



**SIEMBRA DIRECTA Y LABRANZA CONVENCIONAL: EFECTO SOBRE LA DENSIDAD APARENTE Y POROSIDAD DEL SUELO. (PARTE I\*).**

**González, María Eva**

Profesora Adjunta de la Cátedra Edafología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca. San Fernando del Valle de Catamarca. Tel: 03834-431282. E-mail: meg0652@yahoo.com.ar

\* Es la Parte I de la Disertación para obtención título "Mestre em Ciência do Solo", Programa de Posgraduación en Agronomía. UFRGS, Porto Alegre. Brasil. Director de Proyecto: Dr. Carlos Ricardo Trein.

Recibido: 21/10/2013

Aceptado: 28/10/2013

---

**RESUMEN**

Los sistemas de labranza usados con el objetivo de mejorar la producción agrícola y los cambios que ellos generan en los parámetros físicos del suelo por su uso, condujeron a contínuos estudios sobre esta temática. La densidad aparente y, la porosidad y distribución del tamaño de poros, importantes en la dinámica del agua aire y nutrientes son alterados rápidamente por los sistemas de manejo.

Este trabajo se realizó en "Eldorado do Sul" (EEA de UFRGS), Brasil, en un plintosoilo clasificado como laterita hidromórfica. Los tratamientos instalados fueron siembra directa y labranza convencional. Se evaluó densidad aparente, porosidad total, macro y microporosidad.

El objetivo del trabajo fue estudiar y comparar el efecto de los sistemas de labranza convencional y cero sobre los parámetros mencionados.

La densidad aparente mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos en los 7,5 cm superficiales. El sistema convencional alteró la densidad en todo el perfil

de acción del arado. La porosidad total presentó sensible diferencia entre ambos sistemas evaluados en los 15 cm superficiales.

La microporosidad no mostró diferencias significativas siendo la variable menos afectada por laboreo. La participación de la macroporosidad en la porosidad total fue 57,7% y 43% en labranza convencional y directa respectivamente.

**PALABRAS CLAVE:** Suelo; Labranza; Densidad aparente; Porosidad.

## **DIRECT SEEDING AND CONVENTIONAL TILLAGE: EFFECT ON BULK DENSITY AND SOIL POROSITY**

### **SUMMARY**

The systems of tillage used with the aim to improve the agricultural production and the changes that they generate in the physical parameters of the soil for his use drove to continuous studies on this subject matter. The bulk density and, the porosity and distribution of the size of pores, important in the dynamics of the water, air and nutrients are altered rapidly by the systems of managing.

This work was realized in " Eldorado do Sul " (UFRGS's EEA), Brazil, in a plintosolo classified like laterita hidromórfica. The installed treatments were direct sowing and conventional tillage. I evaluate bulk density, total porosity, macro and microporosity.

The aim of the work was to study and to compare the effect that the systems of conventional tillage and direct on the mentioned parameters.

The bulk density showed highly significant differences between the treatments in 7,5 cm superficial. The conventional system altered the density in the whole profile of action of the plough. The total porosity presented sensitive difference between both systems evaluated in 15 cm superficial.

The microporosity did not show significant differences being the variable least affected by working. The participation of the macroporosity in the total porosity was 57,7 % and 43 % in conventional tillage and direct respectively.

**KEYS WORDS:** Soil; Tillage; Bulk density; Porosity.

---

## **INTRODUCCIÓN**

Durante algún tiempo, los eruditos del suelo llegaron a la conclusión de que los sistemas de labranza que fueron desarrollados para la producción agrícola, aún cuando impliquen en mejores rendimientos momentáneamente, no siempre tienen efectos benéficos en el suelo. Esto permitió postular que para cada situación en particular, los efectos de cualquier método de preparación sobre el suelo o sobre el desarrollo y el rendimiento del cultivo, también serán particulares, porque el proceso de producción es complejo.

El sistema de labranza cero ha sido objeto de investigación en comparación con los métodos tradicionales de laboreo para un gran número de investigadores. En este sistema, la siembra se hace sin trabajo previo en el suelo. Sistema siembra directa o labranza cero, son expresiones utilizadas para designar a un sistema de plantación, en el cual la manipulación del suelo se reduce a la siembra directa sin cultivo antes o durante el ciclo del cultivo.

Según Baeumer & Bakermans (1973), puede ser considerada la forma más extrema de mínima preparación del suelo.

Jones et al. (1968) justifica los estudios del sistema de siembra directa por el valor potencial de producción que posee debido a que provoca óptima conservación del agua y el suelo.

No obstante la ausencia de labranza, este sistema de siembra causa un impacto notable sobre las propiedades físicas del suelo y el crecimiento de las plantas (Batke et al., 1992).

La permanencia de residuos vegetales sobre la superficie del suelo, provoca cambios importantes en los suelos modificando el régimen térmico, así como el régimen de humedad. Estas variables tienen consecuencias en todos los procesos químicos y biológicos que son importantes para la vida de la planta. También afecta a los parámetros físicos del suelo, como por ejemplo la densidad y la porosidad. Estudiando este sistema de plantación Whiteley & Dexter (1982) encontró que las capas superficiales de los suelos mostraban una densificación natural.

Muchas ventajas han sido atribuidas a este sistema de siembra como por ejemplo, disminución de los costos del cultivo por reducir las operaciones de labranza, reducción eventual de algunos efectos secundarios negativos por la acción del tráfico repetido de las máquinas, reducción de los riesgos de erosión de la superficie del suelo al disminuir el impacto de la gota de lluvia sobre la superficie del suelo.

Baeumer & Bakermans (1973), encontraron que los suelos sometidos a este sistema de plantación tienen una tendencia al aumento de la homogeneidad en el

tiempo, y que el patrón de porosidad revela una diferencia importante con respecto a los suelos cultivados convencionalmente. Así, el espacio relativo ocupado por cada fracción de tamaño de poro, varía menos que bajo suelo arado. Una mejora significativa de la estabilidad y la agregación, relacionada a una reducción importante en la tasa de mineralización de la materia orgánica en los sistemas de labranza reducida comparado con el sistema convencional, surge de algunos estudios de suelo (e.g. Kladvko et al., 1986).

La aplicación de la labranza cero por un tiempo prolongado aumenta en el suelo la proporción de los poros de menor tamaño, con un efecto sobre la dinámica del agua del suelo. La continuidad de los poros es otra de las características remarcadas en este sistema. El aumento relativo de poros de tamaño medio y pequeño, resultante de la aplicación de este sistema, permitirá el aumento en la capacidad de almacenaje de agua de los suelos sometidos al mismo.

Derpsch et al. (1986), encontró que el agua disponible para la planta, es decir, el volumen de la misma entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente era mayor en este sistema, que para el mismo suelo preparado convencionalmente.

Sidiras et al. (1981) afirma que cuando se considera la capacidad de almacenamiento de agua del suelo el mayor porcentaje de macroporos en la labranza convencional es una condición desfavorable en relación con la labranza cero.

En este sistema Negi et al. (1982), demostró que además de tener una mayor capacidad de retener agua en relación con la labranza convencional, los flujos de agua que operan en el suelo son comúnmente más bajos en la siembra directa que en la labranza convencional, siendo las diferencias más pronunciadas en la primera semana después de la saturación del suelo, pero luego esas diferencias dejan de ser significativas.

En general parece confirmarse que los suelos bajo labranza cero, se presentan más densos y firmes, diferencia que alcanza su valor más alto en los centímetros más superficiales de los suelos comparados, con aquellos laboreados convencionalmente.

La labranza convencional consiste en una arada profunda que rompe e invierte total o parcialmente el suelo y en alguna operación secundaria más superficial que pulveriza, homogeniza y afirma el suelo para la preparación de la cama de siembra (Bathke et al., 1992). Este método de preparo provoca modificaciones, a veces profundas, de las propiedades físicas del suelo con el propósito expreso de mejorar la producción de los cultivos.

En este sistema así como en cualquier caso de labranza del suelo, el efecto de la acción del implemento y la perdurabilidad de tal efecto, será diferente dependiendo de las características del suelo, tales como composición granulométrica, tipo de arcilla,

composición mineralógica, contenido de materia orgánica. También tendrá efecto en el resultado y persistencia de la acción de los implementos las condiciones al momento en que el mismo fue laboreado, por ejemplo, el contenido de humedad.

En general, el sistema de labranza convencional reduce la densidad de la capa de suelo trabajada como consecuencia de la rotura causada por los implementos. Esa reducción en la densidad se produce, principalmente, a través de la variación en la distribución de vacíos por el aumento de los macroporos.

Cintra et al. (1983), estudiando las posibles alteraciones causadas por la labranza convencional en algunas de las características físicas del suelo, observaron aumento de la densidad y menor disponibilidad de agua en el estrato de 15 a 30 cm de profundidad. Los mismos responsabilizan a la acción del laboreo por el tamaño y la distribución de los poros, lo que a su vez determina la tasa final de infiltración del agua en el suelo. Conforme estos autores, es ésta la característica más sensible para detectar los cambios causados por el laboreo.

Otra observación de interés es la disminución en el volumen de macroporos en la profundidad de 0 a 15 cm, así como en la capa de 15 a 30 cm, donde se observó una mayor reducción, sugiriendo que esto sería la causa de la baja infiltración en suelos bajo labranza convencional.

Según Adoeye (1982), la disminución en la densidad causada por el arado parece ser sólo temporal. En su trabajo halló que la macroporosidad de un 15% inmediatamente después de la acción del arado se reduce a un 8% once (11) semanas después en la profundidad de 0-7,5 cm; atribuye este efecto a la acción de la lluvia; sugiere además, que la re-compresión se produce debido al alto grado de inestabilidad estructural generado por la acción del laboreo.

Sin embargo Shear & Mosch (1969), comparando sistemas de labranza convencional versus siembra directa en suelos para el cultivo de maíz (después de 6 años de trabajo), demostraron que la densidad del suelo evaluada en las profundidades de 10 a 12 cm y de 40 a 42 cm, no presentaron diferencias significativas en ninguna de las profundidades referidas entre los sistemas mencionados. Esto les llevó a afirmar que varios años de siembra directa continua no producen mayor compactación que cuando se adopta la labranza convencional.

Estudios de Bauder, Randall y Shuler (1985), dan cuenta de la menor densidad del suelo bajo el sistema convencional, hasta aproximadamente la profundidad de los 25 cm a partir de la cual aumenta llegando a tener valores iguales a los del plantío directo en los estratos de suelo más profundos..

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **Localización y características del área experimental**

El experimento fué instalado y conducido en la Estación Experimental Agronómica de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (EEA de UFRGS), localizada en el municipio de Eldorado do Sul – RS; en el año agrícola de 1996/97. Tiene como coordenadas 30° 05' 27" de latitud Sur y 51° 40' 18" de longitud Oeste. El área corresponde fisiográficamente a la Depressão Central. La altitud en la localidad es de 40 metros y el relieve general es de ondulado a suave ondulado con pendientes variables entre 2 y 15% (Brasil, 1973).

La precipitación media mensual varía de 95 a 145 mm (Bergamaschi & Guadagni (1990). La temperatura media en el mes más caliente es superior a 20° C, y en el mes más frío presenta una variación de 3 a 18 °C (Moreno, 1983).

El clima de la región, conforme Bergamaschi & Guadagnin (1990) es subtropical húmedo de verano caliente correspondiendo al tipo fundamental Cfa conforme a la clasificación de Köeppen.

El suelo pertenece a la unidad de mapeamiento Arroio dos Ratos, clasificado como laterita hidromórfica. Los suelos de esta unidad son de textura arenosa y de drenaje imperfecto. Conforme nuevos criterios de clasificación, actualmente puede ser reencuadrado como plintosolo, según la clasificación Brasileira de la Ciencia del Suelo.

El área escogida para el experimento fue cultivada con maíz durante el verano y con avena + arveja durante el invierno, desde el año de 1995.

### **Procedimiento experimental**

En setiembre de 1996 el área experimental se encontraba con cobertura de cultivo de avena + arveja. Esta mezcla de forrajeras fue desecada por la aplicación de 1 L de glifosato por hectárea, en una dilución de 180 L/ha. El área experimental de 44 x 90 m fue dividida por la mitad, en parcelas principales de 22 x 90 m. Una de las parcelas fue preparada convencionalmente realizándose una arada y una rastrada; la otra fue destinada al plantío directo. En esta última, se usó un rolo con cuchillas de 1 m de ancho útil y de 600 kg de peso, para promover el volteo de la avena y arveja desecadas.

La siembra de maíz fue realizada después del preparo de las parcelas, el 19 de octubre de 1996. Para esta operación fue utilizada una sembradora- abonadora de 4 líneas con sistema surcador de disco combinado con guillotina.

La distancia entre líneas fue de 0,7 m.

La sembradora fue regulada para la distribución de 70.000 semillas por hectárea, con los discos de control de profundidad ubicados de forma tal que permitiera una deposición de las semillas a 3 cm de profundidad. Esta profundidad fue escogida debido al hecho que el suelo, en el momento de plantío, estaba húmedo, con tenores de agua del orden del 18% en el preparo de suelo convencional y 16% en el sistema de plantío directo.

Se usó un tractor Valmet 985, 4 x 2 con tracción delantera auxiliar (TDE LA), lastrado con peso total de 3700 kgf y estaba equipado con rueda las traseras 18.4/34 inflados a 1,4 bares.

### **Delineamiento experimental**

El área experimental de 44 x 90 m fue dividida en 2 parcelas principales de 22 x 90 m. Una de las parcelas fue preparada convencionalmente realizándose una arada y una rastrada; la otra fue destinada al plantío directo.

Los datos provienen de muestras tomadas en tres puntos, totalmente al azar, en cada tratamiento de laboreo de suelo (parcelas principales). En cada estación de muestreo se definieron tres profundidades de estudio a saber: 0 - 7,5 cm de profundidad, de 7,5 a 15 cm de profundidad y, 15 a 30 cm de profundidad.

Las variables físicas estudiadas fueron densidad aparente del suelo y parámetros de porosidad.

Se compararon los dos tipos de laboreo de suelo en cada una de las profundidades establecidas, y para cada tratamiento específico se hizo la comparación entre estratos.

### **Determinaciones físicas**

Fueron efectuados análisis de variables físicas del suelo.

### **Parámetros físicos del suelo**

Se evaluaron los siguientes parámetros del suelo:

- Densidad del suelo
- porosidad total
- macroporosidad
- microporosidad

Las muestras fueron realizadas en los intervalos de profundidad siguientes: de 0 a 0,075m, de 0,075 a 0,15m y de 0,15 a 0,30 m. El muestreo correspondió a las parcelas de sistema plantío directo y preparo convencional sobre el área sin tráfico.

### **Análisis estadístico**

El análisis estadístico de los parámetros del suelo: densidad, porosidad, macro e microporosidad, se realizó mediante el análisis de la varianza y el test de Duncan al nivel de 5% de significancia.

### **Densidad del suelo**

Para la determinación de la densidad aparente del suelo, se utilizó el método del cilindro metálico de volumen conocido para obtención de muestras de suelo con su estructura natural, conforme al método descrito por Forsythe (1975).

El anillo utilizado en la toma de muestras fue de 8,5 cm de diámetro y altura de 5cm.

Para la obtención de los datos se tomó la media de tres repeticiones.

### **Porosidad total, macro y microporosidad**

Los parámetros físicos de porosidad total, macro y microporosidad fueron determinados por el método descrito en Kiehl (1979). Para la determinación de la porosidad total, una muestra saturada de suelo fue sometida a secado en estufa por 48 horas a una temperatura de 105° C. El valor de la porosidad total se obtuvo de la siguiente relación:

$$P = 1 - d / ds$$

Donde:

**P** = porosidad total;

**d** = densidad del suelo ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ );

**ds** = densidad de sólidos del suelo ( $2,65 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).

Para determinar la macro y microporosidad se utilizó la succión correspondiente a una columna de agua de 60 cm de altura, en un volumen conocido de suelo. La macroporosidad fue determinada por la diferencia entre porosidad total y microporosidad. Para la comparación de los valores de porosidad se utilizó la media de los valores obtenidos de tres repeticiones.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Efectos de los métodos de labranza en los parámetros físicos del suelo**

#### **Densidad Aparente**

Al comparar la densidad aparente en capas del suelo a diferentes profundidades (tabla 1), se puede observar una reducción significativa de la misma después de la labranza convencional. En la capa superficial, se encontró una densidad de  $1,28\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  en el sistema de labranza convencional mientras que en el sistema de labranza cero del suelo la densidad fue de  $1,49\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . En la capa inmediatamente inferior, de 7,5 a 15 cm de profundidad, también se observan diferencias significativas debido al laboreo, aunque de menor magnitud.

La diferencia entre los dos tratamientos en la profundidad 0 - 7,5 cm es altamente significativa (16,8%). La acción del arado y rastra, en labranza convencional, provocan rotura de la capa de suelo trabajada disminuyendo la densidad de la misma mediante la modificación de la relación masa/volumen de suelo.

*TABLA 1: Efecto de los sistemas de labranza en la densidad del suelo a diferentes profundidades. EEE/UFRGS*

Profundidad (cm)	Densidad del suelo	
	Labranza convencional -----g . cm <sup>-3</sup> -----	Siembra directa
0-7.5	1.28 a	1.49 b
7.5 -15	1.46 a	1.52 b
15-30	1.46 b	1.56 b

*Medias seguidas por la misma letra minúscula en la línea no difieren entre sí por el test de Duncan al nivel de 5% de significancia.*

Adeoye (1982) evaluó el efecto de diferentes profundidades de labranza en la densidad del suelo y, encontró que la densidad en los 7,5 cm superficiales del suelo es la misma independientemente de la profundidad de labranza utilizada. También concluyó que la densidad resultante del laboreo del suelo es solo temporal, porque después del mismo se produce una progresiva compactación del suelo suelto. Sin embargo, el valor absoluto de la densidad del suelo después del laboreo que él obtuvo fue menor que el encontrado en el presente trabajo. Debido este hecho, probablemente, a la diferencia en la época de muestreo, que, en el presente trabajo, fue realizada 130 días después del laboreo del suelo.

Conforme estas ideas, las diferencias de densidad y porosidad del suelo fueron máximas después de la implantación del cultivo (y, por lo tanto, en el momento de preparo del suelo) disminuyendo considerablemente durante el ciclo de cultivo.

En la capa subyacente (7,5 a 15 centímetros) también se constató una diferencia significativa en la densidad del suelo. Sin embargo la diferencia absoluta entre las

densidades es menor que en la capa inmediatamente superior. Mientras que la diferencia en la capa superficial es de  $0,21 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , en la profundidad en cuestión es sólo  $0,06 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

En el estrato de 15 a 30 cm de profundidad, la densidad media en el sistema de siembra directa es de  $1,56 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,  $0,10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  mayor que la densidad media del sistema de labranza convencional cuyo valor es de  $1,46 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Teniendo en cuenta la densidad del suelo antes de la preparación como siendo semejante a los valores encontrados en la parcela con siembra directa ó labranza cero se puede observar que el preparo convencional alteró la densidad a lo largo del perfil de acción del arado.

### **Porosidad**

La porosidad total, la macro y la microporosidad, así como la distribución del tamaño de poros fueron afectadas por la labranza. La labranza puede modificar, además de la porosidad total, la distribución del tamaño de poro. Whiteley & Dexter (1982) mencionan como efectos principales del laboreo la rotura de la capa de suelo trabajada, en pequeños cuerpos (macroagregados) y, también, la mezcla de ellos provocando un aumento de la porosidad total, debido principalmente al aumento en la macroporosidad. Este aumento de la porosidad de aireación es importante para suelos con elevado contenido de agua, y es un efecto que sólo puede obtenerse por acción del arado o por escarificación.

Cannell & Finney (1973) comentan que el laboreo del suelo genera un aumento en los poros de transmisión de diámetro superior  $50 \mu\text{m}$  y, agrega que el efecto más evidente del sistema de labranza cero, a su vez, es el aumento en la compactación y en la resistencia del suelo, mostrando densidades más altas y menores porosidades totales. Baeumer & Bakermans (1973) añaden que la consolidación natural y la compactación mecánica causan un "empaquetamiento" más pronunciado en la capa superficial de los suelos con siembra directa.

Derpsch et al (1986) establecieron un experimento comparativo entre labranza cero, mínima labranza y preparo convencional para el desarrollo de sistemas de producción. Después de siete años, observaron que el suelo bajo plantío directo presentaba mayor densidad en la capa superficial, mayor disponibilidad y tasa de infiltración de agua cuando comparados a los sistemas de labranza; mientras que el volumen total de poros, la macroporosidad y la temperatura del suelo eran menores.

Analizando el espacio poroso total y la macroporosidad de los sistemas labranza convencional y labranza cero concluyeron que, en el estrato superficial, la porosidad total en el sistema siembra directa fue  $5\%$  ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) menor que en el suelo con

labranza convencional; mientras que la macroporosidad fue 14,3% ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) menor. En la profundidad de 12 a 20 cm la porosidad total fue 5,9% inferior en la labranza cero y la macroporosidad 10.1% ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) para la misma comparación. Observaron también poca diferencia entre la microporosidad en los tratamientos evaluados.

Otra observación de estos autores muestra que los poros mayores disminuyen significativamente con el aumento de profundidad en los sistemas con movimiento de suelo. Esta modalidad de disminución no se observó, sin embargo, en el suelo con labranza cero.

En el presente trabajo fueron también constatadas diferencias significativas en la porosidad total (tabla 2).

*TABLA 2: Efecto de sistemas de labranza en la porosidad total del suelo a diferentes profundidades. EEE/UFRGS*

Profundidad (cm)	Porosidad total	
	Preparo Convencional	Siembra directa
	----- $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ -----	
0 - 7,5	0,52 a	0,44 b
7,5 -15	0,45 a	0,43 b
15 - 30	0,45 a	0,41 a

*Medias seguidas por la misma letra minúscula en la línea no difieren entre sí por el test de Duncan al nivel de 5% de significancia.*

Se observa que, en la capa superficial, porosidad total fue 15,4% inferior en el suelo bajo labranza cero; la macroporosidad (tabla 3), en esta capa, es 36,7% inferior en el suelo con labranza cero. En la capa inmediata inferior, es decir de 7,5 a 15 cm de profundidad, la porosidad total fue 4,6% menor en el suelo bajo labranza cero o siembra directa; no hubo diferencias en la macroporosidad.

Como puede verse en la tabla 2, porosidad total presentó sensible diferencia entre ambos sistemas de labranza. La porosidad total en los 7,5 cm superficiales fue  $0,52 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  para el suelo con sistema convencional y de  $0,44 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  para el tratamiento de siembra directa; la diferencia entre los dos sistemas de labranza evaluados fue del 15%.

TABLA 3: Efecto de sistemas de labranza en la Macroporosidad del suelo a diferentes profundidades. EEE/UFRGS

Profundidad (cm)	Macroporosidad	
	Preparo Convencional	Siembra directa
	-----cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> -----	
0 - 7,5	0,30 a	0,19 b
7,5 -15	0,19 a	0,20 a
15 - 30	0,22 a	0,18 a

Medias seguidas por la misma letra minúscula en la línea no difieren entre sí por el test de Duncan al nivel de 5% de significancia.

La macroporosidad fue 0,30 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> y de 0,19 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>, en la labranza convencional y directa, respectivamente. Se observa que la participación de la macroporosidad en la porosidad total fue 57,7% y 43% en los sistemas convencional y directo, consecuencia del uso de implementos en la fragmentación del suelo. Entre 7,5 a 15 cm de profundidad, la porosidad total fue 4,6% mayor que en labranza cero; diferencia significativa en la comparación de los sistemas evaluados, a pesar de la disminución de la misma en relación al primer estrato considerado, lo que se justificaría por la profundidad de labranza adoptada en el ensayo.

Se observa que la diferencia en la porosidad total tiende a disminuir con la profundidad. La macroporosidad no muestra diferencias significativas entre los dos sistemas de labranza en esta capa conforme al análisis estadístico de la varianza.

En el sistema de siembra directa se observó un aumento de la participación de la macroporosidad en la porosidad total, (pues en este caso fue de 46%) en relación al valor de la misma en la capa superior inmediata; este sería atribuible a la presencia de mayor cantidad de raíces y a la actividad de la macro y microfauna del suelo.

Según Baeumer & Bakermans (1973) los suelos cultivados con labranza cero (naturalmente compactados) tienen estructura más homogénea que los suelos laboreados aunque pueden presentar capas de estructuras diferenciadas. La estructura de la capa superior depende principalmente de la actividad de los organismos y las condiciones de humedad que predominan en ella. La estructura de las capas más profundas depende más de la textura y de la reacción de la misma a los cambios de humedad en el suelo.

En la labranza convencional se comprobó un comportamiento inverso, pues los valores de macroporosidad disminuyen con respecto a la primera capa. Esto puede ser explicado por la incorporación de las partículas minerales provenientes de la capa superior, que afectan principalmente los mesoporos, y así, aumentan la fracción de poros más pequeños. La macroporosidad de 0,30, pasó a 0,19, es decir disminuyó un 13%. Esto significa que la participación de la macroporosidad en la porosidad total, que era de 55% , disminuyó a 42%, aumentando la proporción de microporos.

En la profundidad de 15 a 30 cm no existen diferencias significativas entre los tratamientos, en ninguno de los parámetros de porosidad, coincidentemente también con el análisis estadístico de la densidad en esta profundidad.

Teniendo en cuenta cada sistema de cultivo se comprueba que en siembra directa hubo disminución en la porosidad total y la macroporosidad en relación a la capa superior inmediata es decir 7,5 a 15 cm.

En labranza convencional la porosidad total no sufrió modificaciones en esta capa.

La tabla 4 muestra que no hay diferencia de la microporosidad en todo el perfil tanto en el suelo preparados convencionalmente como en el suelo con labranza cero.

*TABLA 4: Efecto de sistemas de labranza en la Microporosidad del suelo a diferentes profundidades. EEE/UFRGS*

Profundidad (cm)	Microporosidad	
	Preparo Convencional	Siembra directa
	-----cm <sup>3</sup> . cm <sup>-3</sup> -----	
0 - 7,5	0,22 a	0,25 a
7,5 -15	0,26 a	0,22 a
15 - 30	0,23 a	0,23 a

*Medias seguidas por la misma letra minúscula en la línea no difieren entre sí por el test de Duncan al nivel de 5% de significancia.*

Se observa que no existen diferencias significativas entre los valores de la microporosidad, lo que demuestra que bajo la acción del laboreo es la microporosidad la variable menos afectada.

En la consideración de los datos presentados es conveniente tener en cuenta que los mismos corresponden sólo al primer año de ensayo. Esta variabilidad debe continuar su observación en los próximos años a fin de poder dar conclusiones más confiables.

## AGRADECIMIENTO

A La Lic. Diana Ovejero, profesora de la cátedra de Estadística de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Catamarca por su colaboración desinteresada.

## BIBLIOGRAFIA

- Adeoye, K. B. 1982. Effect of tillage depth on physical properties of a tropical soil and on yield of maize, sorghum and cotton. *Soil & tillage Res.*, Amsterdam, v. 2 : 225-231.
- Baeumer, K.; Bakermans, W. A. P. 1973. Zero tillage. *Advances in Agron.* v.25, :77-123.
- Batke, G. R.; Cassel, D.K.; Hargrove, W.L. et al. 1992. Modification of soil physical properties and root growth response. *Soil Science*, Baltimore, v.154, n.4, :316-328.
- Bauder, J.W.; Randall, G.W.; Schuler, R.T. 1985. Effects of tillage with controlled wheel traffic on soil properties and root growth of corn. *Journal of Soil and Water Conservation*, : 382-385.
- Bergamaschi, H.; Guadagnin, M.R. 1990. *Agroclima da Estação Experimental Agronômica da UFRGS*. Porto Alegre: UFRGS, Ca. 60 f.
- Brasil. Ministerio de Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuaria. Divisão de Pesquisas Pedológicas. 1973. Levantamento de Reconhecimento dos solos do rio Grande do Sul. Recife, (Boletim Técnico, 30).
- Cannell, R.Q.; Finney, J.R. 1973. Effects of direct drilling and reduced cultivation on soil conditions for root growth. *Outlook Agric.*, Bracknell, v. 7, : 184-189.
- Cintra, F.L.D.; Mielniczuck, J.; Scopel, I. 1983. Caracterização do impedimento mecânico em um Latossolo Roxo do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v. 7, n. 3, : 323-327.
- Derpsch, R.; Sidiras, N.; Roth, C.H. 1986. Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Paraná, Brasil. *Soil & Tillage Res.*, Amsterdam, v. 8, : 253-263.
- Forsythe, W.M. 1975. *Física de suelos: manual de laboratorio*. San José: IICA, :212p.
- Jones, J.N.; Moody, J.E.; Shear, G.M.; Moschler, W.W.; Lillard, J. 1968. The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). *Agron. Journal*, Madison, v.60, n.1, :17-20.
- Kladvko, E.J.; Griffith, D.R.; Manering, J.V. 1986. Conservation tillage effects on soil properties and yield of corn and soya beans in Indiana. *Soil & Tillage Res.*, 8, :227-287.

- *Kiehl, E. J.* 1979. Manual de Edafología: Relações solo-planta. São Paulo: Ceres, :263 p.
- *Negi, S.C.; Raghavan, G.S. V.; Taylor, F.* 1982. Hydraulic characteristics of conventionally and zero tilled plots. *Soil & Tillage Res.* Amsterdam, v. 2, :281-292.
- *Shear, G.M.; Moschler, W.W.* 1969. Continuous corn by the no-tillage and conventional tillage methods: a six-year comparisson. *Agronomy journal*, Madison, v.61, :524-526.
- *Sidiras, N.; Derpsch, R.; Mondardo, A.* 1981. Effect of tillage systems on water capacity, available moisture, erosion, and soybean yield in Paraná, Brazil. In: SYMPOSIUM OF NO-TILLAGE CROP PRODUCTION IN THE TROPICS, 1981, Monrovia. Proceedings. Monrovia: West African Weed Science Society, International weed-Science Society-West African Rice Development, :154-65.
- *Whiteley, G.M.; Dexter, A.R.* 1982. Root development and growth of oilseed, wheat and pea crops on tilled and non-tilled soil. *Soil & Tillage Res.*, Amsterdam, v.2, :379-393.