

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/270274793>

PRODUCCIÓN DE SOJA EN SUELOS CON CAPA FREÁTICA SUPERFICIAL Y DIFERENTE CONTENIDO SALINO EN EL SUR DE...

Conference Paper · August 2005

CITATIONS

0

READS

54

3 authors:



[Horacio Videla Mensegue](#)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

38 PUBLICATIONS 31 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Americo Degioanni](#)

Universidad Nacional de Río Cuarto

27 PUBLICATIONS 74 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Jos Manuel Cisneros](#)

Universidad Nacional de Río Cuarto

42 PUBLICATIONS 179 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Prediction of the fluctuation of the water table according to the crop sequence in the southeast region of Córdoba (Argentina) [View project](#)



Dinamica de sales en el suelo [View project](#)

PRODUCCIÓN DE SOJA EN SUELOS CON CAPA FREÁTICA SUPERFICIAL Y DIFERENTE CONTENIDO SALINO EN EL SUR DE CÓRDOBA.

Videla Mensegue¹, H.; A. Degioanni² y J. Cisneros².

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta del cultivo de soja (*Glycine max* L. Merr) al balance hídrico en dos suelos representativos del sur de Córdoba con capa freática superficial y diferentes contenidos salinos. Se realizó el seguimiento del cultivar Don Mario 3700 sobre un Haplustol udorténtico y un Natralbol típico. En el cultivo se midió biomasa, IAF y rendimiento de granos. En los suelos se midió humedad volumétrica, conductividad eléctrica, pH, profundidad y salinidad de la capa freática. Los datos de lluvias, temperatura, radiación solar y viento se registraron con una estación meteorológica. Los resultados muestran variación del nivel freático y su salinidad con respecto al balance hídrico, un efecto negativo de las sales sobre la producción de granos particularmente en el Natralbol y una posible fuente de agua subterránea para la producción de granos en el Haplustol.

Palabras claves: freática, salinidad, soja.

SUMMARY: The objective of this work is evaluate soybean (*Glycine max* L. Merr) answer to the water balance, soil saline content and water table level fluctuations in two representative soils in south Córdoba. The cultivar pursuit was made with Don Mario 3700 on Haplustol udortentic and Natralbol typic. There were measure biomass, IAF and yield in soybean, meanwhile in soils were measured volumetric humidity, electrical conductivity, pH, depth and water table salinity. The rain date, temperature, solar radiation and wind were registered with a weather station. The results show the variation of phreatic level and its salinity respect to water balance, a negative effect of salinity on grain production, particularly in the Natralbol and a possible underground water source available to the crop in the Haplustol.

Keyboard: water table, salinity, soybean.

INTRODUCCIÓN

El efecto de la capa freática sobre la producción de soja puede ser positivo o negativo. Por un lado, la existencia de una capa freática al alcance del sistema radicular y de bajo contenido salino ha demostrado ser una fuente adicional de agua subterránea para el cultivo (Baigorri y Martini 2004) con importantes incrementos en la producción. Por otro, el ascenso del nivel freático por encima de un nivel crítico puede impedir el normal desarrollo del cultivo por anoxia y causar problemas de fitotoxicidad por sales cuando la freática es salina. Además, cuando las sales solubles son sódicas produce efectos negativos sobre las propiedades físicas del suelo (Allen et al. 1998; Datta y Jong 2002).

Los ambientes con capa freática somera en el sur de Córdoba, ocupan aproximadamente $2,2 \cdot 10^6$ ha y se caracterizan por involucrar una amplia diversidad de suelos, que reflejan condiciones de génesis complejas debido a diferentes condiciones de relieve, origen y edad de los materiales originarios y tipo de vegetación. La gran mayoría de los suelos están en contacto con una capa freática cuya profundidad oscila desde cero a cuatro metros y la salinidad medida como la conductividad eléctrica varía entre 2 y 25 dS.m⁻¹ (Cisneros 1994; Cisneros et al. 1997).

En los últimos años, se ha registrado un avance en el cultivo de soja en la región pampeana, situación que se observa también para el sur de Córdoba. Esta expansión del cultivo se ha realizado sobre suelos con freáticas muy someras y de variada salinidad. La soja puede crecer en un amplio rango de suelos siendo el pH óptimo entre 6 a 6,5 (FAO 2002). Con respecto a la tolerancia a la salinidad Mass y Hoffman (1977) la clasifican como moderadamente tolerante a la salinidad del extracto de saturación del suelo. Sin embargo, Katerji et al. (2003) relacionando el potencial osmótico del suelo y el potencial hídrico de la hoja clasifican a la soja dentro del grupo de las más sensibles. Dichos autores han demostrado que el aumento en la salinidad del suelo provoca una disminución en la eficiencia de utilización del agua.

El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta del cultivo de soja al balance hídrico, al contenido salino del suelo y a la fluctuación de nivel de la capa freática en dos suelos representativos del sur de Córdoba.

¹ Alumno de 5to. Año de Ingeniería Agronómica.

² Profesores del Dep. Ecología Agraria. FAV. UNRC Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. 5800 Río Cuarto. horaciovidela9@hotmail.com, adegioanni@ayv.unrc.edu.ar

HIPÓTESIS

La capa freática es una fuente de agua alternativa en un ciclo agrícola deficitario de precipitaciones bajo determinado rango de oscilación de profundidad y umbral de salinidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.

La experiencia se llevó a cabo en una toposecuencia ubicada a 3 km de la localidad de Villa Rossi, Dep. Pte. Roque S. Peña (Córdoba). El clima de la región pertenece al dominio semiseco con tendencia a semihúmedo con gran uniformidad térmica y mesotermal (Capitanelli 1979). Los suelos de la toposecuencia son: *Serie Laboulaye*, Haplustol udorténtico, ubicado en las posiciones topográficas de loma, con relieve normal, bien a algo excesivamente drenado. Posee una secuencia de horizontes Ap, A12, AC y C de textura franca arenosa en todo el perfil, siendo la humedad equivalente promedio del perfil de 17,7 %. La clase por capacidad de uso de este suelo es Illcs. *Serie Rosales*, Natralbol típico localizado en posiciones topográficas de media loma, de relieve subnormal, imperfectamente drenado y con alcalinidad sódica a partir de los 45 cm de profundidad. Presenta una secuencia de horizontes A1, A2, E, Bt_{na} y C con textura franca a franca arenosa, siendo la humedad equivalente promedio para el perfil de 24,8 %. La clase por capacidad de uso es Vs (INTA 1987).

Mediciones de variables climáticas, del cultivo y del suelo.

Las variables climáticas registradas durante el ciclo del cultivo y con frecuencia diaria fueron: precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento mediante una estación automática Metos (Pessl Instruments GmbH). La evapotranspiración potencial se calculó por el método de FAO – Penman – Monteith (1992).

El cultivar de soja sobre el que se hizo el seguimiento es Don Mario 3700 sembrado el 2/12/04 a una distancia entre hilera de 0,52 m con una densidad de 44 pl/m². La tecnología de siembra y control de malezas es la utilizada por el productor (siembra directa). El seguimiento del cultivo se realizó según la fenología propuesta por Fehr y Caviness (1977). En los estadios R1 y R5 se realizaron muestreos de biomasa para la determinación de peso seco e índice de área foliar (determinada según Urosa y Ascencio 1993) para una superficie de muestreo de 0,25 m² con 10 estaciones de muestreo. En R8 se determinó el rendimiento de granos con la misma metodología de muestreo.

En ambos suelos se realizaron muestreos para determinar la conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE_{ES}) (Richards 1973) y pH (dilución 2,5:1). El muestreo se realizó a profundidades de 0,12; 0,22; 0,34 y 0,50 m en el Haplustol, y a 0,10; 0,20; 0,40 y 0,65 m en el Natralbol con tres repeticiones en cada profundidad (USDA 1999) y en la siembra, R1 y R5. Para cada suelo se registró con frecuencia quincenal la oscilación y conductividad eléctrica de la capa freática. A tal fin se instalaron dos pozos de observación (freatímetros).

El cálculo de agua transpirada por el cultivo se realizó a través del balance hídrico simplificado según Dardanelli et al. (2004). Dicho balance considera como variables la variación de almacenaje en el tiempo (ΔAlm), las precipitaciones como ingreso y la evapotranspiración del cultivo como egreso. El resto de componentes de balance (escorrentía entrante y saliente, aporte de la freática y pérdidas por drenaje) se asumen constantes. A partir de la transpiración del cultivo y la eficiencia de utilización del agua (9,1 kg granos seco.ha⁻¹.mm⁻¹ transpirado sg Andrade y Sadras 2002) se estimó la producción teórica. Para evaluar el efecto de la salinidad del suelo sobre la producción relativa de granos se utilizó el modelo propuesto por Mass y Hoffman (1977) cuya ecuación es la siguiente: $y = 100 - 20 \times (\text{CE}_{\text{ES}} - 5)$.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Balance hídrico, profundidad y salinidad de la capa freática.

En las Figuras 1 y 2 se muestra la evolución del nivel y salinidad de la freática en relación a las precipitaciones y ETP durante el ciclo del cultivo para el suelo Haplustol y Natralbol. Se observa en ambos suelos que la profundidad de la freática estuvo siempre por encima de los 2 m de profundidad. Según Cisneros (1994) en estos ambientes el ascenso de la capa freática está en relación directa con un balance hídrico local con excedentes, mientras que el descenso con un balance hídrico deficitario. Lo observado en esta experiencia, si bien muestra esta tendencia, no se corresponde claramente por cuanto el nivel de la profundidad de la capa freática para ambos suelos ha sido prácticamente constante durante todo el ciclo del cultivo posiblemente por efecto de recargas subterráneas de la freática. En cuanto a la salinidad de la freática, se observa que esta responde a la dilución por lluvia según lo planteado por Cisneros (1994).

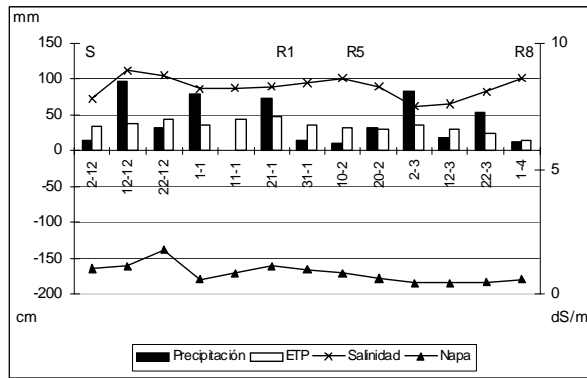


Figura 1: Evolución de lluvias, ETP, profundidad y salinidad de la freática en el Haplustol udorténtico de la toposecuencia Villa Rossi (Córdoba).

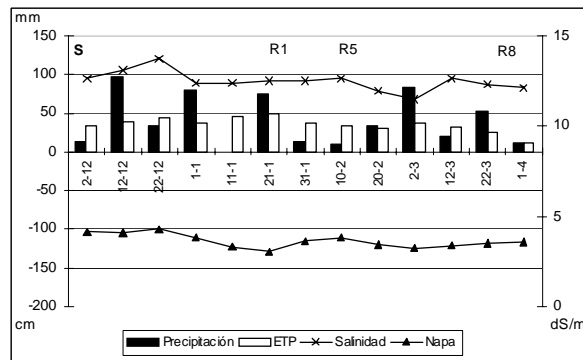


Figura 2: Evolución de lluvias, ETP, profundidad y salinidad de la freática en el Natralbol típico de la toposecuencia Villa Rossi (Córdoba).

Salinidad y pH del extracto de saturación de los suelos.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la evolución de la salinidad del perfil en ambos suelos para los estadios R1 y R5.

Tabla 1: Conductividad Eléctrica (CE_{ES}) y pH del extracto de saturación en diferentes estadios de crecimiento de la soja en dos suelos de la toposecuencia Villa Rossi (Córdoba).

	Haplustol			Natalbol		
	Hor. (prof cm)	CE_{ES} (dS.m ⁻¹) 1)	pH (2.5:1)	Hor. (prof cm)	CE_{ES} (dS.m ⁻¹) 1)	pH (2.5:1)
R1	Ap (0 – 12)	1,349	6,47	A1 (0 – 10)	3,18	7,05
	A1 (12 – 22)	0,953	6,3	A2 (10 – 20)	2,038	7,53
	AC (22 – 34)	0,519	6,02	E (20 – 40)	1,669	7,83
	C (34 + cm)	0,5993	8,38	Btn(40 + cm)	4,03	8,65
R5	Ap (0 – 12)	0,673	6,43	A1 (0 – 10)	0,616	6,68
	A1 (12 – 22)	0,354	6,54	A2 (10 – 20)	1,17	7,57
	AC (22 – 34)	0,438	6,59	E (20 – 40)	1,978	8,39
	C (34 + cm)	0,529	7,19	Btn(40 + cm)	2,187	8,55

Se observa un aumento de la CE_{ES} en el estadio R1 (floración) para ambos suelos siendo más marcado en el suelo Natalbol. Esto coincide con un momento de balance hídrico deficitario por lo que al secarse el perfil aumenta la concentración de sales en la rizósfera. Este efecto ha sido reportado por Barrett Lannard (2002). En R5 también se observa un aumento de la CE_{ES} en ambos suelos pero de menor intensidad que en el estadio anterior.

Germinación y establecimiento de plántulas.

El contenido de agua al momento de la siembra fue de 0,3 y 0,35 cm³/cm³ en ambos suelos con una

CE_{ES} de la cama de siembra de $0,43 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ para el Haplustol y de $0,83 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ para el Natralbol. Éstos contenidos de sales no impidieron la normal germinación de la simiente, proceso que duró 8 días promedio. Estos resultados indican que la semilla logró absorber un contenido de agua equivalente al 50 % de su peso tal como lo indica Hunter y Erickson (citado por Norman, 1963). Por otro lado, se comprueba también que la CE_{ES} no afectó el establecimiento de la plántula por estrés hídrico salino ya que éste es generado a potenciales osmóticos mayores de $-0,3 \text{ Mpa}$ (Barbosa Machado et al. 2004). Los valores de potenciales osmóticos estimados al momento de la siembra son $-0,01$ y $-0,03 \text{ Mpa}$ en ambos suelos considerando a dicho potencial como el 36% de la CE_{ES} .

Evolución del cultivo.

En la Tabla 2 se exponen los resultados sobre la evolución de biomasa e índice de área folia – IAF. En el suelo Natralbol y en el estadio R1, se observa una notable reducción en la producción de biomasa (58 %) e IAF (62%) con respecto al suelo Haplustol presumiblemente producida por efecto de sales.

Al respecto, Katerji et al. (2003) señala que el aumento de la salinidad del suelo provoca una disminución en la eficiencia de utilización del agua pudiendo llegar a disminuirla en un 49 % a CE_{ES} de $6,7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. En R5 la diferencia en biomasa e IAF comparadas para ambos suelos no presentaron diferencias tan marcadas (15 % y 20 % respectivamente). En ésta etapa las CE_{ES} no fueron tan elevada como en R1 por lo que previsiblemente el efecto de la salinidad no incidió tan marcadamente en el desarrollo de las plantas.

Tabla 2: Producción de biomasa e IAF en floración y llenado de grano del cultivo de soja para dos suelos de la toposecuencia Villa Rossi (Córdoba).

	Floración (R1)		Llenado de grano (R5)	
	Biomasa (KgMs.ha ⁻¹)	IAF (m ² m ⁻²)	Biomasa (KgMs.ha ⁻¹)	IAF (m ² m ⁻²)
Haplustol	1.890	2,9	5.271	6,3
Natralbol	0.796	1,09	4.456	5

Producción de granos.

En la Tabla 3 se presentan los resultados del rendimiento teórico y real para ambos suelos. Desde el punto de vista del abastecimiento hídrico, la producción teórica en el Natralbol es un 16% superior a la estimada para el Haplustol y ello se debe a que el primero posee una mayor capacidad de almacenamiento de agua. Sin embargo, cabe recalcar que el Natralbol es un suelo con limitantes químicas (sales sódicas) para la producción por lo tanto, la comparación entre suelos debe estar enfocada sobre esta característica. En tal sentido, se observa una diferencia en el rendimiento real del 29 % superior en el Haplustol con respecto al Natralbol confirmando que la limitante para la producción de granos está más vinculada a la salinidad de este suelo que a la disponibilidad de agua.

Tabla 3: Rendimiento estimado y observado del cultivo de soja para los suelos Haplustol y Natralbol de la toposecuencia Villa Rossi (Córdoba).

	Producción Potencial (Kg.ha ⁻¹)	Producción Real (Kg.ha ⁻¹)
Haplustol udortentico	3.402	5.442
Natralbol típico	4.074	3.826

Según el modelo de Mass y Hoffman (1977) la caída de rendimiento relativo por salinidad en el Natralbol puede ser del orden del 42%. Cabe reiterar que en este suelo durante R1 y R5 el perfil tuvo concentraciones elevadas de sales (Tabla 2) hecho que se manifiesta en un menor desarrollo de biomasa del cultivo y por ende un menor rendimiento de granos. Este resultado es coincidente con lo expuesto por Kantolic et al. (2004). Por otra parte, también podría haber un efecto negativo sobre la producción de granos por salinidad en el Haplustol ya que según el modelo Mass y Hoffman (1977) la caída de rendimiento relativo puede ser del orden de 13 %.

Por último y desde el punto de vista del abastecimiento hídrico en el suelo Haplustol, se observa que la producción teórica estimada por balance hídrico es un 37 % menor a la producción real. Este resultado indicaría que el cultivo habría utilizado la freática como aporte hídrico subterráneo para alcanzar los $5.442 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

CONCLUSIÓN

Para este primer resultado experimental se puede concluir que cuando el nivel de la capa freática oscila a profundidades alcanzables por las raíces del cultivo puede ser una fuente alternativa de agua en suelos de bajo riesgo de salinización durante períodos de balance hídrico deficitario. En suelos con mayor riesgo de salinización, la capa freática puede constituir una severa limitante de la producción de granos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a los productores agropecuarios Sr. Gerardo Zoppi e Ing. Agr. Carlos Anaya por posibilitar el desarrollo de esta experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen R., Pereira L., Roes D. y M. Smith.** 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. Paper 56.
- Andrade F. y V. Sadras.** 2002. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. EEA INTA Balcarce – F.C.A. U.N.M.P. Pág. 170.
- Baigorri H. y E. Martini.** 2004. Claves para la caracterización de un ambiente con influencia de napa freática. Soja Actualización 2004. EEA Marcos Juarez. Proyecto Regional – Producción Agropecuaria Sustentable. INTA. Pág. 41-46.
- Barbosa Machado Neto N., Marques Saturnino S., Carlini Bomfim D. y C. Castilho Custódio.** 2004. Water stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. Brazilian Archives of Biology and Technology.
- Barrett Lannard E.** 2002. Restoration of saline land through revegetation. Agricultural Water Management 53 213-226.
- Capitanelli E.** 1979. Geografía física de la provincia de Córdoba. Editado por la Fundación del Banco de la Provincia de Córdoba.
- Cisneros J.** 1994. Caracterización del hidrohalomorfismo en ambientes representativos del centro - sur de Córdoba. Tesis M.Sc. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.
- Cisneros J., Cantero J. y A. Cantero.** 1997. Relaciones entre la fluctuación del nivel freático, su salinidad y el balance hídrico, en suelos salinos – sódicos del centro de Argentina.
- Dardanelli J., Collino D., Otegui E. y V. Sadras.** 2004. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción en los cultivos de grano. En: Producción De Granos Bases Funcionales Para Su Manejo. Editorial FAUBA. Pág. 377 y 416.
- Datta K. y C. De Jong.** 2002. Adverse effect off waterlogging and soil salinity on crop and land productivity in northwest region of Haryana, India. Agricultural Water Management 57 223-238.
- FAO.** 2002. Soybean crop water management. En: www.fao.org
- Fehr W. R. and C. E. Caviness.** 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, Ames, Iowa. 11 p. En: SATORRE, E. et. al. Producción de Granos. Bases Funcionales para su Manejo.
- INTA - SMAGyRR.** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Secretaría Ministerio de Agricultura Ganadería y Recursos Renovables. 1987. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja Laboulaye. Córdoba.
- Kantolic A., Giménez P. y E. De La Fuente.** 2004. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad de soja. Producción De Granos Bases Funcionales Para Su Manejo. Editorial FAUBA. Pág. 191.
- Katerji N., Van Hoorn J., Hamdy A y M. Mastrorilli.** 2003. Salinity effect on crop development and yield, análisis of salt tolerance according to several classification methods. Agricultural Water Management 62 37-66.
- Maas E. y G. Hoffman.** 1977. Crop salt tolerance, current assessment. J. Irrig. Drain. Div. ASCE 103: 105-134.
- Norman G.** 1963. The soybean. University of Michigan. New York, USA. Pág. 76.
- Richards L.** 1973. Rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México.
- Urosa R. y J. Ascencio.** 1993. Arquitectura y caracterización fisiológica de la cobertura de plantas de soja glycine max l. Merr. Var júpiter en condiciones de campo. Agronomía Trop. 43 (3-4): 145-172.
- USDA.** 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Pág. 15.