



**PROVINCIA DE BUENOS AIRES
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DE LAS
TIERRAS PARA MEJORAR EL
APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LOS
SUELOS DEL PARTIDO DE DAIREAUX**

INFORME FINAL

Diciembre de 2009

**CATEDRA DE MANEJO Y CONSERVACION DE
SUELOS. FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**

AUTORES

DIRECTOR DEL ESTUDIO:

ING.AGR. OSCAR J. SANTANATOGLIA

INTEGRANTES:

ING.AGR. MSC DR CELIO I. CHAGAS

ING. AGR. DR MARCELO J. MASSOBRIO

ING. AGR. MSC MARIO G. CASTIGLIONI

LABORATORISTA:

ING. AGR. FELIX FERNANDEZ

INDICE TEMATICO

Introducción.....	4
Enfoque metodológico y actividades.....	6
Plan de tareas.....	7
Actividades cumplidas	8
-Tarea 1: Medición mensual de la profundidad de napa en la red..... freatimétrica.....	8
-Tarea 2: Análisis de la información surgida de la red freaticimétrica..... conjuntamente con la información climática de las series históricas y de.... la nueva información generada.....	9
- Tarea 3: Monitoreo quincenal de la humedad edáfica a través de sondas... electromagnéticas en localización cercana a los freaticímetros.....	16
- Tarea 4: Determinar el grado de salinidad y alcalinidad del agua de la napa freática.....	19
- Tarea 5: Determinar el grado de salinidad y alcalinidad del suelo hasta..... 1,50 m de profundidad.....	20
- Tarea 6 Analizar la información generada de humedad edáfica histórica y actual y su vinculación con la obtenida con la red freaticimétrica.....	21
- Tarea 7. Desarrollo de un modelo predictivo de comportamiento hidrológico de las tierras del Partido de Daireaux.....	21
- Tarea 8: Desarrollo de talleres de trabajo	24
Conclusiones.....	25
Bibliografía.....	25

INTRODUCCION

El objetivo general de este informe final, dentro de su enfoque metodológico es caracterizar la incidencia de las precipitaciones sobre la dinámica de la napa freática y analizar el efecto en la generación de un frente de humedecimiento que influya en la capacidad de producción primaria de la zona norte del partido de Daireaux.

Establecer estrategias de manejo agrícola, interpretando la dinámica del agua en el suelo, para mejorar la sustentabilidad ambiental de la región.

- Se midió en forma mensual la profundidad de napa en la red freaticométrica

- Se analizó la información surgida de la red freaticométrica conjuntamente con la información climática de las series históricas y de la nueva información que se está generando.

- Se ubicaron tubos para la lectura quincenal de la humedad edáfica a través de sondas electromagnéticas en localización cercana a los freaticómetros.

- Se determinó el grado de salinidad y alcalinidad del agua de la napa freática.

- Se determinó el grado de salinidad y alcalinidad del suelo hasta 1,50 m de profundidad.

- Se desarrolló un taller de trabajo para lograr la concientización de productores, técnicos y a la comunidad en general, de la necesidad de comprender el grado de complejidad del agroecosistema y los distintos componentes y factores que intervienen en la productividad del mismo, para el logro de ingresos adecuados, en el corto y mediano plazo.

**ENFOQUE METODOLOGICO
Y
ACTIVIDADES**

Plan de tareas

- 1- Medición mensual de la profundidad de napa en la red freaticimétrica presente en la zona norte del partido. Se aumentará la red freaticimétrica en los goombientes representativos de la variabilidad ambiental del área de estudio.
- 2- Análisis de la información surgida de la red freaticimétrica conjuntamente con la información climática de las series históricas y de la nueva información generada.
- 3- Monitoreo quincenal de la humedad edáfica a través de sondas electromagnéticas en localización cercana a los freaticímetros.
- 4- Determinar el grado de salinidad y alcalinidad del agua de la napa freática.
- 5- Determinar el grado de salinidad y alcalinidad del suelo hasta 1,50 m de profundidad.
- 6- A través del desarrollo de talleres de trabajo lograr la concientización de productores, técnicos y a la comunidad en general, de la necesidad de comprender el grado de complejidad del agroecosistema y los distintos componentes y factores que intervienen en la productividad del mismo, para el logro de ingresos adecuados, en el corto y mediano plazo.

CRONOGRAMA DE TRABAJO HASTA EL INFORME FINAL

ACTIVIDADES/MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1) Medición mensual de la profundidad de napa en la red freaticométrica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2) Análisis de la información surgida de la red freaticométrica conjuntamente con la información climática de las series históricas y de la nueva información generada.		X						X				
3) Monitoreo quincenal de la humedad edáfica a través de sondas electromagnéticas en localización cercana a los freáticos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informe de avance descripción de lo ejecutado de las actividades 1, 2 y 3			X									
4) Determinar el grado de salinidad y alcalinidad del agua de la napa freática.		X								X		
5) Determinar el grado de salinidad y alcalinidad del suelo hasta 1,50 m de profundidad.		X								X		
Informe parcial elaboración y análisis parcial de información generada de las actividades 1,2,3 y 5 .							X					
6) Analizar la información generada de humedad edáfica histórica y actual y su vinculación con la obtenida con la red freaticométrica.											X	
7) Desarrollo de un modelo predictivo de comportamiento hidrológico de las tierras del Partido de Daireaux.											X	
8) desarrollo de talleres de trabajo para lograr la concientización de productores, técnicos y ala comunidad en general, de la necesidad de comprender el grado de complejidad del agroecosistema y los distintos componentes y factores que intervienen en la productividad del mismo, para el logro de ingresos adecuados, en el corto y mediano plazo.		X				X				X		X
Informe FINAL análisis, discusión y conclusiones obtenidas de la información generada a través de las actividades 1,2,3,4 ,5, 6, 7 y 8.												X

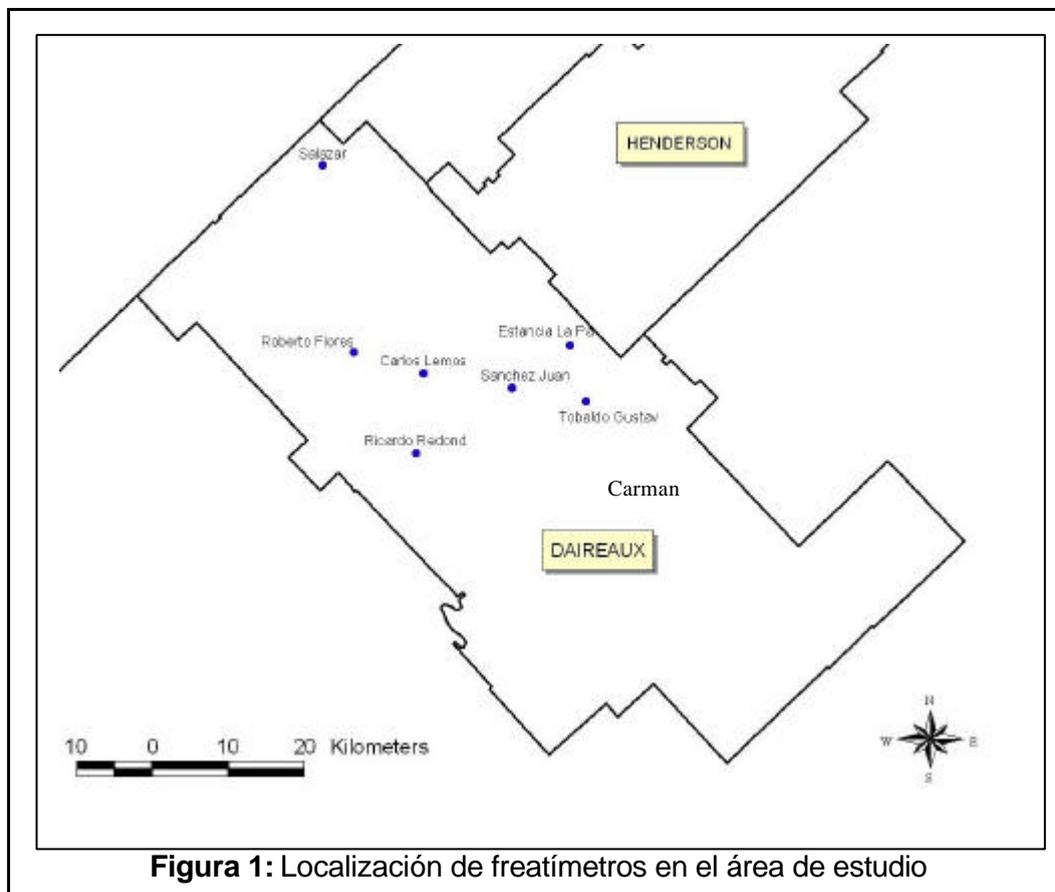
Actividades Cumplidas

Tarea 1: Medición mensual de la profundidad de napa en la red freaticométrica.

Durante este período se continuó con la medición de altura de napa en distintos puntos del Partido de Daireaux, los que contemplan la variabilidad espacial de los distintos geoambientes en el área bajo estudio (Figura 1).

Se instalaron nuevos freáticos localizados en distintas posiciones fisiográficas de ambientes agrícolas. Los mismos fueron localizados en los

establecimientos Carman y Tobaldo. Con esta actividad se aumentó en un 30% la red freaticométrica.



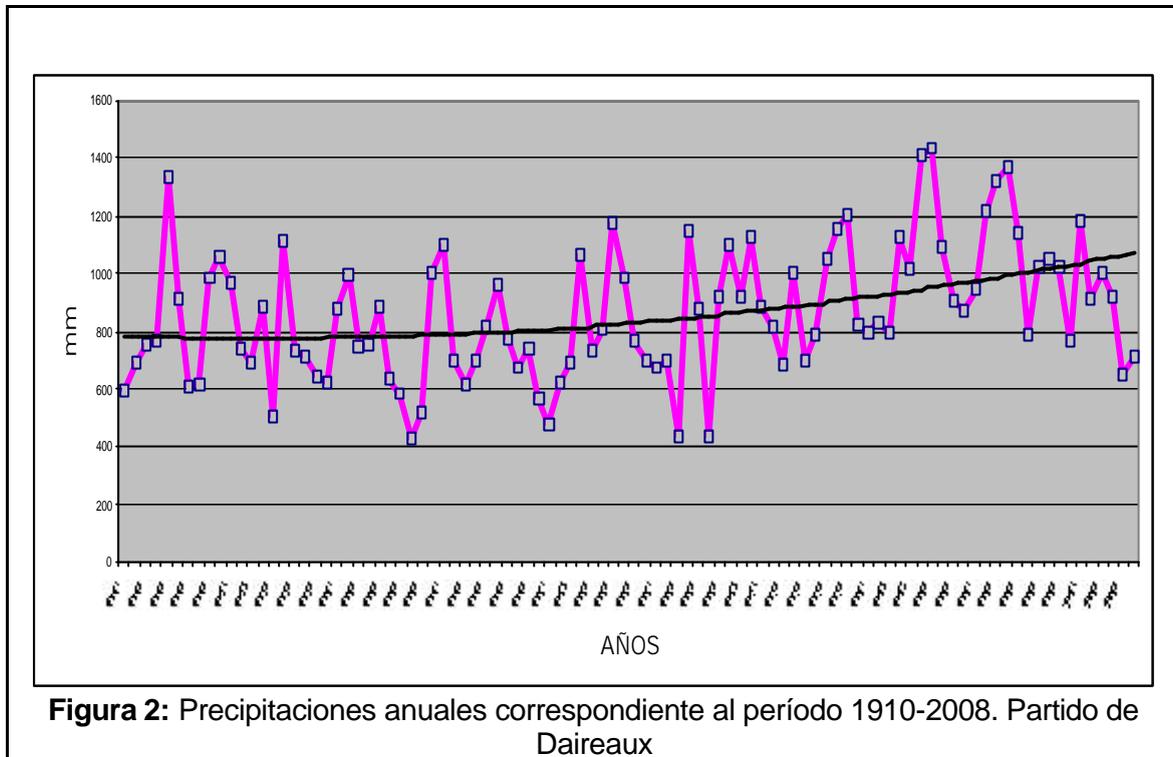
Tarea 2: Análisis de la información surgida de la red freaticométrica conjuntamente con la información climática de las series históricas y de la nueva información generada.

Primeramente se trabajó con una serie histórica de datos pluviométricos anuales correspondientes al Partido de Daireaux que abarca desde 1910 hasta 2008 (Figura 2, Información regional compilada por técnicos de la Secretaría de Desarrollo, Municipalidad de Daireaux).

De acuerdo al análisis de esa información se pueden separar dos grandes períodos: a) 1910-1965 y b) 1966-2008.

En la situación a) en el 66% de los años la precipitación media fue de 647 mm y en el 34% de los años restantes la media fue de 1003 mm por año.

En el período a) la recurrencia de valores por encima de los 900 mm se observa cada 6 años, mientras que no se encontraron en dicho período valores inferiores a 430 mm.



Analizando el período b) se vio que el 83% de los años registran una media de 1062 mm y en el 17% asume una media de 760 mm. En dicho período no se registraron valores por debajo los 590mm.

Es de destacar el comportamiento de la década del 80. En la misma se produce el mayor valor medio, cada 10 años, de la serie histórica (1152 mm). En el 90% de los casos los valores registrados superan los 1000mm. El 10% nunca disminuye de un valor inferior a los 868 mm.

A partir del año 2000 se produce una disminución de las precipitaciones con valores inferiores a los 800mm. Durante el año 2009 dicha tendencia continuó, no superándose los 500 mm hasta el mes de noviembre.

Paralelamente se realizó un análisis de la información generada a partir del año 2001 por los freáticos presentes en el área de estudio.

Dicha información se elaboró a distinta escalas de análisis.

Para el logro de este objetivo se recopiló la información climática generada en los sitios de localización de los freáticos. Esto surge ante la heterogeneidad espacial en la distribución de las lluvias en el área de estudio.

Paralelamente se localizó la cota de ubicación de los frentímetros para un análisis de la dinámica regional.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se seleccionaron 2 años con menor precipitación (700mm) y 2 años de mayor precipitación (900mm).

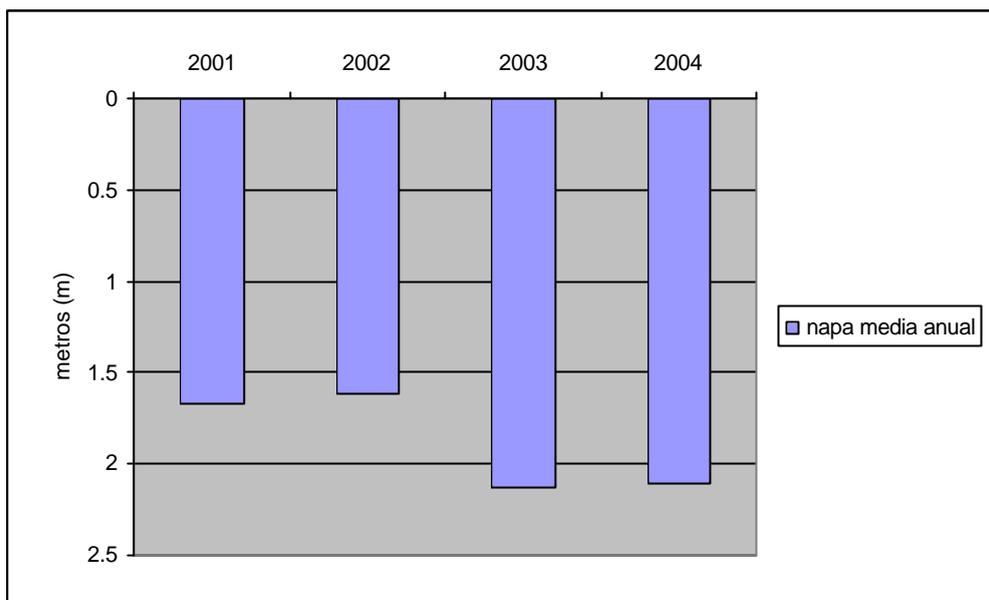
A su vez se seleccionaron dos sitios ubicados en cotas de distinta altura. (130m s.n.m y 116m s.n.m).

Como se observa en las Figura 3 y 4 los años 2001 y 2002 corresponden a un período de mayores precipitaciones mientras que los años 2003 y 2004 son más secos.

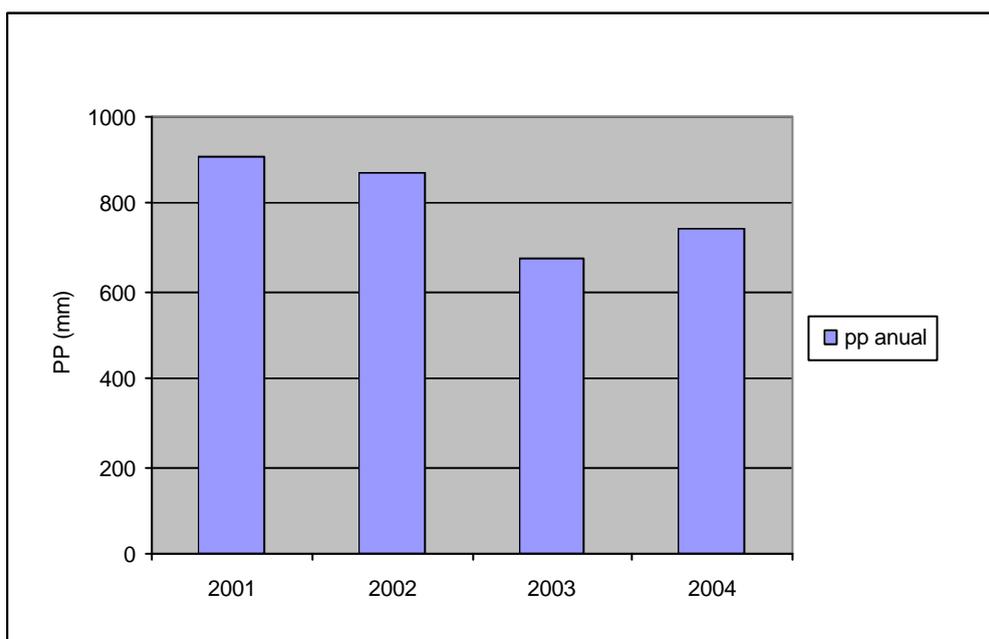
Estas diferencias se manifestaron en forma rápida en la profundidad de la napa. Se observa una respuesta en el comportamiento de la profundidad de las napas en relación a las precipitaciones bastante lineal.

Mayor volumen de precipitación coincide con menor profundidad de napa freática y menor volumen de precipitación se corresponde con mayor profundidad de napa. Este comportamiento especular napa-precipitación se manifiesta independientemente de la cota de análisis.

De por si se ve evidenciada la baja filtración de señal climática por la característica textural de los suelos.

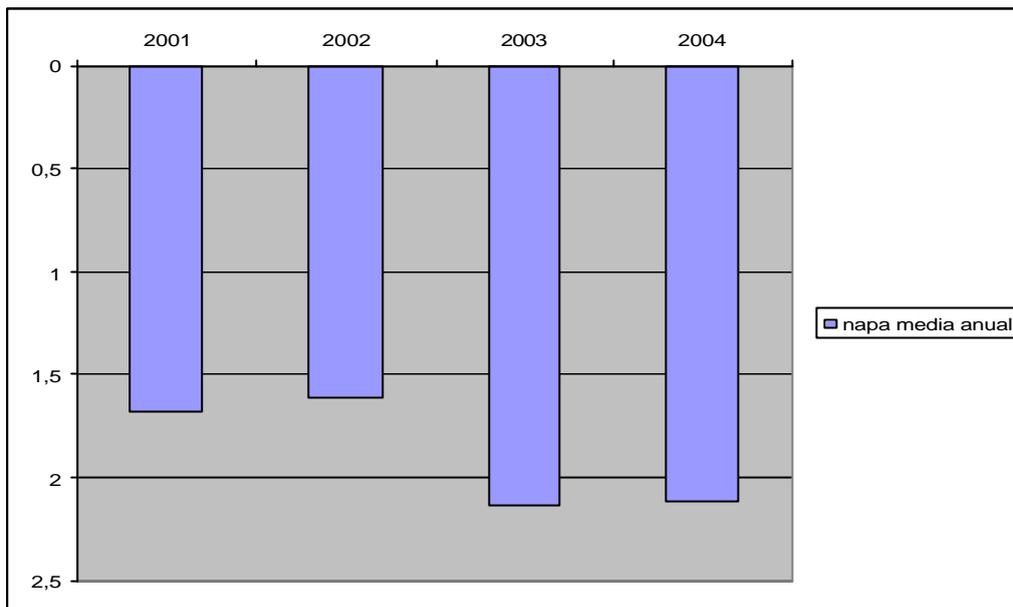


a)

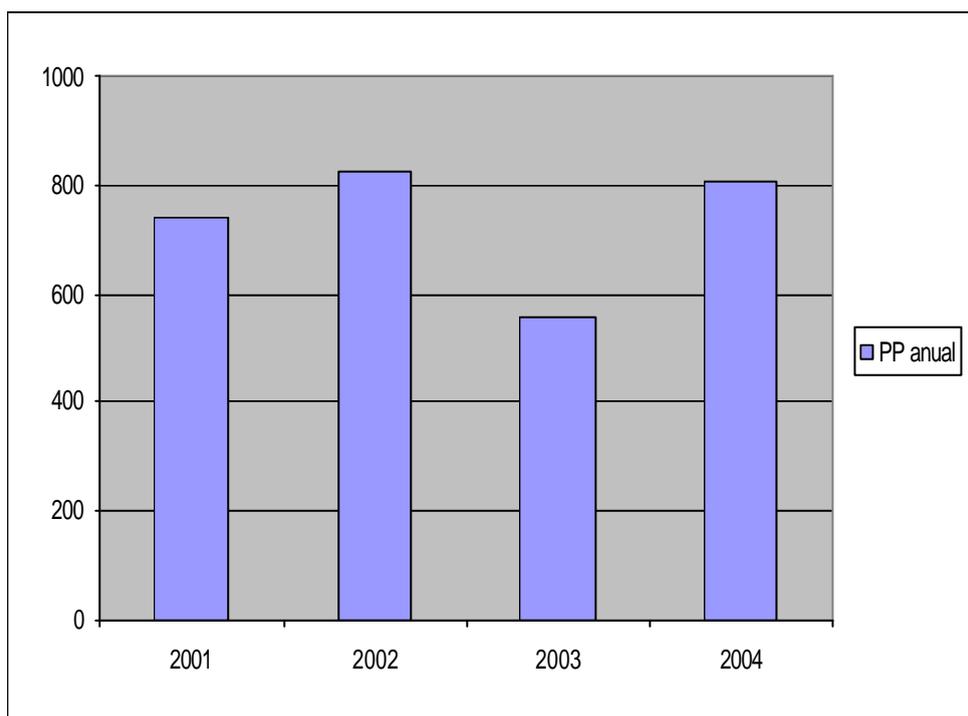


b)

Figura 3: a) Profundidad de napa en metros y b) precipitación en mm para un sitio de posición elevada (130 m s.n.m)



a)



b)

Figura 4: a) Profundidad de napa en metros y b) precipitación en mm para un sitio de posición menos elevada (116 m s.n.m)

A continuación y con el objetivo de comprender la respuesta en la profundidad de las napas freáticas a la incidencia de las precipitaciones durante el año se realizó un análisis mensual de las mismas. La información pluviométrica se recolectó en los sitios de localización de los freatímetros seleccionados. A su vez se analizó del par húmedo el año 2002 y del par seco el año 2004 con la intención de verificar si la respuesta encontrada en el análisis anual presenta el mismo patrón de comportamiento independientemente de la cantidad de agua caída (Figuras 5 y 6).

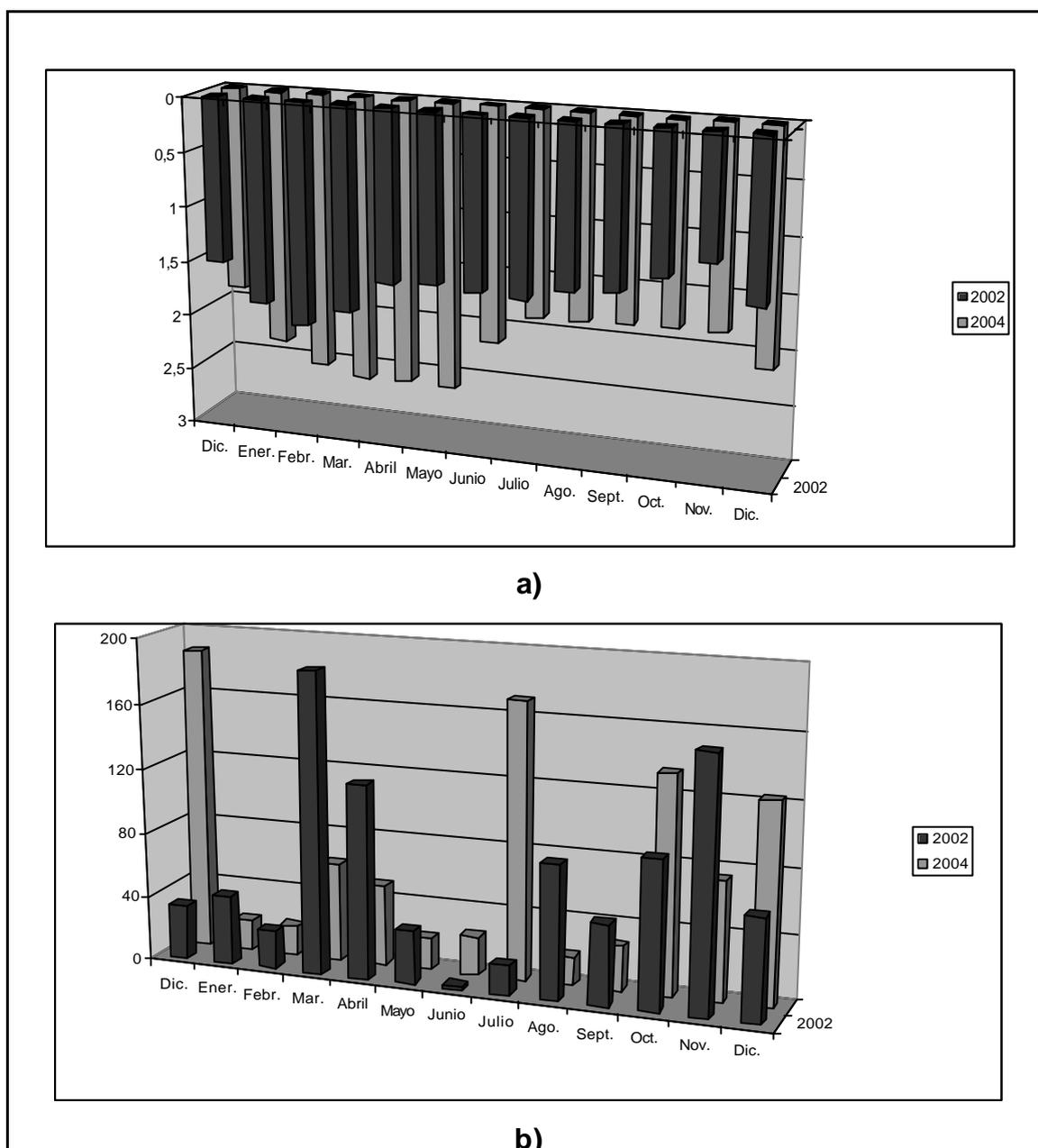
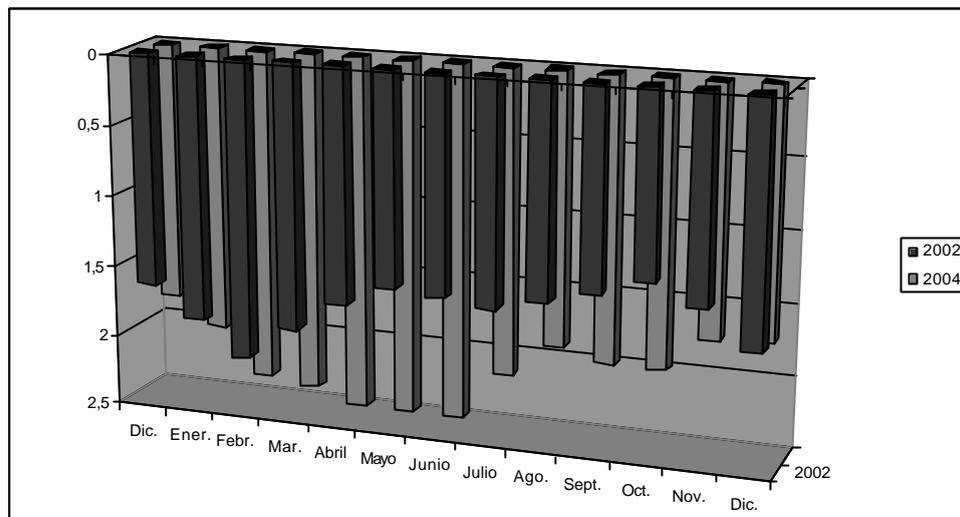
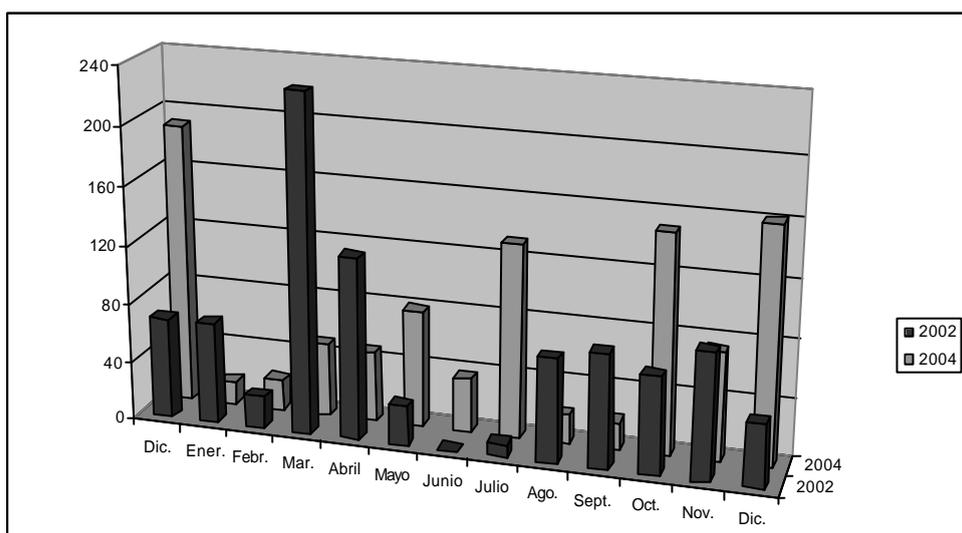


Figura 5: a) Profundidad mensual de napa para el año 2002 y 2004 b) precipitación mensual para los años 2002 y 2004. Sitio 130 m s.n.m



a)



b)

Figura 6: a) Profundidad mensual de napa para el año 2002 y 2004 b) precipitación mensual para los años 2002 y 2004. Sitio 116 m s.n.m

En relación a la respuesta de la profundidad de la napa con las precipitaciones se produce el mismo patrón de comportamiento que en el análisis anual. Si embargo este nivel de percepción permite visualizar el efecto de consumo de los cultivos de verano y la demanda atmosférica del ambiente. Este efecto se observa muy atenuado en otoño invierno y se manifiestan las diferencias de altura de napa correspondiéndose al volumen de agua caída, 2002 año húmedo y 2004 año seco. En la estación invernal se pone de

manifiesto la incidencia real de la dinámica de la napa al no estar influenciada por la demanda de cultivos y atmosférica. De igual manera que en el análisis anual la cota topográfica regional no evidenció influencias en el patrón de comportamiento de ambos sitios.

Análisis de resultados del año 2009.

En relación al año 2009, la profundidad de las napas se mantuvo semejante al período 2003/2004 (período seco), registrándose la profundidad de napa media anual en los 2,28 m. Al realizar para dicho año un análisis por posición en el paisaje, las variaciones en la profundidad de la napa durante el año no superaron los 45 cm, independientemente de la localización del freático. Esto refuerza la idea que la variable que determina la profundidad de la napa es la posición en el relieve y que su dinámica no es diferente tomando en cuenta posiciones altas y bajas. Los registros de 2009 correspondientes a la posición alta en el paisaje correspondieron a un valor máximo de 3,40 m de profundidad, mientras que el valor mínimo fue de 3,00 m. Por su parte en los sectores mas bajos dicha profundidad osciló entre 1,3 y 1,7 m.

Los resultados obtenidos manifiestan que el comportamiento de la napa de agua bajo el área de estudio es dependiente de factores externos a la misma.

Tarea 3: Monitoreo quincenal de la humedad edáfica a través de sondas electromagnéticas en localización cercana a los freáticos.

A través de una sonda electromagnética (Paltineanu y Star, 1997) se continuó con la medición del contenido de humedad edáfica en distintos geoambientes y con distintos usos de la tierra, hasta un metro de profundidad con intervalos de 10 cm y con una frecuencia de medición quincenal.

A su vez se procedió a tomar muestras de suelo para la determinación de la humedad edáfica en laboratorio, y contrastar dicha información con la obtenida a campo mediante el uso de la sonda electromagnética (Figura 7).

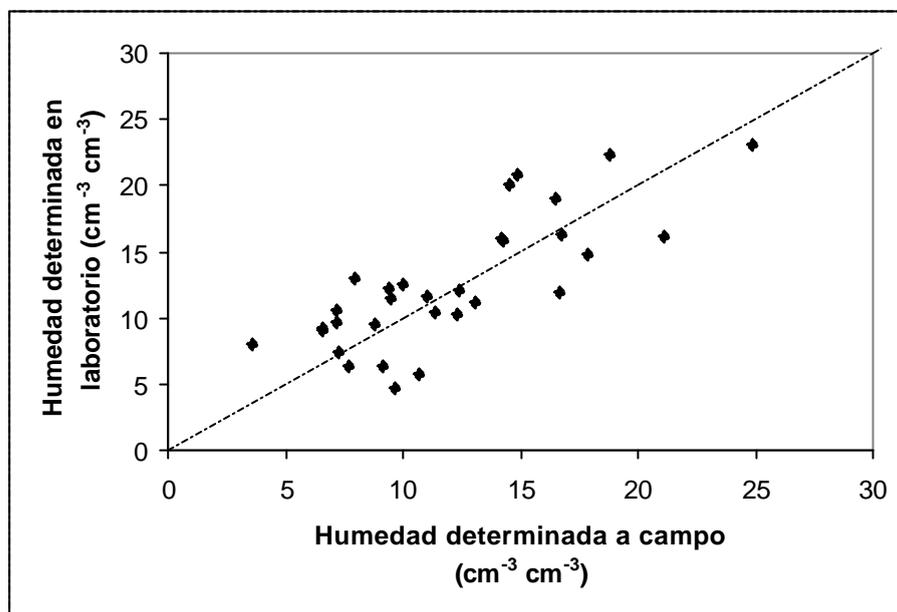


Figura 7: Relación entre los valores de humedad volumétrica medidos a campo y determinados en laboratorio.

Como se puede observar en la misma, dentro de los valores de humedad registrados, no hay una tendencia a la sobrestimación ni a la subestimación de los mismos por parte de la sonda. Dichos valores se encuentran distribuidos en forma similar por encima y por debajo de la línea de absoluta correspondencia (1:1), lo cual muestra que las mediciones de humedad realizadas con sonda no presentan un sesgo a aumentar o disminuir los valores reales. Las muestras para el trabajo de laboratorio fueron tomadas a cierta distancia de los tubos donde se realizan las lecturas con la sonda, para no comprometer las futuras mediciones. Es por ello que parte de la dispersión de resultados alrededor de la línea 1:1 se deben a las variaciones en el espacio del contenido de agua edáfica.

En el Cuadro 1 se detallan los resultados medios de contenido de humedad, correspondientes a los distintos geoambientes analizados.

Cuadro 1: Síntesis de los resultados obtenidos del contenido de humedad de los distintos geoambientes analizados

Geoambientes	Arena (%)	Valor máximo (mm)	Valor mínimo (mm)	Valor medio (mm)	C.V. (%)	Capacidad de campo	PMP	Agua Útil
Áreas muy suavemente onduladas	60 a 70	181	62	121	18	163	82	81
Áreas altas y convexas	Más de 70	159	75	117	22	121	56	65

Las variaciones observadas de las medias de los distintos tubos ubicados en diferentes posiciones, caracterizadas en este caso por dos rangos de contenidos de arena, no manifiestan una tendencia acorde a las diferencias presentes en la textura de los suelos analizados. Sin embargo, al estimar el contenido de agua útil se observa que aquellas situaciones con contenidos de arena mayores presentaron un valor de agua útil menor a un 25%.

Durante el período abril-octubre de 2009, correspondiente a una etapa de siembra de cultivos de invierno y barbechos de cultivos de verano, el monitoreo quincenal de los tubos de sonda de la región bajo estudio, arrojó los resultados que se muestran en el Cuadro 2. Los valores presentados en el mismo surgen de un análisis de promedios, desvíos estándar y coeficientes de variación, agrupados por textura del horizonte superficial y por posición relativa en el paisaje.

En dicho Cuadro se observa que los valores máximos de los perfiles analizados, alcanzaron valores cercanos a la capacidad de campo correspondientes a su clase textural tal como se observa en el Cuadro 1. A su vez los valores mínimos se encuentran por encima del punto de marchitez permanente (Cuadro 1).

Cuadro 2: Mediciones de agua en el suelo hasta un metro de profundidad (en intervalos de 10 cm), empleando una sonda electromagnética. Periodo informado: abril a octubre de 2009 frecuencia de muestreo: quincenal.

Geoambiente	Textura del horizonte superficial	Intervalo de valores medios (mm)	Intervalo de desvíos estándar (mm)	Intervalo de coeficientes de variación (%)
Áreas muy suavemente onduladas	AF	82-120	6-19	7-21
Áreas altas y convexas	FA	123-161	8-32	8-26

Al mismo tiempo se hicieron mediciones de contenido de agua en posiciones más negativas que las descritas precedentemente. Los resultados obtenidos en las mismas muestran contenidos de agua en el suelo superiores, estando estos entre los 227 y 359 mm.

Tarea 4: Determinar el grado de salinidad y alcalinidad del agua de la napa freática.

Se detalla a continuación en el Cuadro 3 los valores de Ph, conductividad eléctrica (CE), y relación de absorción de sodio (RAS) correspondientes a aguas extraídas de freatómetros localizados en distintos ambientes del área bajo estudio.

Cuadro 3: Parámetros de calidad de agua analizados en distintos sitios de muestreo

Sitios de muestreo	pH	CE	RAS
		dS/m	
1	7,70	0,533	0,840
2	6,70	0,255	0,200
3	6,50	0,555	0,700
4	5,00	2,230	1,580
5	6,90	1,275	2,270

Como se observa en el mismo la calidad de agua en relación al contenido de sodio es adecuada. Por otra parte el sitio cuatro manifiesta una condición de

salinidad pero con bajo contenido de sodio. Esto generaría inconvenientes de salinidad edáfica en este ambiente, por ascenso de napa continuado de períodos secos prolongados.

Tarea 5: Determinar el grado de salinidad y alcalinidad del suelo hasta 1,50 m de profundidad.

En el Cuadro 4 se presenta los resultados de Ph y CE preliminares a 1 metro de profundidad en ambientes agrícolas de dos sitios seleccionados de muestreo.

Cuadro 4: Ph y CE de los suelos discriminados cada 10cm hasta 1 m de profundidad.

Sitio	Profundidad	pH	C.E. (dS/m)
5	0-10	6,10	0,297
	10-20	6,50	0,300
	20-30	6,96	0,290
	30-40	8,00	0,334
	40-50	7,30	0,320
	50-60	8,38	0,342
	60-70	7,20	0,374
	70-80	8,70	0,370
	80-90	8,40	0,402
	90-100	9,00	0,401
4	0-10	5,80	0,116
	10-20	6,10	0,120
	20-30	6,10	0,112
	30-40	6,40	0,12
	40-50	6,40	0,12
	50-60	6,50	0,12
	60-70	6,60	0,14
	70-80	6,60	0,10
	80-90	6,70	0,12
	90-100	6,90	0,16

Se observa que uno de los sitios presenta un Ph elevado a partir de los 80 cm de profundidad, que determinaría una limitación ligera en relación a la presencia de sodio. Al relacionar con la calidad de agua de ese sitio este contenido sódico no se corresponde con ascenso y descenso de la napa de agua.

Tarea 6: Analizar la información generada de humedad edáfica histórica y actual y su vinculación con la obtenida con la red freaticométrica.

A partir de la información generada a través del monitoreo quincenal de la humedad edáfica y el comportamiento de la napa freática se localizaron en el sistema bajo estudio, geoambientes agrícolas cuyos suelos tuvieron influencia directa de la napa freática.

Basándonos en los parámetros hídricos (CC y PMP) mencionados en los Cuadros 1 y 2, se pudo determinar que los ambientes con cota cercana a 106 msm mostraban en mayor o menor medida un aumento del contenido de humedad por encima de la capacidad de campo, independientemente del contenido de arena de los mismos. Se alcanzaron valores máximos medios de 359 mm. De acuerdo a la porosidad total, estos suelos pueden almacenar aproximadamente 500 mm en saturación (hasta el metro de profundidad) y 163 mm en capacidad de campo. Por lo mencionado se deduce que estos suelos presentan 197 mm por encima de su capacidad de campo, estando este excedente de agua localizado en la mitad inferior del perfil. Parte de esta humedad edáfica puede ascender por capilaridad hasta los primeros horizontes complicando el uso del sistema por falta de piso y anoxia radicular.

Tarea 7: Desarrollo de un modelo predictivo de comportamiento hidrológico de las tierras del Partido de Daireaux.

Para analizar el comportamiento hidrológico de las tierras del Partido de Daireaux se tomó como referencia el rendimiento obtenido por dos cultivos de distintas características (maíz y soja), en dos campañas agrícolas con diferente volumen de lluvia caída. En este sentido la campaña 2007/08 presentó mejores condiciones de humedad para el desarrollo de los cultivos respecto al período 2008/09. Este análisis se realiza en función del contenido de arena de los distintos suelos presentes en el área agrícola del Partido, que como se viera previamente tienen una fuerte influencia en el comportamiento hidrológico (Figuras 8 y 9)

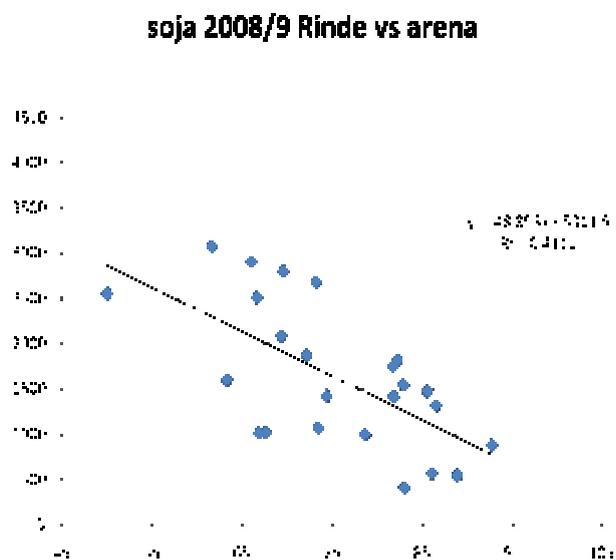
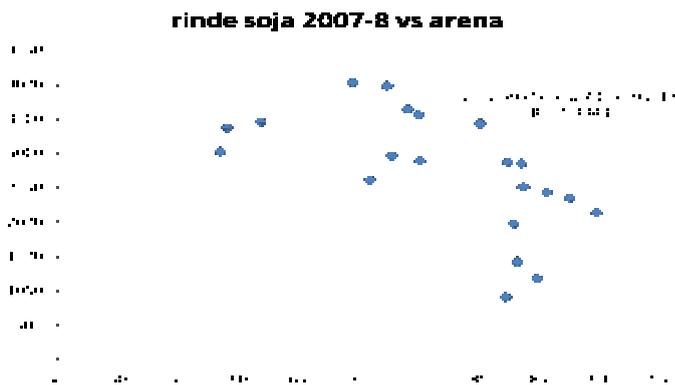


Figura 8: Relación entre el rendimiento (kg ha⁻¹) de soja y el contenido de arena de los suelos para dos campañas contrastantes en humedad edáfica.

Del análisis de la Figura 8 se desprende la importancia de la condición textural de los suelos para la producción del cultivo de soja en años de escasas precipitaciones. Por su parte, en años con mayores precipitaciones los rendimientos empiezan a ser sensibles para contenidos de arena superiores al 75%. Como se viera en el Cuadro 1 el contenido de agua útil de estos suelos es sensiblemente inferior a los que presentan menos arena, y por lo tanto no solo son dependientes de la cantidad total de agua caída sino de que su distribución sea uniforme en el tiempo, dada su baja retención hídrica.

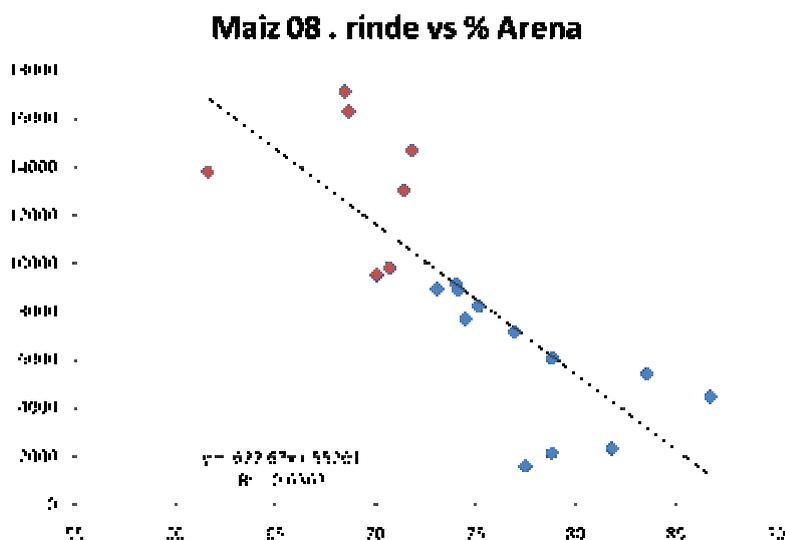
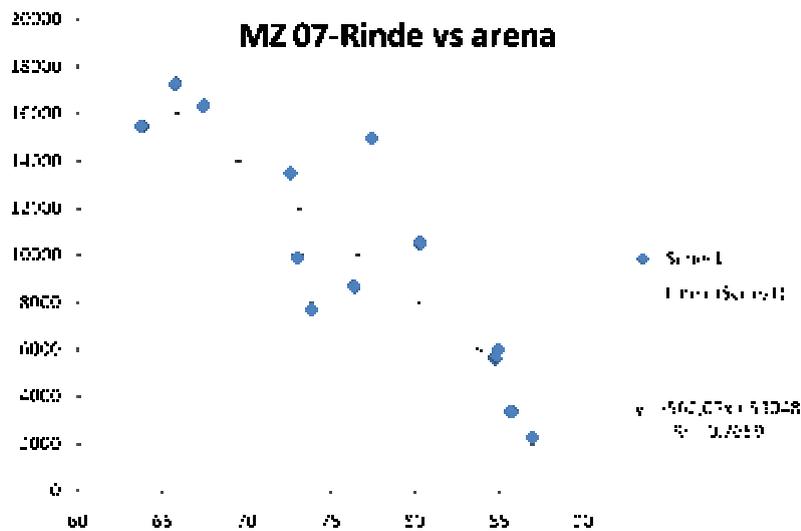


Figura 9: Relación entre el rendimiento (kg ha⁻¹) de maíz y el contenido de arena de los suelos para dos campañas contrastantes en humedad edáfica.

Respecto a lo observado en la Figura 9, se desprende que el rendimiento del cultivo de maíz es más dependiente del contenido de arena de los suelos, respecto a la soja. Para este cultivo en ambas campañas, las rectas de regresión se ajustaron en mejor medida a la relación contenido de arena-rendimiento que lo visualizado en la Figura 8. Sin embargo no pareciera haber tanta diferencia en el comportamiento de los rendimientos del maíz respecto a la textura, al considerar años con precipitaciones

diferentes. Esto estaría marcando los límites de expansión de este cultivo dentro del Partido de Daireaux.

Tarea 8: Desarrollo de talleres de trabajo para lograr la concientización de productores, técnicos y a la comunidad en general, de la necesidad de comprender el grado de complejidad del agroecosistema y los distintos componentes y factores que intervienen en la productividad del mismo, para el logro de ingresos adecuados, en el corto y mediano plazo.

Con el objetivo de lograr una concientización sobre la necesidad de conocer y comprender la importancia, en la complejidad del agroecosistema, del aporte de la napa en la producción agropecuaria, así como los riesgos de salinización y alcalinización por ascenso de napa en períodos de inundación se comenzó a desarrollar una serie de actividades, las cuales se detallan a continuación.

Charlas en colegios para docentes y directivos:

Se realizó una convocatoria para docentes y directores de colegios primarios y secundarios, con la finalidad de plantear el análisis y discusión de la integración de la temática de la fragilidad de los recursos naturales regionales, dentro de la currícula educativa respectiva y planificar actividades con los estudiantes:

a) Charlas en los colegios: Reunión con directores, reunión con profesores del área de naturales, elaboración del calendario de nuevas reuniones académicas/técnicas.

b) Charlas a docentes: se realizaron talleres de trabajo con docentes, y se establecieron próximas reuniones en Daireaux y Salazar.

c) Charlas a técnicos y productores: se realizaron talleres de trabajo con técnicos y productores y se establecieron próximas reuniones en Daireaux y Salazar.

Campaña por medios masivos de difusión:

En cada viaje mensual que se realiza a Daireaux, se han hecho reportajes en medios gráficos, radiales y televisivos sobre las actividades desarrolladas en este proyecto

Conclusiones

Contrastando años secos con años húmedos, se observó que la profundidad de napa respondió de manera marcada a diferencias en el volumen de las precipitaciones, independientemente de la cota topográfica considerada.

Se pudo comprobar que la profundidad de la napa está determinada por la posición en el relieve, mientras que su dinámica es indiferente del sector topográfico considerado.

Los resultados obtenidos manifiestan que el comportamiento de la napa de agua bajo el área de estudio es dependiente de factores externos a la misma.

La modificación de la alcalinidad del agua subterránea está regida a nivel local por las características de los suelos que poseen rasgos alcalinos.

Los suelos que presentan algún grado de salinidad/alcalinidad no ocupan grandes superficies dentro del área agrícola relevada, siendo el grado presentado muy leve.

Existe una relación marcada entre el contenido de arena de los suelos y su agua útil, lo que determina fuertemente el rendimiento de los cultivos.

- Bibliografía Consultada

Alvarez, R. y Santanatoglia, O.J., 1986. La actividad biológica del suelo, medida a través de la producción de CO₂ y su relación con algunas propiedades del mismo. Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, 21 (1) 17-29.

Blum, W 2002. Desafíos para la Ciencia del Suelo en el próximo siglo. Conferencia durante el XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Puerto Madryn (Chubut). 16 al 19 de abril. Editado en CD Room.

CFI. 2005. "Estado de deterioro de las tierras agropecuarias del Partido de Daireaux en base a historias productivas y procesos de degradación" Informe Final. Diciembre 2005.

CFI 2007. "Evaluación y transferencia tecnológica para el manejo y conservación de las tierras de pampa arenosa con énfasis en el Partido de Daireaux". Informe Final. Setiembre 2007.

De Leennher, L. and De Boodt, M., 1958. Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. Proceedings of the International Symposium of Soil Structure. Ghent, Bélgica, 290-300.

Diaz Zorita M, Buschiazzo D E, Peinemann N. 1999a. Soil organic mater and wheat productivity in the semiarid Argentine Pampas. Agron. J. 91: 276-279.

Jobbágy EG, RB Jackson. 2007. Groundwater and soil chemistry changes under phreatophytic tree plantations. Journal of Geophysical Research – Biogeosciences 112- 10.1029/2006JG000246.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) 1990. Atlas de Suelos de la República

Klute A. (editor). 1986. Method of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods. Soil Sci. Soc. Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA. 1188 pp.

Page A. L. (editor). 1982. Method of soil analysis. Part 2: Agronomy Series Monograph No 9. ASA, Soil Sci. Soc. Am., Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Santanatoglia, O.J. y Fernandez, N., 1982. Modificación del método de De Leennher y De Boodt para el análisis de la distribución de agregados y efecto del tipo de embalaje y acondicionamiento de la muestra sobre la estabilidad estructural. Revista de Investigaciones Agropecuarias 17, 23-31.

Santanatoglia Oscar. 2000. Manual de Prácticas Conservacionistas para la Subregión Semiárida Pampeana. Editorial Facultad de Agronomía UBA. 129 pp. ISBN 950-29-0607-1.

Steel, R.G.D., y Torrie, J.H., 1985. Bioestadística, principios y procedimientos. Ed. Mc Graw Hill. 2da edición, Latinoamericana SA. 334 pp.

USDA, 1975/1994. Soil Taxonomy. Agricultural Handbook No 436, pp 754.

USDA, Soil Survey Division Staff, 1993. Soil Survey Manual. Handbook No 18 . Washington DC. pp 437.