

# **ALGUNOS CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES FISICAS DE UN SUELO VERTISOL, SOMETIDO A MECANIZACION INTENSIVA, EN EL VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA**

Hugo Ruiz E.<sup>1</sup>

Lucio Legarda B.<sup>2</sup>

Edgar Amézquita C.<sup>3</sup>

## **RESUMEN**

La presente investigación se desarrollo en un suelo vertisol sometido a uso intensivo, durante los últimos treinta años en el valle geográfico del río Cauca. Las evaluaciones se realizaron en el primer semestre de 1998 bajo un cultivo de algodón antecedido por un cultivo de soya en el sistema de rotación.

Los resultados mostraron que los valores de espacio aéreo y difusividad se incrementaron entre el primer muestreo (Antes de la preparación) y el final del cultivo (Después de cosecha), en general los incrementos estuvieron por debajo de los límites críticos propuestos por varios autores para los cinco tratamientos estudiados ( mulch tiller (MT), cincel vibratorio (CV), labranza convencional (LC), siembra directa (SD), y suelo bajo cacao sin explotación). Los mayores incrementos en espacio aéreo se obtuvieron con CV 1,87% (inicio) y 6,61% (final) en la profundidad de 0 a 10cm. Entre 20 y 30cm los valores para este tratamiento fue de 8,72% y 9,33% al inicio y final respectivamente. De la misma manera se observó un aumento considerable en este parámetro en la profundidad 20 a 30cm para MT pasando de 1,99% a 16,69% en el muestreo final.

---

<sup>1</sup> ProfesorTiempo Completo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

<sup>2</sup> Profesor Titular. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

<sup>3</sup> Ph.D. Físico de suelos. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.

La mayor profundidad radical se obtuvo en los tratamientos con labranza vertical (MT y CV), correspondiendo a cincel vibratorio el máximo valor con 18,75cm.

**Palabras claves:** Labranza intensiva, espacio aéreo, difusividad.

### ABSTRACT

This research was done on the vertisol soil which has undergone intensive tillage for the last 30 years on the geographic Valley of the Cauca river. Evaluation took place in the first semester of 1998 under a cotton plantation which followed a soya plantation within the rotation system.

The results showed that the air space and diffusing process increased between in first sample (before preparation) and at the end of crop (after crop). In general increase was under the critical limits proposed by several authors for the 5 treatments studied (mulch tiller (MT)), vibrating chisel (VC), conventional farming, direct planting, and low soil cocoa without exploitation. The highest increase of the air space was got with VC 1,87% (start), and 6,61 (end) from a 0 to 10 cm. Depth. The values for this treatment between 20 and 30 cm. Were 8,72% and 9,33 % at the start and end respectively. In the same way a considerable increase of this parameter was observed at the depth of 20 to 30 cm. Going from 1,99% to 16,69% in the final sample.

The greatest radical depth was got in the treatment with vertical tillage (MT and VC), corresponding to vibrating chisel the highest value of 18,75 cm.

Keys words. Intensive tillage, air, space, diffusing process.

### INTRODUCCION

La preparación del suelo con miras a mejorar las condiciones principalmente físicas es válido, pero la no diagnosis del suelo ha llevado a muchos sectores agrícolas del país a una baja en la productividad y procesos degradativos del suelo (Compactación, sellamiento superficial, salinización, etc.). Una extensa área del Valle del Cauca es un ejemplo de estos procesos, por ello en la actualidad se vienen desarrollando algunas estrategias de manejo y preparación de suelos, donde la labranza de conservación se presenta como una de las alternativas para la preparación de suelos. El presente artículo hace parte de una serie de trabajos que se han realizado en esta zona buscando nuevas estrategias eficientes de preparación de suelos y a la vez que eviten o disminuyan la continua degradación de la capa arable del recurso suelo.

Uno de los problemas a tener en cuenta cuando se prepara el suelo es según Amézquita (1998) la fragilidad estructural del suelo que mal manejada se degrada con la consecuente pérdida de productividad del suelo. Por su parte Figueroa y Morales (1994) sostienen que la labranza es el uso de implementos mecánicos sobre el suelo para acondicionarlo y permitir un buen desarrollo de semillas y raíces, complementa este concepto Hillel (1969) cuando dice que la labranza puede influir en la producción final de los cultivos de una manera positiva o negativa.

Es necesario diferenciar los conceptos de labranza, por ello de labranza primaria se puede decir que es aquella que se realiza hasta una profundidad de 35 cm en promedio y se hace con arados de disco, cincel o subsoladores. La labranza secundaria se realiza a una profundidad de 15 cm en promedio generalmente después de la labranza primaria en busca de nivelar el terreno, y se realiza con implementos livianos (Rastrillos). La labranza convencional es la que realiza tradicionalmente el agricultor

en una secuencia de primaria luego secundaria. Una alternativa actual de manejo de suelos es la labranza de conservación que CTIC (1993) la define como cualquier sistema de labranza y siembra en el cual al menos el 30% de los residuos de cosecha anterior queden sobre la superficie del suelo; complementar este concepto Mannering y Fenster (1983) y Allmarras et al (1985) manifestando que este sistema mantiene la rugosidad del suelo. Por su parte Sprage (1986), sostiene que la siembra directa es una de las alternativas de labranza de conservación ya que es mínimo el manejo del suelo y es un sistema indispensable en la zona tropical para conservar la materia orgánica del suelo. De acuerdo con la problemática anterior con el presente trabajo se pretendió evaluar como eran las variaciones del espacio aéreo y la difusividad a tres profundidades en el perfil del suelo, como consecuencia de la mecanización tradicional y la de conservación, contrastando con un testigo absoluto sin cultivo.

## METODOLOGIA

El presente trabajo se realizó en un lote ubicado al sur del valle geográfico del río Cauca, perteneciente a CORPOICA – Palmira, cuyas coordenadas son 76°19' longitud oeste y 3°31' latitud norte, altura sobre el nivel del mar 1008m., temperatura promedio 24°C, en un suelo Epiaquert típico, arcilloso fino mezclado (carbonático) Isohipertérmico.

La preparación del suelo se hizo de acuerdo con la siguiente descripción:

Tratamiento 1: labranza convencional (LC); un pase de guadaña, un pase de arada de discos, dos pases de rastrillo, un pase rastrillo pulidor, un pase de sembradora. Tratamiento 2: Mulch tiller (MT); un pase de desbrosadora, dos pases de mulch tiller, dos pases de field cultivator, un pase sembradora. Tratamiento 3: Siembra directa (SD), un pase field cultivator, un pase de sembradora. Tratamiento 4: Cincel vibratorio (CV), un pase de desbrosadora, dos pases de cincel vibratorio, dos pases de field cultivator, un pase de sembradora. Tratamiento 5: Testigo absoluto (Cacao sin Explotación).

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar, con la introducción del concepto de error de restricción por la no aleatorización, Universidad Nacional de Colombia (1993). El área para cada sistema de labranza (tratamiento) fue de una hectárea. La profundidad de muestreo en el perfil del suelo fue de 0-10, 10-20 Y 20-30 cm; muestreado con anillos de acero y con un muestreador de núcleo. Los muestreos se hicieron en tres sitios para cada tratamiento. Las caracterizaciones para los parámetros físicos evaluados se hicieron de acuerdo a las metodologías propuestas por Forsythe (1980). Las muestras se tomaron en el semestre 1998A durante el ciclo del cultivo algodón, en dos épocas: Antes de la preparación (inicio) y final después de la cosecha (final), este cultivo venía de rotación el anterior semestre con soya.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Espacio aéreo.** La Figura 1 muestra los contrastes encontrados en cuanto al espacio aéreo, para los sistemas la labranza estudiados; en la profundidad 3-10 cm, durante el primer muestreo (inicio) se observa un valor porcentual en general bajo en el espacio aéreo 1,87%; estos valores están muy lejos del valor propuesto por Wesseling y Van Wijk (1957), citado por Forsythe (1980) del 10% como limitante para que haya una buena aireación y transmisión de gases en el suelo; los datos muestran el panorama de degradación dentro de esta profundidad. Esto posiblemente esté ocasionando impedimentos en el desarrollo y actividad de la raíz, situación que se pone de manifiesto en estudios realizados por Gregory (1994), cuando habla de las limitantes en la penetrabilidad del suelo por parte de la raíz y su influencia en el desarrollo de las plantas.

El resultado al final (Figura 2) muestra un incremento en todos los tratamientos de labranza; y se presentó diferencias estadísticas significativas entre L.C, (15,61%) y

el resto de tratamientos (Tabla 1); lo anterior posiblemente se deba a que en el tiempo la influencia de la labranza vaya acondicionando el suelo, haciendo del suelo un medio poroso, con relaciones de poros en diferentes tamaños, lo cual le da al suelo diferentes cualidades y comportamientos, situación expuesta por Greeland (1977).

En cuanto a la evolución del espacio aéreo para la profundidad 10-20 cm, en el inicio se observa una gama de valores siendo SD (10,88%) y CV (7,37%) los tratamientos de mayores valores y se diferenciaron estadísticamente de los otros sistemas de labranza (véase tabla 1); al contrastar con los valores obtenidos en el muestreo final (figura 2), se observa que los iniciales disminuyen considerablemente excepción hecha de LC (15,61%), que presentó diferencias estadísticas significativas con respecto a los demás tratamientos.

Esta reducción posiblemente se puede atribuir a que en esta profundidad la influencia de la labranza no se manifieste por ello no se observan modificaciones cuantitativas en el suelo hasta el momento; además en un suelo compactado como el de estudio se hace necesario un seguimiento a largo plazo para detectar algunos cambios y permitir una máxima penetración de raíces dentro de una atmósfera aceptable, ya que la presión ejercida de la rizosfera por los diferentes cultivos en el suelo varía de cultivo a cultivo, según autores como Russell y Guss (1974); además Stolzy Barley (1968) Eavis et al (1969), Taylor y Ratliff (1969); citados por Amezcua (1998), lo cual permite afirmar también que el espacio aéreo para cada cultivo es necesario estudiarlo y determinar cual es el espacio óptimo con miras al manejo del suelo.

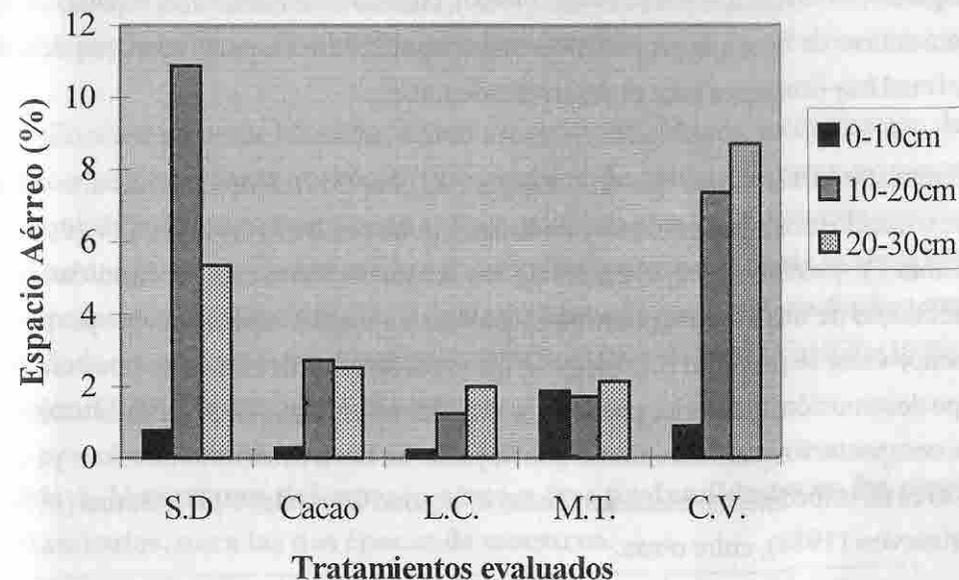


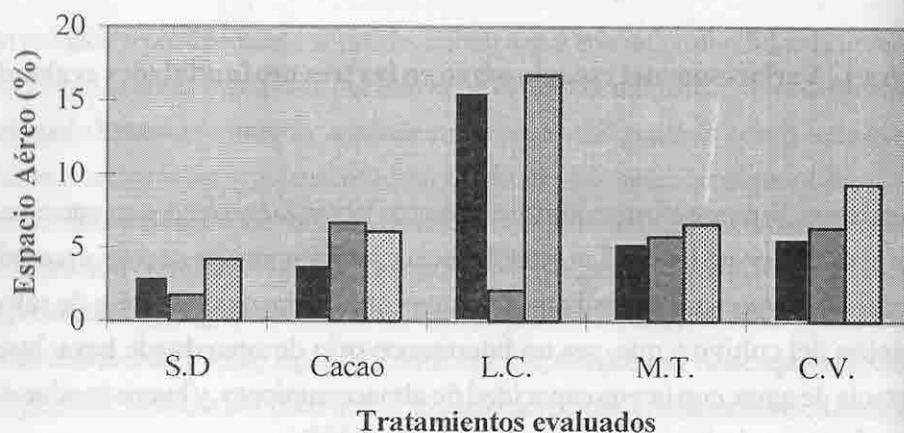
Figura 1. Variaciones del espacio aéreo en las tres profundidades evaluadas

Sin embargo, se puede afirmar que los sistemas de labranza empleados en este estudio hasta el momento no logran fijar su influencia y permitir un incremento apreciable del espacio aéreo para garantizar una buena atmósfera de desarrollo de raíces, nutrición del cultivo y que sea un buen reservorio de agua donde haya buena aceptación de agua, con buena capacidad de almacenamiento, y buena conducción de la misma, según lo expuesto por Amézquita (1998).

La figura 2 también muestra los valores obtenidos para espacio aéreo en 20-30 cm. al inicio y final se observa que CV presenta aumento de 0,61% en los valores de (Tabla 1). No obstante estos valores son bajos de acuerdo con el mínimo necesario de aireación propuesto por Wesseluna y Van Wijk (1965), Forsythe y

Legarda (1973) citados por Forsythe (1980), cuando determinaron el espacio aéreo para cultivo de frijol que proponen como límite el 25% del espacio aéreo por debajo del cual hay limitantes para el desarrollo de raíces.

El muestreo final indica que únicamente L.C (16,95%) obtuvo el más alto valor presentando un comportamiento estadístico similar con M.T (6,61%) y C.V (9,33%) (Tabla 1); posiblemente, el efecto de las labranzas sobre esta profundidad esté afectando de una manera positiva el mejoramiento del espacio aéreo, ya que el menor valor lo presentó S.D (4,19%) que es el sistema donde no se hace ningún tipo de remoción; lo anterior puede estar beneficiando al suelo en reversar situaciones de compactación y adensamiento que impiden un buen desarrollo de raíces ya que esto es un impedimento mecánico como lo expone Gavande (1987), Bouza (1981), Primavesi (1988), entre otros.



**Figura 2. Variaciones del espacio aéreo en las tres profundidades evaluadas(Final)**

De otra parte es importante recalcar que a pesar de encontrar un aumento general del espacio aéreo, no es suficiente como para pensar en una situación favorable a largo plazo en la atmósfera de este suelo, ya que los porcentajes de espacio aéreo

siguen siendo bajos y de hecho el reacomodamiento del suelo y la acumulación de labores puede influir en el valor final para esta variable.

Por ello alternativas de labranza, unido a rotación de cultivos, incorporación de abonos verdes y manejo de altos porcentajes de mulch en estas primeras profundidades pueden ser acciones a tomar en cuenta para estabilizar este aspecto edáfico con miras a crear una mejor atmósfera del suelo lo que puede facilitar una mejor exploración del suelo por parte de la raíz, labor esta que ha sido profundamente estudiada por autores como Amézquita (1991), Galerani (1994), Griffith (1970), Gregory (1994) Primavesi (1988) entre otros.

**Tabla 1. Variaciones del espacio aéreo a tres profundidades en los cinco tratamientos, para las dos épocas de muestreo.**

Tratamiento	Inicio			Final		
	0-10cm	10-20cm	20-30cm	0-10cm	10-20cm	20-30cm
S.D	0.77 b**	10.88 a	5.35 a	3.04 cb	1.76 dc	4.19 d
Cacao	0.28 cb	2.72 c	2.51 b	3.88 cb	6.65 a	6.07 c
L.C	0.22 cb	1.22 cd	1.99 c	15.61 a	2.08 c	16.69 a
M.T	1.87 a	1.71 cd	2.14 b	5.37 b	5.74 ab	6.61 ba
C.V	0.89 b	7.37 ab	8.72 a	5.73 b	6.36 a	9.33 ba

\*\* Letras iguales no hay significancia estadística al nivel del 5%

### Coefficiente de difusión.

Para esta variable que está relacionada con el espacio aéreo, se pudo observar que los coeficientes al final de los muestreos correspondieron L.C. (11,87) (Ver figura 3 y 4, Tabla 2); donde a la profundidad 20-30 cm. se detectó el mayor avance en cuanto a esta variable posiblemente en esta profundidad exista una mejor difusión de aire y gases que en las otras profundidades y otros sistemas de labranza, pero si

bien este dato es alto con respecto a los demás valores obtenidos en el estudio, no es indicativo de una óptima aireación y transmisión de gases en estos suelos compactados ya que la difusividad está en función del espacio aéreo y los límites de tolerancia de espacio así como de difusividad es necesario estudiarlos para cada cultivo ya que tienen necesidades distintas las raíces en el perfil del suelo, por ello sus exigencias son diferentes; es así como Wesseling y Van Wijk (1957), Robinson (1964), Forsythe y Legarda (1973) citados por Forsythe (1980); Gregory (1994); Reichard T (1985); Amezcuita (1991), plantean la necesidad de crear una atmósfera en el suelo acorde a las necesidades de la raíz del cultivo, con el fin de garantizar la sostenibilidad de la productividad tanto del cultivo como del valor agregado que se deja al suelo, mediante la determinación de la atmósfera adecuada por el buen desarrollo de las plantas acorde a las necesidades de aireación y difusión.

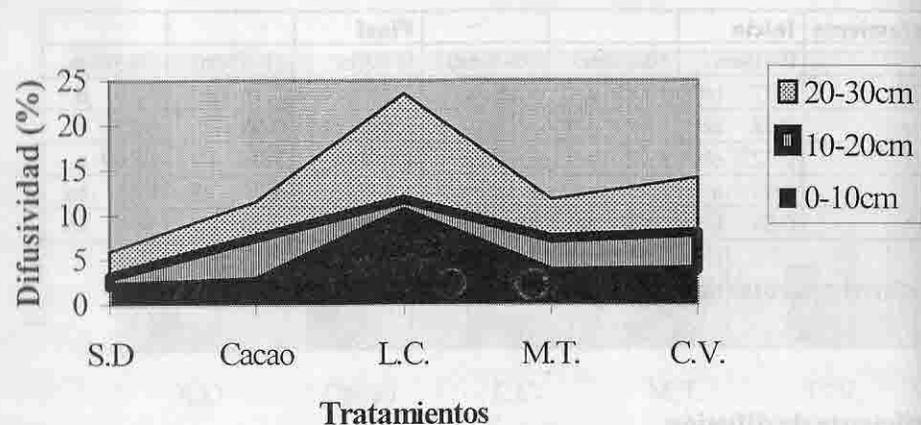


Figura 4. Variaciones en el coeficiente de difusión en los cinco tratamientos (Final)

Tabla 2. Variaciones en Difusividad para cinco tratamientos en tres profundidades, en los dos épocas de muestreo.

Tratamiento	Inicio			Final	
	0-10cm	10-20cm	20-30cm	0-10cm	10-20cm
S.D.	2.00	1.16	2.76	2.00	1.16
Cacao	2.56	4.89	4.00	2.56	4.89
L.C.	10.3	1.37	11.87	10.3	1.37
M.T.	3.54	3.79	4.36	3.54	3.79
C.V.	3.78	4.19	6.16	3.78	4.19

**Desarrollo de la raíz.** En la Figura 5 se puede observar los resultados de desarrollo de raíz, en el perfil del suelo, y muestra que cincel vibratorio (18,75 cm) y mulch tiller (15,50); presentaron similar comportamiento estadístico, mostrando diferencias estadísticas significativas con siembra directa (8,60 cm).

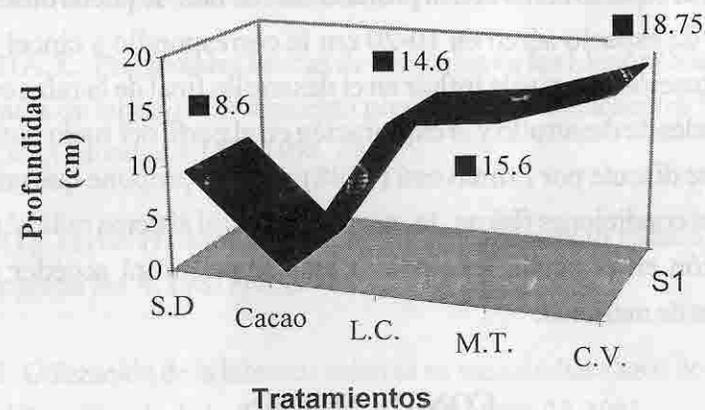


Figura 5. Profundidad de Raíz en los tratamientos evaluados, cultivo de algodón.

La influencia de la labranza vertical se observa en el resultado final del desarrollo de raíz del algodón, por ello a pesar de que en estos suelos un valor de 18,75 cm de profundidad efectiva es bajo el nivel de suelo que puede explorar una raíz sin encontrar

impedimento; muestra que los dos sistemas de labranza vertical CV y M.T, le confieren al suelo características que le permiten al sistema radical, vencer la resistencia del suelo, lo cual puede estar colaborando a ejercer mejor su máxima presión axial, evitando deformarse la raíz en estos suelos endurecidos por el uso intensivo.

Con la precisión anterior es factible afirmar que con el uso de implementos adecuados y oportunos (labranza vertical) puede producirse el aflojamiento del suelo aumentando la penetrabilidad de las raíces y disminuyendo la impedancia mecánica, situación expuesta por Castro y Amézquita (1991), Arking y Taylor (1981); Reichardt (1985); cuando se habla del manejo de la labranza y el beneficio en el suelo o respecto al almacenamiento de agua y suministro de aire especialmente.

Al relacionar el espacio aéreo con la profundidad de raíz, se puede observar que el mayor valor de espacio aéreo en 10-20 cm le correspondió a cincel vibratorio (6.636%); situación que puede influir en el desarrollo final de la raíz; esto mejora las posibilidades de desarrollo y la exploración en el perfil del suelo por parte de la raíz, lo cual se discute por Primavessi (1988), cuando propone que un suelo que tenga mejores condiciones físicas le proporcionará al sistema radical mejor área de exploración en el perfil, adicional a esto le permitirá acceder a mejores oportunidades de nutrición.

### CONCLUSIONES

El espacio aéreo en los cuatro sistemas de labranza mostró que es susceptible de aumentar con la preparación del suelo.

En general los índices de espacio aéreo estuvieron por debajo de los límites propuestos por diversos investigadores.

Los coeficientes de difusión fueron bajos repercutiendo negativamente en la difusividad de gases en el perfil del suelo.

El desarrollo del sistema radical, mostró una mejor respuesta en los tratamientos que correspondieron a la labranza vertical (MT, CV).

### BIBLIOGRAFIA

AMEZQUITA, E. A study the water regime of a soil during approach to field capacity and permanent wilting point. Ph.D. theses. U.K. University of Reading, 1981. 244p.

AMEZQUITA, E. Procesos dinámicos del suelo y Nutrición Vegetal, XXI Congreso Anual y 1er Simposio Nacional sobre Fisiología de la Nutrición Mineral. Manizales, Colombia, Comalfi., 1991. 78 p.

AMEZQUITA, E. Propiedades Físicas de los suelos de los Llanos Orientales y sus requerimientos de labranza. Documento presentado para Encuentro Nacional de Labranza. Cali, Colombia, CIAT., 1998. 29 p.

ARKING, G y Taylor H. Modifying the root environment to reduce crop stress. AIDE Monograph No. 4. 1981. 140p.

BOUZA, H. Utilización de la labranza mínima en suelos tabacaleros de la provincia del Pinar del Río, Ciencia de la Agricultura (Cuba). 10:20-23. 1981.

FIGUEROA, S. Y MORALES, F.. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. Chapingo, México, SARH y Escuela de Postgrado, 1994. 273 p.

FORSYTHE, W. Física de suelos, Manual de Laboratorio, I.I.C.A. San José, Costa Rica. 1980. 211 p.

GALERANI, P. Cropping system and rotation in tropical soybean II improvent an production. Roma, Italia, EMBRAPA, CNPSO., 1994. 145-151pp.

GAVANDE, A. Física de suelos, principios y aplicaciones. México, Ed. Limusa. 1987. 351 p.

GREGORY, P. Root growth and activity. In physiology and determination of crop yield. Winsconsin, USA. ASA, CSSA, SSSA., 1996. 65-94pp.

GREENLAND, D.J. Structural organization of soil and crop production. In D.J. Greenland and R. Lal (eds). Soil physical conditions and crop production in the tropics. England, Chichester, 1977.45-57 pp.

GRIFITH, D. Evaluation of tillage and planting system for corn production, Research progress report. Purdue university. 1970. 270p.

HILLEL, D., ARIEL, D., OSLOWKI, S., SIBE, E., WOLF, D., YAVNAI, A. Soil crop tillage interaction in dry land and frigated farming. Research report. Jerusalem, Israel, Department of agricultural by the Hebrew university. 1969. sp.

MANNERING, J., FENSTER C. What is the conservation tillage. , USA, Soil water conservation. 38:141-143. 1983.

PRIMAVESI, A. Manejo ecologico do solo. Novena edicao. Sao Paulo, Brasil, ed Nobel. 1988. 180-456 pp.

REICHARDT, K. Procesos de transferecia no sistema solo-planta-atmosfera. Sao Paulo, Brasil, Publicao especial do centro de energia nuclear na agricultura USP- CNEN e fundacao Cargill, 3a. edicao 1985. 285p.

RUSSELL, R. Y GOSS M. Physical aspects of soil fertility , the response of roots to mechanical impedance. USA, Neth Agric. SCI, 22: 305-318. 1974.

SPRAGE, M. Y TRIPLET, G. No tillage and surface tillage agriculture. New York, USA, John Wiley and Son. 1986. 59-369 pp.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Seminario nacional sobre estadística. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 1993. 220p.