

## **EVALUACIÓN DE LA RESERVA ENERGÉTICA DEL SUELO EN TRES SISTEMAS DE LABRANZA EN UN CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO CENTRAL CASTILLA – VALLE DEL CAUCA - COLOMBIA**

**Zúñiga E, O\*<sup>1</sup>; Reyes T, A\* y Pohlen J\*\***

<sup>1</sup>Laboratorio de Física Ambiental – Facultad de Ciencias -  
Universidad del Valle – AA. 25350 –Cali, Colombia

<sup>2</sup>El Colegio de la Frontera Sur, Apdo. Postal 36, 30700  
Tapachula, Chiapas, México

**Recibido** Nov-2006, **revisado** Mar-2007, **aceptado** Jun-2007 **Publicado** Dic-2007

**Resumen.** Se realizó la evaluación de tres sistemas de labranza en función de la Reserva Energética y otras propiedades del suelo, a fin de determinar la conveniencia de su aplicación en dos haciendas del Ingenio Central Castilla S.A. Los sistemas de labranza evaluados fueron Labranza Tradicional (I.T), Labranza Continua (LC) y Labranza Mixta (LM) y se realizaron muestreos antes y después de su aplicación. Para una de las haciendas se determinó cuantitativamente la conveniencia de la aplicación de la Labranza Mixta (LM), mientras que para la otra se recomendó la utilización del sistema de Labranza Continua (LC) por ser los sistemas que a las condiciones de suelo muestreadas presentaron mayores Reserva Energética Activa del suelo después de las labores.

**Abstract.** An evaluation of three cultivation systems of sugar cane was carried out through the measure of the Soil Energy Reservoir and other soil physics properties to determine the convenience of their application in two sugar cane fields on Ingenio Central Castilla. The three evaluated systems were Traditional Tillage (TT), Continuous Tillage (CT) and Mixed Tillage (MT) and they were carried out sampling before and after their application. For one of sugar cane fields the convenience of the Mixed Tillage (MT) was quantitatively determined, while for the other one the use of the Continuous Tillage (CT) was recommended, because this tillage system presented bigger Soil Energy Reservoir after their application.

### **1 Introducción**

La preparación del terreno o labranza se refiere a las diferentes manipulaciones del suelo con el fin de proporcionar unas condiciones óptimas para el desarrollo y germinación de la semilla (Amézquita, 1994). Los trabajos de labranza y preparación del suelo tienen por finalidad airear el suelo, descompactarlo, destruir la vegetación existente, tanto si es soca, arvenses o plantas naturales.

Para ofrecer al cultivo las características de suelo requeridas para un óptimo desarrollo radicular, en el cultivo de la caña de azúcar se realizan varias labores con maquinaria pesada sobre suelos húmedos, como son el abono mecánico y la cosecha durante 6 - 7 cortes en el mismo lote.

La compactación del suelo que trae como consecuencia el tráfico de maquinaria es una de las principales causas de los bajos niveles de productividad del cultivo de la caña de azúcar; originada fundamentalmente durante la zafra y los tratamientos de socas

Recientemente ante los costos crecientes de la maquinaria agrícola y de la energía, se están estudiando las diferentes labores de preparación y levantamiento de socas. Torres, J (1996), comparo el laboreo tradicional (LT) con relación al no laboreo (NL) en caña de azúcar obteniendo diferencias entre las propiedades físicas evaluadas a favor del NL. También los mayores rendimientos del cultivo y los menores costos de mano de obra y combustibles se obtuvieron con NL.

## 2 Materiales y Métodos

**Ubicación** - El Ingenio Central Castilla S.A. se encuentra ubicado a 35 Km del este de la ciudad de Cali y a 25 Km al Sur de la ciudad de Palmira en el Valle del Cauca. La evaluación de los tres sistemas de labranza se llevo a cabo en las haciendas Castilla (suerte 031) y Botero (suertes 050 y 052), cuyos suelos pertenecen a las consociaciones Palmira y Primavera respectivamente. Las características meteorológicas promedio de la zona del ingenio registradas en la estación Central Castilla se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Características meteorológicas del la zona del Ingenio Central Castilla S.A de acuerdo a datos de la estación Central Castilla

Temperatura máxima anual	30.1 °C
Temperatura mínima anual	17.8 °C
Oscilación media	12.3 °C
Precipitación media anual	1.212 mm/año
Evaporación media anual	1.601 mm/año
Evaporación media diaria	4.38 mm/día
Brillo solar	2.090 Hr/año
Humedad relativa en periodo seco	69%
Humedad relativa en periodo lluvioso	78%

**Sistema de Labranza Tradicional** - Este sistema de preparación es el más usado. Se inicia con la destrucción de cepa que se hace con un rastro-arado de entre 10 y 28 discos y un diámetro entre 28 y 32. Los requerimientos de potencia del tractor varían con el tipo de suelo, empleando enlantados de 225 a 450 HP, cuya función es destruir e incorporar los residuos del cultivo

anterior, volteando el suelo y dejándolo expuesto a la acción de los rayos solares. El orden en que se realizan las labores, desde abajo hacia arriba, causa la compactación del suelo al final de la preparación.

**Sistema de Labranza Continua** – En este sistema se hace destrucción de cepa con el subsolador a una profundidad de 60-80 cm, logrando fracturar el suelo y destruir las capas compactadas o impermeables y facilitando el movimiento del aire y el agua. Este tipo de labranza tiene su importancia económica y conservacionista por la reducción de operaciones y porque no se voltea el suelo dejándolo expuesto a la radiación ultravioleta.

**Sistema de Labranza Mixta** - De acuerdo a trabajos realizados por el Ingenio Central Castilla, (2003) este sistema se propuso para “Grupos de Suertes Homogéneas” – GSH<sup>1</sup> que presenten textura franco-arenosas, suelos livianos para la mecanización, que no presenten problemas con drenajes y niveles freáticos altos. Este sistema ayuda a reducir la compactación del suelo en la preparación porque la labor de subsolado se hace posterior a la germinación, mejorando la permeabilidad del suelo. Las labores y el número de pases requeridos en cada sistema de labranza se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2** Labores y número de pases en los sistemas de Labranza Tradicional, Continua y Mixta

Labranza	Trad	Cont	Mixta
Labor	Pases		
Destrucción de cepa	2	-	-
Subsolado o cincel	2	2	-
Rastrillado	2	2-3	2-3
Pulida	1-2	1-2	2-3
Surcada	1	1	1-2
Subsolado postsiebra	-	-	-

**Metodología**- la evaluación se llevo a cabo en dos etapas: un muestreo previo a la aplicación de los sistemas de labranza para verificar las condiciones iniciales y, luego de la aplicación de los mismos, un muestreo final para la evaluación de las condiciones finales de suelo. En todas las etapas se evaluaron los indicadores: Densidad aparente, Conductividad térmica, Macro-microporosidad, Actividad microbiana y Textura. La distribución de los sistemas de labranza en la hacienda Castilla (suerte 31) y en la hacienda Botero (suerte 050 y 052) se muestra en las figuras 1 y 2.

<sup>1</sup> Los GSH son un sistema de clasificación del Ingenio Central Castilla que agrupa las suertes con características similares de clima, radiación y precipitación, grupos de manejo del IGAC, salinidad, topografía, drenaje y disponibilidad de agua para riego.

En el muestreo inicial de la hacienda Castilla (suerte 031) se tomaron tres puntos y en el muestreo final se tomaron cinco (5) puntos para cada sistema de labranza. Los suelos de la hacienda Castilla (suerte 031) son de textura F

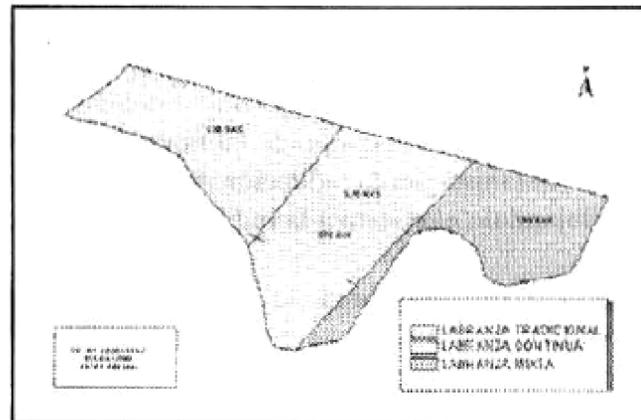


Figura 1. Distribución de los sistemas de labranza en la Hacienda Castilla (suerte 031)

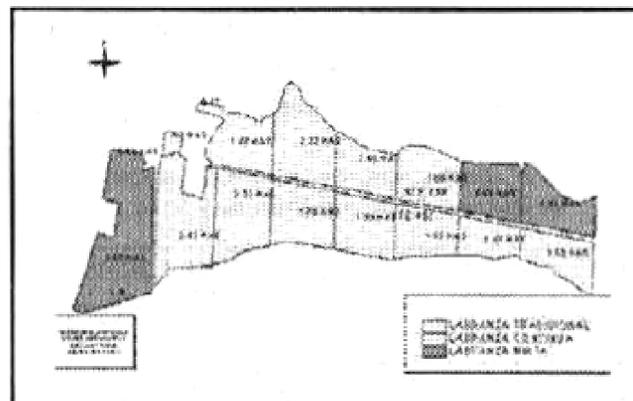


Figura 2. Distribución de los sistemas de labranza en la Hacienda Botero (suerte 050 –052)

En el muestreo inicial de la hacienda Botero (suertes 050 y 052) se tomaron cinco puntos y en el muestreo final se tomaron quince (15) puntos para los tratamientos Labranza Continua (LM) y Labranza Mixta (LM) y veinte (20) para el tratamiento Labranza Tradicional (LT). Los suelos de la hacienda Botero (suerte 050 y 052) son en su mayoría de textura FA. Una pequeña zona de la suerte es de textura F. Todos los puntos de muestreo incluyen dos profundidades (0-15 y 15-30 cm).

**Reserva Energética del Suelo - Primer Modelo Aproximativo** - El estudio del suelo puede enfocarse desde distintos puntos de vista. Uno de ellos es la aproximación pedológica que considera el suelo como un conjunto dinámico de tres fases: sólida, líquida y gaseosa y los diferentes suelos presentan distintas proporciones de estos componentes.

Una visión energética del suelo lo considera como un sistema de muchas partículas con flujos de energía aprovechable para el crecimiento de los cultivos. En una primera aproximación consideramos la energía del movimiento mecánico del suelo en interacción con una fuente de calor externa (Q) producida por una corriente eléctrica. La energía mecánica de este sistema no conservativo se puede expresar en función de una energía cinética  $W_k$  y su energía potencial  $W_p$ .

$$W_k + W_p = Q_{ext} \quad (1)$$

En esta primera aproximación hemos relacionado la expresión macroscópica de la energía cinética de un sistema de partículas de suelo.

$$\sum_{i=1}^k \frac{m_i v_i^2}{2}$$

En una expresión microscópica del suelo correspondiente a la cinética de la actividad microbiana (AM) del suelo medido por medio de la respiración:

$$W_k = \sum_{i=1}^k \frac{m_i v_i^2}{2} = \sum_{i=1}^k P^* AM_i$$

energía potencial del suelo se considera igual a la suma algebraica de las energías potenciales  $W_{ik}$  de las interacciones de todos los pares de puntos posibles del sistema suelo y representa la reserva energética activa del suelo (REAS).

$$W_p^{tot} = \sum_{i=1}^n \sum_{k>1}^n W_{ik} = \frac{1}{2}$$

Igualmente el calor externo  $Q_{ext}$  producido por una sonda térmica<sup>1</sup> externa al suelo se puede cuantificar a partir de la medición de la conductividad térmica del suelo ( $\epsilon$ ).

$$\sum_{i=1}^k P^* AM_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{k>1}^n W_{ik} = q \epsilon$$

A partir del cálculo de la actividad microbiana y la conductividad térmica del suelo se puede calcular en primera aproximación la reserva energética activa del suelo (REAS).

$$REAS = q \lambda \sum_{i=1}^n P^* AM_i$$

**Procedimientos estadísticos** - Para el análisis estadístico se realizó una prueba de Tukey a un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .

### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan antes (PRE) y después de la aplicación de los sistemas de labranza para las dos profundidades evaluadas.

Hacienda Castilla (suerte 031)

**Tabla 3.** Indicadores Da, % EPT, %IP, % H e ICL a las dos profundidades de muestreo antes y después de de los sistemas de labranza en la Hacienda Castilla (suerte 031)

Sistema	%H	Da(g/cm)	%EPT	%Micro	%Macro	%IP	ICL
<b>0-15</b>							
Pre	16,30	1,32	44,38	34,74	9,55	80,00	
LT	21,43	1,43	41,89	36,34	5,04	78,46	0,68
LC	25,04	1,43	49,10	41,24	7,85	100,00	2,70
LM	20,62	1,27	44,87	30,36	0,39	82,43	3,03
<b>15-30</b>							
Pre	17,69	1,86	40,73	36,53	4,21	69,31	
LT	23,28	1,48	49,51	44,89	4,63	67,93	0,64
LC	21,23	1,44	44,47	37,32	7,15	80,40	2,22
LM	20,52	1,46	42,46	34,78	7,66	74,69	2,43

<sup>1</sup> Dispositivo Electrotérmico de Medida: O. Zúñiga, A. Reyes y Universidad del Valle, 2003.

Patente de Invención Europea N° : 20030228 (en proceso).

Da: densidad aparente, E.P.T: espacio poroso total, I.P: Índice de porosidad y H: humedad Gravimétrica, ICL: Índice de Calidad de Laboreo

En el muestreo Inicial (PRE) a la profundidad 0-15 el indicador Da se encuentra por debajo del valor mínimo recomendado para el grupo textural 2 (grupo que incluye los suelos F) de acuerdo con Florentino (1994). Los indicadores EPT, micro-macroporos e IP se consideran óptimos para el desarrollo de raíces y sin restricciones por compactación para el mismo grupo. A la profundidad 15-30 Da se encuentra muy cerca al valor crítico, es decir que a esta profundidad este tipo de labranza empieza a generar problemas de compactación. Los valores de EPT, macro-microporos e IP tienden hacia los valores mínimos recomendados, dando origen a problemas de desarrollo radicular.

En Labranza Tradicional (LT) los indicadores de porosidad estructural reflejan el daño causado en los primeros 15 cm., debido que los valores

inferiores a los mínimos recomendados para el tipo de textura correspondiente. En los siguientes 15 cm. se observa una leve recuperación de la estructura del suelo, pero no superior a la obtenida con los otros dos sistemas de labranza evaluados.

Para Labranza Continua (LC) los indicadores Da, EPT, micro-macroporos e IP se consideran como valores óptimos para el desarrollo de raíces y sin restricciones por compactación para el grupo textural 2. Se observa una mejor distribución de los poros en el suelo, con incrementos significativos en los macroporos. En cuanto al ICI, el suelo sometido a labranza continua se encuentra en mejores condiciones estructurales.

Las mejores condiciones encontradas en la suerte 031 de las propiedades físicas del suelo las ofrece el sistema de Labranza Mixta (LM), para el correspondiente grupo textural (2). La figura 3 se muestra el comportamiento de los indicadores conductividad térmica ( $\bar{\epsilon}$ ), actividad microbiana (AM) y Reserva Energética del Suelo (RES) en el muestreo inicial y después de la aplicación de los sistemas de labranza evaluados a las dos profundidades de muestreo.

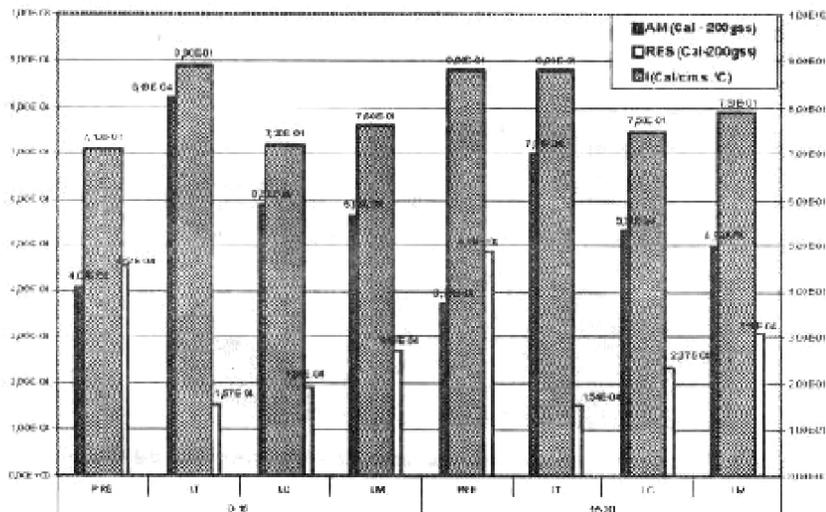
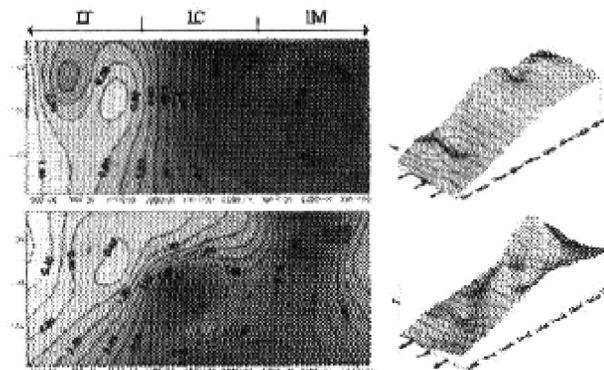


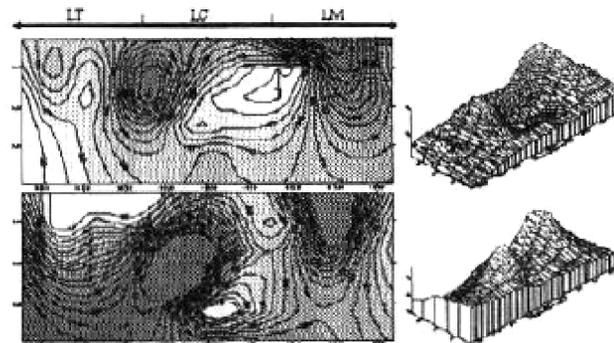
Figura 3. Indicadores  $\bar{\epsilon}$ , AM y RES en el muestreo inicial y después de los sistemas de labranza evaluados a las dos profundidades de muestreo en la Hacienda Castilla (suerte 031)

En el muestreo inicial (PRE) los valores de  $\bar{\epsilon}$  indican que el sistema de labranza utilizado tiene mayor incidencia sobre la compactación del suelo en la profundidad de 15-30 cm. Los valores calculados para AM a las dos profundidades son bajos debido a la influencia de prácticas culturales como la cosecha y quema de la caña de azúcar.

Para Labranza Tradicional (LT) al comparar los valores de la RES pre con los asociados al ensayo, se observa que este sistema de labranza es el que menos recupera la disponibilidad de energía del suelo. Para Labranza Continua (LC) la RES es mayor con respecto al sistema de labranza tradicional evaluado. En el sistema de Labranza Mixta (LM) al analizar el indicador de flujo se recomienda este sistema de labranza para su aplicación en este tipo de texturas pues en términos energéticos este sistema de labranza supera los otros y esto se refleja en el ICL. Las figura 4 y 5 muestran la distribución espacial de los indicadores ICL y RES a las dos profundidades evaluadas en la hacienda Castilla (suerte 031).



**Figura 4.** Distribución espacial del Índice de Calidad de Laboreo a las dos profundidades de muestreo en la hacienda Castilla (suerte 031).



**Figura 5.** Distribución espacial del Indicador Reserva Energética del Suelo (Cal-200gss) a las dos profundidades de muestreo en la hacienda Castilla (suerte 031).

### **Análisis estadístico.**

La tabla 4 muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada para la Hda. Castilla (suerte 031).

**Tabla 4.** Resultados de la prueba de Tukey para los indicadores conductividad térmica ( $\delta$ ), reserva energética del suelo (RES) y densidad aparente (Da) a las dos profundidades de muestreo en la Hda. Castilla (suerte 031).

Sistema	$\delta$ (Cal/cm.s. $^{\circ}$ C)	RES (Cal-200 g/s)	Da (g/cm <sup>3</sup> )
<b>0 - 15 cm</b>			
PRE	0,71 A	4,52E-04 A	1,32 A
LT	0,89 B	1,57E-04 B	1,43 B
LC	0,72 AC	1,83E-04 B	1,43 B
LM	0,76 BC	2,69E-04 B	1,27 A
<b>15 - 30 cm</b>			
PRE	0,82 A	4,86E-04 A	1,66 A
LT	0,88 A	1,54E-04 B	1,43 B
LC	0,75 B	2,37E-04 BC	1,44 B
LM	0,79 A	2,10E-04 AC	1,46 B

*Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí ( $\alpha=0.05$ ).*

Al revisar las diferencias estadísticas, se observa el impacto de los sistemas de labranza sobre el estado inicial del suelo y su condición después de la aplicación de los sistemas, en las dos profundidades evaluadas. Resaltando el comportamiento de la Reserva Energética en el sistema de LM, donde se presenta las mejores condiciones de conservación de energía en el suelo, con respecto al preensayo

#### Hacienda Botero (suertes 050-052)

**Tabla 5.** Indicadores Da, % EPT, %IP, % H e ICL a las dos profundidades de muestreo antes y después de los sistemas de labranza a evaluar a las dos profundidades de muestreo en la Hacienda Botero (suertes 050-052)

Sistema	%H	Da (g/cm <sup>3</sup> )	%E.P.T	% Micro	% Macro	%I.P	ICL
<b>Suerte 050 (0 - 15 cm)</b>							
Pre	13,62	1,65	37,51	31,37	6,14	60,32	
LT	19,93	1,61	38,90	36,00	2,51	62,94	1,01
LC	11,95	1,67	39,90	30,75	9,94	66,43	1,75
LM	24,09	1,86	39,99	38,75	1,23	67,16	1,56
<b>Suerte 050 (15 - 30 cm)</b>							
Pre	15,63	1,74	33,59	29,33	4,26	60,67	
LT	20,10	1,66	38,36	36,86	1,77	62,49	0,99
LC	13,94	1,60	38,94	31,21	7,73	63,90	1,46
LM	20,22	1,62	35,94	37,75	1,16	64,41	1,49
<b>Suerte 052 (0 - 15 cm)</b>							
Pre	13,62	1,65	37,51	31,37	6,14	60,32	
LT	13,80	1,72	33,36	30,14	3,24	49,51	0,62
LC	19,00	1,62	41,44	36,77	4,80	71,33	1,30
LM	15,27	1,60	33,93	30,25	3,66	51,90	0,76
<b>Suerte 052 (15 - 30 cm)</b>							
Pre	15,63	1,74	33,59	29,33	4,26	60,67	
LT	16,63	1,66	34,93	31,13	3,80	63,86	0,88
LC	18,36	1,62	39,75	36,30	4,46	63,67	1,46
LM	17,62	1,68	39,99	33,12	6,77	62,91	1,41

En el muestreo inicial (PRE) la suerte 050 en los primeros 15 cm presenta un valor de Da por debajo del mínimo recomendado para el grupo textural I (grupo que incluye los suelos FA) de acuerdo con Florentino (1994). Esto supone una tendencia a la pérdida de volumen de sólidos por las labores agrícolas. A la profundidad 15 -30 la Da en la suerte 050 presenta el mismo

comportamiento de la profundidad de 0–15 cm, con un valor inferior al mínimo recomendado. En la suerte 052 a esta profundidad Da se encuentra en el rango recomendado para su grupo textural.

En Labranza Tradicional (LT) el parámetro Da presenta valores que pueden afectar el crecimiento radicular, con mayor tendencia a la compactación, acercándose al valor máximo e incluso superándolo en la profundidad 15–30 cm donde se observa una leve recuperación de la estructura del suelo, pero no superior a la obtenida con los otros dos sistemas de labranza evaluados. El ICL indica una buena labor realizada al suelo con este tipo de labranza, influenciado también por las condiciones de humedad en que se realizó. Para Labranza Continua (LC) el indicador Da se encuentra en todos los casos por debajo del valor mínimo. Labranza Mixta (LM) presenta un comportamiento similar al de la labranza continua, con valores de densidad aparente por debajo del mínimo correspondiente al grupo textural y espacio poroso total por encima del máximo. Las figuras 6 y 7 muestran el comportamiento de los indicadores  $\lambda$ , AM y RES en el muestreo inicial y después de los sistemas de labranza evaluados a las dos profundidades de muestreo.

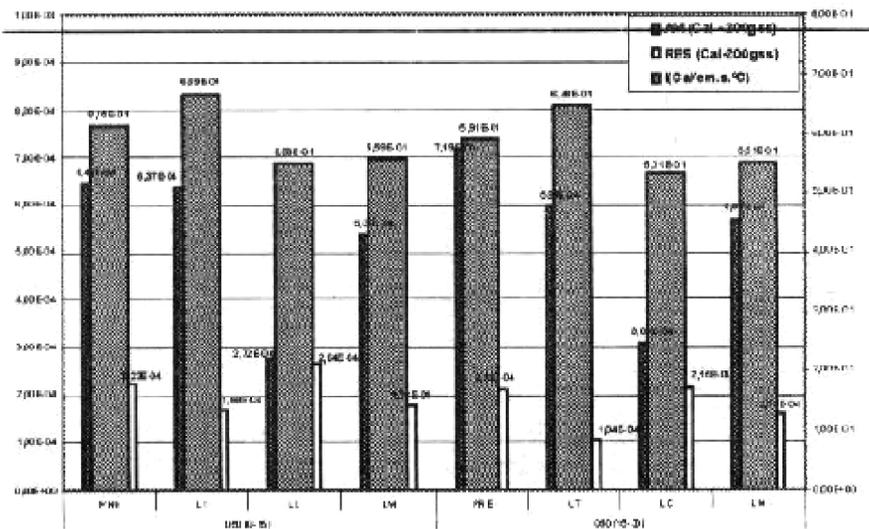


Figura 6. Indicadores  $\lambda$ , AM y RES en el muestreo inicial y después de la aplicación de los sistemas de labranza evaluados a las dos profundidades de muestreo en la Hacienda Botero (suerte 050)

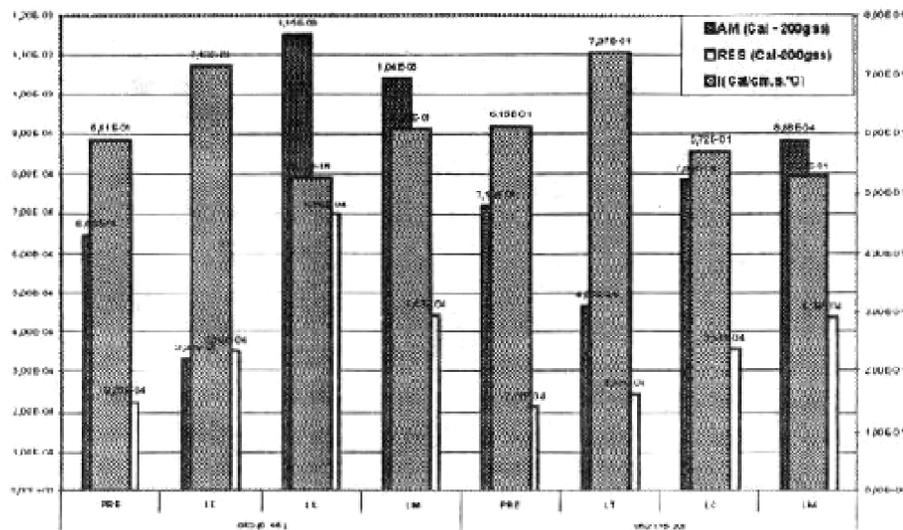
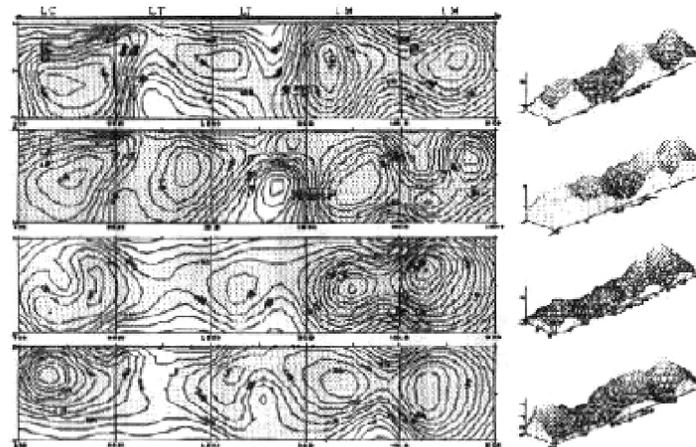


Figura 7. Indicadores  $\bar{A}M$  y  $\bar{R}ES$  en el muestreo inicial y después de la aplicación de los sistemas de labranza evaluados a las dos profundidades de muestreo en la Hacienda Botero (suerte 052)

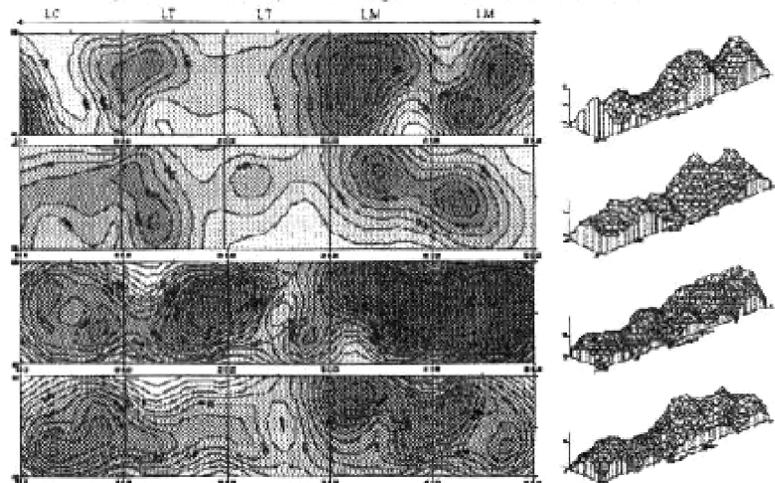
En el muestreo inicial (PRE) los valores de  $\bar{R}ES$  iniciales de las dos suertes en estudio, presenta valores que permiten inferir sobre la limitada disponibilidad de su componente energético, a las dos profundidades evaluadas. El indicador  $\bar{A}M$  es pobre en las dos suertes especialmente en la profundidad 0-15 debido a la influencia negativa de algunas prácticas agrícolas realizadas en los lotes.

En general a la profundidad 0-15 se observa la introducción de la Labranza Tradicional (LT) inhibió la  $\bar{A}M$  y aumentó  $\bar{\epsilon}$ , dejando como consecuencia el suelo compactado. Para las labranzas Continua (LC) y Mixta (LM) se nota un aumento en la  $\bar{A}M$  y una disminución de los niveles de compactación. La  $\bar{R}ES$  permanece mayor en la Labranza Continua.

A la profundidad 15-30 se observa que después de la introducción de la Labranza Tradicional (LT) y la Labranza Continua (LC) se inhibió la  $\bar{A}M$  y  $\bar{\epsilon}$  aumentó para la Labranza Tradicional (LT). Para las labranzas Continua (LC) y Mixta (LM) se nota un aumento en la  $\bar{R}ES$  después de su introducción y una disminución en la compactación del suelo. Las figuras 8 y 9 muestran la distribución espacial de estos indicadores así: las dos primeras imágenes corresponden a la suerte 050 a 0-15 y 15-30 cm de profundidad respectivamente; las dos siguientes corresponden a la suerte 052.



**Figura 8.** Distribución espacial del Índice de Calidad de Laboreo en la Hacienda Botero (suertes 050-052) a las dos profundidades de muestreo.



**Figura 9.** Distribución espacial del indicador Reserva Energética del Suelo (Cal/200gss) en la Hacienda Botero (suertes 050-052) a las dos profundidades de muestreo.

La tabla 6 muestra los resultados de la prueba de Tukey realizada para la Hda. Botero (suertes 050-052).

El análisis estadístico realizado permite inferir sobre el efecto positivo que tienen los sistemas de LC y LM, respecto a las condiciones energéticas iniciales y las obtenidas con el sistema de LT a la profundidad de 15-30 cm, presentado diferencias estadísticas con una significancia superior al 5%.

**Tabla 6.** Resultados de la prueba de Tukey para los indicadores conductividad térmica ( $\lambda$ ), reserva energética del suelo (RES) y densidad aparente ( $D_a$ ) a las dos profundidades de muestreo en la Hacienda Botero (suertes 050-052).

Sistema	$\lambda$ (Ca/Vcm.s. <sup>°C</sup> )	RES (Cal-200 gss)	$D_a$ (g/cm <sup>3</sup> )
Suerte 050 (0 - 15) cm			
PRE	6,15E-01 AC	2,23E-04 AC	1,65 A
LT	6,69E-01 A	1,69E-04 A	1,61 A
LC	5,53E-01 B	2,04E-04 BC	1,57 A
LM	5,39E-01 BC	1,76E-04 A	1,56 A
Suerte 050 (15 - 30) cm			
PRE	5,01E-01 AB	2,11E-04 A	1,74 A
LT	6,49E-01 A	1,04E-04 BC	1,66 AB
LC	5,31E-01 B	2,15E-04 A	1,6 B
LM	5,51E-01 B	1,09E-04 AC	1,62 B
Suerte 052 (0 - 15) cm			
PRE	5,01E-01 AC	2,23E-04 A	1,65 A
LT	7,13E-01 B	3,54E-04 AC	1,72 A
LC	5,27E-01 A	6,96E-04 B	1,62 A
LM	6,09E-01 C	4,43E-04 C	1,66 A
Suerte 052 (15 - 30) cm			
PRE	6,15E-01 AB	2,11E-04 A	1,74 A
LT	7,37E-01 A	2,43E-04 A	1,65 AB
LC	5,72E-01 B	3,57E-04 B	1,62 B
LM	5,30E-01 B	4,36E-04 B	1,58 B

*Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí ( $\alpha=0.05$ ).*

### 3 REFERENCIAS

- Amezquita E. 1994. Las propiedades físicas y el manejo productivo de los suelos. In Silva, F(Ed) Fertilidad de Suelos Diagnostico y Control Sociedad Colombiana de las Ciencias del Suelo. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Fauconnier, R.; Bassereau. 1975. La caña de azúcar. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Ed. BLUME.
- Florentino de Andreu, A. 1994. Guía para determinar los requerimientos de labranza de los suelos. Instituto de Edafología. Universidad Central de Venezuela,.
- Reyes T. A. y Viera L. M. Tesis pregrado. Universidad del Valle, Colombia (2001).
- Torres, J.S. 1996. Avances en el sistema de labranza reducida para la renovación de plantaciones de caña de azúcar. CENICAÑA.
- Zuñiga, O; Reyes, A; Pohlen, J. 2003. The thermal conductivity: an alternative method for the measurement of soil compaction. Journal of Agriculture and rural development in the tropics and subtropics. Kassel University. Vol 104, No. 2.