

# **IX ESCUELA LATINOAMERICANA DE FÍSICA DE SUELOS**

## **MANEJO SUSTENTABLE DE CUENCAS HIDROGRAFICAS**

**"Física de Suelos y el  
Manejo de la Tierra  
y el Agua  
en Zonas de Ladera".**

**01 – 10 Octubre 2007,  
PROMAS Universidad de Cuenca,  
Cuenca, Ecuador**



# **ANÁLISIS MICROMORFOMÉTRICO DE LA POROSIDAD Y MICROESTRUCTURA DE UNA ARGIUDOL TÍPICO DE LA ARGENTINA BAJO DIVERSOS SISTEMAS DE CULTIVO. SU APLICACIÓN A LA INTERPRETACIÓN DE LA DINÁMICA DEL AGUA Y DEL CARBONO**

**H. J. M. Morrás (1), E. M. Bressan (1), E.A. Favret (1), L. M. Moretti  
(1), B. A. Bonel (2)**

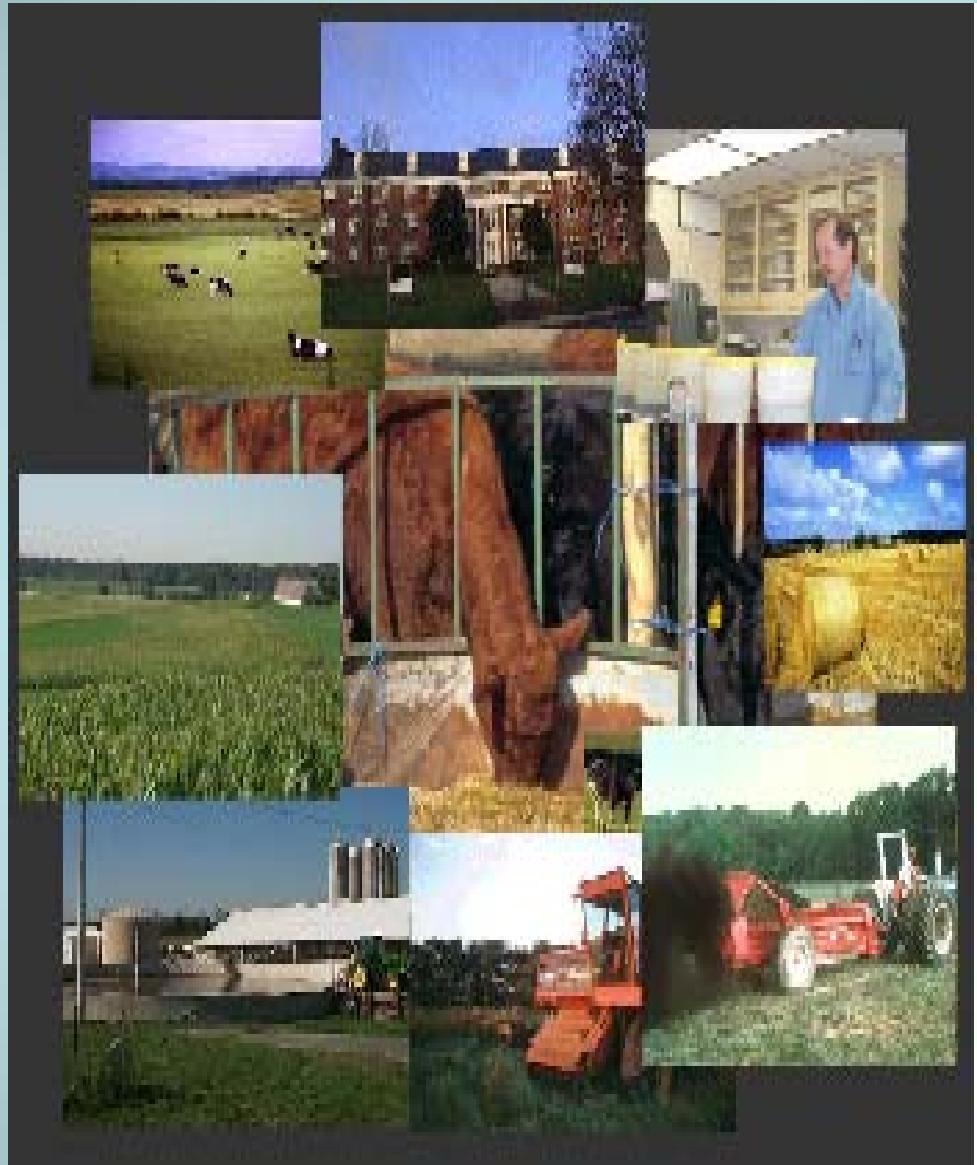
**INTA, Centro de Investigación de Recursos Naturales, Instituto de  
Suelos, CC 25 (1712) Castelar, Argentina.  
[hmorras@cnia.inta.gov.ar](mailto:hmorras@cnia.inta.gov.ar)**

**Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario,  
CC 14, (2125) Zavalla, Argentina.**



## INTRODUCCION

En la Región Pampeana de la Argentina la Siembra Directa ha sido rápidamente y extensivamente adoptada por los productores, constituyendo al presente un usual sistema en suelos agrícolas. Entre las diferentes ventajas que presenta este sistema, se consideran la reducción de la erosión hídrica, el mejoramiento de la porosidad y el incremento del contenido de materia orgánica de los suelos (vg. Lal & Kimble. 1997).





Por otro lado según algunos autores la Siembra Directa puede producir modificaciones inconvenientes en el suelo :

- mayor compactación
- microestructura laminar en los primeros cm del suelo
- reducción en la porosidad total
- menor tasa de infiltración
- balance similar del contenido de materia orgánica que en sistemas de labranza convencional

Con el propósito de obtener información acerca de los efectos de la SD sobre las características físicas y biológicas del horizonte superficial de los suelos limosos pampeanos de la Argentina, se han comenzado a utilizar una variedad de herramientas para comparar diferentes sistemas agrícolas y situaciones no cultivadas

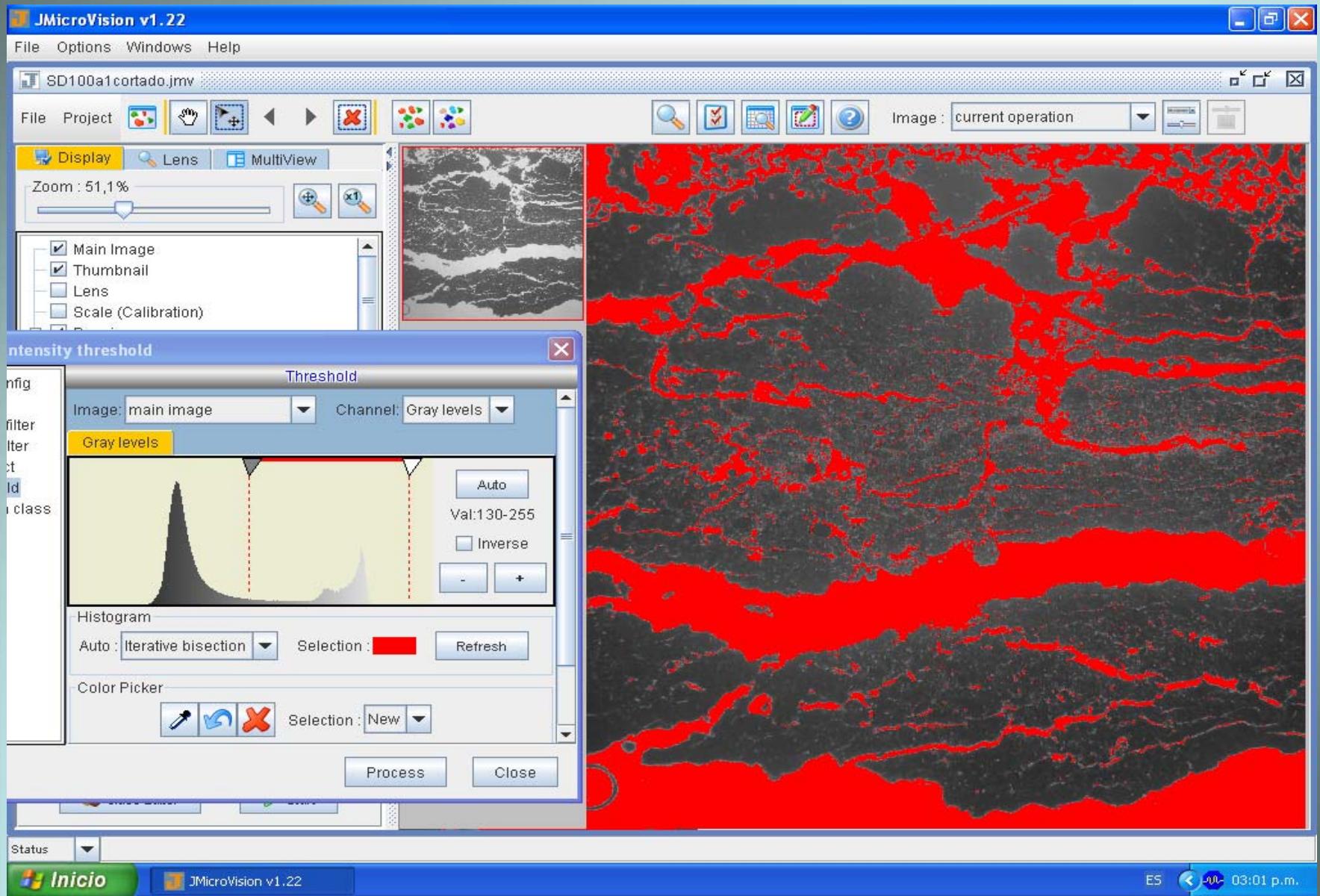
## MATERIALES Y METODOS

El sitio estudiado se encuentra en Marcos Juárez, Provincia de Córdoba. El suelo es un Argiudol típico desarrollado sobre sedimentos loéssicos; el contenido de arcilla es de un 25% y esta compuesto por illita. En este trabajo se compararon las siguientes situaciones:

- SD: Suelo con 10-20 años de Siembra Directa
- LR: Suelo 15-25 años Labranza Discos
- NLp: Suelo sin cultivar parque de la experimental INTA
- NLv: Suelo sin cultivar cercano a las vías del ferrocarril

La estructura del horizonte A del suelo fue estudiada a través de análisis micromorfologicos en cortes delgados. La porosidad del suelo fue estudiada por conteo de puntos y un programa de análisis digital de imágenes. El tamaño de distribución de agregados del suelo fue determinado mediante tamizado. La morfología de los agregados del suelo fue estudiada por microscopía óptica. La estabilidad de los agregados del suelo fua analizada a través del Método de Henin. El contenido de Materia Orgánica se determino discriminando el carbono total y el carbono liviano.

# Pantalla del Programa JMicroVisión



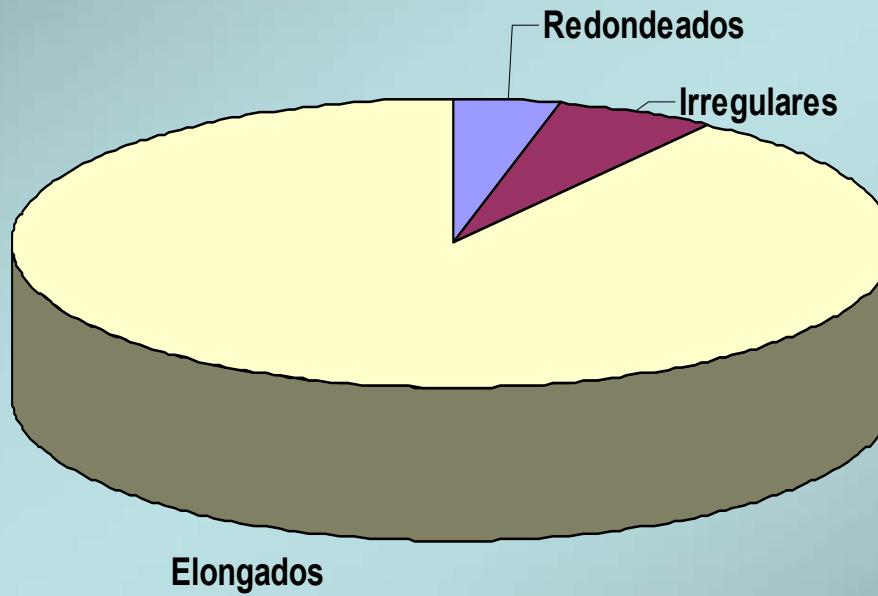
### Tamaño de poros Redondeados

Diámetro eq. (μm)	Frecuencia	Frec. Acum.	Area	Area acum.	% del Area Red	% Porosidad T
0-50	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
50-100	316	316	1281539	1281539,00	33,74	1,29
100-200	71	387	990210,316	2271749,31	26,07	0,99
200-400	13	400	644353,51	2916102,82	16,96	0,65
400-800	2	402	326144,763	3242247,58	8,59	0,33
800-1000	1	403	556033,30	3798280,88	14,64	0,56
1000-3000	0	403	0,00	3798280,88	0,00	0,00

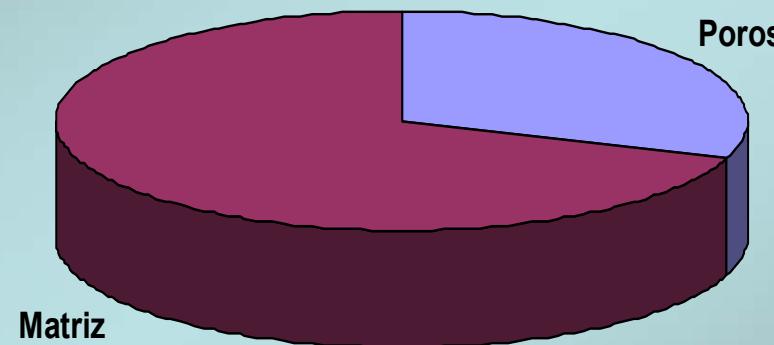
### Tamaño de poros Elongados

Diámetro eq. (μm)	Frecuencia	Frec. Acum.	Area	Area acum.	% del Area Elon	% Porosidad T
0-50	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
50-100	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
100-200	3	3	63744,15	63744,15	0,07	0,06
200-400	13	16	1106434,59	1170178,74	1,23	1,11
400-800	7	23	1731588,05	2901766,79	1,93	1,74
800-1000	6	29	3725064,71	6626831,50	4,15	3,74
1000-3000	3	32	83146946,43	89773777,93	92,62	83,51

## Distribución por tipos de Poros



## Porosidad (%)



## Resultados

En todos los casos los análisis micromorfológicos revelan una marcada anisotropia vertical constituida por tres niveles microestructurales dentro de los primeros 10 cm del suelo (capas I, II y III), siendo sus características diferentes entre las situaciones estudiadas:

-En las situaciones de suelo sin cultivar(NL) se ve una predominancia de huecos de empaquetamientos y rasgos biológicos (Figuras 1-a y 1-b);

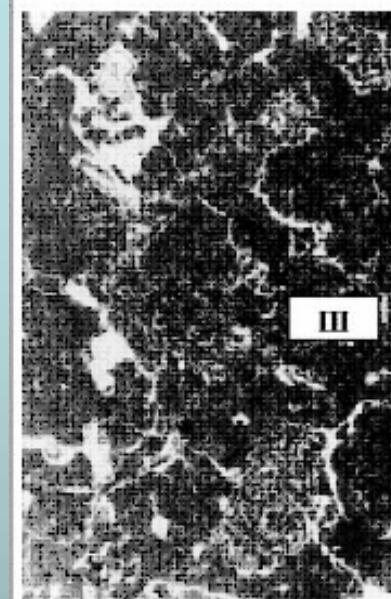
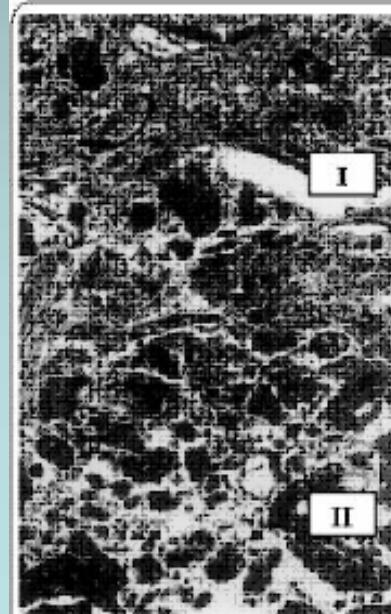


Fig. 1.a

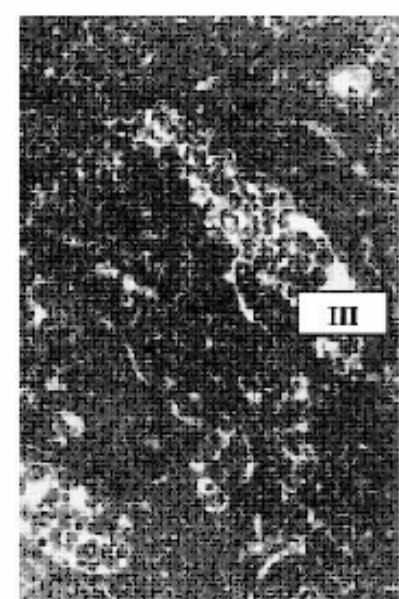
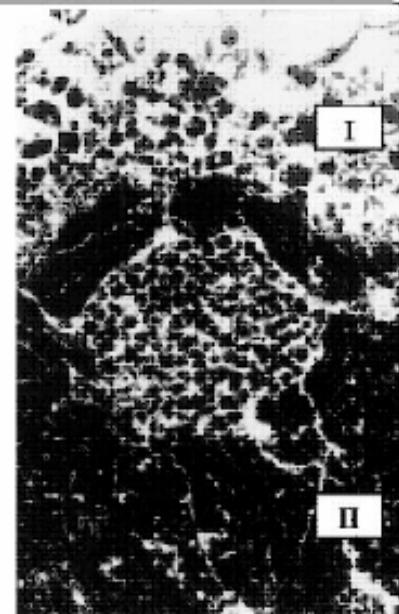
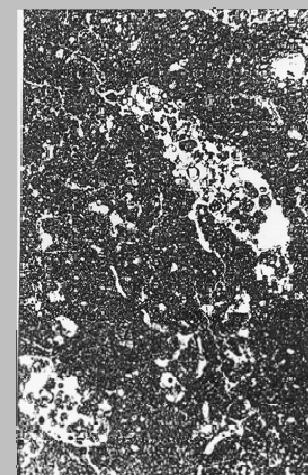
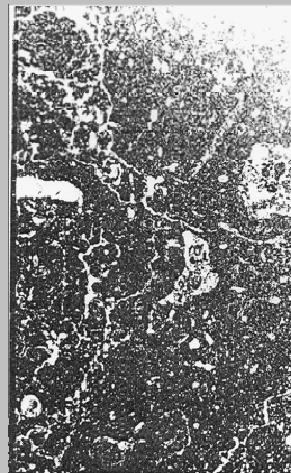
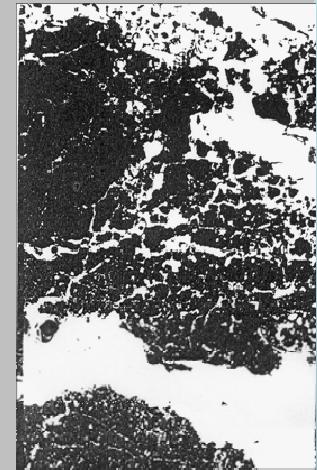
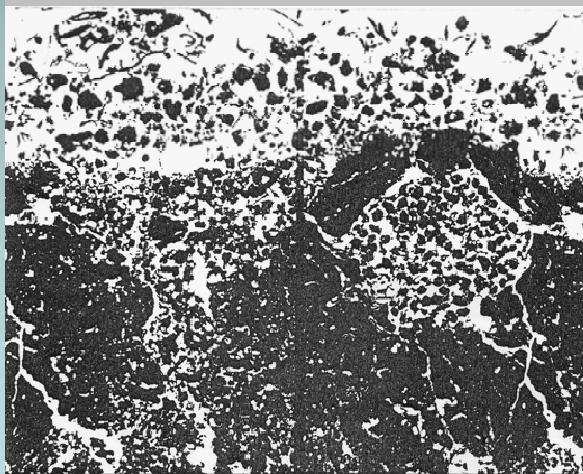


Fig. 1.b

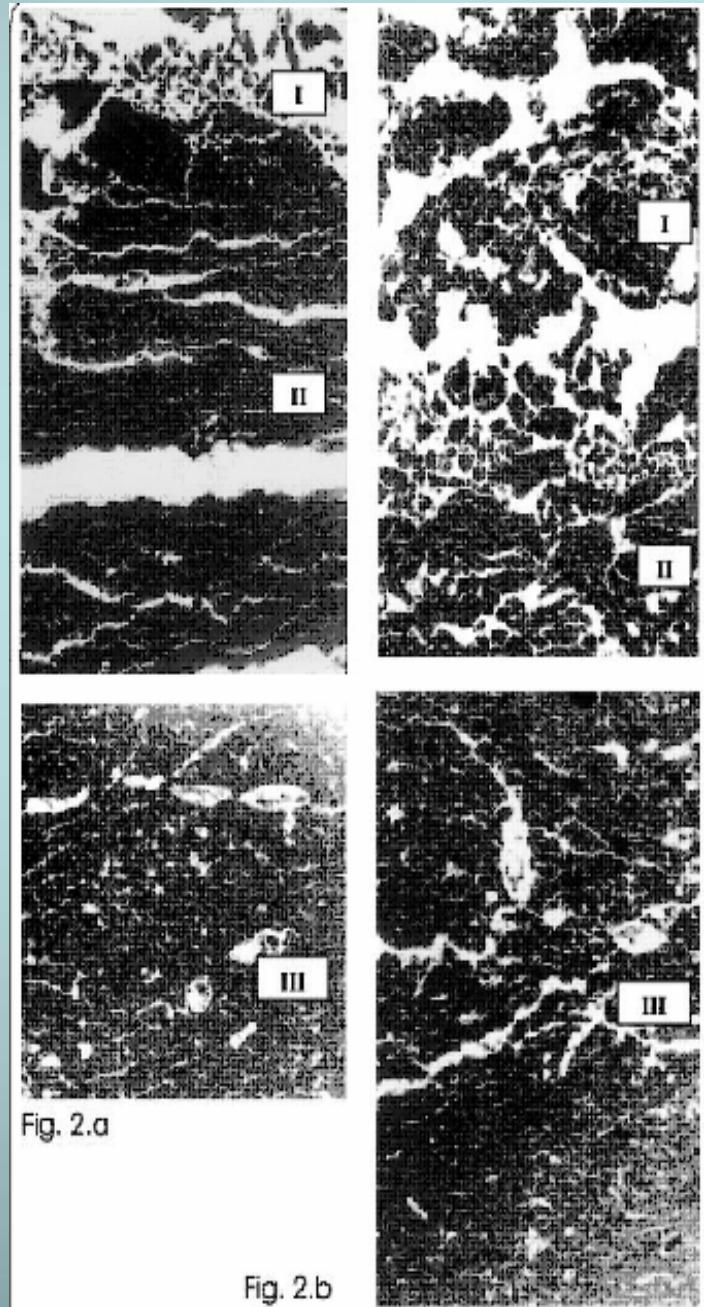
## Fotocomposición de Micrografías del horizonte A en las situaciones sin cultivar (NL)



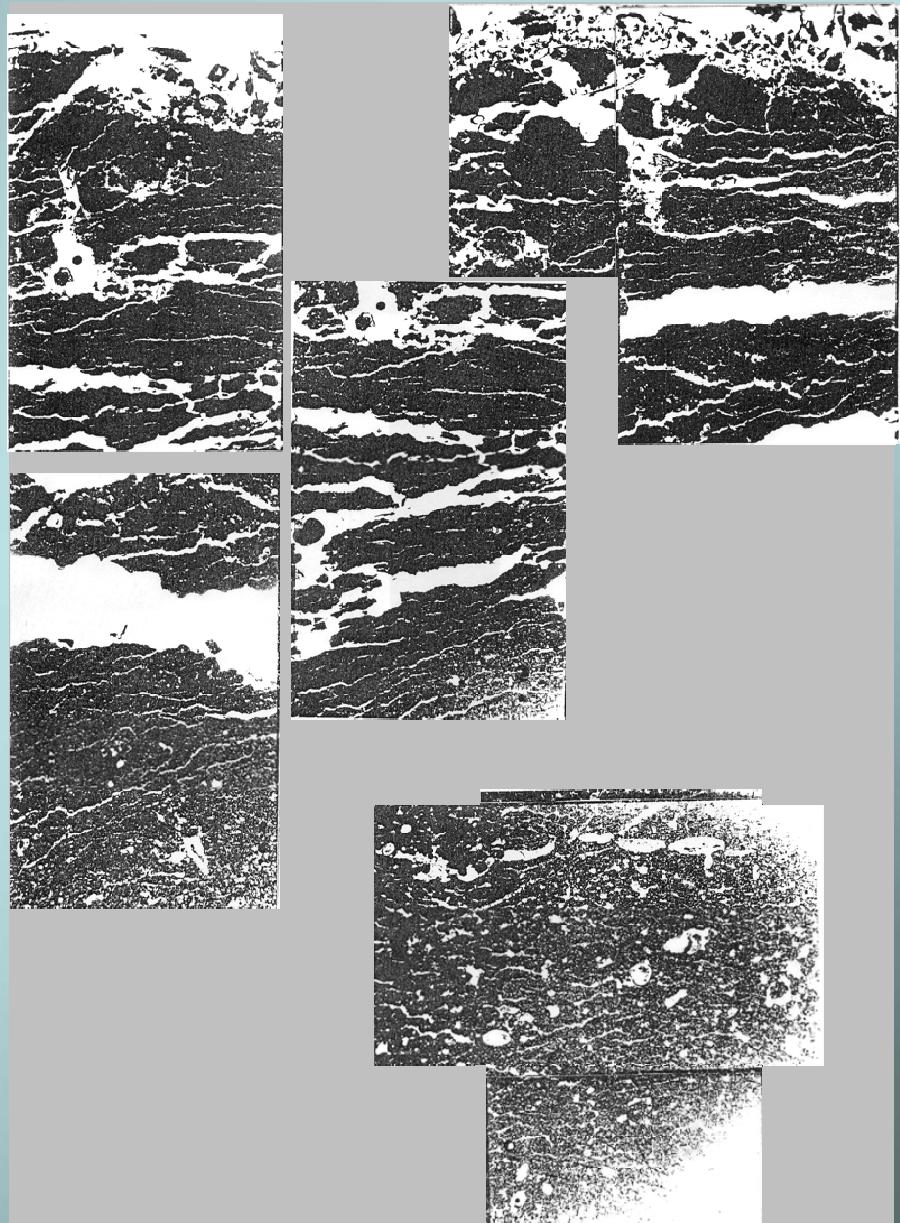
## Resultados

En todos los casos los análisis micromorfológicos revelan una marcada anisotropia vertical constituida por tres niveles microestructurales dentro de los primeros 10 cm del suelo (capas I, II y III), siendo sus características diferentes entre las situaciones estudiadas:

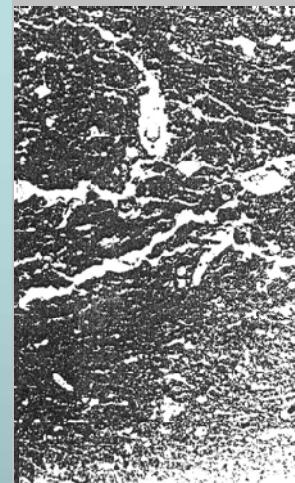
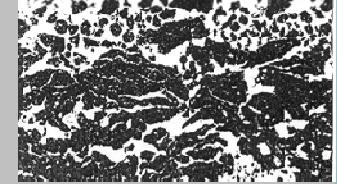
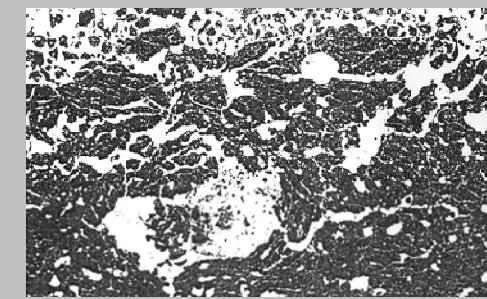
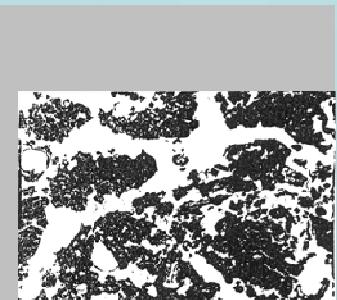
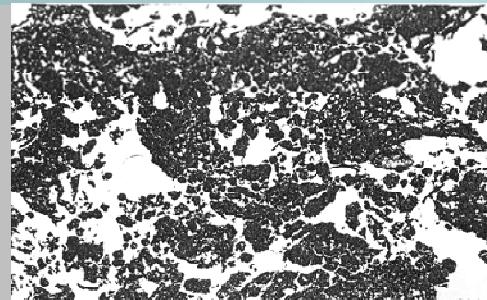
-La Siembra directa (SD) se caracteriza inmediatamente por debajo de la superficie por la aparición de estructuras y agregados laminares con predominancia de fisuras y huecos horizontales. De acuerdo al grado de desarrollo de las capas dos subtipos fueron diferenciados (Morrás et al., 2004): el subtipo “a” tiene una capa I de poco desarrollo y una capa II con una estructura laminar fuerte y espesa (Fig. 2-a); el subtipo “b” corresponde a una Capa II de laminación más débil y/o con agregados laminares disturbados por la actividad biológica (Fig. 2-b);



Fotocomposición de  
Micrografías del horizonte  
A en las situaciones de  
Siembra Directa SD  
(Subtipo “a”)



Fotocomposición de  
Micrografías del horizonte A  
en las situaciones de  
siembra directa (SD)  
(subtipo “b”)



## Resultados

En todos los casos los análisis de micromorfológicos revelaron la marcada anisotropía vertical constituida por 3 niveles microestructurales en los primeros 10 cm del suelo (capas I, II y III), siendo sus características diferentes entre las situaciones estudiadas:

-El tratamiento Labranza con discos (LR) muestra la aparición de costras superficiales, escasa porosidad determinada por fisuras horizontales y vesículas, junto con escasos residuos orgánicos

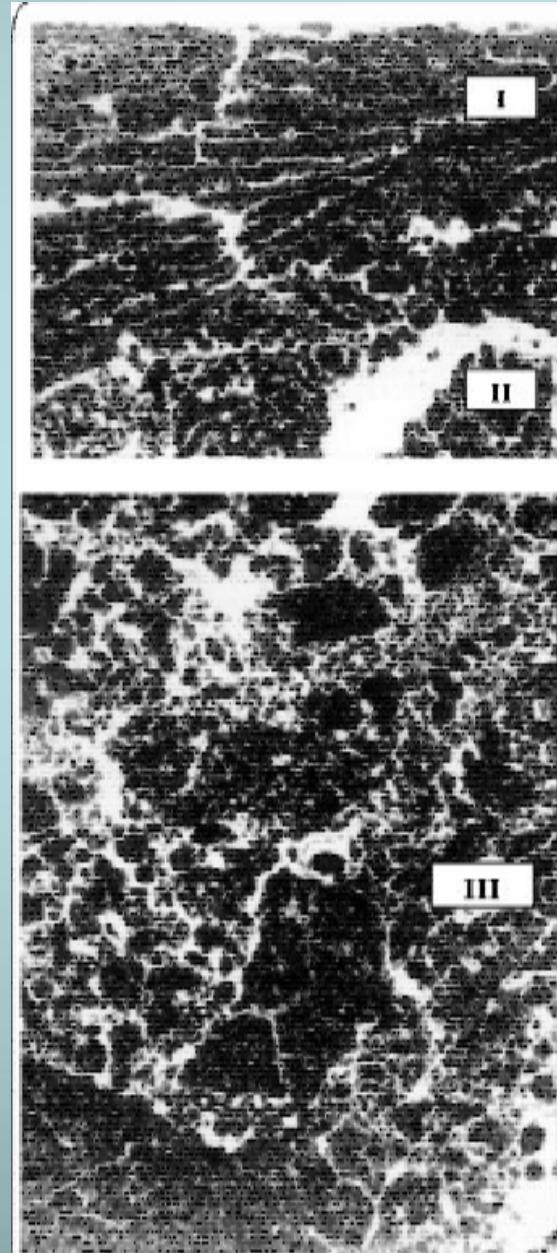
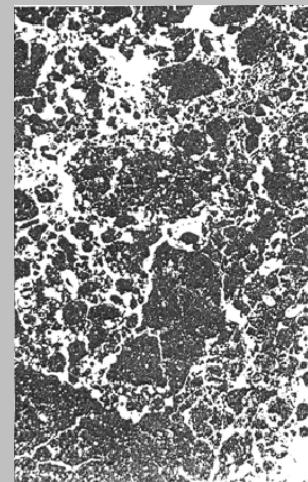
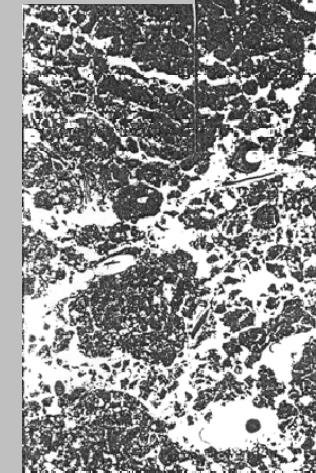
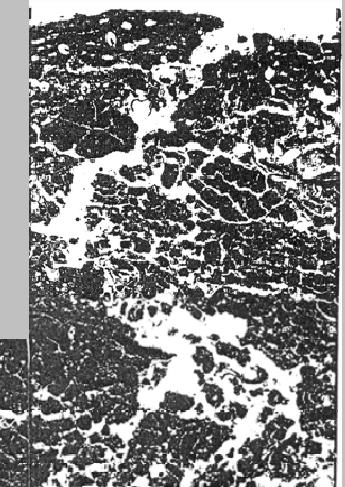
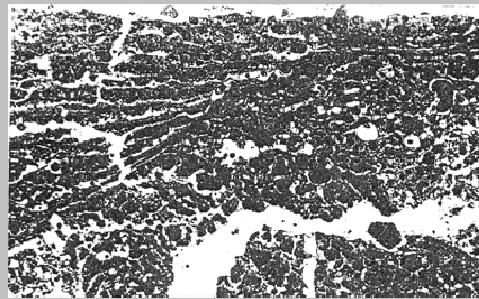


Fig. 3

Fotocomposición de  
Micrografías del horizonte A  
en las situaciones de  
Labranza con discos (LR)

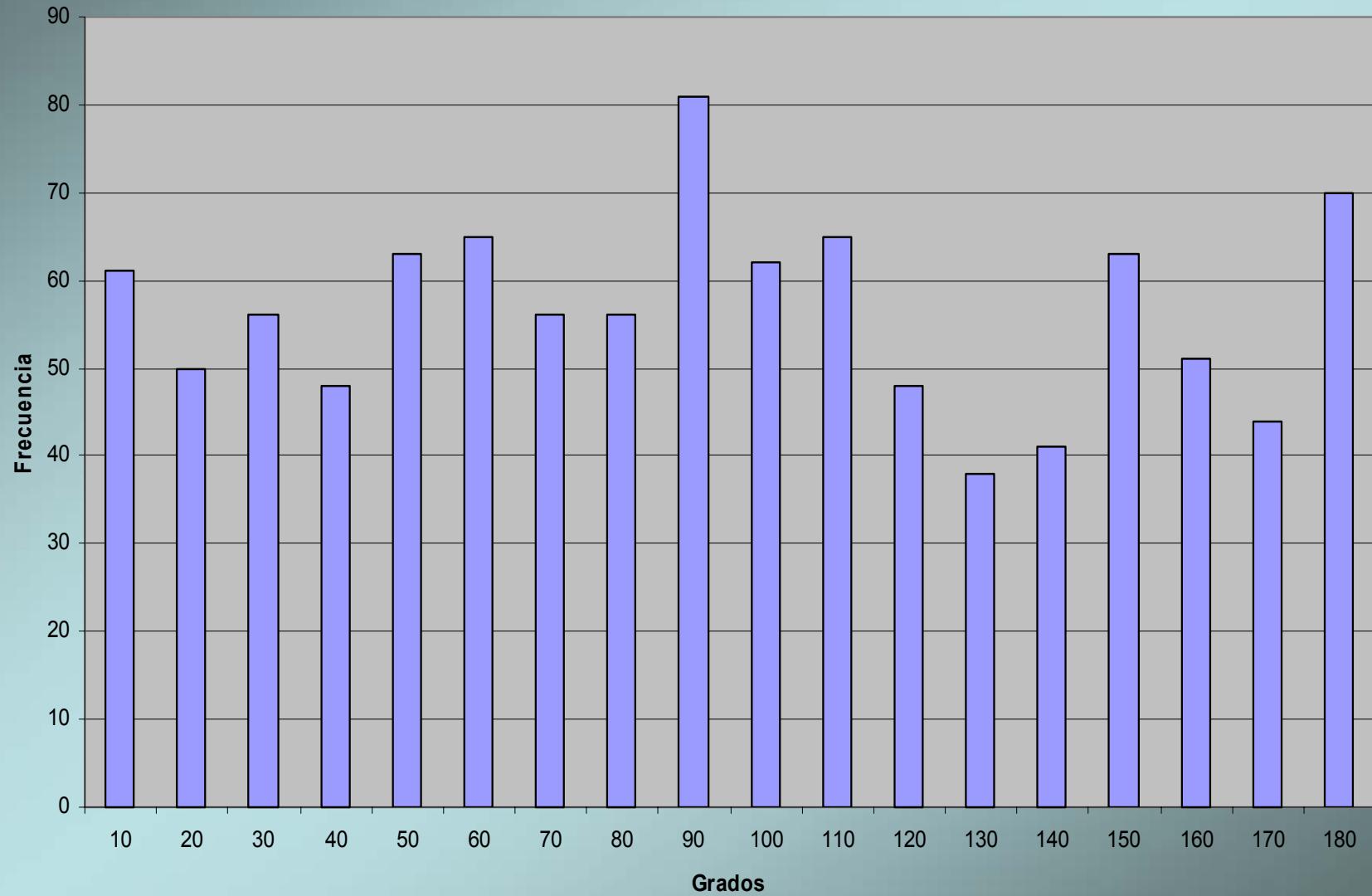


## **Resultados**

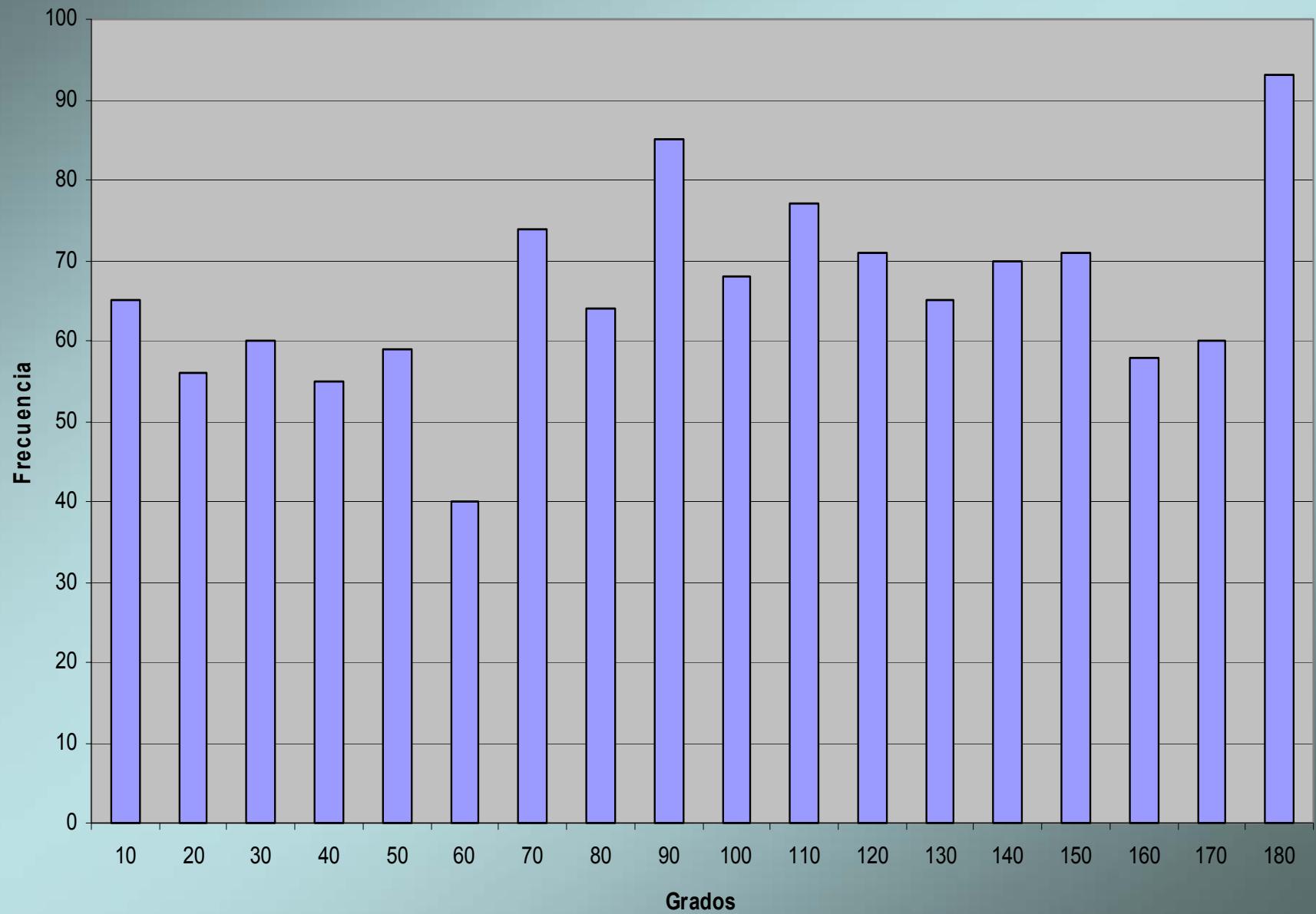
De acuerdo con las cuantificaciones Micromorfométricas realizadas con el programa de análisis de imágenes JMicroVisión y con la técnica de conteo de puntos, la porosidad total (area ocupada por poros mayores a 50 µm) en las situaciones de suelo sin cultivar (NL) y siembra directa (SD) fue alrededor del 30%. En cambio la porosidad total en las situaciones de labranza con discos (LC) fue del 25 %.

En cambio algunas diferencias fueron observadas en la proporción de los diferentes tipos de poros entre las situaciones de NL y LC respecto de las situaciones de SD. Particularmente en los tratamientos de siembra directa (SD) los poros planares son mas abundantes que en las otras situaciones, representando por ejemplo en algunas muestras el 87% de los poros mayores a 50 µm.

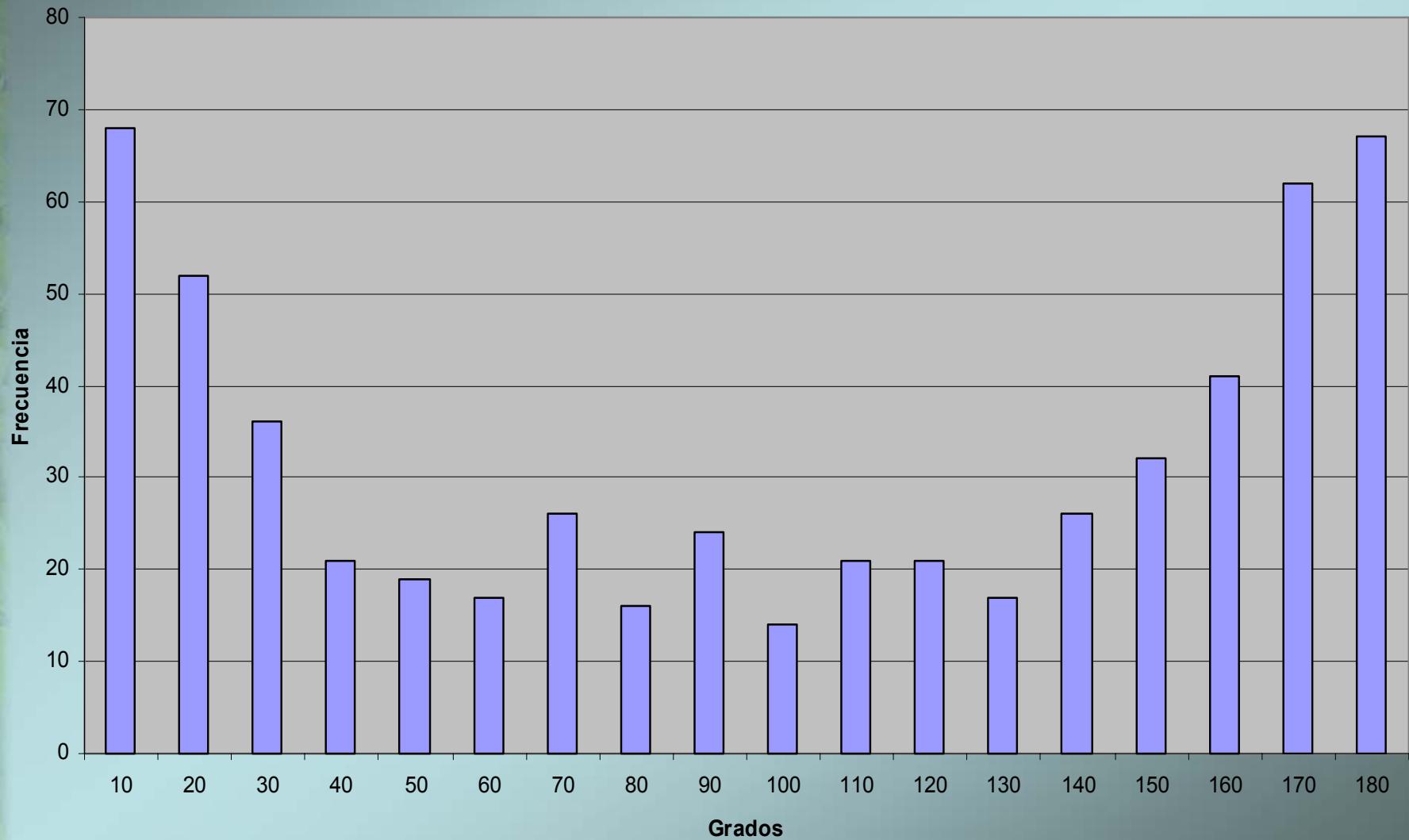
## Orientación de los poros suelos sin cultivar



## Orientación de los poros en Labranza con Discos



## Orientación de los poros en Siembra Directa



## Resultados

El tamaño de distribución de los agregados del suelos refleja las diferentes condiciones físicas de los distintos tratamientos: el contenido de agregados >2 mm fue mayor en las situaciones de NL, intermedio en SD y bajo en LR.

<b>Aggregates size</b>	<b>LR</b>	<b>SD</b>	<b>NL</b>
> 8,00 mm	19	31	29
8,00 – 4,75 mm	15 a	18 b	21 a
4,75 – 3,35 mm	6 b	7 b	10 a
3,35 – 2,00 mm	11	12	15
2,00 – 0,50 mm	19 a	15 ab	13 b
0,50 – 0,30 mm	12 a	7 b	4 c
0,30 – 0,25 mm	1	1	1
< 0,25 mm	17 a	9 b	8 b

## Resultados

Las características morfológicas de los agregados del suelo también fueron notoriamente diferentes entre las diferentes situaciones: suelo sin cultivar NL (5-a) los agregados tienen morfología irregular y abundante porosidad, suelo Siembra directa SD (5-b) se ven agregados laminares y suelo labranza con discos (5-c) algunos agregados son irregulares y porosos y otros son de superficie lisa y escasa porosidad



5-a



5-b



5-c

## Resultados

La estabilidad de los agregados del suelo muestran diferencias marcadas entre las situaciones de suelos bajo agricultura (SD y LR) y las de no cultivados (NL). Esta particularidad se evidencia en las muestras pretratadas con benceno (Be). Estos resultados además nos muestran una similar fracción orgánica para las situaciones bajo agricultura (siembra directa y labranza con discos).

System	% Ag OH	Er OH	% Ag H <sub>2</sub> O	Er H <sub>2</sub> O	% Ag Be	Er Be
LR	49 b	61	13 c	17 *	3 b	6
SD	53 b	67	26 b	33 *	10 b	21
NL	77 a	100	69 a	100	48 a	100

## Resultados

El contenido total de carbono y carbono liviano fueron superiores en las situaciones de suelo no cultivado, pero no hubo diferencias entre la siembra directa y la labranza con discos. En este caso no hay evidencias de una mayor protección o secuestro de materia orgánica en los cultivos bajo siembra directa.

% Organic Carbon	LR	SD	NL
% COT	1,69 b	1,62 b	2,24 a
% CLv	0,289 b	0,207 b	0,477 a
% CLg	1,41	1,42	1,76



## Conclusiones

- Los resultados obtenidos de porosidad total pueden ser similares en todas las situaciones de estudio pero muestran claras diferencias en la microestructura, orientación y tipo de poros y en el tamaño, estabilidad y morfología de los agregados del suelo.
- En las situaciones de SD se verá afectada la dinámica de agua debido a las estructuras laminares con poros horizontales, que disminuyen la tasa de infiltración del suelo haciendo escurrir el agua superficialmente. Sin embargo la existencia de la cobertura vegetal en la superficie disminuye la posibilidad de erosión hídrica.
- En las situaciones de LC también se verá afectada la dinámica del agua debido a las costras superficiales, que disminuyen la tasa de infiltración produciendo el mismo proceso que en la SD. Pero el impacto será mayor ya que se carece de cobertura vegetal para amortiguar el golpe de la gota de lluvia.
- Por otro lado y de acuerdo con los métodos utilizados en este trabajo, no se encontraron diferencias en la cantidad y calidad de materia orgánica entre los sistemas de siembra directa (SD) y de labranza con discos (LC).

## Conclusiones

- Se podría decir que la estructura laminar permanente en los sistemas de siembra directa (SD), restringiendo la mezcla de las fases mineral y orgánica del suelo, actua de una manera convergente con el proceso de degradación oxidativa de la fracción orgánica y de degradación estructural que ocurre en el sistema de labranza con discos (LR).
- En LR, luego de la labranza, hay una incorporación más profunda de la materia orgánica, pero al mismo tiempo una mayor degradación.
- En SD una alta acumulación y conservación de los componentes orgánicos ocurre en la superficie, pero la actividad biológica despues de 15 años de actividad agrícola no ha sido suficientemente fuerte en este caso para incorporarla más allá de unos pocos milímetros de profundidad.
- Se observó que el balance de la materia orgánica en el horizonte A es similar en ambos sistemas.



Muchas Gracias