

100351

# RÉGIMEN DE HUMEDAD DE UN SUELO DE LA ALTILLANURA CULTIVADO CON ARROZ DE SECANO BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE LABOREO<sup>1</sup>

## Moisture regime of an altillanura soil under rice cultivation and different tillage intensity

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

### RESUMEN

Para determinar cómo influye la intensidad de laboreo en un Oxisol de la Altillanura sobre las propiedades físicas del suelo relacionadas con el movimiento del agua y relacionar éstas con el almacenamiento y agotamiento de la misma en el suelo a través del balance hídrico, se seleccionó un suelo Typic Haplustox isohipertérmico caolínico de Puerto López (Meta). El suelo venía siendo cultivado con diferente número de pases de rastra: 2, 4 y 8 por año para un total acumulado de 6, 12 y 24 pases. Las características físicas originadas por estas intensidades de laboreo se compararon con las condiciones de Sabana nativa. En cada tratamiento se realizaron muestreos para la determinación de las características físicas por triplicado a profundidades de 0 - 5, 5 - 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 50 y 50 - 70 cm. en diferentes épocas. Diferencias altamente significativas en la capacidad de retención de humedad del suelo entre la Sabana nativa y la labranza indican que al aumentar la intensidad de ésta el suelo va perdiendo la capacidad de retención de agua pero se favorece la infiltración porque la labranza destruye la compactación superficial y permite una mejor entrada de aire y agua en el suelo, efecto que es temporal y que ocasiona compactación del suelo. No se encontraron valores agrónomicamente limitantes en el espacio aéreo, lo que indica que los suelos tienen un buen porcentaje de macroporos que permiten que el agua ingrese fácilmente en el suelo, pero su condición estructural débil hace que el impacto de las gotas de lluvia cause sellamiento superficial y que disminuya su capacidad de aceptación de lluvias.

*Palabras claves:* Oxisol, agua aprovechable, labranza, propiedades físicas.

### SUMMARY

To evaluate the influence of tillage intensity on soil physical properties, related to water movement and to relate these characteristics to water storage capacity and water depletion in an Oxisol of the Oriental Plains of Colombia a Typic Haplustox Isohyperthermic caolinitic soil of Puerto López (Meta) was selected. Several treatments of tillage intensity were evaluated: 6, 12 and 24 harrowing passes which were compared to native savanna. In each treatment the soil was sampled at 0 - 5, 5 - 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 50 and 50 - 70 cm in different times of the rainy and summer seasons. The soil physical properties related to soil water movement were determined. Highly significant differences between the Savanna and the tillage treatments were found which indicated that tillage intensity causes a decrease in the soil water retention capacity, but infiltration increases due to the breaking of the surface crusting. Tillage caused decrease in the soil water content in the upper 20 cm. but an increase from this depth to the bottom of the soil profile. Not agronomic limitations on soil air space were found, due to an appropriate amount of macropores that facilitate the water infiltration and soil water movement but the soil structure has not resistance to the rain drop impact and the soil becomes sealed and crusted. Using tillage it is possible to destroy this crust to get better aeration and water infiltration but this effect is temporary.

*Key words:* Oxisol, soil available water, tillage soil, physical properties.

1. Contribución de la Universidad de los Llanos, el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT y la Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira.

2. Ingeniero Agrónomo Est. MSc, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Agrónomo Ph. D. CIAT A.A 6713 Cali E-mail: Eamézquita@cgnnet.net e Ingeniero Agrónomo Ph.D. U. Nacional A.A 237 E-mail: agarcia@palmira.unal.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

Por mucho tiempo se ha dicho que los Oxisoles de los Llanos Orientales presentan excelentes propiedades físicas, que son permeables, con alta capacidad de infiltración, buen drenaje interno y excelente intercambio gaseoso. Sin embargo, hoy se sabe que son muy susceptibles a la degradación física lo que hace indispensable darles un manejo adecuado y determinar el tipo de prácticas más aconsejables para mantener su capacidad de producción durante largo tiempo (Amézquita, 1994).

Las propiedades físicas del suelo están íntimamente relacionadas con el agua que llena parte de los poros presentes en las partículas sólidas y los espacios intra y extrapedales. Esta afecta muchas reacciones físicas y químicas que suceden en el suelo y el crecimiento de las plantas, razón por la cual se considera que la agricultura depende de ella y de su movilidad en el suelo. La labranza juega un papel importante en la dinámica del proceso agrícola; propiamente usada puede ser una herramienta restaurativa importante para mejorar limitantes físicos del suelo e incrementar su utilidad y productividad. Impropiamente usada puede causar un amplio rango de procesos degradativos como deterioro de la estructura, disminución del espacio poroso, modificación en la textura inicial del suelo, compactación y cambios en la circulación de agua y gases a través del perfil.

Por las razones anteriores se planteó el presente trabajo con el objetivo de conocer cómo influye la intensidad de laboreo sobre las propiedades físicas relacionadas con el movimiento del agua de un Oxisol de la Altillanura y relacionar éstas con el almacenamiento y agotamiento de la misma en el suelo a través de su balance hídrico en comparación con la Sabana nativa.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

Agronómicamente se consideran tres tipos de tamaño 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 de los suelos y por ellos crecen los pelos radiculares. En los mesoporos, se almacena el agua aprovechable, la cual es definida como la cantidad de agua en base a volumen o lámina, que ocurre entre capacidad de campo (CC) y punto de marchitez per-

manente (PMP). Los microporos no representan una fracción funcional en la dinámica del agua y aire en el suelo. La interpretación agronómica del agua presente en los mesoporos, depende de qué tan grande es la diferencia de contenido de humedad volumétrica entre CC y PMT (Amézquita, 1997).

En condiciones naturales la humedad del suelo cambia continuamente. El aporte de agua a los cultivos depende de la rapidez con que se movilizan las raíces hacia ella antes de que se vaya a los estratos subterráneos o se pierda de la superficie del suelo a la atmósfera. Si el movimiento del agua dentro del suelo es más lento que la velocidad de absorción por las plantas, existirá la posibilidad de que los poros tiendan a permanecer llenos de agua y se impida o limite la oxigenación del suelo, si es rápido, comparado con la expansión y absorción radicular, se corre el riesgo de un limitado suministro de agua a los cultivos. Si la penetración del agua al suelo es muy lenta comparado con el escurrimiento superficial, se pueden facilitar procesos erosivos.

La labranza juega un papel importante en la dinámica del agua ya que muchas de las propiedades físicas del suelo se deterioran por su uso, haciéndolo menos permeable y más susceptible a pérdidas por escorrentía y erosión. Produce alteración de la condición estructural presente y el mejoramiento temporal de las condiciones de aireación del suelo removido, pero generalmente su balance es negativo al finalizar el ciclo del cultivo. En suelos excesivamente fraccionados o pulverizados, se reducen los macroporos durante el reacondicionamiento de partículas y con frecuencia se forman sellos superficiales o pequeñas capas endurecidas a escasa profundidad, que constituyen barreras físicas para el intercambio gaseoso, la penetración de agua y raíces o la emergencia de plántulas. Esta situación, además favorece la escorrentía y aumenta la erosión laminar.

La compactación del suelo es el aumento de su densidad en respuesta a la aplicación de una fuerza externa (Bowen, 1981). Es función de la fuerza aplicada y de su contenido de humedad actual. Afecta el crecimiento de las plantas, debido a que causa disminución en el contenido de oxígeno, aumento en el dióxido de carbono y causa efectos negativos sobre la disponibilidad de agua y nutrientes. La reducción de las tasas de penetración de agua y la disminución de almacenamiento reducen la fertilidad del suelo; en

períodos de lluvia es incapaz de retener el agua y ocurren las grandes riadas o crecientes y en épocas de sequía los cultivos son rápidamente afectados por estrés de humedad y se da inicio paulatino a un proceso de desertificación de zonas agrícolas, facilitando además la erosión eólica. (Montenegro y Malagón, 1990).

La capacidad de infiltración es una propiedad muy dinámica que puede cambiar con las estaciones y con el manejo agronómico del suelo. Los factores que más afectan la capacidad de infiltración en áreas planas son: textura, estructura, contenido inicial de humedad, encostramiento, sellamiento superficial, porosidad, continuidad del espacio poroso y la uniformidad del perfil (Primavesi, 1982). La disminución de la infiltración está asociada con una marcada disminución de los macroporos mayores de 0.5 mm. de diámetro. Las prácticas agronómicas de labranza erradas, conducen a la disminución progresiva de la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua por el suelo, creando ambientes más secos y menos aptos para el óptimo crecimiento de las plantas (Primavesi, 1982).

También se debe tener presente que las diferencias de estructura entre las diferentes capas en los suelos tropicales producen diferencias dramáticas en su capacidad de retención de agua. Así, los Oxisoles tienen una menor cantidad de agua aprovechable por las plantas debido a que los agregados de caolinita y óxido de hierro son menos porosos (Sánchez, 1981).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó un suelo *Typic Haplustox Isohiper-térmico caolinítico* de Puerto López (Meta), en el cual se ha venido sembrando arroz continuamente desde 1995. La preparación a la que se somete el suelo implica el uso de diferentes intensidades de rastra (2, 4, y 8 pases por año) lo que representa una acumulación de 6, 12, y 24 pases hasta el momento de iniciación del trabajo. Estas se compararon con las condiciones de la Sabana Nativa y constituyeron los tratamientos de labranza. En cada suelo se realizaron muestreos a profundidades de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-50 y 50-70 cm en diferentes épocas seleccionadas con base en los registros históricos (1990-1996) así: Mitad de lluvias (julio 2-9 / 97), final de lluvias (nov. 21-27/97), mitad del verano (enero 6-12 / 98), final del verano (marzo 6-12 / 98) e inicio de lluvias (abril 13-20/98).

Se determinaron las propiedades físicas del suelo asociadas a la humedad, en una calicata en cada tratamiento en donde se tomaron muestras a cada profundidad en tres caras de la misma. Las características evaluadas fueron densidad aparente, densidad de partículas, penetrabilidad, porosidad total, textura, infiltración, espacio aéreo, distribución por tamaño y cantidad de poros. Las metodologías de campo y laboratorio utilizadas corresponden a las recomendadas por el IGAC (Montenegro y Malagón, 1990) y por Amézquita (1997, 1998).

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias altamente significativas en las humedades gravimétrica ( $H_G$ ) y volumétrica ( $H_V$ ) para las diferentes profundidades en las diferentes épocas. Los valores que se presentan en la Tabla 1 indican que a mayor labranza menor humedad volumétrica, los valores encontrados en la época húmeda semejan capacidad de campo (CC) y los de época seca el límite inferior de agua aprovechable o punto de marchitamiento agronómico. La mayor intensidad de laboreo causa pérdida de la capacidad para retener la humedad, como consecuencia del aumento en la densidad aparente.

Para cada profundidad la mayor  $H_V$  correspondió a la época lluviosa, seguida del final de lluvias y finalmente por la época seca, igual a lo encontrado para la  $H_G$ . En los primeros 5 cm. de la Sabana nativa y de 6 pases de rastra se presentaron las mayores  $H_V$ . Por debajo de los 20 cm. de profundidad y hasta los 50 cm. los valores de  $H_V$  y  $H_G$  son uniformes. Los de la época seca son significativamente inferiores con respecto a los de las épocas lluviosas. Estos resultados sugieren que el efecto del frente de secamiento influencia principalmente los primeros 30 cm. de profundidad y se concluye que la labranza afectó hasta los 20 cm. de profundidad.

La figura 1, en la cual se presentan los contenidos de humedad a diferentes profundidades muestra que el agua aprovechable varía entre 9,5% y 10,5%, y en los primeros 20 cm. va de 7 a 9,7%, valores inferiores a los del promedio, lo que corrobora que la labranza ha afectado su zona de influencia y, por lo tanto, el agua aprovechable en los primeros 20 cm es mayor que de allí hacia abajo. Desde el punto de vista de la interacción entre la intensidad de labranza y la época sobre la  $H_G$

Régimen de humedad de un suelo de la atillanura cultivado con arroz de secano...

Tabla 1. Efecto de la intensidad de labranza y la época de muestreo en los contenidos de humedad gravimétrica y volumétrica en un Oxisol de los Llanos Orientales.

Épocas	Labranzas (pases de rastra)				Signif. P<0.
	0	6	12	24	
	Humedad Gravimétrica (%)				
Lluvias (LL)	22.2 A	22.1 A	21.9 A	22.0 A	0.40
Final de Lluvias (FLL)	20.8 A	20.5 AB	19.7 B	20.2 AB	0.09
Seca (SE)	10.4 A	10.5 A	9.5 B	10.5 A	0.03
	Humedad Volumétrica (%)				
Lluvias (LL)	28.8 B	30.2 A	28.7 B	29.0 B	0.003
Final lluvias (FLL)	26.8 A	27.7 A	25.6 B	26.9 A	0.002
Seca (SE)	14.7 A	14.5 A	12.8 A	14.2 A	0.45

(A, B, C) Letras distintas en la misma fila indican diferencia significativa (P<0.05).

y, considerando el promedio de humedad de las diferentes profundidades, se puede anotar que en la época lluviosa y al final de la misma, los valores de  $H_c$  son muy cercanos e indican que la CC de estos suelos está entre 20 y 22% y que no sufre una influencia fuerte por la labranza.

La mecanización excesiva (12 y 24 pases de rastra) puede traer como consecuencia que el suelo vaya per-

diendo su capacidad de retención de humedad y, por tanto, sus características relacionadas, especialmente la porosidad, la densidad aparente y la capacidad de infiltración. Si se comparan los datos de  $H_v$  obtenidos en el campo y los obtenidos de las curvas de retención de humedad, se observa claramente que bajo condición de campo el valor de  $H_v$  para la época lluviosa está entre 28.7 y 30.2%, valor que representa la CC, y en la época seca está alrededor del 14%, lo cual indica que el suelo tiene, en condiciones de campo, 14% de

Tabla 2. Cambios en el agua gravimétrica disponible de un Oxisol de los Llanos Orientales en varias épocas con varios tratamientos labranza.

Profundidad (cm.)	Agua disponible (CC-PMT)	Lluvias	Final lluvias	Seco	Signif. P<0.
	Agua Disponible (%)				
Sabana					
0 - 5	21.87	18.40 A	16.84 B	2.17 C	0.0001
5 - 10	18.72	15.81 A	13.42 B	1.90 C	0.0001
10 - 20	14.32	12.79 A	11.21 B	0.44 C	0.0001
20 - 30	12.65	11.51 A	11.29 A	1.91 B	0.0001
30 - 50	12.57	10.24 A	9.97 A	1.33 B	0.0001
50 - 70	10.14	10.14 A	9.24 A	0.93 B	0.0001
Labranza					
0 - 5	21.87	18.48 A	15.56 B	2.28 C	0.0001
5 - 10	18.72	15.82 A	13.04 B	1.64 C	0.0001
10 - 20	14.32	12.50 A	11.18 B	0.00 C	0.0001
20 - 30	12.65	11.45 A	9.67 B	0.35 C	0.0001
30 - 50	12.57	10.59 A	9.38 B	1.57 C	0.0001
50 - 70	10.14	9.14 A	8.05 B	1.66 C	0.0001

(A, B, C) Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05).

mesoporos y 14% de microporos, lo que no se refleja al hacer la distribución del tamaño de poros basada en las curvas de retención de humedad; por lo tanto, una buena caracterización debe contemplar hacer bajo condiciones de campo y de laboratorio.

El efecto de profundidad de muestreo sobre la  $H_v$  es más evidente en la época seca en donde va aumentando con la profundidad, lo que explica el avance del frente de secamiento e indica que las mayores reservas de humedad se encuentran en los estratos más bajos y que debe haber una buena condición química para que las raíces puedan aprovechar esta agua. Los resultados sugieren, de nuevo, que en la época húmeda el suelo está a CC y que en la seca se presenta un perfil de bajo contenido de humedad e indica que los valores que se obtengan a nivel de laboratorio para el límite bajo de contenido de humedad no corresponden con los que se encuentran en el campo.

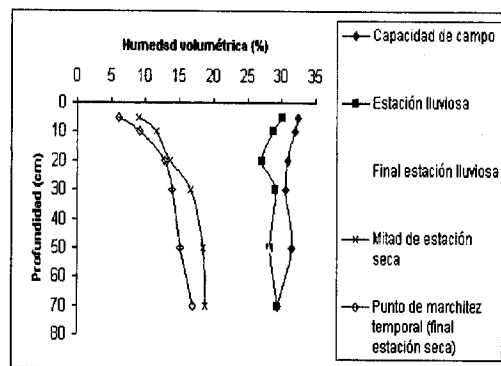
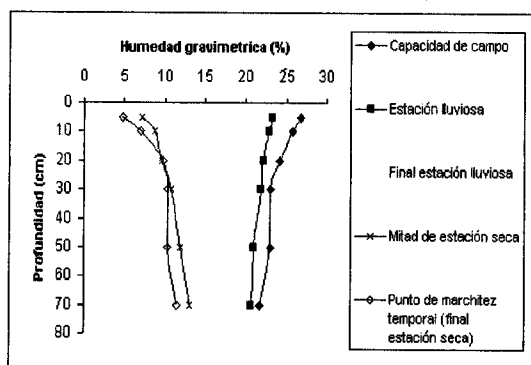
La figura 1 indica que tanto para Sabana nativa como para los tratamientos de labranza, a medida que

se profundiza en el suelo, aumentan los contenidos de HG y HV y que la CC disminuye apreciablemente con la profundidad. Puesto que la relación entre CC y PMT determina el agua disponible, se tiene entonces que al profundizar en el suelo esta disminuye. Al comparar las curvas de HG y HV para las distintas épocas con las de CC y PMT se obtiene por diferencia el agua disponible en cada una de ellas.

La mayor cantidad corresponde en todos los casos a la época lluviosa, seguida del final de lluvias y por la época seca en último lugar; es claro que para ésta el agua disponible es mínima en todo el perfil. El agua aprovechable disminuye con la profundidad bajo condiciones de campo, obedeciendo al fenómeno de secamiento del suelo. Si las determinaciones se limitaran al laboratorio el agua aprovechable sería mayor.

Se observaron diferencias altamente significativas para el efecto de época de labranza sobre la densidad aparente por profundidad, en donde el final del verano y en el inicio de las lluvias se encontraron las densi-

SABANA



LABRANZA

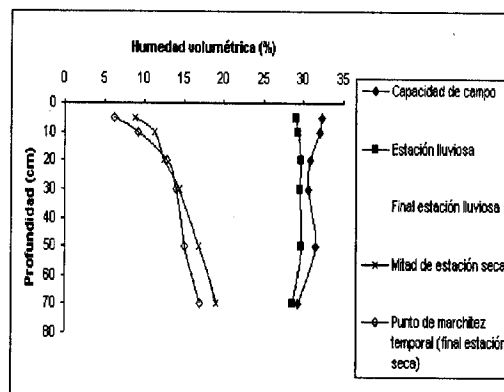
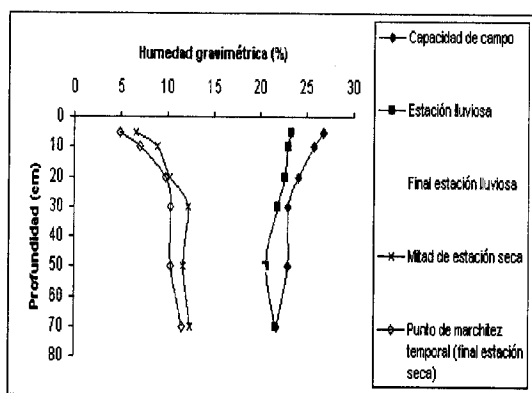


Figura 1. Agua volumétrica y gravimétrica disponible en un Oxisol de Los Llanos Orientales con varios tratamientos de labranza.

dades más bajas (1.20 Mg/m<sup>3</sup>) y las mayores en las épocas lluviosas y a mitad de verano en los primeros 5 cm. de profundidad (1.30 Mg/m<sup>3</sup>).

Esto se puede deber a que en el verano el suelo se encuentra más seco y es menos susceptible a deformación por muestreo que en la época húmeda, en la cual se puede presentar un mayor grado de reempaquetamiento. A partir de los 20 cm. la Da aumenta a medida que la profundidad es mayor, de tal manera que entre 50 y 70 cm. se presentan las densidades más altas, lo que se puede deber a efecto del peso que ejercen las capas superiores sobre las inferiores o a diferencias en la composición mineralógica y química.

Cuando se considera el efecto de la labranza comparada con la Sabana nativa se tiene que en ésta en los primeros 5 cm. la Da es mayor (1.3 Mg/m<sup>3</sup>) y en los segundos de 1.24 Mg/m<sup>3</sup> (en promedio) debido a que la labranza destruye el encostramiento que la caracteriza y que según Ordúz y Chacón (1998) se debe a un posible reagrupamiento de los agregados por efecto del pisoteo de los animales. A los 20 cm. de profundidad la Da de la Sabana (1.23 Mg/m<sup>3</sup>) difiere de los tratamientos de labranza (1.32 Mg/m<sup>3</sup>) debido a que la mecanización promueve un mayor ingreso de agua dentro del

perfil la cual desestabiliza la débil estructura volumétrica que tienen estos suelos causando subsidencia en todo el perfil.

Cuando se consideró el espacio aéreo se encontraron valores superiores al 10%, cifra que se considera internacionalmente como el límite crítico de aireación. Cualquier suelo que a CC tenga valores inferiores al 10% es limitante para la agricultura y entre más bajo sea este valor la limitación es mayor. Se puede concluir, entonces, que a CC ninguno de los tratamientos estudiados y en ninguna profundidad se encontraron valores limitantes, o sea que estos suelos no tienen limitación agronómica por aireación en las profundidades estudiadas.

El hecho de que los valores de espacio aéreo sean altos a CC indica, además, que los suelos tienen un buen porcentaje de macroporos los cuales permiten que el agua ingrese fácilmente en el suelo; sin embargo, por su condición estructural débil el impacto de las gotas de lluvia hacen que se sellen superficialmente y que su capacidad de aceptación de las lluvias disminuya drásticamente y que sea indispensable manejar este factor para mejorar la productividad. En la tabla 3 se presentan cambios en la distribución de

Tabla 3. Cambio de la distribución de poros en función de la intensidad de labranza en un Oxisol de los Llanos Orientales.

Labranzas	Tamaño de poros	Profundidades (cm.)			Signif. P<0.
		0 -5	5 - 10	10- 20	
		%			
0	Macro	7.8 B	11.0 AB	16.0 A	0.07
	Meso	12.7 A	9.1 A	8.8 A	0.13
	Micro	26.6 A	28.9 A	26.0 A	0.40
	PT	47.2 A	49.1 A	50.8 A	0.20
6	Macro	20.0 A	10.4 B	10.3 B	0.02
	Meso	17.6 A	16.5 A	11.5 B	0.03
	Micro	17.6 B	21.6 B	26.7 A	0.009
	PT	55.2 A	48.5 B	48.6 B	0.006
12	Macro	21.2 A	13.3 A	6.9 B	0.001
	Meso	14.1 A	16.2 A	15.1 A	0.70
	Micro	18.0 B	18.8 B	23.8 A	0.02
	PT	53.3 A	51.4 A	45.8 B	0.0005
24	Macro	21.1 A	16.0 AB	10.1 B	0.01
	Meso	17.9 A	16.3 A	16.0 A	0.15
	Micro	16.3 B	19.9 A	22.1 A	0.003
	PT	55.2 A	52.3 AB	48.1 B	0.04

(A, B, C) Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas (P<0.05)

Tabla 4. Efecto de la labranza en las resistencias tangencial al corte, vertical (RTV) y horizontal (RTH), en sistemas de Sabana, arroz y pastos de los Llanos Orientales.

Sistema	Variable	Profundidad (cm.)					
		0-5	5-10	10-20	20-30	30-50	50-70
		Kpa					
Arroz							
6 Pases	RTV	26.0 A	18.7 A	26.8 B	24.3 B	32.0 A	31.0 B
12 Pases	RTV	30.2 A	23.8 A	44.5 A	50.7 A	41.0 A	52.8 A
6 Pases	RTH	15.2 A	18.0 B	16.8 B	14.0 B	19.0 B	16.2 B
12 Pases	RTH	20.7 A	31.3 A	45.2 A	46.8 A	39.3 A	44.3 A
Pastos							
12 Pases	RTV	14.8 B	38.3 A	51.5 A	44.0 A	53.3 A	50.5 A
24 Pases	RTV	38.7 A	26.7 B	54.5 A	44.2 A	53.0 A	43.2 A
12 Pases	RTH	13.7 A	38.3 A	43.7 A	38.7 A	38.7 A	38.3 A
24 Pases	RTH	15.7 A	40.2 A	45.2 A	43.0 A	32.7 A	28.8 B
Sabana							
0 Pases	RTV	44.8	42.2	40.3	46.3	56.8	53.2
0 Pases	RTH	26.5	40.5	40.8	42.3	43.5	46.8

(A, B, C) Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

poros en los primeros 20 centímetros de profundidad. Los resultados confirman los comportamientos descritos en el capítulo sobre humedad y que la labranza aumenta la macroporosidad superficial destruyendo la capa superficial compactada (encostramiento) permitiendo, en consecuencia, una mayor entrada de aire y agua al suelo.

El suelo de la Sabana (Tabla 4), mostró una mayor resistencia a la penetración vertical en los 5 centímetros superficiales con diferencias altamente significativas con los tratamientos de labranza en todas las épocas, lo que se debe al encostramiento ya discutido; igualmente, entre los 5 y los 30 cm, donde el suelo de Sabana también opone más resistencia como consecuencia de la fuerte adhesión y estabilidad de la misma que es característica de los oxisoles y la cual es rota por la labranza.

En la mitad del verano el instrumento no penetra en el suelo porque al secarse este se comprime fuertemente mientras que, al humedecerse, presenta una menor resistencia ya que por acción del agua las partículas se expanden y las fuerzas de cohesión disminuyen ofreciendo una mayor facilidad para la penetración radicular.

Las diferencias significativas entre los tratamientos de labranza observados para el final de las lluvias indican que la labranza disminuye la resistencia a la penetración en las capas superiores del suelo como efecto directo del tratamiento pero que es temporal debido a la reorganización de partículas durante las lluvias. Esto concuerda con Montenegro y Malagón (1990), quienes aseveran que el efecto de la labranza es temporal debido a que las lluvias causan reacomodación de partículas y compactación del suelo.

## 5. CONCLUSIONES

La mayor intensidad de laboreo causa pérdida de la capacidad para retener humedad como consecuencia del aumento en densidad aparente.

Desde el punto de vista agronómico la humedad volumétrica es más importante que la humedad gravimétrica, pero para este tipo de suelo se debe tener cuidado al interpretar la humedad volumétrica ya que la densidad aparente enmascara verdaderos valores de humedad, por tal motivo para este caso la humedad gravimétrica podría dar indicios de la verdadera humedad que hay en el suelo. Los resultados sugieren que el frente de secamiento influencia principalmente

los primeros 30 cm de profundidad y se concluye que la labranza afectó hasta los 20 cm. de profundidad. La CC varió entre 20 y 22% y el límite inferior de agua aprovechable de 11%. Esto permite concluir que la labranza ha afectado su zona de influencia y, por lo tanto, el agua aprovechable en los primeros 20 cm es mayor que de allí hacia abajo.

El cultivo del arroz no es un buen indicador de degradación física del suelo ya que por presentar gran cantidad de raíces superficiales contribuyen a que se puedan adaptar a cualquier condición física del suelo, además tiene la facultad de tomar oxígeno atmosférico cuando no lo encuentra en el suelo desarrollándose sin ninguna dificultad en suelos compactos.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMÉZQUITA, E. 1994. Fertilidad de suelos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Santa fé de Bogotá. 134 p.
- . 1997. Requerimientos de agua y nutrición de cultivos de flores. En: Fertigación. S.C.C.S. Francisco Silva M. Ed. 107 – 126 p.
- . 1998. Propiedades físicas de los suelos de los Llanos Orientales y sus requerimientos de labranza. En: Encuentro Nacional de Labranza de Conservación. Villavicencio – Meta. 159 p.
- BOWEN, H. D. 1981. Alleviating mechanical impedance. In: B. F. ARKIN y H. M. TAYLOR. 1981. Modifying the root environment to reduce crops stress. American Society of Agricultural Engineers. No. 4.:57p.
- LAL, R. 1985. Surface soil degradation and management strategies for sustained productivity in the tropics. IBSRAM proceedings. Nº. 3. 167-177.
- MONTENEGRO, H. y MALAGÓN, D. 1990. Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección Agrológica. Bogotá.
- MOURA, F.W y BOUL, S.W. 1972. Studies of a latosol Roxo (Eustrustox) Brasil, Experimentae: 201-234 p.
- ORDUZ, J. y CHACON, D. 1998. Evaluación de tres tipos de labranza y tres niveles de fertilización de patilla (*Citrus vulgaris* L.) en un Oxisol de terraza alta de San Martín (Meta). En: Encuentro Nacional de Labranza de Conservación. Villavicencio - Meta. 486-487 p.
- PRIMAVESI, A. 1982. Manejo ecológico del suelo. El Ateneo. 5 ed. Buenos Aires, Argentina.
- SÁNCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. Propiedades físicas del suelo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, san José de Costa Rica. 99-133 p.

Reprinted with permission from Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Originally published in Suelos Ecuatoriales 31(2): 202-209, Copyright 2001.