islote de bosque nativo, y un sitio con valores intermedios de humedad (MH). Entre los sitios de ensayo no existe asociación espacial (Apezteguía *et al.*, 1999).

Mediante el índice topográfico de Beven y Kirkby (1979) se corroboró la funcionalidad de los sitios analizados. Este índice permite diferenciar zonas con pendientes altas que no reciben aporte de agua, de zonas con menores pendientes y que poseen una mayor tendencia a la saturación o encharcamiento debido a que colectan el agua proveniente de otras superficies. En la Figura 1 se puede apreciar la ubicación de los sitios en estudio elegidos en la microcuenca que está delimitada mediante bordos y tiene pendiente en sentido oeste-este.

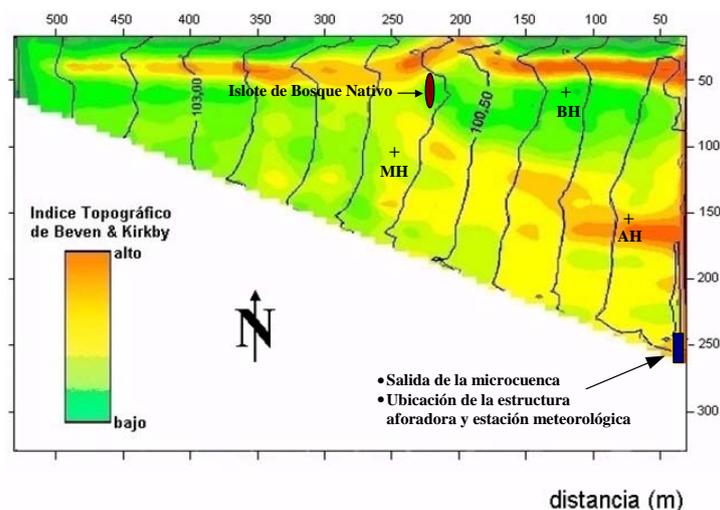


Figura 1. Ubicación de los sitios de ensayo Alta Humedad (AH), Moderada Humedad (MH) y Baja Humedad (BH) sobre una zonificación de la microcuenca según el Índice Topográfico de Beven y Kirkby (1979).

Como puede observarse en la Figura, la salida del escurrimiento de la microcuenca es a través de un aforador ubicado en el extremo sudeste de la misma.

Las mediciones de agua edáfica se realizaron hasta 2,80 m de profundidad (en intervalos de 0.20 m) en los tres sitios de ensayos. Se efectuaron en el momento de la siembra y cosecha del cultivo de soja en las campañas 2000-01 y 2009-10. Se eligieron dichas campañas debido a la gran diferencia del contenido edáfico, siendo la primera una campaña de alta humedad (con valores cercanos a capacidad de campo, CC) y la segunda de baja humedad (con valores cercanos a punto de marchitez permanente, PMP). Las variables meteorológicas se midieron con una estación automática instalada en el lugar del ensayo (Figura 1).

Se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos mediante el análisis de varianza y comparaciones de medias de Duncan con un grado de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

**RESULTADOS Y DISCUSION:** Para caracterizar el movimiento de agua en el perfil del suelo se seleccionaron las campañas 2000-01 y 2009-10 por ser estas una campaña húmeda (853 mm) y otra seca (432 mm) si tomamos como referencia el promedio (726 mm) medido en el período 1992-2001 (Figura 2).

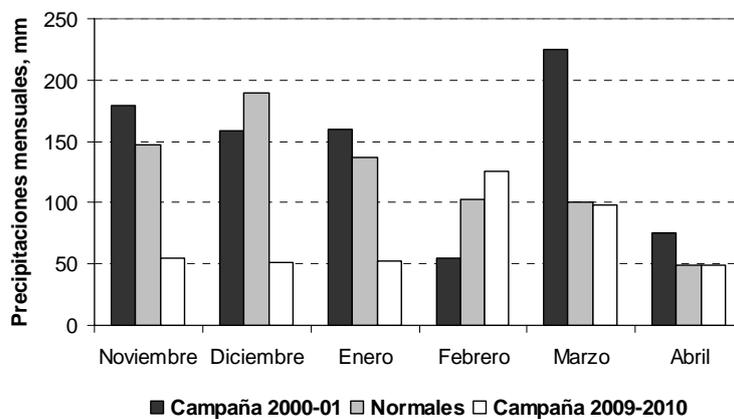


Figura 2. Precipitaciones mensuales durante las campañas agrícolas 2000-01 y 2009-10 y promedio 1992-2003.

La campaña 2000-01 tuvo valores superiores de precipitaciones mensuales en la mayoría de los meses de la campaña agrícola (Figura 2), casi el doble de la campaña 2009-10. Este hecho sumado a que en los años anteriores se registraron precipitaciones disminuidas, señalan que la campaña 2009-2010 era una de las más secas de los últimos 20 años.

La comparación del contenido de agua volumétrica entre las campañas mencionadas, se muestra en la Figura 3. Se observa el patrón de comportamiento individual de acumulación y redistribución de agua en los distintos sitios de ensayo en los dos períodos. A pesar de que las precipitaciones fueron similares en los sitios de ensayo, los procesos de infiltración y redistribución de agua en el perfil tienen características propias en cada sitio. Los contenidos de agua edáfica fueron superiores en la campaña 2000-01, están cercanos a CC. En la segunda campaña analizada, los valores, en cambio, se acercaron al PMP.

Cuando se analiza el contenido inicial (siembra) y final (cosecha) de las campañas, la dinámica fue diferente, tanto temporalmente (entre campañas) como espacialmente (entre sitios de ensayo). Así, en la campaña húmeda (2000-01) el suelo sufrió un desecamiento en las primeras profundidades del perfil (hasta 1 m) al finalizar el ciclo, mientras que a mayor profundidad el contenido de agua fue superior. Este hecho se explicaría por la disponibilidad de precipitaciones durante esa campaña, lo que provocó que el cultivo no necesitara consumir agua en profundidad.

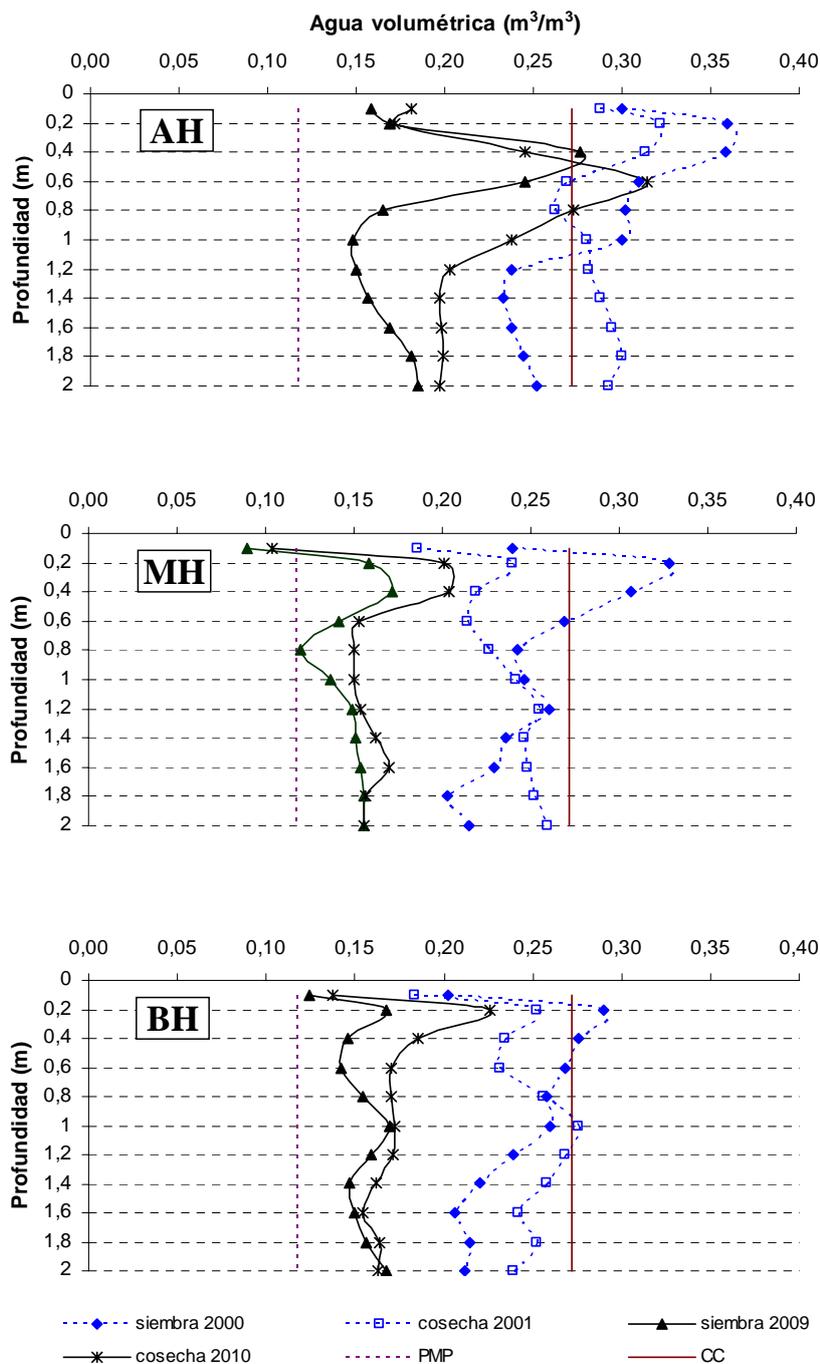


Figura 3. Contenido de agua volumétrica ( $m^3/m^3$ ) hasta los 2 m de profundidad en los sitios de ensayos AH, MH y BH. Las mediciones se realizaron en el momento de siembra y cosecha de las campañas 2000-01 y 2009-10. Las líneas que representan capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP), corresponden a valores medios.

Por el contrario, las escasas precipitaciones en la campaña seca, obligó al cultivo a profundizar en el perfil para satisfacer sus requerimientos hídricos, provocando su desecamiento. Por otra parte, el movimiento de agua dentro del perfil fue diferente entre campañas, observándose una mayor recarga hasta los 2 m en la campaña húmeda, mientras que en la campaña seca el movimiento de agua se evidenció principalmente hasta 1 m de profundidad. La respuesta del cultivo en producción de biomasa y de grano en los años

húmedos, como se observa en la Figura 4, no presenta diferencias significativas. Pero en las campañas secas, se expresan las respuestas diferentes del cultivo, incrementando la variabilidad según su ubicación espacial en el lote agrícola (Timlin *et al*, 1998, Kravchenko *et al*, 2005). Los sitios de mayor humedad (AH) presentan el máximo rendimiento, siendo las diferencias significativas respecto a los que presentan deficiencia de agua (MH y BH). Esto coincide con lo observado por los autores anteriores.

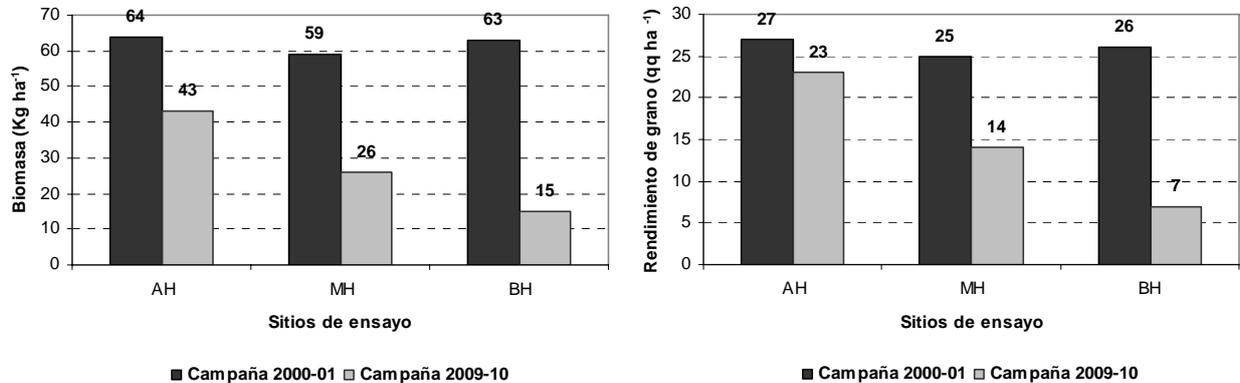


Figura 4. Producción de biomasa (kg/ha) y rendimiento en grano (qq/ha) en los distintos sitios de ensayo, durante las campañas estudiadas.

## CONCLUSIONES

- Los sitios de ensayo de la microcuenca muestran heterogeneidad en la redistribución de la humedad del suelo según su ubicación espacial luego de un período de sequía.
- En los años húmedos, la producción de biomasa y rendimiento en grano, en los sitios de ensayo, no presentan diferencias significativas. En cambio, en los años secos el sitio de mayor humedad presenta el máximo rendimiento, siendo las diferencias significativas respecto a los que presentan deficiencia de agua.

**AGRADECIMIENTOS:** A SeCyT-UNC, MINCyT-CBA y SeCyT-Nación

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- APEZTEGUÍA, H.; SERENO, R.; AOKI, A.; ATECA, M.; ROMERO, L.; MENDOZA, R.; ESMORIZ, G.; ROBLEDO, W. **Distribución espacial de la humedad del suelo en una microcuenca de Córdoba, Argentina.** Agricultura Técnica (Chile) 59: 233 – 241, 1999.
- ATECA, M. R.; SERENO, R.; APEZTEGUÍA, H. **Zonificación de una superficie cultivada con soja según aspectos fenométricos y consumo de agua del suelo.** Rev. Brasileira de Agrometeorología 9: 111 – 116, 2001.
- ATECA, M.R.; AOKI, A.; SERENO, R. **Caracterización del movimiento del agua, en el perfil de un suelo haplustol, bajo condiciones de bosque nativo y de monocultivo de soja.** Rev. Terra Latinoamericana. Vol.25 (3): 269-278, 2007.
- BEVEN, K.; KIRKBY, M. **A physically-based variable contributing area model of basin hydrology.** Hydrol. Sci. Bull. 24:43-69, 1979.
- KRAVCHENKO, A.N.; ROBERTSON, A.G.P.; THELEN, K.D.; HARWOOD, R.R. **Management, topographical, and weather effects on spatial variability of crop grain yields.** Agron.J. 97:514-523, 2005.
- TIMLIN, D.J.; PACHEPSKY, Y.A.; SNYDER, V.A.; BRYANT, R.B. **Spatial and temporal variability of corn grain yield on a hillslope.** Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 764-773, 1998.