

**VARIACIONES PRODUCIDAS EN ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS  
E HIDROFÍSICAS DE UN SUELO FERRALÍTICO ROJO TÍPICO  
CON EL CULTIVO CONTINUADO**

**VARIATIONS DE QUELQUES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES  
ET HYDROPHYSIQUES D'UN SOL FERRALLITIQUE ROUGE TYPIQUE  
SOUS CULTURE CONTINUE**

**E. FROMETA, A. OBREGON**

**RESUMEN**

Se estudiaron algunas propiedades físicas e hidrofísicas en un suelo Ferralítico Rojo típico, con diferentes tiempos de cultivo continuado. Los resultados de la investigación demuestran que el análisis mecánico es uniforme en los diferentes perfiles, en la microestructura las fracciones de 2-0,2 mm y las  $< 0,002$  mm son las más afectadas, las primeras tienden a disminuir, mientras que las otras se incrementan con el tiempo de cultivo.

La porosidad total y de aireación, la capacidad de campo y el agua útil muestran una tendencia a disminuir, mientras que la densidad de volumen tiende a incrementar con el tiempo de cultivo

Las mayores afectaciones ocurren fundamentalmente en los primeros 40 cms.

**RÉSUMÉ**

Quelques propriétés physiques et hydrophysiques ont été étudiées dans un sol rouge ferrallitique typique à différentes périodes d'une culture continue.

L'analyse mécanique montre que les résultats sont uniformes dans les différents profils : dans la microstructure les fractions de 2 à 0,2 mm et celles inférieures à 0,002 mm sont les plus affectées.

tées, les premières tendent à diminuer, tandis que les autres augmentent avec le temps de culture.

La porosité totale et l'aération, la capacité au champ et l'eau utile ont tendance à diminuer, tandis que la densité apparente tend à augmenter avec le temps de culture.

Les plus fortes transformations se produisent essentiellement dans les 40 premiers centimètres.

#### INTRODUCCION

Estudios realizados por diferentes autores han demostrado que el cultivo intensivo de los suelos afectan generalmente sus propiedades físicas, especialmente cuando se explotan por largo tiempo. Al respecto Rass Musen, (1973), determinó que en un período de 4 años, el gradeo superficial disminuyó sensiblemente la porosidad de los suelos arcillosos. La reducción de la porosidad afecta algunas propiedades hidrofísicas como la capacidad de campo, agua útil y coeficiente de marchitez. Estas propiedades por lo general decrecen con el cultivo continuado; siendo esto demostrado por Brown, (1970) y Siband, (1974).

Este trabajo tiene como objetivo fundamental determinar la influencia del cultivo continuado sobre algunas propiedades físicas e hidrofísicas.

## MATERIALES Y METODOS

Para la investigación se seleccionó un área de aproximadamente 30 hectáreas de suelos Ferralíticos Rojos típicos del Central "Néctor Molina" en San Nicolás de Bari, dedicado actualmente al cultivo de la caña de azúcar.

En el mismo se seleccionaron 5 campos cultivados los cuales difieren en el tiempo en que han sido sometidos al cultivo continuado ( $A_2$  6 años;  $A_3$  12 años;  $A_4$  20 años;  $A_5$  45 años y  $A_6$  más de 75 años) y en área virgen ( $A_1$ ).

En cada campo se tomaron 5 perfiles y se analizaron hasta la profundidad de 100 cm.

Las determinaciones analíticas se realizaron por los siguientes métodos:

Peso específico con el empleo de picnómetros, la densidad de volumen por el método del cilindro cortante, la textura y microestructura por Kachinskii, (1966), capacidad de campo y coeficiente de marchitez por la prensa de Richard.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### COMPOSICION MECANICA

Los datos de este análisis (Tabla 1) muestran que la fracción predominante en todos los perfiles es la 0,002 mm., la cual rebasa en todos los perfiles y horizontes el 80 % manifestándose un aumento de la misma en profundidad, donde los tenores oscilan de 89-93 % en los límites de 70-100 cm.

El contenido y la distribución de las diferentes partículas son similares en el suelo virgen y en cada una de las variantes cultivadas, lo que indica que bajo las condiciones de cultivo existente en el área experimental prácticamente

TABLA 1

## COMPOSICION MECANICA DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

No. Prof Cam (cm) po.	Pérd. por HCl	% de las fracciones en mm.					
		2-0,2	0,2-0,02	0,02-0,01	0,01-0,002	0,002	
A <sub>1</sub>	0-10	1,51	1,73	3,94	5,81	6,20	80,80
	10-20	2,13	1,43	6,38	0,48	5,82	83,76
	20-40	2,08	1,71	2,92	1,83	5,31	86,15
	40-70	1,73	0,56	3,87	1,57	3,53	88,74
	70-100	1,75	0,91	0,01	2,71	4,64	89,98
A <sub>2</sub>	0-10	-	-	-	-	-	-
	10-20	3,39	0,66	3,69	4,25	5,91	82,10
	20-40	2,09	0,56	2,80	4,35	5,01	85,19
	40-70	1,26	0,47	1,90	4,54	3,63	88,20
	70-100	1,30	0,58	0,21	5,72	2,18	90,01
A <sub>3</sub>	0-10	2,00	0,98	2,08	5,26	10,41	82,27
	10-20	1,45	0,90	6,69	0,24	6,11	84,61
	20-40	-	-	-	-	-	-
	40-70	-	-	-	-	-	-
	70-100	-	-	-	-	-	-
A <sub>4</sub>	0-10	4,07	0,86	8,05	0,87	4,16	81,99
	10-20	3,65	0,89	5,47	3,01	3,76	80,26
	20-40	4,41	0,54	-	3,41	-	88,15
	40-70	4,97	0,73	4,90	2,64	0,25	87,51
	70-100	2,46	0,59	-	2,60	1,32	91,67
A <sub>5</sub>	0-10	2,48	0,59	8,11	1,46	6,95	80,41
	10-20	3,13	0,76	0,89	1,41	8,08	85,37
	20-40	2,16	0,44	-	1,79	14,54	83,59
	40-70	1,30	0,48	2,00	1,87	4,12	91,18
	70-100	0,88	0,49	2,21	0,50	3,31	92,61
A <sub>6</sub>	0-10	1,95	0,66	6,50	2,25	6,12	82,52
	10-20	0,03	0,70	5,80	2,71	4,91	85,85
	20-40	2,95	0,83	6,00	1,94	3,47	84,81
	40-70	0,91	0,75	2,50	0,76	3,84	91,34
	70-100	1,75	0,20	2,87	0,04	0,95	91,19

no se han producido variaciones en la composición mecánica, además debe señalarse que estos suelos están ubicados en una posición topográfica llana donde es poco probable la erosión, máxime si se tiene en cuenta que la caña de azúcar ofrece una buena protección al suelo.

#### MICRO ESTRUCTURA

Los resultados de la Tabla 2 muestran una tendencia al aumento de las fracciones más finas y un decrecimiento de las más gruesas en los suelos cultivados.

Las fracciones de 2,0-0,2 mm. fluctúan de 1,11-19,25 % disminuyendo con la profundidad en los diferentes perfiles. Al comparar las distintas variantes se denota que los valores más elevados los presenta el suelo virgen ( $A_1$ ), principalmente en la capa de 0-40 cm., donde los mismos oscilan de 19,19-19,25 %, disminuyendo en los suelos cultivados hasta 3,41-4,24 %.

Al comparar los suelos cultivados, en la variante  $A_2$  esta fracción es mayor, principalmente en el espesor de 0-40 cm. (11,58-17,41 %), disminuyendo en el resto de los campos, siendo los valores más bajos en el campo más intensivamente cultivado con caña de azúcar ( $A_6$ ), donde los mismos varían de 3,41-4,24 %. En la profundidad de 40-100 cm., las diferentes variantes presentan valores generalmente uniformes. Los agregados de 0,2-0,02 mm. predominan en los diferentes perfiles con la excepción del campo  $A_6$  (Tabla 2). Los datos reflejan valores ligeramente superiores en el suelo virgen, mientras que en los suelos cultivados los contenidos son bastante uniforme en el perfil, aunque las variantes  $A_5$  y  $A_6$  existe una ligera tendencia a la disminución, principalmente en los primeros 20 cm.

Los agregados de 0,02-0,01 mm. tienen un comportamiento similar al anterior con la diferencia de que la afectación alcanzada es hasta los 40 cm. de profundidad.

La fracción de 0,01-0,002 mm., muestra una tendencia a aumentar con el tiempo de cultivo, siendo los cambios más notables en los primeros 20 cm. En los campos cultivados exis

TABLA 2

MEDIAS DE LOS DATOS DEL ANALISIS DE LA MICROESTRUCTURA

No. Prof Cam (cm) po.	% de las fracciones en mm.					Coef. disp.	
	2-0,2	0,2-0,02	0,02-0,01	0,01-0,002	0,002	%	
A <sub>1</sub>	0-10	19,25	41,86	8,20	9,52	21,17	26,20
	10-20	19,24	43,54	5,78	9,92	21,52	25,69
	20-40	19,19	40,70	5,65	10,74	23,67	27,47
	40-70	2,18	48,88	6,88	16,94	25,56	28,80
	70-100	1,72	53,84	6,24	12,01	25,84	28,72
A <sub>2</sub>	0-10	17,41	39,87	5,21	10,96	26,55	-
	10-20	17,19	38,56	5,45	10,19	28,58	34,81
	20-40	11,58	42,16	4,24	11,11	30,91	36,28
	40-70	2,04	49,68	5,77	8,40	34,61	39,22
	70-100	1,87	47,66	8,16	6,63	35,68	39,64
A <sub>3</sub>	0-10	8,25	39,00	7,84	11,62	33,23	40,39
	10-20	6,87	38,32	3,37	13,47	37,97	44,87
	20-40	2,55	43,86	4,90	12,41	35,28	-
	40-70	4,36	42,68	11,62	3,36	37,98	-
A <sub>4</sub>	0-10	7,36	39,58	4,67	11,83	36,56	44,59
	10-20	7,20	41,26	4,83	11,65	35,06	43,68
	20-40	1,77	43,11	5,25	14,21	35,64	40,43
	40-70	2,22	43,20	5,40	13,18	36,00	41,13
	70-100	1,11	43,79	5,74	12,23	38,13	41,59
A <sub>5</sub>	0-10	7,00	37,20	6,50	11,00	38,20	47,51
	10-20	6,23	38,24	6,65	11,95	36,93	43,26
	20-40	4,70	38,78	9,85	10,73	35,94	43,00
	40-70	3,29	41,76	7,58	10,70	36,72	40,27
	70-100	2,07	42,30	7,65	8,98	39,00	42,11
A <sub>6</sub>	0-10	4,24	36,00	3,90	12,10	43,70	52,92
	10-20	4,18	38,10	3,81	12,08	42,75	47,80
	20-40	3,41	41,10	2,87	10,91	41,65	49,11
	40-70	2,02	40,10	7,01	9,67	41,19	45,10
	70-100	1,83	40,39	4,36	10,12	43,30	47,48

te una tendencia a la disminución con la profundidad mientras que en el virgen hay un aumento hasta los 70 cm. En el suelo sin cultivar los valores oscilan de 9,52-9,92 % en los primeros 20 cm., mientras que en los campos cultivados alcanzan los tenores más elevados el campo más intensamente cultivado de caña de azúcar (12,08-12,10 %).

En profundidades superiores a 40 cm., los suelos por lo general presentan porcentajes algo más bajos, lo cual denota que esta fracción se encuentra menos dispersa que en el suelo virgen.

Al parecer esto está relacionado con la textura, ya que existe una acumulación de arcilla en este espesor y como es sabido esta fracción influye en la agregación del limo (Gavande 1979).

En la fracción 0,002 mm. hay una marcada tendencia al aumento de la dispersión con el cultivo la cual se manifiesta en todo el espesor del suelo, no obstante debe señalarse que los suelos Ferralíticos Rojos típicos presentan magníficas propiedades físicas y que además la utilización de la maquinaria agrícola en todos los campos incluyendo los intensivamente cultivados ha sido limitada. Sin embargo, se aprecia que en el suelo virgen los tenores son de 21,17-25,84 %, mientras que en los cultivados alcanzan hasta un 43,70 %.

En el comportamiento de las diferentes fracciones analizadas pueden influir las pérdidas de materia orgánica producidas durante el tiempo de cultivo, (Frómata y Obregón, en prensa), además se favorece la formación de ácidos fúlvicos (Kononova, 1961; Quirk y William, 1978).

También es posible que influya directamente en la agregación de las partículas el hierro amorfo, que como es sabido decrece en los suelos cultivados, (Blackmore, 1973; Rukaka, 1977).

Por último, también puede influir en esto las labores que se ejecutan en los suelos, (Gavande, 1979).

En el coeficiente de dispersión se aprecia que en el campo virgen los valores oscilan entre 26,20-28,80 %, aumentando

ligeramente con la profundidad, mientras que en los campos cultivados los valores tienden a aumentar, variando desde 36,28-52,92 % lo que demuestra que los campos cultivados se afectan, sobre todo, los más intensamente cultivados de caña.

Este aumento de la dispersión de las partículas pueden estar relacionado con las pérdidas de calcio, (Frómata, 1983), pues la presencia de este catión es fundamental en la floculación de las arcillas, (Rimmer y Greenland, 1976), influyendo además otros elementos cementantes como es la materia orgánica y la mayor concentración de ácidos fúlvicos, (Frómata, 1983).

#### DENSIDAD Y POROSIDAD

La densidad de volumen aumenta con el tiempo de cultivo, principalmente en el espesor de 0-40 cm. En el suelo virgen los valores oscilan de 0,82-1,13 g/cm<sup>3</sup> mientras que en el resto de los perfiles pueden ser hasta de 1,25 g/cm<sup>3</sup> (Tabla 3).

La porosidad total tiene un comportamiento inverso a la densidad de volumen, en los primeros 20 cm. tiende a decrecer, de 67-69 % hasta 54-55 %. En la capa de 20-40 cm., este efecto se aprecia en los campos más intensivamente cultivados existiendo el mismo comportamiento en el resto de las profundidades.

La porosidad de aireación también influye en los campos cultivados existiendo las variaciones más notables en los primeros 60 cm. En el espesor de 0-20 cm. el suelo virgen tiene valores muy altos (34-40 %), mientras que en los cultivados existe una tendencia marcada al decrecimiento, reduciéndose en la variante A<sub>6</sub> próximo al 50 % con respecto al virgen. En la profundidad de 20-40 cm. las afectaciones son poco notables.

Los cambios ocurridos en estas propiedades pueden estar relacionados con el incremento de la dispersión de los agregados del suelo, (Russell y Russell, 1967), lo cual trae como consecuencia un deterioro de la estructura del suelo y por

TABLA 3

MEDIAS DE LOS DATOS DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS E HIDRÓFISICAS

No. Prof del (cm)	g/cm <sup>3</sup> D.Vol.	Porosidad FE total %	Porosidad de reacción %	Cap. de Campo % V	Coef. de Marchi tez %	Agua útil %	NTR m <sup>3</sup> /ha
0-10	0,82	2,63	69,00	39,94	35,44	25,45	9,99
10-20	0,93	2,68	67,00	34,18	35,29	25,82	9,47
A <sub>1</sub> 20-40	1,12	2,68	58,20	19,63	34,44	24,99	10,45
40-70	1,13	2,75	58,50	18,54	35,34	25,07	10,24
70-100	1,10	2,75	60,00	21,57	34,97	24,62	10,35
0-10	1,06	2,66	60,00	24,49	33,50	24,82	8,68
10-20	1,10	2,72	59,60	23,34	32,96	24,74	8,22
A <sub>2</sub> 20-40	1,14	2,78	59,00	17,21	34,66	24,09	8,98
40-70	1,18	2,78	57,40	17,22	34,81	24,89	9,40
70-100	1,23	2,79	55,90	17,51	31,21	25,10	6,11
0-10	1,05	2,68	60,80	26,15	33,00	24,62	8,38
10-20	1,07	2,76	61,23	26,14	32,79	24,26	8,53
A <sub>3</sub> 20-40	1,15	2,77	58,50	23,21	30,69	24,28	6,41
40-70	1,18	2,79	58,40	22,17	31,30	24,83	6,47
70-100	1,16	2,79	58,40	22,95	30,55	24,67	5,88
0-10	1,16	2,67	57,00	19,80	32,07	24,78	7,29
10-20	1,11	2,72	59,20	22,46	33,10	24,38	7,72
A <sub>4</sub> 20-40	1,25	2,76	55,30	15,54	31,34	24,02	7,02
40-70	1,29	2,75	52,95	12,41	31,47	24,02	7,45
70-100	1,26	2,75	54,20	13,98	31,92	24,05	7,86
0-10	1,14	2,69	57,60	22,40	30,84	24,08	6,82
10-20	1,16	2,71	52,20	16,22	31,02	24,21	6,30
A <sub>5</sub> 20-40	1,20	2,70	56,60	19,88	30,06	24,45	5,71
40-70	1,19	2,71	56,15	18,85	18,90	24,22	6,36
70-100	1,17	2,77	57,70	20,87	30,87	24,02	7,07
0-10	1,19	2,66	55,30	19,29	30,26	24,10	6,16
10-20	1,17	2,75	57,60	22,38	30,11	24,03	6,03
A <sub>6</sub> 20-40	1,22	2,73	55,30	18,69	30,01	24,00	6,01
40-70	1,18	2,75	57,00	20,25	30,53	24,46	6,07
70-100	1,22	2,78	56,12	18,48	30,85	24,68	6,17

tanto una compactación de éste, reduciéndose de esta manera su espacio poroso y principalmente el de aereación, (Veredchenko, 1968; Boyer, 1982), al tiempo de cultivo en que estos suelos han sido sometidos, lo cual provoca un deterioro de la estructura y una afectación de las propiedades dependientes de ésta, (Gavande, 1979; Siband, 1974).

#### PROPIEDADES MICROFISICAS

Los datos de la Tabla 3 muestran una tendencia a la disminución de la capacidad de campo en los suelos cultivados. En el suelo virgen (0-20 cm.), es alrededor de 35 %, mientras que en el resto es próximo al 30 %. En la profundidad de 20-70 cm. se aprecian valores similares en el suelo sin cultivar y en el campo A<sub>2</sub>, sin embargo, en el resto de los campos se observa las mismas regularidades que en el espesor anterior, lo cual muestra que la influencia del cultivo sólo ocurre en aquellos campos que han sido intensamente cultivado.

El agua útil tiene un comportamiento similar al de la capacidad de campo, siendo los campos A<sub>5</sub> y A<sub>6</sub> los más afectados su valor alcanza una diferencia de 3,4-4,2 % con respecto al suelo virgen.

Por último, el coeficiente de marchitez es similar en los diferentes perfiles con la particularidad de que aumenta ligeramente en el suelo no cultivado.

Las variaciones de la capacidad de campo y el agua útil pueden estar relacionadas con una cierta reducción de la porosidad que se produce en los campos más intensamente cultivados, lo cual provoca una disminución de la capacidad de retención de agua, esto ha sido demostrado por Brown, (1970) y Siband, (1974).

Las normas teóricas de riego (Tabla 3), aumentan en los suelos cultivados en la profundidad de 0-20 cm.; el suelo virgen tiene una norma teórica de 123 m<sup>3</sup>/ha, mientras que en los cultivados varía entre 139-148 m<sup>3</sup>/ha.

Los campos A<sub>5</sub> y A<sub>6</sub> muestran una ligera disminución con relación al resto de los suelos.

En la capa de 0-40 cm. hay un comportamiento similar, variando la misma de 278-306 m<sup>3</sup>/ha. Los resultados obtenidos coinciden con lo planteado por Nakaidze y Simeón, (1972) para este sub tipo de suelo.

#### CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo demuestran que las propiedades físicas e hidrofísicas varían con el tiempo de cultivo.

La micro estructura sufre un cierto deterioro, con la disminución de los micro agregados mayores y aumento de las partículas más finas, con la consecuencia de un aumento de la dispersión de las partículas.

La densidad de volumen se incrementa, con la consiguiente disminución de la porosidad total y de aereación.

La capacidad de campo y el agua útil tienden a disminuir con el tiempo de cultivo, mientras que las normas de riego teóricas aumentan en los suelos cultivados.

Las mayores afectaciones ocurren principalmente en el espesor de 0-40 cm.

#### REFERENCIAS

- BLACKMORE, A.B. (1973). Agregation of clay by the products of iron (III) hidrolisis. Aust. J. Soil Sci. 11; 75-82.
- BOYER, J. (1982). Les sols Ferrallitiques, Facteurs de ferti lite et utilization des sols. ORSTOM, París, T.X., 384 pp.
- BROWN, N.J. (1970). The influence of cultivations on soil properties. Inst. Agric. Eng. 25; 112-114.
- FROMETA, E. (1983). Variaciones producidas en algunas propiedades de un suelo Ferralítico Rojo típico durante el cultivo continuado. Tesis de Candidatura. ISCA-H. La Habana.
- FROMETA, E. y OBREGON, A. en prensa. Variaciones producidas

- en el contenido y tipo de humus de un suelo Ferralítico Rojo típico durante el cultivo continuado. Revista Suelos y Agroquímica. CIDA.
- GAVANDE, S.A. (1979). Física de suelos, principios y aplicaciones. Ed. Limusa, México. 351 pp.
- KACHINSKII, N.A. (1966). Mechanical and micro aggregate composition of Soil. Israel Program Sci. Transt, Jerusalem. 134 pp.
- KONONOVA, M.M. (1961). Soil organic matter, Ed. Pergamon Press Oxford, 430 pp.
- NAKAIDZE, E.K. y SIMEON, F.R. (1972). Características de las propiedades hidrofísicas de los principales suelos de Cuba. Vol. Hidr. 10 (23): 33-40.
- QUIRK, J.P. and WILLIAMS, B.G. (1978). The disposition of organic materials in relation to stable aggregation. Trans. 10 Th. Int. Congr, Soil Sc 1: 165-171.
- RASS MUSEN, K.J. (1973). Different intensity of harrowing before drilling barley yield and soil physical measurements, Tidsskrift for plants. Vol. 74(4): 443-470.
- RIMMER, D.L. and GREENLAND, D.J. (1976). Effects of calcium carbonate on the swelling behaviour of soil clay. J. Soil Sc. 27: 129-139.
- RUKAKA, A.N. (1977). Las formas del hierro en los suelos Krasnozen y Ferralíticos Rojos roturados (en ruso). Autoreferata para optar por el grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. Moscú. 27 pp.
- RUSSELL, E.J. y RUSSELL, E.W. (1967). Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas, Ed. Rev. La Habana. 771 pp.
- SIBAND, P. (1974). Evolution des caracteres et de la fertilité d'un sol rouge de Casamanca L'Agro

nomie Tropicale 12: 1228-1248.

VEREDCHENKO, Y.P. (1968). Propiedades físicas y régimen hídrico y térmico de los suelos Ferralíticos Rojos Cálcicos de Cuba ( en ruso). Pochnovedinie, 12: 29-38