

PROPIEDADES FÍSICAS DEL  
SUELO Y RELACIÓN CON LOS  
SISTEMAS DE LABRANZA

# PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO Y RELACIÓN CON LOS SISTEMAS DE LABRANZA

José Murillo Solano.<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

Cuando en un suelo se aplica un sistema de labranza cambian negativa o positivamente sus propiedades físicas en primera instancia, lo que repercute en un deterioro o mejoramiento de las propiedades químicas y biológicas que son en su conjunto las que determinan la capacidad productiva del suelo.

En los últimos años han adquirido relevancia las propiedades físicas por su estrecha relación con los sistemas de labranza y porque son en muchos casos las determinantes de la productividad del suelo, por lo que han sido consideradas por muchos autores como la clave de la fertilidad del mismo.

Como no todos los suelos presentan las mismas condiciones físicas, debe hacerse un diagnóstico de los limitantes físicos

de los suelos para seleccionar el sistema de labranza más apropiado de acuerdo con las propiedades físicas y el cultivo a sembrar para corregir esas limitantes.

Esta presentación tiene como objetivos familiarizar a productores y asistentes técnicos del cultivo del algodón con las propiedades físicas de los suelos y sus relaciones con los sistemas de labranza, presentar las investigaciones sobre manejo de suelos en la Regional 3 dentro del Plan Nacional de Algodón y la tecnología generada de Labranza Profunda e incorporación de Abonos Verdes para recuperar suelos algodoneros compactados y finalmente indicar algunos criterios a tener en cuenta para seleccionar el sistema de labranza apropiado.

## PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

### TEXTURA

Es la cantidad de arena, de limo y de arcilla contenidos en el suelo y expresados en porcentaje.

Aunque es muy grande el número de combinaciones posibles de arena, limo y arcilla, existen sólo 12 clases texturales. Estas se simplifican en tres grupos: Suelos livianos o de textura gruesa cuando predomina la arena, suelos medios cuando las tres partes están equilibradas y suelos pesados o de textura fina cuando predomina la arcilla. Los nombres livianos y pesados indican

la facilidad o dificultad de trabajar los suelos.

### ESTRUCTURA

Es la forma como se agrupan las partículas del suelo para formar agregados o terrones. Esta propiedad no puede ser medida directamente, pero es evaluada en términos de otras propiedades como densidad aparente, porosidad, infiltración, etc.

Es una propiedad de mucha importancia agrícola. De la forma como se agrupan las partículas, o sea de la estructura, depende el comportamien

<sup>1</sup>I.A. Investigador Asistente. Corpoica, C.I. Mollinía, Regional 3 - Codazzi.

to agrícola del suelo. La labranza mal hecha provoca la destrucción de la estructura y por lo tanto, la degradación física del suelo e infertilidad.

Los suelos de buena estructura tienen alta infiltración, buena aireación, fácil penetración de las raíces, fáciles de trabajar y resistentes a la erosión. Cuando la estructura es pobre, las condiciones son contrarias.

### DENSIDAD APARENTE

Es la relación entre el peso del suelo seco y el volumen total (Partículas más poros). Se expresa en  $g/cm^3$ , lo que indica que la densidad aparente es el peso de un  $cm^3$  de suelo. Se calcula mediante la fórmula:

$D_a = P_{ss} / V_t$ , donde:

$D_a$  = Densidad aparente

$P_{ss}$  = Peso del suelo seco o peso de las partículas solamente.

$V_t$  = Volumen total del suelo = Volumen de partículas más Volumen de poros.

### POROSIDAD

Es el volumen ocupado por los poros y

se expresa como la relación porcentual entre el volumen de los poros y el volumen total del suelo. Se calcula así:

$\%P = (V_v / V_t) \times 100$ , donde:

$\%P$  = Porosidad o porcentaje de poros

$V_v$  = Volumen de vacíos o de poros

$V_t$  = Volumen total del suelo.

La porosidad del suelo determina la capacidad de aire y en parte la capacidad de agua del suelo.

### INFILTRACIÓN

Es la entrada vertical del agua en el perfil del suelo. La velocidad de infiltración o tasa de infiltración es la lámina de agua que el suelo absorbe en la unidad de tiempo. Se expresa en mm/hora o cm/hora.

La velocidad de infiltración de un suelo va disminuyendo gradualmente a medida que aumenta el humedecimiento hasta llegar a un valor que tiende a ser constante y que se conoce como infiltración básica ( $I_b$ ) o simplemente infiltración.

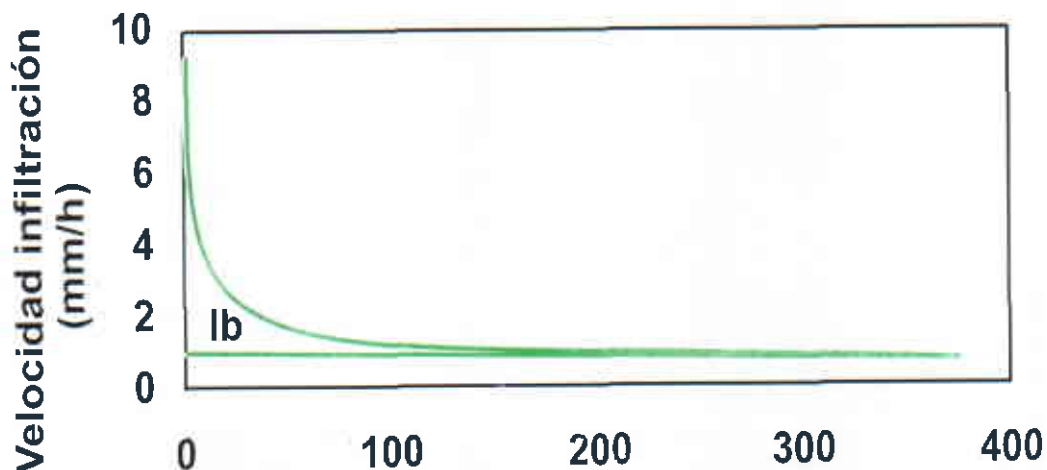


Figura 1. CURVA DE INFILTRACIÓN

En la tabla 1 se muestran los valores normales de las propiedades

físicas de los suelos más frecuentes de Colombia.

Textura	Densidad Aparente gm/cm	Porosidad %	Infiltración mm/h
Arcilloso	1 - 1.2	55 - 66	1 - 5
<b>Franco Arcilloso</b>	1.15 - 1.3	50 - 56	5 - 10
Franco Arcilloso Arenoso	1.2 - 1.4	47 - 54	10 - 20
<b>Franco</b>	1.25 - 1.45	44 - 52	20 - 40
Franco Arenoso	1.3 - 1.5	42 - 50	40 - 63
Arenoso Franco	1.4 - 1.7	35 - 46	63 - 127
Arenoso	1.5 - 1.8	31 - 42	> 127

La tabla 2 muestra la relación que existe entre la textura del suelo y algunas propiedades físicas, para valores críticos donde se puede inferir que existen

limitantes de retención de humedad, aireación y resistencia a la penetración de las raíces en el suelo para el desarrollo de la planta.

Propiedad Física	Rango Establecido como Crítico para el Desarrollo del Algodón		
	Arenosos	Medios	Pesados
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	> 1.8	> 1.6	> 1.5
Porosidad (%)	< 31	< 39	< 42
Infiltración (mm/h)	< 63	< 20	< 5

## SISTEMAS DE LABRANZA

Es la serie secuencial de actividades que deben conducir a obtener a través del tiempo un suelo adecuado para el desarrollo de las raíces de las plantas para que expresen su potencial genético sin restricciones. Se hace con el fin de corregir cualquier factor limitante que tenga el suelo y controlar cualquier proceso degradativo.

### SISTEMA DE LABRANZA CONVENCIONAL

Es la preparación del suelo con arado de discos, rastra y rastrillo pulidor. Es la labranza que tradicionalmente se ha hecho en las zonas aldoneras y que incluye varios pases de cada implemento hasta dejar el suelo completamente pulverizado con el objeto de controlar malezas y adecuar la superficie del suelo para la siembra con sembradora tradicional.

### LABRANZA PROFUNDA O VERTICAL

Es la que se hace con cinceles y subsolador con el fin de romper capas compactadas para obtener mayor infiltración del suelo y mayor crecimiento de las raíces.

### LABRANZA MÍNIMA O REDUCIDA

Involucra implementos que sueltan o

mezclan el suelo e incorporan una parte de los residuos del cultivo anterior, pero dejan un 30% de los residuos sobre la superficie del suelo. Requiere, generalmente de tres a cuatro pases menos de maquinaria que los requeridos en la labranza convencional.

### LABRANZA CERO O SIEMBRA DIRECTA

Implica siembra sin preparar el suelo, es decir, que no se disturba el suelo antes de la siembra.

### EFFECTO DE LA LABRANZA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS.

La tabla 3 presenta los valores iniciales de las propiedades físicas de suelos aldoneros de las fincas Pozon, SENA y Santa Rosa, de los municipios de Codazzi, Valledupar y Aguachica, respectivamente, resultantes de análisis en calicatas abiertas en investigaciones realizadas en 1998-1999-2000. Estos resultados revelan presencia de alta densidad aparente ( $>15 \text{ g/cm}^3$ ) en suelos pesados, baja porosidad, infiltración y materia orgánica, lo que indica compactación en las tres fincas. (ver Figura1).

Tabla 3. Propiedades físicas iniciales de los suelos en tres fincas del departamento del Cesar

Localidad	Textura	Densidad Aparente $\text{g/cm}^3$	Porosidad %	Infiltración $\text{mm/h}$	Materia Orgánica (%)
Codazzi	F.Ar.A	1.8	31	6.2	1.2
Valledupar	F.Ar.A	1.7	30	7.9	0.5
Aguachica	F.Ar.	1.8	30	2.5	1.2

La tabla 4 presenta los cambios obtenidos en las propiedades físicas después de dos años consecutivos de implementar los tratamientos de labranza profunda + abono verde, labranza convencional y siembra directa. Se observa que los suelos sometidos al tratamiento de labranza profunda y rotación con abonos verdes presentan un mejoramiento importante en sus propiedades físicas y mate-

ria orgánica. (ver Figura 2). En cambio en los demás tratamientos las propiedades se mantuvieron o desmejoraron. En consecuencia el rendimiento del algodón se incrementó en 26% en Codazzi, 35% en Valledupar y 52% en Aguachica, por efecto del sistema de labranza profunda + abono verde, en relación con la labranza convencional, estos resultados se muestran en la tabla 5.

**Tabla 4. Propiedades físicas finales de los suelos en tres fincas del departamento del Cesar.**

LOCALIDAD	SISTEMA DE LABRANZA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE g/cc <sub>3</sub>	POROSIDAD %	INFILTRACIÓN mm/h	MATERIA ORGÁNICA %
Codazzi	Labranza convencional	F.Ar.A	1.79	31	6.2	0.98
	Labranza profunda	F.Ar.A	1.60	39	11.7	1.95
Valledupar	Labranza convencional	F.Ar.A	1.75	30	9.4	0.96
	Siembra directa	F.Ar.A	1.70	33	8.8	-
	Labranza profunda	F.Ar.A	1.62	36	18.7	1.9
Aguachica	Labranza convencional	F.Ar.	1.79	31	2.6	1.0
	Labranza profunda	F.Ar.	1.61	38	4.8	2.1



*Figura 2. Estado de la finca antes de las técnicas de labranza en Aguachica, Cesar, 1998.*



**Figura 3.** Lote de algodón en la finca de Aguachica a los dos años de mejoramiento del suelo.

**Tabla 5. Producción de algodón semilla Gossica MC-23**

Localidad	L. Prof. + Abono Verde Kg/ha	Siembra Directa Kg/ha	L. Convencional
EL POZON (Codazzi)	2710	-	2150
SENA (Valledupar)	2835	2386	2099
AGUACHICA	1463	-	975

Cabe destacar que al implementar el sistema de siembra directa en Valledupar, el incremento de los rendimientos fue

del 13% con respecto al tratamiento de labranza convencional.



## TECNOLOGÍA DE LABRANZA PROFUNDA E INCORPORACIÓN DE ABONOS VERDES.

Esta tecnología comprende varias actividades secuenciales:

### • Diagnóstico de la compactación

Como resultado de los análisis físicos del suelo, determinándose la profundidad del problema.

### • Rompimiento de capas compactas

Uso apropiado del tipo de arado de cincel de acuerdo con la profundidad de la compactación, así:

- Arado de cincel vibratorio si la compactación está en los primeros 30 cms de la superficie del suelo.
- Arado de cincel rígido, si la compactación sobrepasa los 30 cms hasta 40 cms.
- Subsolador, si la compactación está a más de 40 cms de profundidad.

La labranza es recomendable en suelo seco y a una velocidad mayor de 10 km/h. Si el suelo se encuentra muy duro, deben hacerse por lo menos dos pases, el último siempre en dirección diagonal al anterior.

### • Utilización de Leguminosas como Abonos Verdes

Se recomienda la siembra de frijol capizuna como abono verde, por su función múltiple desde la protección del suelo contra altas temperaturas y vientos propios de la región, hasta el aporte a los 37 días después de la emergencia, de tres toneladas de ma-

teria seca y 3.2% de nitrógeno; además, por ser una planta nativa de la región, esta leguminosa es bastante tolerante a la sequía. Sin embargo, el agricultor puede decidirse por otra leguminosa ó asociación de ésta con gramínea, dependiendo del tiempo y de las condiciones climáticas que disponga para la rotación.

### • Desbrozada

Cuando las leguminosas o gramíneas se encuentren en floración se aconseja desbrozar con el fin de hacer un colchón de residuos en el suelo, facilitar la incorporación de nutrientes y proteger el suelo mientras se establece el cultivo del algodón.

### • Siembra

Siembra de algodón con sembradora de labranza mínima.

## SELECCIÓN DEL SISTEMA DE LABRANZA

Es necesario antes de la siembra del algodón hacer un diagnóstico de los limitantes físicos del suelo a través de calicatas (0.80 m x 0.80 m x 0.80 m) luego de evaluar las propiedades físicas que determinarán técnicamente el sistema de labranza apropiada.

La tabla 6 presenta algunos criterios para escoger el sistema de labranza apropiado a las condiciones físicas del suelo, basados en investigaciones realizadas dentro del Plan de Algodón, Cesar 95 y otros trabajos realizados en Colombia.

**Tabla 6. Selección del sistema de labranza según propiedades físicas**

Propiedades Físicas del Suelo	Labranza Profunda			Labranza Mínima			Labranza Cero		
	Pesado	Medio	Liviano	Pesado	Medio	Liviano	Pesado	Medio	Liviano
Textura									
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	> 1.5	> 1.6	> 1.8	13-15	14-16	16-18	< 1.3	< 1.4	1.6
Porosidad (%)	< 42	< 3.8	< 3.2	42-50	38-46	32-40	> 50	> 46	> 40
Infiltración mm/h	< 5	< 20	< 63	5-10	10-20	20-63	> 10	> 20	> 63
Materia orgánica	Baja	Baja	Baja	Media	Media	Media	Alta	Alta	Alta

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La labranza ocasiona cambios en las propiedades físicas de los suelos.
2. La labranza profunda en rotación con abonos verdes mejora las propiedades físicas de los suelos.
3. El mejoramiento de las propiedades físicas de los suelos incrementa los rendimientos del cultivo del algodón.
4. Es recomendable evaluar las propiedades físicas de los suelos antes de aplicar un sistema de labranza.

## BIBLIOGRAFÍA

- **Amézquita, E. 1992.** Procesos físicos de degradación de suelos en Colombia ICA. Boletín informativo No. 70. Bogotá, Colombia 32 p.
- **Amézquita, E. 1998.** Propiedades físicas de los suelos de los Llanos Orientales y su requerimiento de labranza Memorias del encuentro Nacional de Labranza de Conservación Villavicencio. Pag. 146-153.
- **Bonilla, R. y Murillo, J. 1998.** Desarrollo de sistemas de manejo para la recuperación y conservación de suelos en el Caribe Seco Colombiano. Corpoica Informe Técnico. Codazzi. 12 p.
- **Bonilla, R. y Murillo, J. 1998-1999-2000.** Desarrollo de sistemas de manejo para la recuperación y conservación de suelos en el Caribe Seco Colombiano Corpoica. Informe Técnico. Codazzi. 17 p.
- **Castro, H. F. 1995.** Producción sostenible de cultivos utilizando técnicas biológicas y conservacionistas. Un modelo aplicable al trópico cálido y colombiano. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Suelos ecuatoriales. Bogotá. pp. 96-97.

- **Castro, H. F., Delgado, C. A. y Amézquita, E. 1991.** Sistemas de labranza y producción de cultivos en suelos con limitantes físicos. Suelos Ecuatoriales 21 (1): 21-28.
- **Herrera, P.P. 1989.** Efecto de la labranza sobre algunas propiedades físicas del suelo Tesis para optar el título de Agrólogo. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. Colombia.
- **Montenegro, G. y Malagón D. 1990.** Propiedades físicas de los suelos Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Colombia.