

## SUBSOLADO Y ENMIENDA PROFUNDA EN SIEMBRA DIRECTA

J.A. Hilbert<sup>1</sup>; R. Mon<sup>2</sup>; C.B. Iruetia<sup>2</sup>; F. Mousegne<sup>3</sup>

En el marco de trabajos conjuntos iniciados con la empresa ALR de Las Rosas, Pcia de Santa Fe se efectuaron en el Establecimiento La Fe de San Antonio de Areco las primeras pruebas en parcelas comparativas de un equipo experimental realizado sobre la base del "Cultivie". El prototipo consta de dos arcos tipo curvo, una tolva de fertilizantes y bajadas para la incorporación de yeso en profundidad. EL objetivo buscado es mejorar la infiltración de agua en suelos con agricultura continua, bajo el sistema de siembra directa, lograr una mejor exploración del suelo por las raíces de los cultivos para aumentar la productividad.

Se realizaron parcelas de 300 metros de largo en un rastrojo de maíz sobre el cual se sembró soja de segunda. El suelo tenía un contenido de humedad del 18 % base seca y una resistencia a la penetración en los primeros 20 cm de suelo de 2713 kPa. Se evaluó la dosificación e incorporación de fertilizante junto a la demanda de esfuerzo y potencia en esta primera etapa. Con respecto al factor suelo se realizaron mediciones de penetrometría georeferenciadas para estudiar la perdurabilidad del efecto medido. Se trabajó a una velocidad media de 4,8 km/h con una demanda de esfuerzo de 4123 kg (1031 kg por arco) y una demanda de potencia a la barra de tiro de 73 CV. El estudio de infiltración fue realizado mediante un simulador de lluvia con la soja en crecimiento inicial con 22 cm de altura y una cobertura del suelo del 10 % detectándose diferencias entre los tratamientos. Se cosecharon las parcelas mediante monitoreo de rendimiento y pesaje total estudiándose el efecto a lo largo de las zonas de loma, media loma y bajo. Los rendimientos para las parcelas con el pasaje de cultivie fueron de 3220 kg/ha mientras que la parcela testigo rindió 2644 kg/ha.

### Introducción

El área agrícola más importante de la región pampeana como es el N. de Buenos Aires, S. de Santa Fe y SE de Córdoba, tiene suelos franco limosos, con un prolongado período de agricultura continua, donde se ha difundido el sistema de siembra directa en un gran porcentaje combinado con un monocultivo de soja.

El elevado contenido de limo, asociado al bajo tenor de materia orgánica por la actividad agrícola intensa, hace que estos suelos sean muy susceptibles a formar capas endurecidas en forma subsuperficial, por migración y reacomodamiento de partículas finas.

Gaultney et al,1982, concluyeron en base a ensayos de campo, con compactación provocada, que la compactación del subsuelo es un factor muy importante en la reducción de los rendimientos de maíz en temporadas con humedad disponible.

Arvidsson,1998, concluye que el contenido de materia orgánica tiene mayor influencia que la distribución del tamaño de partículas, en las propiedades físicas del suelo, respecto del tráfico de maquinarias.

Cohron,1971, estableció que los neumáticos de tractor inflados a presiones de 69-103 KPa (10-15 psi) aplican presiones al suelo de 138-345 KPa (20-50 psi). Tanto cargas estáticas como dinámicas comprimen el suelo. La mayoría de la compactación agrícola es causada por cargas dinámicas.

Mapfumo y Chanasyk,1998, en suelos de textura franco arcillosa, la capacidad de campo está dentro del rango peligroso, en el estado plástico del suelo. Por ello debe evitarse el tránsito de maquinaria cuando estos suelos están en capacidad de campo.

R.A.Fortune,1987, asevera que la descompactación profunda da buenos resultados cuando se aplica labranza mínima posteriormente. Los efectos beneficiosos de la descompactación

---

<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería Rural INTA hilert@cni.inta.gov.ar

<sup>2</sup> Instituto de Suelos INTA

<sup>3</sup> UEEA San Antonio de Areco INTA

a menudo desaparecen por recompactación por la maquinaria. La combinación de textura fina y clima da como resultado suelos agrícolas proclives a compactarse.

Para M.E.Sumner,1993, el yeso es un acondicionador de suelo para las capas compactadas subsuperficiales. Esto influye en el mejoramiento de la penetración de raíces de los cultivos y en la infiltración del agua al suelo. D.E.Radcliffe,1986, concluye que el yeso tiene el efecto de incrementar la actividad de las raíces en profundidad.

M.J.Goss,1987, ha demostrado que las raíces vivas de muchas especies incrementan la cantidad de materiales en el suelo, disponibles para ser oxidados. Generalmente son polisacáridos e incrementan la estabilidad de los agregados.

En la República Argentina, en el norte de la región pampeana, Michelena, Irurtia y Mon,1990, establecen que la degradación física del suelo se manifiesta como encostramiento superficial y compactación subsuperficial. Esto produce una menor infiltración del agua de lluvia, menor retención de humedad y aumento del escurrimiento superficial.

Mon,1996, midió resistencia a penetración a varias profundidades en un ensayo de rotaciones en un suelo típico del sur de Santa Fe con resistencias limitantes entre 15-20 cm de 70 a 90 kPa, producidas por el prolongado uso agrícola.

Por otra parte Irurtia,1997, sugiere que para incrementar la productividad de los suelos erosionados se profundice el perfil explorado por las raíces de los cultivos, mediante labranzas profundas o subsolado. La experiencia de campo sugiere que el efecto de este tipo de labranzas es de corta duración. La evaluación de éste es difícil y por ello no hay muchas evaluaciones cuantitativas.

#### **Objetivos:**

Mejorar la infiltración de agua en suelos con agricultura continua, bajo el sistema de siembra directa, lograr una mejor exploración del suelo por las raíces de los cultivos para aumentar la productividad de los suelos.

#### **Materiales y métodos:**

En un suelo franco limosos del N. de Buenos Aires (argiudol típico), con un prolongado período de agricultura continua, y que actualmente están en el sistema de siembra directa, se tomó un lote testigo ubicado Lat sur 34 18 962 Long Oeste 59 56 584.

Se demarcaron físicamente y mediante un GPS las parcelas a tratar de 300 metros de largo. La información de los límites así como la toma de muestras posteriores fue incorporada a un sistema de información geográfico de manera de establecer correlaciones con el posterior mapa de rendimiento a lo largo de todas las parcelas.

Se extrajo muestras de suelo para evaluar la situación inicial desde el punto de vista químico. En el siguiente cuadro se muestra los resultados:

Trat.	Cultivie + yeso			Cultivie			Testigo		
Prof.	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
MO%	3.69	3.07	2.4	3.48	3.17	2.72	2.9	2.62	1.67
P	10.8	8.9	4.1	6.1	3.7	2.7	4.1	3.8	2.2
pH	5.7	5.7	6.0	5.8	5.7	6.0	6.1	5.8	5.9

Datos químicos de las parcelas bajo ensayo

La descompactación se realizó con un subsolador de hoja curva, "Cultivie", al que se adaptó un dosificador para aplicar enmiendas. Las hojas trabajaron a 0,7 m entre sí. Se estableció una parcela testigo sin subsolar, una segunda sin aplicación de yeso y una tercera aplicando una cantidad de 1 t/ha de calcáreo granulado (Granucal). El producto fue depositado entre 20 y 35 cm de profundidad, en una banda de 5 cm de ancho. La dosis aplicada en la banda se eleva a 14 t/ha y en el volumen de suelo tratado representa 8 g de enmienda por kg de suelo seco. . La

descompactación se realizó hasta 35-40cm de profundidad, donde el dosificador agregó el producto desde la superficie hasta el fondo de la brecha producida por la hoja.



Equipo empleado en las experiencias

En plena etapa de desarrollo del cultivo se efectuó un relevamiento geoposicionado de resistencia a la aplicación hasta los 45 cm y la densidad aparente. Al mismo tiempo y sobre los mismos lugares se determinó infiltración a campo con simulador de lluvia. El simulador consiste en una placa formadora de gotas de 0,9m por 0,6m que produce una precipitación de intensidad regulable, con 13 kJ/m<sup>2</sup>/m de energía, que se recoge en una parcela de iguales dimensiones, donde se rescata el escurrimiento con los sedimentos que arrastre.



Mediciones de infiltración sobre el cultivo de soja en crecimiento

Se realizaron determinaciones físico químicas a lo largo del perfil trabajado. La cosecha fue efectuada mediante una máquina dotada de monitor de rendimiento y posicionador satelital con señal correctora de manera de poder efectuar los correspondientes mapas de rendimiento de cada parcela tratada.

Se realizó un mapa topográfico en detalle del lugar a fin de detectar depresiones menores del terreno como variable adicional.

## Resultados preliminares

El funcionamiento del Culti-Vie con el sistema distribuidor de granulado funcionó correctamente produciendo un buen aflojamiento del perfil y la aplicación del producto a la profundidad deseada.

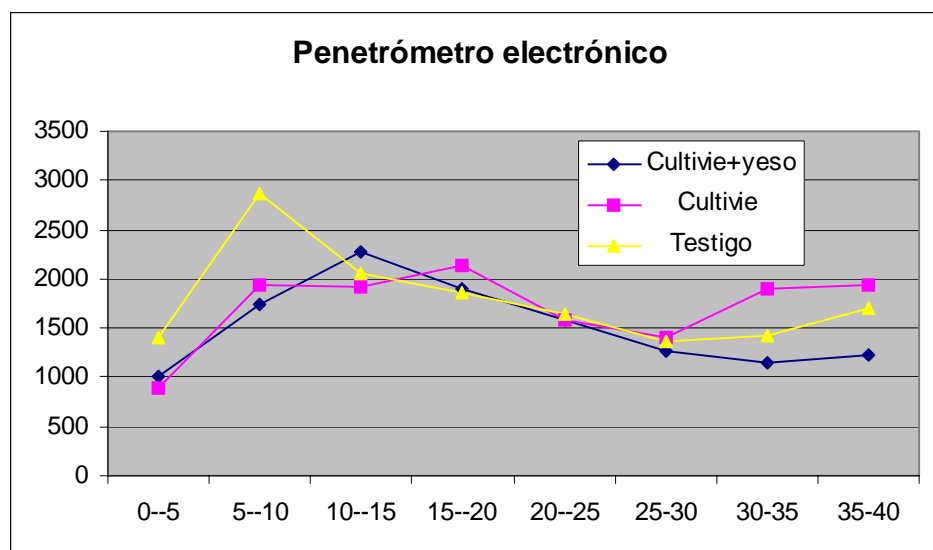
Tratamiento	kg/ha	kg s/testigo
Cultive c/y	3,259	615
Cultive	3,216	572
Testigo Cultive	2,644	0

Rendimiento promedio de las parcelas de ensayo

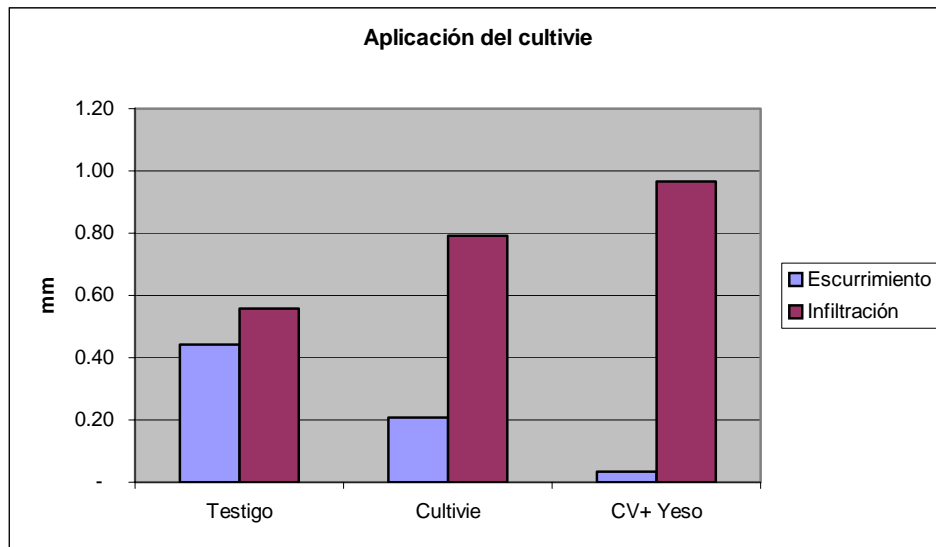
Estos datos demuestran el efecto que tiene la labranza profunda en la entrada del agua de lluvia al perfil del suelo. Este es el resultado de la primera evaluación a los 5 meses de los tratamientos.

	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
Cultive+yeso	1010	1745	2265	1905	1590	1270	1145	1230
Cultive	882	1932	1918	2142	1575	1400	1890	1932
Testigo	1400	2870	2047.5	1849.2	1639.2	1370.8	1429.2	1691.7

Resistencia a la penetración medida con penetrómetro bajo norma en kPa



Resistencia a la penetración en kPa a diferentes profundidades en centímetros



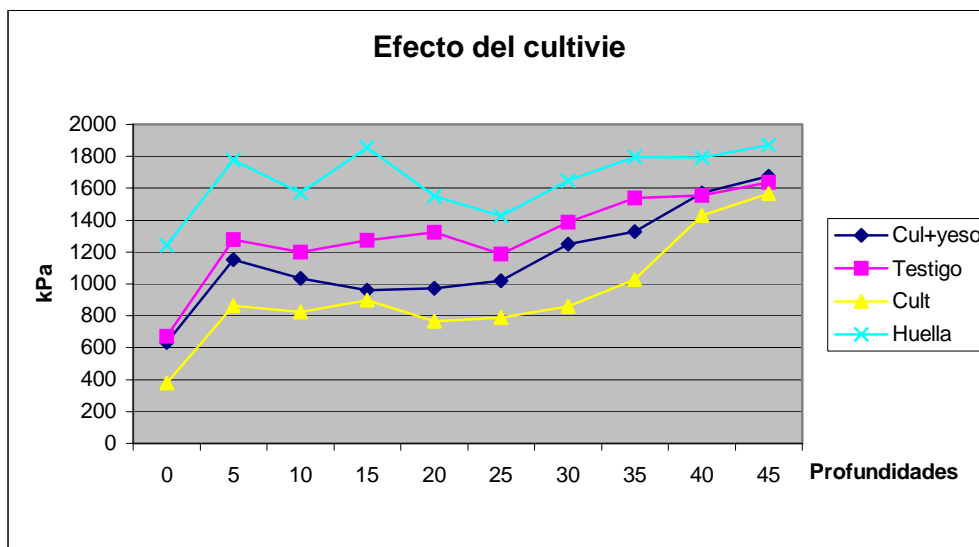
Infiltración y escurrimiento

	Ecurrimiento	Infiltración
Testigo	0.44	0.56
Cultive	0.21	0.79
CV+ Yeso	0.03	0.97

Ecurrimiento e infiltración medida mm de agua

Se efectuó un segundo relevamiento de resistencia a la penetración al año de aplicación del tratamiento a fin de evaluar el estado del terreno en fecha para siembras de maíz y soja arrojando resultados que evidenciaron la perduración del efecto a lo largo del período analizado.

Se evaluó en este caso las parcelas tratadas con cultive, cultive mas yeso y testigo. Sobre esta última se tomaron datos sobre zona transitada (huella) y sin transitar encontrando efectos marcados entre las dos situaciones.



Resultado de la evaluación Septiembre 2003-09-16

### **Conclusiones preliminares:**

Los datos obtenidos muestran un efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de la soja del primer año así como una persistencia del tratamiento al año de realizada la aplicación.

### **Bibliografía:**

Arvidsson, J.- 1998- Influence of soil texture and organic matter content on bulk density, air content, compression index and crop yield in field and laboratory compression experiments. *Soil & Till. Res.* 49: 159-170.

Cohron, G.T. – 1971 – Gypsum and acid soils: The world scene. *Adv. In Agronomy* 5: 1-32.

Farina, M.P.W.; P.Channon- 1988- Acid subsoil amelioration: I. A comparison of several mechanical procedures. *S.S.S.A.J.* 52:169-175.

Gaultney, L.; G.W.Krutz; G.C.Steinhardt; J.B.Liljedahl- 1982- Effects of subsoil compaction on corn yields. *Trans of ASAE* : 563-569.

Irurtia, C.B.-1997- Influencia de los procesos de erosión y degradación de suelos en los rendimientos de los cultivos en el norte de la región pampeana. Informe Final Plan nro.31: 0031. Inst.de Suelos-INTA-Castelar.

Michelena, R.; C.B.Irurtia; R.Mon- 1990- Degradación de Suelos en el Norte de la Región Pampeana. INTA Pergamino. Publicación Técnica nro.6.

Miller, W.P.-1987- Infiltration and soil loss of three gypsum-amended Ultisols under simulated rainfall. *S.S.S.A.J.* 51: 1314-1320.

Mon, R. – 1996 – Estudio de la compactación del suelo producida por el uso de los equipos agrícolas como limitante productiva. Informe Final Plan 31:0024. Inst. de Suelos INTA Castelar.

Radcliffe, D.E.; R.L.Clark; M.E.Sumner- 1986 – Effect of gypsum and deep-rooting perennials on subsoil mechanical impedance. *SSSAJ* 50:1566-1570.

Richards, J.E.; G.C.Misener; P.Milburn; L.P.McMillian – 1995- Incorporation of limestone into naturally compacted subsoil during deep-ripping. *Soil & Tillage Research* 36: 21-32.

Sánchez Girón, V.; E.Andreu; J.L.Hernanz- 1998- Response of five types of soil to simulated compaction in the form of confined uniaxial compression tests. *Soil & Till. Res.* 48: 37-50.

Sumner, M.E.- 1993 – Gypsum and acid soils: The world scene. *Adv.in Agronomy*, Vol. 51:1-32.