

10332

## EVALUACIÓN DEL AGUA GRAVITACIONAL A TRAVÉS DEL PERFIL DE UN SUELO DE LA ALTILLANURA<sup>1</sup>

### Evaluation of the gravitational water flow through the profile of a soil of the oriental plains altillanura

Ivonne Valenzuela, G. Perea, E. Amézquita<sup>2</sup> Calles

#### RESUMEN

Con el fin de determinar bajo condiciones de campo la cantidad de agua lluvia que se mueve verticalmente a varias profundidades en la Altillanura, se seleccionó un suelo Tipyc Haplustox isohipertérmico caolinítico del municipio de Puerto López (Meta), trabajado durante varios años (2, 4 y 6 pases de rastra por año para un total acumulado al momento de las pruebas de 8, 16 y 32 pases) y diferentes condiciones de manejo (Sabana nativa; Arroz (con 8 y 16 pases de rastra) y Pasto (B. Dictyoneura con 16 y 32 pases de rastra)). Se evaluó "in situ" la cantidad de agua lluvia que pasa a través de diferentes profundidades del suelo utilizando microlisímetros de embudo instalados a las siguientes profundidades: 3 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm y 30 cm. A cada profundidad se midió el volumen de agua que pasaba por cada lámina de suelo y se determinaron los componentes solubles (NO<sub>3</sub>, Ca, K, P), pH y Conductividad eléctrica. Adicionalmente se determinó la cantidad de lluvia semanal caída en el área de trabajo, para establecer la relación existente entre la precipitación y la cantidad de agua que pasaba por cada profundidad.

Se encontró una alta variabilidad en la forma en que el agua se mueve dentro del suelo, en lo cual se destaca el flujo preferencial; también, que la cantidad de componentes solubles que se mueve de una profundidad a otra en función de la cantidad de agua que pasa. Para los suelos de la Altillanura se encontró que los pastos permiten una mejor distribución de agua y nutrientes puesto que ellos crean y mantienen macroporos mejorando el estado físico del suelo.

*Palabras claves:* Flujo gravitacional, lixiviación, redistribución de agua, redistribución de nutrientes, labranza, propiedades físicas.

#### SUMMARY

With the purpose of determining under field conditions the quantity of rainfall that moves vertically to several depths in the Altillanura, a soil Tipyc Haplustox isohipertérmico caolinítico of the municipality of Port López (Meta) was selected, worked during several years (2, 4 and 6 trail passes per year for a total accumulated to the moment of the tests of 8, 16 and 32 passes) and different handling conditions (native Savanna; Rice (with 8 and 16 trail passes) and I Pasture (B. Dictyoneura with 16 and 32 trail passes)). it was evaluated in situ the quantity of rain that passes through different depths of the soil using funnel microlisímetros installed to the following depths: 3 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm and 30 cm. To each depth the volume of water was measured that it went by each soil sheet and the soluble components were determined (NO<sub>3</sub>, Ca, K, P), pH and electric Conductivity. Additionally the quantity of rain weekly fall was determined in the work area, to establish the existent relationship between the precipitation and the quantity of water that it went by each depth.

There was high variability in the form which water moves inside the soil, in which is affected by the preferential flow. The quantity of soluble components that move from a layer to another being function of the quantity of water that passes. For the soils of the Altillanura it was found that the grasses allow a better distribution of water and nutritious since they create and they maintain macroporos improving the physical state of the soil.

*Key words:* Gravitational flow, lixiviación, redistribution of water, redistribution of nutrients, tillage, physical properties.

1. Contribución de la Universidad de los Llanos y el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.

2. Ingeniero Agrónomo Est. MSc. E-Mail: agarcía@palmira.unal.edu.co, Ingeniero Agrónomo, Ph.D CIAT A.A. 6713 Cali, Colombia. E- Mail: Eamézquita@cgnet.net

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua es el principal constituyente de los seres vivos, una planta verde posee en su constitución entre 90% y un 95%. Es indispensable para la vida de las plantas, entra al suelo después de una lluvia o un riego mediante un proceso llamado infiltración, el cual es el primer estado de movimiento del agua en el suelo permitiendo que se distribuya continuamente hacia estratos inferiores, hacia la superficie del suelo o hacia las raíces de las plantas (Amézquita, 1994).

El agua, es absolutamente indispensable para la constitución de la planta, pero además es el vehículo de transporte de sustancias nutritivas presentes en el suelo y de las que aplican como fertilizantes que son desplazados desde el suelo hasta las raíces de las plantas, obedeciendo a diferencias en potenciales hídricos entre el suelo, planta y atmósfera, proceso que es regido por cambios en la energía incidente del sol durante el día (Reichardt, 1978).

En relación con el agua del suelo, es interesante considerar tres tipos de tamaños de poros en el suelo: macro, meso y microporos. Por los primeros el agua se mueve libremente obedeciendo a la ley de gravedad. Son los poros de drenaje y de aireación del suelo. En los segundos, los mesoporos, se almacena el agua aprovechable. Los microporos aunque son importantes desde el punto de vista mineralógico no lo son desde el punto agrícola funcional. (Amézquita, 1994).

En términos generales, se puede decir que en suelos saturados o próximos a la saturación, el componente gravitacional es el de mayor importancia cuantitativa y tiene un peso significativo en el potencial total (Reichardt, 1975; Hanks y Aschcroft, 1980).

El potencial gravitacional es independiente de las propiedades del suelo y depende sólo de la distancia vertical entre la referencia y el punto en cuestión (Hanks y Aschcroft, 1980; Hillel, 1971).

Muchos problemas de manejo de suelos están relacionados con el movimiento del agua gravitacional en ellos. La solución del suelo se ve sujeta a numerosos procesos que ocurren la gran mayoría de las veces de forma simultánea. Cualquier cambio en el manejo, como por ejemplo el riego o la adición de productos químicos, conlleva a procesos de ajuste entre las fases líquida, sólida y gaseosa del suelo. Así, el transporte y las reacciones de compuestos químicos disueltos en ella, ya sea nativos o adicionados deliberada o accidental-

mente, implica efectos diferentes sobre las condiciones químicas, físicas y biológicas de los diferentes estratos. Debido a la importancia que tiene el agua en el suelo y a la necesidad de profundizar en su conocimiento en suelos de los Llanos Orientales, se estudió la influencia de la intensidad de laboreo en el movimiento vertical del agua gravitacional y de su composición los primeros 30 cm. Del perfil de un Oxisol. El estudio tuvo como objetivos: 1) Desarrollar y probar una metodología para el estudio del agua que drena en las primeras capas en Oxisoles de los Llanos orientales. 2) Evaluar la cantidad de agua de drenaje que pasa verticalmente a través de las siguientes profundidades: 3,5 10, 20 y 30 cm bajo diferentes intensidades de labranza en comparación con la sabana nativa. 3) Determinar los elementos disueltos en el agua gravitacional 8n, Ca; K, Mg y Al) el pH y la conductividad eléctrica de dichas aguas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un suelo *Typic haplustox Isohipertérmico caolinitico*, ubicado en la finca Matazul, (kilómetro 37 de la vía Puerto López- Puerto Gaitán), en el Departamento del Meta, Colombia, localizada a una altura de 240 msnm, con una precipitación promedio anual de 2.250 mm y con una temperatura promedio anual: 28°C.

Se estudió el movimiento gravitacional del agua en los siguientes tratamientos: Sabana nativa, 8, 16 y 32 pases de rastra acumulados en 4 años. Se instalaron microlisímetros (embudos) a las profundidades de 3, 5, 10, 15, 20, 30 cm dentro de calicatas de 2m x 1m de ancho x 0.8 m de profundidad para cada tratamiento. Se hicieron tres repeticiones, se evaluó el volumen de agua que (drena) pasa a través de las diferentes profundidades en estudio, y se midieron los siguientes parámetros: C.E., el pH y los contenidos de N, K, Ca, Mg y Al. Se midió la cantidad de lluvia semanal caída, para establecer la relación existente entre la precipitación y la cantidad de agua que drenaba a las profundidades utilizadas.

Cada dispositivo utilizado en el estudio constaba de un embudo introducido en el perfil del suelo en los diferentes niveles (profundidad de evaluación) el cual contenía en su totalidad arena blanca cuarcítica de menos de 1mm de diámetro tamizada, lavada con HCl al 10% y previamente mojada a capacidad de campo con agua destilada. La parte inferior del embudo

se recubrió con dos capas de malla de fibra de vidrio, con el fin de impedir que la arena se escape del embudo. Individualmente cada embudo se conectó a una manguera plástica y dentro de éste una mecha que va dirigida a un frasco bocón (de tapa perforada) el cual colectó la cantidad de agua desplazada por profundidad del perfil.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, al comparar la cantidad de agua que pasa en cada profundidad de evaluación y el tipo de cultivo para cada tratamiento de labranza, se aprecia que las mayores cantidades de agua que se desplaza en los diferentes perfiles se presentan en el tratamiento 32 pases de rastra para el cultivo de pasto y los menores contenidos fueron para el tratamiento de 8 pases de rastra para el cultivo de arroz: presentándose esto cuando ocurren episodios de lluvia promedio de 78 mm/semana.

Esto puede ser debido a que el exceso de mecanización para este tipo de suelo los agregados del suelo están desintegrados (observaciones de campo) haciendo que el suelo se comporte como una esponja cuando la cantidad de lluvia supera la capacidad de retención de agua del suelo.

Al comparar los tratamientos de labranza de 18 pases de rastra (arroz vs pasto) se observa que la ma-

yor cantidad de agua desplazada se presenta en el tratamiento de 18 pases de rastra (cultivo pasto), lo cual indica que el tipo de cultivo influye en el movimiento de agua en el suelo, ya que el arroz es un cultivo que requiere gran cantidad de agua, factor por el cual la extrae con mayor facilidad del suelo, mientras que el pasto por poseer un sistema radicular que además de mejorar la estabilidad del suelo, también contribuye a la penetración de agua porque las raíces ayudan a mejorar la porosidad del suelo ayudando a una mejor captación y entrada de agua al suelo y un posterior desplazamiento en este.

Los resultados que se presentan en la Tabla 2 indican que la cantidad de agua libre que pasa a través de las diferentes capas y que fue colectada, es una función del sistema de manejo.

En las tres primeras capas (3, 5 y 10 cm) de la Sabana nativa se colectó poca agua, pero a 15 cm se colectó una cantidad considerable, lo que sugiere la existencia de un canal o macroporo que produce un camino de flujo preferencial que permite el movimiento de una gran cantidad de agua. Este puede ser el mecanismo de humedecimiento predominante en las Sabanas naturales.

Bajo el cultivo de arroz con ocho pases de rastra, el movimiento de agua libre es a través del suelo fue casi nulo, debido posiblemente al sellamiento superficial que causa el deterioro de la estructura superficial del

Tabla 1. Promedio de agua gravitacional que ingresó al suelo a diferentes profundidades con diferentes tratamientos de intensidad de pases de rastra. Hacienda Matazú (Puerto López) junio- noviembre de 1998.

Número de pases de rastra	Cultivo	Profundidad (cm)						
		3	5	10	15	20	30	
0	Sabana	133	56	30	313	21	47	
8	Arroz	84	16	9	6	30	44	
18	Arroz	168	195	109	100	68	117	
18	B.dicty	217	208	183	161	62	55	
32	B.dicty	246	210	211	135	127	163	
	Sign P<	0.006	0.0001	0.0001	0.0003	0.27	0.18	
		Comparación por profundidad en cada tratamiento						
0	Sabana	B	C	BC	A	C	BC	0.0001
8	Arroz	A	B	AB	B	AB	AB	0.02
18	Arroz	A	A	A	A	A	A	0.17
18	B.dicty	A	AB	A	AB	B	B	0.03
32	B.dicty	A	A	A	A	A	A	0.43

Evaluación del agua gravitacional a través del perfil de un suelo de la atillanura

Tabla 2. Agua gravitacional colectada (ml) a diferentes profundidades y sistemas de manejo. Matazul. 1998.

Profundidad (cm)	Contenido de agua colectada (ml)				
	Sabana nativa	Arroz		Pastos	
		8 pases	16 pases	16 pases	32 pases
3	3	0	100	480	490
5	2	0	136	480	490
10	4	1	0	480	447
15	490	2	0	440	132
20	1	0	0	40	78
30	0	3	0	0	460

debido uso intensivo de la rastra, el cual impide la entrada de agua al suelo.

Bajo pasturas, el paso del agua a través del suelo fue alta respecto a los demás tratamientos. Esto indica que los pastos son una buena alternativa para mejorar la cantidad de macroporos que limitan la entrada de agua bajo condiciones de Sabana. Esto confirma el uso benéfico del uso de sistemas agropastoriles para el mejoramiento del suelo. Las pasturas mejoran la estructura del suelo e influyen la distribución de nutrientes.

En la Tabla 3, se observa que cuando se presentan episodios de lluvia promedio de 11.1 mm semanales, se presentan diferencias entre la cantidad de agua que pasa en las diferentes profundidades de evaluación según el tipo de cultivo, en el caso de la profundidad de 5 cm el tratamiento que presentó mayor cantidad de agua desplazada fue 18 pases de rastra cultivo arroz (126 mm), en 10 cm el tratamiento fue 32 pases de rastra cultivo pasto (103 mm), para la profundidad de 15 cm el tratamiento con mayor cantidad de agua correspondió a Sabana nativa (166 mm), en 20 cm el trata

Tabla 3. Promedio de agua gravitacional que ingresó al suelo con diferentes intensidades de labranza en función de la frecuencia de lluvias semana. Hacienda Matazul (Puerto López) Junio-noviembre de 1998.

Número de pases	Cultivo	Profundidad (m)					
		0,03	0,05	0,10	0,15	0,2	0,3
		mm de agua					
<2 días/sem 1)							
0	Sabana	10.6 A	49 B	3 B	166 A	1B	5 A
8	Arroz	59 A	4 B	6 B	8 AB	7 A	6 A
18	Arroz	87 A	126 A	33 AB	3 B	2 B	71 A
18	B. dicty	86 A	95 AB	72 AB	53 AB	2 B	2 A
32	B. dicty	131 A	103 AB	103 A	71 AB	1 B	1 A
	Sign P<	0.77	0.99	0.01	0.18	0.0005	0.45
>2 días/sem 2)							
0	Sabana	160	63	58	427	37	79
8	Arroz	111	31	12	3	49	77
18	Arroz	258	278	193	177	120	152
18	B. dicty	361	333	306	244	109	96
32	B. dicty	380	336	337	191	238	305
	Sign P<	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.16	0.08

1) <2 días de lluvia/ semana se presentó en un 21 % de los casos en la época lluviosa de 1997-1998 con lluvias promedio de 11.01 mm/semana.

2) >2 días de lluvia/semana se presentó en un 79 % de los casos con lluvia promedio de 75 mm/semana.

Tabla 4 . Contenido de iones recolectados a diferentes profundidades bajo arroz y pastos.

Cultivo	Profundidad (cm)	ppm					C.E. ms	pH
		N	K	Ca	Mg	Al		
Arroz	3	8.5	12.0	2.9	0.5	6.0	103.8	5.8
	5	2.8	10.4	6.0	1.0	17.5	90.0	6.0
	3	1.7	4.1	1.7	0.5	2.2	463.0	5.9
	5	2.9	0.6	1.6	0.3	1.4	29.5	6.2
Pastos	10	2.0	1.4	0.8	0.2	0.4	288.0	6.1
	15	2.0	2.6	2.8	0.4	0.6	47.5	6.6
	20	2.7	1.5	2.3	0.4	0.5	56.3	6.7
	30	4.8	3.8	3.7	1.0	1.7	79.0	6.6

miento que presentó mayor volumen de agua fue el de 8 pases de rastra (7mm). Lo anterior se debe a que la cantidad de agua que entra en el perfil del suelo esta influenciado por la cantidad y tipo de cobertura que se encuentra en la superficie del montaje.

La Tabla 4 muestra la composición del agua colectada a diferentes profundidades bajo arroz y pastos. Se observa una tendencia a incremento de los contenidos de nutrientes en las soluciones colectadas en el tratamiento con arroz en las primeras dos profundidades. Pero el aspecto más destacable es el hecho de que las pasturas se pueden usar para mejorar los suelos. La tendencia a una mayor concentración de nutrientes en las soluciones colectadas en el arroz en las primeras dos profundidades, es debida a que el cultivo se estableció en el mismo semestre en el que se hicieron las evaluaciones mientras que las pasturas se establecieron un año antes.

#### 4. CONCLUSIONES

Es la primera vez que se utiliza esta metodología para evaluar procesos de movimiento gravitacional del agua en campo y demostró se funcional. La alta variabilidad del movimiento de agua en el suelo puede deberse a procesos de flujo preferencial.

La cantidad de nutrimentos que se mueve de una profundidad a otra es una función de la cantidad de agua que pasa y ésta del tratamiento de manejo dado al suelo.

La capacidad de las pasturas para permitir una mejor distribución del agua y los nutrimentos se puede aprovechar para el mejoramiento de los suelos debido a que crean y mantienen macroporos.

Se requieren futuros estudios para mejorar la metodología y para el estudio de otros suelos, cultivos y sistemas de manejo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMÉZQUITA, E. 1994. Requerimientos de agua para la nutrición de cultivos de flores. departamento técnico Grupo Chia. s, l: s,n.
- BAVER, L.D. y GARDNER, W. 1972. Física de suelos. México: Uthea. 599 p.
- MONTENEGRO, H y MALAGÓN, D 1990. Propiedades físicas de los suelos. Bogotá, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica.
- HANKS, R. J y ASCHROFT, G.L. 1980. Applied Soil Physics. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York. 157 p.
- HILLEL, D. 1971. Introduction to soil physics. New York. Academic Press. 413 p.
- PRIMAVESI, A. 1982. Manejo ecológico del suelo. Ed. El Ateneo. 5 ed. Buenos aires, Argentina.
- REICHARDT, K. 1975. A agua na producao agrícola. Editora Mc. Graw Hill do Brasil Ltda. 115 p.

Reprinted with permission from Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Originally published in Suelos Ecuatoriales 31(2): 210-214, Copyright 2001.