

ALIVIO FISICO DE UN VERTISOL USTICO MEDIANTE PRACTICAS MECANICAS

416

Oscar A. Herrera G.¹ - Edgar E. Madero M.¹
Aida Lucia Carrillo J.²

COMPENDIO

Durante el semestre agrícola 1994-B, en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, se contrastó el grado de alivio físico que pueden proporcionar a un 1% franco fino/ franco isohipertérmico mezclado Típico Hapluster adensado, dos tipos de labranza con base en cincel, comparado con labranza convencional y labranza reducida con rastra. Los dos tratamientos con cincel proporcionaron los mejores efectos sobre la compactación cercana a superficie y el endurecimiento subsuperficial; la combinación de cincelado con arado de discos condujo al menor índice de penetrabilidad en los dos niveles (5-15 y 15-25 cm), densidad aparente relativamente baja, alto punto de marchitez permanente, elevada porosidad total en profundidad y la mayor conservación de la humedad superficial; con el solo cincelado se logró en ambos niveles un índice de penetrabilidad ligeramente mayor, punto de marchitez permanente más elevado en la superficie, menor conservación de la humedad en ambos niveles y menor porosidad total en profundidad. Todos los tratamientos mostraron tendencia degradativa del suelo al incrementar el índice de plasticidad. No se detectó efecto de tratamientos sobre las variables de respuesta del cultivo de soya.

Palabras claves: Labranza combinada, labranza con cincel, labranza convencional, labranza con rastra, propiedades físicas, vertisol ústico, producción de soya.

ABSTRACT

PHYSICAL RELIEVE OF AN USTIC VERTISOL BY TILLAGE PRACTICES

A study was conducted to contrast the effect on physical relieve of an 1% fine clay loam/loam isohipertérmic messic Typic Hapluster and soybean yield of two tillage methods based on chiseling in comparison with conventional tillage (disk plowing) and minimum tillage (unic medium size harrowing). The testing procedure was carried out in 1994 at the experimental station of the Universidad Nacional de Colombia. Combined disk-chisel plowing followed by only chiseling tillage showed the best relative results on top level compaction and underground hard layer in terms of low cone index, reduction of bulk density, appropriate permanent wilting point, total porosity and moisture conservation on time. Not effect due to tillage treatments on soybean yield was detected. A low degradation trend due to treatments was observed as a result of increase in plasticity index.

Keywords: Combined disk-chisel plowing, chiseling, disk plowing, medium size disk harrowing, soil physical properties, ustic vertisol, soybean yield.

INTRODUCCION

Los vertisoles plantean serios problemas de manejo y conservación asociados con la presencia de arcillas expandibles en el plasma, que origina los procesos contractivos-expansivos bajo el influjo de la evolución del estatus del agua. Problema que es desconocido

entre agricultores y técnicos y que se agrava por la percepción de que la labranza es una labor rutinaria sin mayores consecuencias sobre la conservación del suelo y el agua; de que los suelos de las planicies mecanizadas no se degradan ni tienen especiales exigencias de manejo y conservación; de que cual-

¹ Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. A.A. 237; ² Estudiante de grado Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira

quier procedimiento de labranza es válido para todo tiempo y lugar.

Numerosos estudios a nivel nacional y mundial han mostrado el efecto variable de diferentes métodos de labranza sobre las propiedades físicas del suelo, sobre la productividad de los cultivos y sobre la relación costo-beneficio. Pudiéndose concluir que tales efectos - benéficos y/o perjudiciales - están en función del tipo de suelo (textura superficial), de la especie vegetal cultivada, del contenido de materia orgánica, de las condiciones de humedad del suelo al momento de la labranza, de la intensidad en el empleo de máquinas y aún, de los recursos disponibles. En consecuencia, se puede afirmar que no existe un patrón definido de comportamiento de los cultivos con respecto al método de labranza empleado, al menos en el corto plazo. Ni se puede hablar de un método de labranza ideal (Amézquita *et al.*, 1991; Montenegro, 1991; Orozco, 1991; Rodríguez y Soto, 1992; Eppin, 1994; Hubbard *et al.*, 1994; Kitur *et al.*, 1994).

En este orden de ideas, la Universidad Nacional Sede Palmira estructuró un programa de investigación a tres años que pretende diseñar alternativas de manejo y conservación de vertisoles en el Valle del Cauca sembrados con cultivos transitorios. El experimento intentó verificar el grado de alivio físico (aumento de macroporos o disminución de densidad aparente y del índice de penetrabilidad) que pueden proporcionar dos tipos de labranza con base en cincel sobre un vertisol ústico adensado; y también, para determinar la influencia que estos tratamientos pueden ejercer sobre la emergencia de plántulas, población final, pérdida de población, altura final de plantas y rendimiento del cultivo de soya *Glycine max* Merr. var. Soyica P-34.

MÉTODOS

El experimento de campo se llevó a cabo en el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira (CEUNP), ubicado en el corregimiento El Carmelo del municipio de Candalaria, a 28 km del campus de la Sede Palmira y a 9 km del sur de Cali, en el período comprendido entre agosto de 1994 y marzo de 1995, en un suelo 1% franco fino/francoso isohipertérmico mezclado Típico Haplustert.

Se aplicaron cuatro (4) tratamientos :

- **Labranza convencional (LC):** un pase con arado de discos, seguido de dos pases con rastra mediana y un pase con rastrillo pulidor.
- **Labranza con cincel (L-cincel):** un pase con ara-

do de cincel, seguido de dos pases con rastra mediana y un pase con pulidor.

- **Labranza con rastra (L-rastra):** dos pases con rastra mediana y un pase con pulidor.
- **Labranza con arado de discos y cincel (L-combinada):** un pase con arado de discos, dos pases con rastra mediana, un pase con arado de cincel y dos pases con pulidor.

El efecto de los tratamientos con cincel (L-combinada y L-cincel) se contrastó con LC y L-rastra. Una vez aplicados los tratamientos, se sembró soya var. Soyica P-34, en todas las parcelas.

Los tratamientos se asignaron en el campo sistemáticamente y no al azar, debido a que el tamaño de los equipos condicionaba la asignación en las parcelas (20 x 10 m). Así, los tratamientos LC y L-combinada quedaron vecinos con el fin de trabajarlos como una sola parcela al realizar la arada con discos, y L-rastra se ubicó en la parcela del extremo norte para que la labranza con rastra y pulidor se hiciera simultáneamente en las cuatro parcelas, como si formaran un solo lote.

Teniendo en cuenta que en todas las parcelas la pendiente del terreno tenía un sentido este - oeste, de la cota más alta a la más baja, se estratificó en tres bloques en ese mismo sentido (cuatro, en el caso la densidad aparente), con el fin de controlar esta variabilidad.

Se tomaron 9 muestras de suelo por parcela a partir de una red rígida de puntos, a las profundidades 5-15 y 15-25 cm (para penetrabilidad se realizaron 50 pruebas por parcela y profundidad), las cuales se sometieron a análisis físicos (González, 1983). Debe aclararse que debido a dificultades de laboratorio, la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente y el punto de saturación, se determinaron en suelo disturbado.

Se analizó la información de propiedades físicas utilizando el análisis de varianza para bloques completos (BC); cuando se presentaron diferencias estadísticas se empleó la prueba de rangos múltiples de Duncan para la separación de medias. La evolución de las propiedades físicas en el tiempo se realizó comparando los valores de tales propiedades, determinados antes y después de los tratamientos de labranza; para establecer las diferencias entre medias, se realizó la prueba de t de Student. Para examinar el comportamiento de las propiedades físicas en profundidad, se realizó análisis de correlación entre los dos niveles.

Se examinaron las siguientes hipótesis :

1. En suelos con arcillas expandibles, es preferible mejorar las propiedades físicas mediante labranza vertical, independientemente del implemento o implementos utilizados.
2. En dichos suelos, el mejoramiento de las propiedades físicas debe ocurrir tan profundo como lo exija el crecimiento radical de la soya, para garantizar un desarrollo apropiado del cultivo.
3. Se pueden diseñar estrategias de labranza que permitan no sólo recuperar vertisoles adensados, sino conservarlos en buenas condiciones físicas.

o índice de cono, en 5-15 cm presentó valores que corresponden a fácil (L-cinzel, L-combinada) o moderado enraizamiento (L-rastra y LC); y en la profundidad 15-25 cm todos los valores correspondieron a enraizamiento moderado; en el primer nivel (profundidad) LC presentó el mayor índice de penetrabilidad y en el segundo nivel L-rastra, diferencia estadísticamente significativa con respecto a los otros tratamientos; en el segundo nivel, L-combinada tuvo el menor valor estadísticamente diferente de los demás tratamientos (Cuadro 1).

En cuanto a este parámetro, se puede mencionar que hubo efecto de tratamientos, destacándose L-combinada como el mejor tratamiento pues las herramientas usadas en él permitieron ablandar más el suelo y a mayor profundidad (el uso del cinzel después del arado de discos pretende mayor penetración). En la

RESULTADOS Y DISCUSION

Penetrabilidad. Si bien el índice de penetrabilidad

Cuadro 1. Respuesta de las propiedades físicas a los tratamientos para dos profundidades. Valores promedio.

PROPIEDADES FISICAS	PROFUNDIDAD / TRATAMIENTO							
	5 - 15 cm				15 - 25 cm			
	L - CONVENCIONAL (1)	L - REDUCIDA CINCEL (2)	L - REDUCIDA RASTRA (3)	L - COMBINADA (4)	L - CONVENCIONAL (1)	L - REDUCIDA CINCEL (2)	L - REDUCIDA RASTRA (3)	L - COMBINADA (4)
Índice de penetrabilidad (kg/cm ²)	12.00a	9.77 b	10.01b	9.01b	17.35b	17.21b	18.73a	15.33c
Densidad Aparente (Mg/m ³)	1.32a	1.37a	1.41a	1.42a	1.59a	1.57a	1.58a	1.60a
Capacidad de Campo (%)	32.40a	29.53a	29.38a	29.73a	28.84a	30.59a	30.27a	31.13a
Punto Marchitez Perman. (%)	14.42a	14.21a	13.61b	13.99ab	14.84ab	14.79ab	14.29b	15.18a
Porosidad total* (%)	52.25a	52.08a	52.02a	51.85a	51.85b	51.86b	53.14b	55.94a
Límite Líquido (%)	38.31b	47.50a	42.61ab	35.34b	44.35a	40.00a	44.75a	47.46a
Límite Plástico (%)	16.68a	20.41a	18.21a	18.37a	18.52a	17.80a	17.48a	18.03a
Índice de Plasticidad (%)	21.63a	25.97a	24.45a	18.05a	25.82a	22.19a	27.20a	29.42a
Contenido de Arcillas (%)	35.04a	34.65ab	33.70c	33.89bc	35.56a	34.96a	34.57a	34.78a
Humedad durante el muestreo (%)	19.30a	19.70a	21.33a	21.90a	19.78ab	21.22a	17.57b	22.51a
Materia orgánica (%)	1.93a	1.70b	1.77b	1.73b	1.72a	1.40b	1.50ab	1.25b
Coefic de uniformidad de agregac.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Agregados mayores de 0.5 mm	50.63	46.50	47.60	47.80	52.06	58.41	53.85	42.64

* Medida como humedad volumétrica de saturación.

Promedios seguidos por la(s) misma(s) letra(s) no son significativamente diferentes (P<0.05)

segunda profundidad, parece haber correlación negativa entre índice de penetrabilidad y humedad, ya que su menor valor (L-combinada) corresponde al mayor contenido de humedad y viceversa (en L-rastra).

Podría pensarse, también, que los mayores valores de índice de penetrabilidad en L-rastra en el segundo nivel, se explicarían por la no disturbación del suelo a dicha profundidad en este tratamiento; no obstante, el aumento en el volumen de suelo como resultado de la labranza y de la elevada expansibilidad natural de este suelo, pudo haber originado diferencias de muestreo al no coincidir exactamente la profundidad 15-25 cm cuando el muestreo se hizo antes y después de la labranza (el mismo fenómeno se presenta en los otros tratamientos pero la disturbación a una profundidad entre 20 y 35 cm lo minimiza), razón por la cual, el enunciado que inicia este párrafo no se puede considerar absolutamente válido.

En cuanto a la evolución en el tiempo del índice de penetrabilidad, en todos los tratamientos y en los dos niveles hubo una reducción estadísticamente significa-

tiva de este parámetro, indicando que todos ablandaron el suelo y confirmando la tesis inicial de que L-combinada fue el mejor, pues la disminución de su valor fue la más alta en ambas profundidades (Cuadro 2).

Densidad aparente. Para un suelo como el estudiado, con un contenido de arcillas alrededor del 35%, representado en su mayor parte por arcillas expandibles y bajo contenido de materia orgánica, los valores de densidad aparente se consideraron relativamente bajos, en contraste con los valores anteriores a tratamientos que eran moderadamente altos (Cuadro 1).

No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos a ninguna de las dos profundidades (Cuadro 1), pero con el tiempo, en todos los tratamientos disminuyeron los valores de esta propiedad, siendo las diferencias antes y después de tratamientos estadísticamente significativas, a excepción de LC y L-cinzel en el segundo nivel (Cuadro 2).

Lo anterior significa que todos los tratamientos disturbaron el suelo en ambos niveles, con las excep-

Cuadro 2. Variación de las propiedades físicas a dos profundidades en el transcurso del semestre. Valores promedio.

PROPIEDADES FÍSICAS	PROFUNDIDAD CM	TRATAMIENTOS							
		L. CONVENCIONAL		L. REDUCIDA CINCEL		L. REDUCIDA RASTRA		L. COMBINADA	
		INICIO SEM.	FINAL SEM.	INICIO SEM.	FINAL SEM.	INICIO SEM.	FINAL SEM.	INICIO SEM.	FINAL SEM.
Penetrabilidad, kg/m ²	5 - 15	28.66*	11.99	20.47*	9.79	28.76*	10.01	38.88*	8.97
Densidad aparente, Mg/m ³		1.56*	1.32	1.51*	1.37	1.56*	1.41	1.56*	1.42
Capacidad de campo, %		32.02	32.40	30.46	29.53	30.46*	29.38	31.17	29.73
Punto marchitez perm. %		15.70*	14.42	15.61*	14.21	15.28*	13.62	15.93*	13.99
Límite líquido, %		33.25	38.31	33.49*	47.50	32.07*	43.16	33.43	35.34
Límite plástico, %		21.19*	16.68	21.41	20.41	21.06	18.21	20.98	18.37
Índice plasticidad, %		12.07*	21.35	12.68*	25.97	11.00*	24.45	12.44*	18.05
Contenido de arcillas, %		34.86	35.04	35.23	34.65	33.69	33.70	34.98	33.89
Hum. durante muestreo, %		27.65*	19.30	18.60	19.66	21.67	21.33	17.00*	21.90
Penetrabilidad, kg/m ²	5 - 15	52.39*	17.35	36.30*	16.85	48.82*	18.58	60.13*	15.33
Densidad aparente, Mg/m ³		1.67*	1.59	1.63*	1.57	1.72*	1.58	1.68*	1.60
Capacidad de campo, %		32.58	28.84	31.79	30.58	30.41	30.27	31.94	31.13
Punto marchitez perm. %		16.01*	14.84	1.52*	14.79	15.82*	14.30	16.00*	15.18
Límite líquido, %		35.14	44.35	36.391	40.00	32.39	44.75	35.17	47.46
Límite plástico, %		20.15*	18.52	21.22*	17.80	22.05*	17.48	21.52*	18.03
Índice plasticidad, %		14.35*	25.82	15.92*	22.19	10.93*	27.20	15.65*	29.42
Contenido de arcillas, %		35.07	35.56	35.66	34.96	34.41	34.57	36.09	34.78
Hum. durante muestreo, %		19.28*	19.78	27.22*	21.22	19.24*	17.57	18.51*	21.44

* Existen diferencias significativas durante el semestre.

ciones anotadas. L-combinada y L-cinzel, en el primer nivel, tuvieron comportamiento igual en cuanto a la reducción en el tiempo de la densidad aparente, reducción que presentó valores más bajos que en los otros dos tratamientos (LC y L-rastra). En profundidad, sólo la disminución en L-combinada fue inferior a la de L-rastra; como no aumentó la humedad en el tiempo, se puede afirmar que la reducción en la densidad aparente ocurrió por efecto de las herramientas.

Estabilidad de agregados. La evaluación se efectuó sobre datos obtenidos de una muestra por parcela (tratamiento) y nivel. El coeficiente de uniformidad de agregación - CUA (Singh *et al.*, 1992) demostró que su valor fue igual para todos los tratamientos y se ubicó en el rango medio entre suelo con una agregación que no presenta ninguna limitación para las plantas (>5, distribución uniforme entre agregados grandes y pequeños) y agregación que hace inutilizable el suelo por las plantas (<2, ausencia de agregación). El CUA sugiere que en idéntica forma se comporta la distribución de poros.

Capacidad de campo. No se presentó diferencia estadística entre tratamientos en ninguno de los dos niveles, pero en la evolución en el tiempo sólo hubo diferencia estadística entre valores antes y después de tratamientos, para L-rastra en el primer nivel, en términos de reducción. Lo cual sugiere que en este nivel L-rastra originó pérdida de mesoporos, mientras que los restantes tratamientos no evidenciaron efecto sobre este tipo de porosidad (*Cuadros 1 y 2*).

Punto de marchitez permanente. Los valores más bajos en el primer nivel, en su orden, correspondieron a los tratamientos L-rastra y L-combinada, no existiendo diferencia estadística entre ellos, pero sí entre L-rastra y los otros dos tratamientos (LC y L-cinzel). En el segundo nivel se destaca la diferencia estadística entre L-rastra y L-combinada, obteniendo esta última el valor más alto, mientras que en L-rastra estuvo entre los más bajos (*Cuadro 1*).

En el tiempo, en todos los tratamientos y profundidades se redujo significativamente la magnitud de esta propiedad (*Cuadro 2*).

El valor más bajo del PMP en L-rastra en la primera profundidad sugiere que este tratamiento disminuyó los microporos (que retienen agua a más alta succión) e implica que la porosidad está representada, básicamente, en macroporos (ya que también se redujeron mesoporos, según se indicó al examinar CC), lo cual, a su vez, significaría menor densidad aparente en este tratamiento con respecto a los demás, hecho que, sin

embargo, no ocurrió y por lo tanto, relativiza esta inferencia. No debe descartarse tampoco, la ya aludida diferencia de profundidad antes y después de la labranza.

En cuanto a la evolución en el tiempo, en los tratamientos diferentes a L-combinada, la reducción en el PMP ocurrió a costa de la porosidad total, especialmente en el segundo nivel, lo cual no sucedió en L-combinada, en donde la porosidad total fue superior con respecto a los otros tratamientos, al igual que la microporosidad entendida como PMP (*Cuadro 1*).

Porosidad total. La porosidad total se expresó como equivalente al porcentaje volumétrico de humedad en el punto de saturación. En la primera profundidad no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos y en la segunda, únicamente L-combinada fue significativamente diferente de las demás, presentando el mayor valor (*Cuadro 1*). No se evaluó la evolución en el tiempo de esta propiedad. Los resultados de porosidad total representada en alta proporción de macroporos - inferida a partir de punto de saturación y capacidad de campo - siguen confirmando el mejor comportamiento a mayor profundidad del tratamiento L-combinada.

Materia orgánica. Tanto a nivel superficial como en la segunda profundidad, el mayor contenido correspondió al terreno con LC, el cual fue significativamente diferente de los otros tratamientos, con excepción de L-rastra, en el segundo nivel (*Cuadro 1*). No obstante, no hay razones para dudar de que esta diferencia sólo se explica por la condición natural del suelo, de carácter local y por lo tanto, no es un efecto del tratamiento. Esta propiedad no se evaluó en el tiempo. En todos los casos, su contenido fue moderado.

Contenido de arcillas. En el primer nivel, el mayor valor correspondió al terreno con LC, el cual fue estadísticamente igual al de L-cinzel y significativamente diferente de L-rastra y L-combinada. En el segundo nivel, no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos y tampoco las hubo en la evolución de esta propiedad en el tiempo (*Cuadros 1 y 2*). Si el contenido de arcillas no cambió con el tiempo, ello significa que no hubo efecto de tratamientos y que las diferencias anotadas en el primer nivel, se explican por la condición natural y local del suelo.

Límite líquido. En el primer nivel, el menor valor correspondió al tratamiento L-combinada, el cual fue estadísticamente igual a LC y L-rastra, pero diferente de L-cinzel; en el segundo, no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos (*Cuadro 1*).

En el tiempo, se presentaron incrementos estadísticamente significativos en el límite líquido, en L-cinzel y L-rastra, en el primer nivel; en el segundo, el único tratamiento que no observó incremento significativo fue el de L-cinzel (*Cuadro 2*).

Límite plástico. No se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos en ninguno de los dos niveles (*Cuadro 1*). En el tiempo, el límite plástico tuvo un decremento significativo en su valor, únicamente en el tratamiento LC, en el primer nivel; en el segundo, solo presentaron reducción significativa los tratamientos L-cinzel y L-rastra (*Cuadro 2*).

Índice de plasticidad. No se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos para esta característica, en ninguno de los dos niveles (*Cuadro 1*).

En cuanto a su evolución en el tiempo, el índice de plasticidad se incrementó significativamente entre inicio y fin del ciclo productivo, para todos los tratamientos, en el primer nivel; en el segundo, solo se presentaron incrementos significativos en L-rastra y L-combinada (*Cuadro 2*).

L-combinada observó el valor más bajo de límite líquido en el primer nivel, mostrando una tendencia degradativa del suelo pues su valor está más cercano a capacidad de campo que en los otros tratamientos (con menor humedad el suelo se torna líquido); L-cinzel no mostró este problema y por el contrario, presentó el valor más alto en este nivel; en el segundo nivel no se observó este problema ya que el límite líquido fue igual en todos los tratamientos. En el tiempo, L-cinzel presentó el mayor incremento en el límite líquido, en tanto que en L-combinada no varió, en el primer nivel; en profundidad, L-combinada presentó un incremento intermedio entre L-rastra (el mayor) y LC (el menor), mientras que L-cinzel no mostró variación.

La tendencia degradativa también se observó en el índice de plasticidad, el cual se incrementó en el tiempo en todos los tratamientos, a nivel superficial y sólo en L-combinada y L-rastra en el segundo nivel; no obstante, L-combinada observó el menor incremento con respecto a los otros tratamientos en ambos niveles, presentando la expresión más baja de la mencionada tendencia degradativa.

Frente a un límite plástico estable en el tiempo, los incrementos del índice de plasticidad en L-combinada y L-cinzel tuvieron lugar a causa del aumento en el límite líquido.

Los menores valores de materia orgánica y arcilla en L-combinada, con respecto a los otros tratamien-

tos y un contenido de arcilla estable en el tiempo, permiten inferir, de manera preliminar, que el aumento de la plasticidad en este tratamiento a ambas profundidades es ocasionado por la herramienta; no podría decirse lo mismo de L-cinzel a nivel superficial, ya que este tratamiento observó un mayor contenido de arcilla que pudo ser causa del incremento de la plasticidad.

Humedad al muestreo. En la superficie no se apreciaron diferencias estadísticas entre tratamientos; en el segundo nivel, se destacó L-rastra con el valor más bajo, significativamente diferente con respecto a L-cinzel y L-combinada, pero no con relación a LC (*Cuadro 1*).

En el tiempo, entre los contenidos de humedad antes y después de los tratamientos se presentaron diferencias significativas únicamente en LC y L-combinada, con disminución en el primer caso y aumento en el segundo, en la primera profundidad; en la segunda, no hubo diferencia estadística en ningún caso (*Cuadro 2*).

El bajo contenido de humedad en el segundo nivel en L-rastra podría explicarse porque el suelo no fue disturbado hasta dicha profundidad; otros estudios muestran que en este tipo de labranza, la disturbación superficial del suelo unida a la cobertura con residuos puede incrementar el contenido de humedad a este nivel, pero reducirlo subsuperficialmente por reducción de la tasa de infiltración debido a que el suelo no se disturba en este nivel (González y Terreros, 1986). No debe perderse de vista, sin embargo, la ya citada restricción que a esta interpretación le impone el probable error de muestreo en este tratamiento.

Por otra parte, el incremento en el tiempo de la humedad en el tratamiento L-combinada, a nivel superficial, sería una confirmación más del mejor comportamiento de dicho tratamiento.

Correlación en profundidad de las propiedades físicas. En profundidad, sólo hubo correlación positiva significativa para los valores de punto de marchitez permanente, penetrabilidad y contenido de arcillas, indicando que únicamente para estas propiedades, sus valores promedio se comportaron de idéntica manera en el primer y segundo nivel; lo cual permite inferir una evolución homogénea, en profundidad, de estas tres propiedades.

Cuando restan por evaluarse los resultados de tres muestreos de experimentación, L-combinada (arado de discos + arado de cinceles) y en segundo término L-cinzel, empiezan a visualizarse como los métodos de labranza más apropiados para enfrentar los pro-

Cuadro 3. Pérdida promedio de población, altura final de plantas y producción total en cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTO	POBLACIÓN INICIAL PLANTAS / m	POBLACIÓN FINAL PLANTAS / m	PERDIDA DE LA POBLACIÓN		PRODUCCIÓN TOTAL g / m ²	ALTURA (\bar{x}) FINAL DE PLANTAS (cm)	
			PLANTAS	% P _i *			
T1	L-convencional	22.10	15.60	6.50	29.40	204.45	80.09
T2	L-reducida cincel	24.01	18.87	5.14	21.40	220.95	79.34
T3	L-reducida rastra	22.60	19.15	3.45	15.30	227.70	78.68
T4	L-combinada	24.05	18.10	5.95	24.70	235.95	80.07

* Porcentaje de pérdidas de población

blemas de compactación cercana a superficie y endurecimiento subsuperficial de este vertisol ústico adensado, con 35 % de arcillas, en su mayor parte del tipo expandibles y un promedio de 1,6 % de materia orgánica.

Variables de respuesta del cultivo. Por razones de planeación del experimento, los valores correspondientes a estas variables no se pudieron someter a análisis estadístico, de manera que las comparaciones obedecen exclusivamente al contraste simple entre medias y entre valores totales de la producción, en el caso del rendimiento.

En el tratamiento LC se presentaron los valores promedio más bajos de población inicial y final, por debajo del promedio de población de la variedad Soyica P-34, recomendado por el productor de la semilla para una producción alta. También en este tratamiento ocurrió el promedio más alto de pérdida de población y el menor rendimiento de grano. Por otra parte, el rendi-

miento promedio de grano de todo el ensayo (2,22 t/ha) estuvo ligeramente por debajo del promedio de la región (2,6 t/ha). La altura final de plantas fue prácticamente igual en todos los tratamientos (Cuadro 3).

La ausencia de análisis estadístico no permite hacer inferencias respecto al efecto de tratamientos sobre las variables de respuesta del cultivo.

En cambio, parece ser claro que en la parcela correspondiente al tratamiento LC se presentaron las condiciones más desfavorables al cultivo, las cuales se podrían explicar por la combinación de varios factores ajenos al ensayo mismo, como la presencia de la mayor población de *Sorghum halepense* (128 plantas/m²) y de *Ipomoea spp.* (43 plantas/m²); y la segunda mayor población de *Cyperus rotundus* (549 plantas/m²); también, porque esta parcela permaneció menos húmeda en la época seca, debido a problemas en la aplicación del riego por aspersión.

BIBLIOGRAFIA

- AMEZQUITA, E. *et al.* Efecto de la labranza en algunas propiedades físicas de un suelo andino. *En*: Suelos Ecuatoriales (Colombia) Vol 21 no. 1. (1991); p 68-75.
- EPPLIN, F.; AL-SAKAFF, G. and PEEPER, TH. Impact of alternative tillage methods for continuous wheat on grain yield and economics : implications for conservation compliance. *En*: J Soil Water Conserv. Vol. 49 no. 4. (1994); p. 294-399.
- GONZALEZ, A.E. Anotaciones sobre física de suelos. Palmira : Universidad Nacional de Colombia, 1983. 108 p.
- GONZALEZ, W. y TERREROS, G. Producción de soya bajo tres sistemas de labranza. Palmira, 1986. 94 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- HUBBARD, R. *et al.* Physical properties of a clayey coastal plain soil as affected by tillage. *En*: J Soil Water Conserv. Vol 49, no 3 (1994); p. 276-283
- KITUR, B. *et al.* Tillage effects on growth and yields of corn on grantsburg soil. *En*: J Soil Water Conserv. Vol 49, no 3 (1994); p.266-271
- MONTENEGRO, G. Interpretación de las propiedades físicas del suelo. *En*: Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Bogotá : Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS), 1991. 134 p
- OROZCO, O.L. Caracterización física y dinámica del agua bajo tres sistemas de labranza en un andisol de la antigua serie Tibaitatá Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 1991. 147 p.
- RODRIGUEZ, J.C. y SOTO, V.M. Influencia de tres diferentes sistemas de preparación en algunas propiedades del suelo. Palmira, 1992. 103 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- SINGH, K.K. *et al.* Tillth index : an approach to quantifying soil tillth. *En*: Transac ASAE Vol 35, No. 6 (1992); p. 1777-1785