

Diagnostico y variaciones temporales de macronutrientes en tres suelos con cobertura de bosque natural en la cuenca del lago de Maracaibo. Carbono y nitrogeno orgánico¹

Diagnostic and temporal variations in macronutrients in three soils with natural forest cover in the lake Maracaibo basin. Carbon and organic nitrogen

C. F. Quintero², D. Esparza B.³, J. Urdaneta F.¹,
J. M. Castillo⁴ y R. Santos P.⁵

Resumen

Para conocer el estado original del suelo en sus principales componentes físicos y químicos en tres zonas de la Cuenca del Lago de Maracaibo, con condiciones ecológicas diferentes, se seleccionaron suelos con cobertura natural de bosque en El Laberinto, El Guayabo y La Yolanda. En cada zona se realizaron 10 muestreos consecutivos cada 42 días, a una profundidad de 50 cm. El análisis y procesamiento de la información se realizó mediante el modelo correspondiente a un arreglo en parcelas divididas en el tiempo y el espacio, con cinco repeticiones. Cada una de las muestras fue analizada para la determinación del carbono orgánico, a partir del cual se calculó el nitrógeno orgánico. Los resultados obtenidos muestran que los suelos de El Guayabo, de textura fina, cubiertos con un bosque siempre verde y sujetos a una alta humedad por las elevadas precipitaciones, tiene el mas alto contenido de carbono orgánico, y por tanto de nitrógeno orgánico. Los suelos de El Laberinto presentaron los menores valores, y los de La Yolanda valores intermedios. En contraste con El Guayabo, los suelos de El Laberinto son de texturas gruesas, y la precipitación en la zona es baja. En las tres zonas estudiadas, los contenidos de carbono orgánico aumentan en el suelo en función de los incrementos en las precipitaciones, independientemente de la textura del suelo y de las características del bosque, lo que indica un activo funcionamiento de los microorganismos del suelo sobre los materiales orgánicos depositados.

Palabras claves: Carbono orgánico, calidad del suelo, sustentabilidad

Recibido el 06-02-1998 • Aceptado el 19-06-1998

1. Proyecto CONDES 0101-93.

2. Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia. Apdo 526. Maracaibo, ZU 4005, Venezuela. e-mail: carfelqu@telcel.net.ve

3. Departamento de Estadística, Facultad de Agronomía.

4. Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía.

5. Departamento Fitosanitario, Facultad de Agronomía.

Abstract

In order to understand the principle physical and chemical components of soils in their natural state in three zones with different ecological conditions in the Lake Maracaibo basin, soils with natural forest cover were selected in El Laberinto, El Guayabo and La Yolanda. In each zone ten samples were taken every 42 days at a depth of 50 cm. In order to analyze and process the information a model of lots divided in time and space with five repetitions was employed. Each one of the samples was analyzed to determine organic carbon content, from which organic nitrogen content was calculated. The results obtained demonstrate that the El Guayabo soils of fine texture, covered by permanently green forest cover and a high humidity content due to heavy rainfall, had a higher organic carbon content, and subsequently a higher organic nitrogen content as well. The El Laberinto soils had the lowest values, and the La Yolanda soils were intermediate. In contrast with El Guayabo, the El Laberinto soils had a heavier texture, and the rainfall in the zone is low. In the three zones studies, the content of organic carbon increases in the soil when rainfall increases, independently of the soil texture and the natural forest characteristics, which indicates an active functioning of microorganisms in the soil on the organic materials deposited therein.

Key words: Organic carbon, soil quality, sustainability.

Introducción

La calificación del grado de fertilidad de un suelo está estrechamente vinculada con sus contenidos de materia orgánica y macroelementos; es decir, que las cantidades de carbono y nitrógeno orgánico, fósforo y potasio son determinantes indicadores del potencial o real uso al que puede ser sometido el mismo, para procesos agrícolas de variada intensidad en la producción de alimentos. Reicosky *et al.* (9), señalan que la productividad de los suelos está fuertemente relacionada con la materia orgánica, la que es controlada por muchos factores, que pueden resumirse en un simple balance de masas de entrada y salidas de carbono.

Las circunstancias que determinan los procesos de formación y evolución de un suelo, hasta su condición natural actual, son únicas; en consecuencia, sus características físicas, composición química y actividad biológica actuales son las mejores posibles bajo esas condiciones particulares de formación y evolución. Considerados los suelos bajo un concepto ecológico, su estado natural es la mejor condición que el mismo podría alcanzar, bajo los efectos específicos tanto de factores abióticos como bióticos. Otros efectos diferentes, generarían una condición distinta; con cantidades y proporciones, estructura y actividad de otras magnitudes, pero siempre la óptima posible para esas

circunstancias específicas de formación y evolución. Por lo que atendiendo a este concepto, los suelos que se han desarrollado bajo condiciones naturales particulares presentan sus mejores estado de evolución y grado de equilibrio.

Bajo las condiciones ecológicas tropicales, los suelos, al igual que otros componentes de los ecosistemas, mantienen un ritmo cíclico en sus procesos que no se detiene, como suele ocurrir en otras regiones de latitudes intermedias, como en las regiones templadas, donde al menos la actividad biológica se reduce al mínimo por bajas temperaturas. Esta actividad físico-química y biológica de los suelos está regulada fundamentalmente por la humedad y la temperatura; esta última es alta y constante durante todo el año en las latitudes tropicales.

La actividad agrícola modifica drásticamente la condición natural de los suelos (3, 5, 7). La agricultura contemporánea registra como uno de los más graves problemas la pérdida de la capacidad productiva de los suelos, a consecuencia del deterioro de sus componentes fundamentales, físicos, químicos, y particularmente el biológico; especialmente en condiciones tropicales. Si el suelo fuese únicamente desprovisto de su cobertura natural, sin ser sometido al laboreo con maquinaria agrícola, la exposición directa a factores como radiación solar, calor, precipitación y vientos, induciría cambios en sus características físico-químicas y biológicas. Características que se ubican en cantidades y proporciones, estructura y actividad diferentes a las

óptimas, generándose un proceso de deterioro, que dependerá entre otras razones, de la capacidad cibernética del suelo, si se le considera como un sistema con retroalimentación negativa, capaz de retornar a las propiedades originales de su estado natural, es decir, de su elasticidad, y de la intensidad de la intervención y uso al que fuera sometido. Eswaran, citado por Warkentin (12) considera que la elasticidad, en las discusiones sobre calidad del suelo, es la capacidad del mismo para recuperar sus funciones normales después de un estrés inducido por causas naturales o humanas. Roming *et al.* (10) señalan que los requerimientos de la agricultura y la sustentabilidad ambiental han redefinido dramáticamente la visión de calidad del suelo.

Por ello, definir las características del suelo en su condición original, permite fijar el patrón o situación ideal en el cual el mismo debería permanecer bajo una condición de uso y cobertura adecuada, garantizando con ello su utilización prolongada de manera sostenida en el tiempo y el espacio, con un grado mínimo de deterioro. Warkentin (12), señala que la calidad del suelo es la clave para la agricultura sustentable; cuya comprensión resulta a su vez clave para el conocimiento de los procesos ecológicos naturales.

Entre los nutrientes del suelo, el nitrógeno es uno de los más importantes. Vital para el crecimiento de las plantas y para la biota del suelo, constituye en muchos de los suelos agrícolas, especialmente los tropicales,

un elemento limitante para la producción de alimentos. Abundante en forma gaseosa en la atmósfera, de la que constituye casi un 80 %; en el suelo su proporción depende en alto grado del aporte de materia orgánica de plantas y animales; en menor grado de la fijación por microorganismos del suelo asociados en relación mutual con plantas, y de pequeñas cantidades aportadas por lluvias. Por lo tanto, la fuente principal del nitrógeno requerido por las plantas en forma inorgánica, la constituye el aporte de nitrógeno orgánico producto de la acción biológica sobre los componentes de la materia orgánica, que confiere al carbono orgánico una importante significación para los suelos, y del nitrógeno orgánico aportado. Arrouays *et al.* (1) consideran que el carbono

orgánico es un importante componente de los suelos, debido a su influencia sobre la capacidad de intercambio catiónico, retención de agua, estructura y ecología del suelo, y como fuente de nutrientes para las plantas.

Con el propósito de definir estos patrones de suelo en su estado natural, no intervenido, se estableció un trabajo de investigación en zonas diferentes de la Cuenca del Lago de Maracaibo sobre suelos con diferentes tipos de cobertura vegetal. En el presente artículo se muestra un diagnóstico sobre los contenidos de carbono y nitrógeno orgánico en los suelos de El Laberinto, El Guayabo y La Yolanda en la Cuenca Media del Río Guasare, con cobertura vegetal de bosque natural.

Materiales y métodos

Areas de muestreo. Se seleccionaron tres zonas de la Cuenca del Lago de Maracaibo con suelos con cobertura vegetal natural, no intervenidos, y con condiciones ecológicas diferentes. Las zonas seleccionadas fueron: El Laberinto (Finca Jagüei Rojo), El Guayabo (Estación Experimental El Guayabo) y Guasare Medio (Finca La Yolanda), situadas al oeste, sur y noroeste de la ciudad de Maracaibo, en el Estado Zulia.

Descripción de las zonas

El laberinto. Ubicada en el Municipio Jesús Enrique Lossada, entre 10° 22' y 10° 28' de latitud norte, y 71° 50' y 72° 18' de longitud oeste. Corresponde la formación vegetal a la

Zona de Vida Bosque Seco Tropical (2), con una precipitación promedio anual de 1000 mm (6); suelos de textura gruesa (aF-Fa), alta infiltración; pH ligeramente ácido (5,3 - 5,7), capacidad de intercambio catiónico baja. Orden Ultisol y Oxisol, subgrupo Ultic, agrupación taxonómica Ultic Paleustalf.

El guayabo. Ubicada en el Municipio Catatumbo, a 08° 39' de latitud norte y 72° 20' de longitud oeste, en las márgenes del Río Zulia. Corresponde la formación vegetal a la Zona de Vida Bosque Seco Tropical (2), con una precipitación promedio anual de 1800 mm (6); suelos de textura fina (FAL - FA), mal drenados; pH ácido (4,0 - 5,5), de origen aluvial, buena

fertilidad, caracterizados como Vertisoles.

Guasare medio. Ubicada en la Parroquia Luis de Vicente del Municipio Mara, a 10° 52' de latitud norte y 72° 19' de longitud oeste, en las márgenes del Río Guasare, aproximadamente a 450 metros sobre el nivel del mar. La formación vegetal es correspondiente a la Zona de Vida Bosque Húmedo Tropical (2), con precipitación promedio de 2200 mm (6). Suelos de textura media (F - Fa); alta capacidad de intercambio catiónico, alto porcentaje de saturación con bases; buena capacidad de infiltración; pH neutro a ligeramente ácido (7,0 - 6,0); alta fertilidad natural. Son caracterizados como Inceptisoles.

Muestreo y tratamiento de las muestras de suelo. Análisis de la información. En cada una de las zonas seleccionadas se establecieron 5 puntos de muestreo, distribuidos al azar, realizándose los mismos cada 42 días a distancias no mayores de 1 m entre ellos, en cada punto de muestreo. Se realizaron 10 muestreos en cada una de las zonas, entre el 23-04-93 y el

19-05-94, fechas del primero y último muestreo; con diferencia de muestreo entre las zonas de 7 días. La profundidad del perfil considerado para los muestreos fue de 50 cm. Las fechas de muestreo para cada una de las zonas se encuentran ilustradas en el cuadro 1.

Cada muestra fue secada al aire, pasada por tamiz de 2 mm y analizadas en el Laboratorio de Física de Suelos de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia. La cuantificación del carbono orgánico se realizó a través del método de Walkley-Black, a partir del cual se calculó el nitrógeno orgánico.

El análisis y procesamiento de la información se realizó mediante el modelo correspondiente a un arreglo en parcelas divididas en el tiempo y el espacio, con 5 repeticiones. En la cuantificación de las variables se expresaron los valores en porcentaje. El análisis de la variancia de estas variables se hizo con los valores transformados a grados sexagesimales utilizando la transformación arcoseno de la raíz cuadrada de la variable

Cuadro 1. Fechas de muestreo para cada una de las zonas bajo estudio.

Muestreo	El Laberinto	El Guayabo	La Yolanda
1	23-04-93	30-04-93	07-05-93
2	04-06-93	11-06-93	18-06-93
3	16-07-93	23-07-93	30-07-93
4	27-08-93	03-09-93	10-09-93
5	08-10-93	15-10-93	22-10-93
6	19-11-93	26-11-93	03-12-93
7	31-12-93	07-01-94	14-01-94
8	11-02-94	18-02-94	25-02-94
9	25-03-94	01-04-94	08-04-94
10	06-05-94	13-05-94	20-05-94

dividida entre cien; posteriormente, para la elaboración de los cuadros se transformaron nuevamente a sus valores en porcentaje. Se utilizó para el procesamiento estadístico de los datos el Sistema de Análisis Estadístico SAS (11).

Aunque varios de los efectos medidos se ajustaron al modelo utilizado, para los fines de la presente publicación, solo se han tomado los referidos a la variable contenido de carbono orgánico en los suelos con cobertura de bosque natural.

Resultados y discusión

Los resultados que se presentan para cada una de las zonas consideradas, El Laberinto, El Guayabo y La Yolanda, corresponden a suelos con cobertura vegetal de bosque, sin ningún tipo de intervención o manejo para la producción agrícola o pecuaria.

En el cuadro 2 se presentan los valores promedio del carbono y nitrógeno orgánico del suelo con cobertura de bosque en El Laberinto expresados en gramos de carbono orgánico por kilogramo de suelo (g CO

kg⁻¹ s). Los mismos fluctúan entre 1,67 y 0,08 g kg⁻¹ s los más bajos, y, 7,51 y 0,38 g kg⁻¹ s como los más altos respectivamente, correspondientes con el noveno y quinto muestreo realizados. Entre el tercero y octavo muestreo, los valores se mantuvieron consistentemente más altos; solo en el segundo y noveno muestreo se registraron valores por debajo de 4,00 g kg⁻¹ s. Estadísticamente no se detectaron diferencias significativas entre las medias de los muestreos segundo, tercero y cuarto; entre las

Cuadro 2. Contenidos de carbono orgánico (CO) y nitrógeno orgánico (calculado) en suelos con cobertura vegetal de bosque en El Laberinto, El Guayabo y La Yolanda por muestreo, expresados en g CO kg⁻¹ s.

Muestreos	El Laberinto		El Guayabo		La Yolanda	
1	5,42 ^{cd}	0,27	17,25 ^a	0,87	5,40 ^a	0,27
2	3,55 ^b	0,18	18,69 ^{ab}	0,94	7,64 ^{abc}	0,38
3	4,17 ^{bc}	0,21	16,26 ^a	0,82	12,57 ^d	0,63
4	4,55 ^{bcd}	0,23	17,53 ^a	0,88	11,38 ^d	0,57
5	7,51 ^f	0,38	15,42 ^a	0,77	9,98 ^{cd}	0,50
6	6,48 ^{ef}	0,33	37,16 ^c	1,86	5,81 ^a	0,29
7	6,87 ^{ef}	0,35	18,02 ^a	0,90	12,03 ^d	0,60
8	6,09 ^{def}	0,31	24,11 ^b	1,20	9,29 ^{bcd}	0,46
9	1,67 ^a	0,08	15,53 ^a	0,78	9,29 ^{bcd}	0,46
10	5,52 ^{cd}	0,28	18,97 ^{ab}	0,95	6,88 ^{ab}	0,35

a, b, c, d, e: Valores con igual letra son estadísticamente no significativos.

medias de los muestreos quinto, sexto, séptimo y octavo, ni entre las medias de los muestreos décimo y primero. La media del muestreo noveno resultó ser significativamente diferente del resto de las medias de todos los muestreos. La media más baja de todos los diez muestreos realizados, correspondiente al noveno muestreo, representó aproximadamente el 22 % de la media del quinto muestreo, que resultó ser la más alta.

En la figura 1 se presentan los valores obtenidos de carbono orgánico (CO) en El Laberinto y su distribución durante el periodo de muestreo. Los valores descienden entre el primero y segundo muestreos, tomados en abril y junio de 1993. Progresivamente estos valores se incrementan hasta el cuarto muestreo en septiembre y se mantienen hasta el octavo, en febrero de 1994, a

partir del cual descienden hasta el mínimo valor registrado en el muestreo noveno, en marzo de 1994. Al analizar estos resultados en función de la distribución de la precipitación (figura 1) correspondiente a El Laberinto durante todo el periodo de muestreos, entre marzo de 1993 y mayo de 1994, se observa que aún cuando la precipitación registrada entre marzo y abril de 1993 es superior a los 200 mm, la misma desciende a valores menores de 50 mm entre junio y julio, fechas de los muestreos segundo y tercero, cuyos valores de carbono orgánico disminuyeron.

Así mismo, la ausencia de precipitaciones entre enero y marzo de 1994 corresponde con el más bajo valor registrado en el muestreo noveno. Las precipitaciones registradas entre agosto y diciembre de 1993 superiores

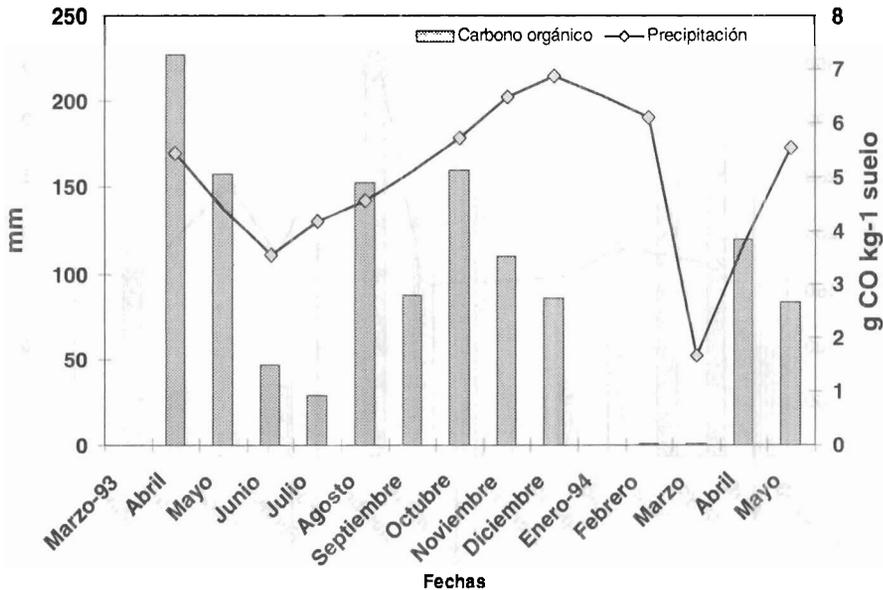


Figura 1. Carbono orgánico y precipitación en suelos con cobertura vegetal natural no intervenidos de la zona de El Laberinto desde abril de 1993 hasta mayo de 1994.

a 50 mm durante el periodo, son a su vez correspondientes con los más altos valores registrados de carbono orgánico en el quinto, sexto, séptimo y octavo muestreos, realizados en octubre, noviembre, diciembre de 1993, y febrero de 1994.

Para El Guayabo, los datos del cuadro 2 muestran, que los valores más bajos para ambos, carbono y nitrógeno orgánico, se presentaron en el quinto muestreo, con 15,42 y 0,77 g/kg respectivamente. A su vez, los más altos correspondieron al muestreo sexto, con 37,16 y 1,86 g/kg de carbono y nitrógeno orgánico. Los promedios obtenidos para El Guayabo revelan una distribución bastante uniforme del carbono y nitrógeno orgánico durante el periodo de muestreo, excepto por los resultados de los muestreos sexto y octavo, cuyos valores superan 2,4 y 1,6

veces respectivamente, el valor de la media más baja registrada en el quinto muestreo, cuyo valor fue aproximadamente el 41% del valor de la media más alta, en el sexto muestreo.

La figura 2 muestra la distribución de los valores de carbono orgánico durante el periodo de muestreos para El Guayabo. Aún cuando las variaciones son pequeñas entre los valores registrados en los primeros muestreos, realizados entre abril y octubre de 1993, se aprecian ligeros incrementos y descensos entre el primero y quinto muestreos, este último, el más bajo registrado, representa aproximadamente el 83% del más alto valor del mismo periodo. Entre el sexto y octavo muestreos, correspondientes a los meses de noviembre y diciembre de 1993 y

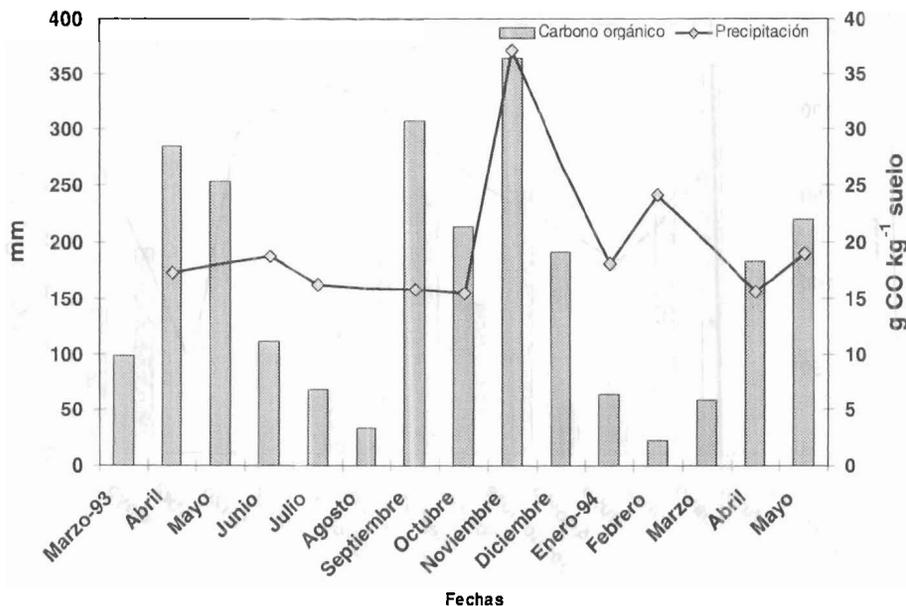


Figura 2. Carbono orgánico y precipitación en suelos con cobertura vegetal natural no intervenidos de la zona de El Guayabo desde marzo de 1993 hasta mayo de 1994.

febrero de 1994, los valores registrados de carbono orgánico se incrementan, disminuyendo nuevamente en el noveno muestreo, realizado en marzo de 1994.

En la figura 2 se presenta la distribución de las precipitaciones registradas durante el periodo de muestreos para la zona de El Guayabo, en la cual se observa que las mismas se mantuvieron por encima de 100 mm entre los meses de abril a junio de 1993, periodo en el cual se realizaron los dos primeros muestreos, cuyos valores difieren apenas en un 14% aproximadamente. La precipitación se incrementa a partir de Setiembre, manteniéndose sobre los 100 mm entre ese mes y diciembre, cuando se realizaron los muestreos cuarto, quinto, sexto y séptimo. En el mes de octubre de 1993, fecha de realización del quinto muestreo, cuando resultó el más bajo valor de carbono orgánico, la precipitación descendió en relación al mes de septiembre en aproximadamente 100 mm, sin embargo superior a la registrada para los meses precedentes, cuando los valores de carbono orgánico resultaron ser mayores.

El muestreo sexto, en noviembre de 1993, presentó el más alto contenido de carbono orgánico en el suelo, coincidiendo con el mes de más alta precipitación para El Guayabo. La precipitación descendió hasta febrero de 1994 por debajo de 50 mm; sin embargo el muestreo noveno, en marzo de 1994, presentó un valor de carbono orgánico menor que el del octavo, realizado en febrero de 1994.

En el cuadro 1, para los

contenidos de carbono y nitrógeno orgánico en el suelo con cobertura de bosque en La Yolanda, puede observarse que varían entre 5,40 y 0,27 g kg⁻¹ s los más bajos; y 12,57 y 0,61 g kg⁻¹ s como los más altos, en el primero y tercer periodo de muestreo respectivamente. Los resultados muestran que los más bajos contenidos tanto de carbono como de nitrógeno orgánico correspondieron a los muestreos primero, segundo sexto y décimo; en promedio, 49 % aproximadamente por debajo del mayor valor registrado en el tercer muestreo. Los muestreos tercero, cuarto, quinto, séptimo, octavo y noveno no mostraron diferencias significativas. En la Yolanda, el valor de la media más baja registrada fue aproximadamente el 43% del valor de la media correspondiente al más alto registrado en el tercer muestreo.

La figura 3 muestra los contenidos y distribución del carbono orgánico en La Yolanda. Se observa que los mismos se incrementan a partir del segundo muestreo realizado en junio de 1993, manteniéndose relativamente altos hasta el quinto en octubre del mismo año; descende en el sexto muestreo en diciembre, y se incrementa nuevamente en el séptimo realizado en enero de 1994, para nuevamente descender ligeramente en el octavo, noveno y décimo muestreos, correspondientes con los meses de febrero, abril y mayo de 1994.

En cuanto a las precipitaciones registradas durante el periodo de muestreos para La Yolanda (figura 3) las mismas se mantuvieron sobre los 100 mm desde abril hasta noviembre

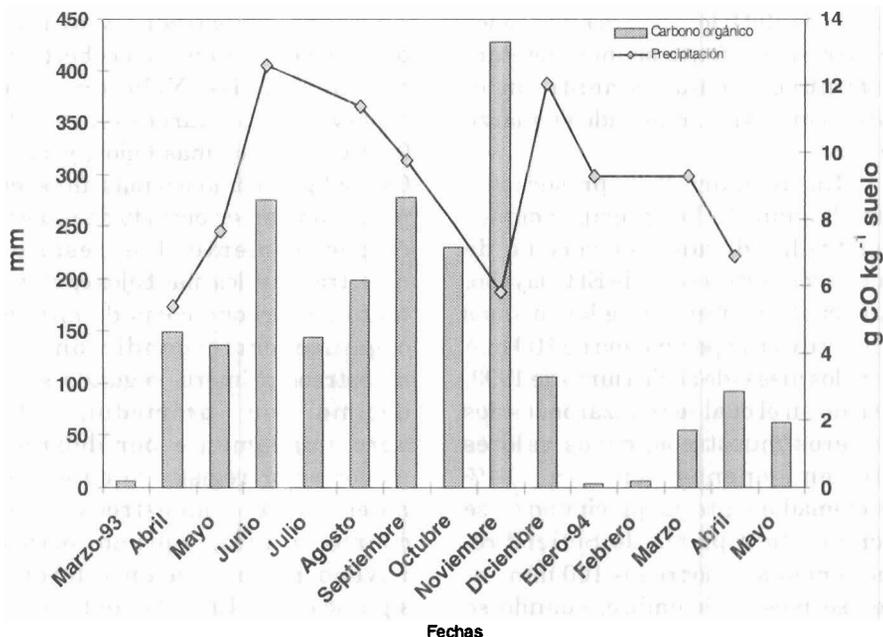


Figura 3. Carbono orgánico y precipitación en suelos con cobertura vegetal natural no intervenidos de la zona de La Yolanda desde marzo de 1993 hasta mayo de 1994.

de 1993, periodo durante el cual los valores de carbono orgánico fueron altos, en los muestreos segundo al quinto. A partir de diciembre de 1993 hasta marzo de 1994, las precipitaciones descendieron sensiblemente, inferiores a 50 mm en enero y febrero de 1994, periodo en el que de igual manera los muestreos sexto y décimo mostraron bajos valores de carbono orgánico, aunque los muestreos séptimo, octavo y noveno tuvieron valores relativamente altos, en enero, febrero y abril de 1994, periodo con relativamente bajas precipitaciones.

Doran y Parkin, citados por Kennedy y Papendick (4) definen la calidad de suelo como “la capacidad que tiene para funcionar dentro de los

límites de los ecosistemas para sostener la productividad biológica, mantener la calidad ambiental, y promover la salud de plantas y animales”. Los mismos autores indican que entre otros, el carbono orgánico es uno de los más importantes indicadores microbiales de la calidad del suelo, el cual es un concepto emergente que puede integrar medidas descriptivas y analíticas de los componentes físicos, químicos y biológicos del suelo; donde los parámetros microbiales pueden ser buenos indicadores del peligro de cambios de la calidad del suelo.

En los resultados precedentes se ha presentado un diagnóstico del estado del carbono orgánico en tres suelos de la cuenca del Lago de Maracaibo, que

difieren ecológicamente, particularmente en la condición de suelo y el régimen pluviométrico. En El Laberinto, los suelos son predominantemente de textura gruesa; los de El Guayabo de texturas finas, y de textura mediana los de La Yolanda. Se puede concluir señalando que los más altos índices de carbono orgánico correspondieron con la zona de suelos con textura fina y elevada precipitación, y los más bajos en la zona de El Laberinto con texturas gruesas y moderada a baja precipitación. En las tres zonas consideradas, la variación de los contenidos de carbono orgánico del suelo, fue generalmente mayor para los periodos de más alta precipitación durante los diez muestreos realizados. Tales resultados se explicarían, si se considera que mientras el bosque natural de El Laberinto es un bosque caducifolio, de estructura simple, en comparación con el de El Guayabo, más denso y siempreverde, los aportes de material

orgánico vegetal al suelo son mayores en esta última zona. La consideración de esta información sobre los contenidos de carbono orgánico como punto de referencia para analizar la calidad del suelo, es de importancia en la planificación de prácticas de manejo, establecimiento de cultivos y fundamentalmente en la sostenibilidad del suelo y los ecosistemas (8).

Se considera que este diagnóstico realizado durante diez muestreos cubriendo un periodo de un ciclo, debería prolongarse por un tiempo mayor, cinco ciclos como mínimo, a objeto de resumir el comportamiento del carbono orgánico en los suelos en su estado natural, que permita una confirmación más precisa de sus niveles y variaciones en función de las condiciones ecológicas y los aportes de materiales orgánicos. Con esta información disponible la planificación en el uso y recuperación de suelos estaría basada en la realidad física, química y biológica del suelo.

Agradecimiento

Los autores quieren dejar expreso agradecimiento al Profesor Alonso del Villar, por su valiosa colaboración en el procesamiento computarizado de la

información, cuya ayuda y tiempo dedicado, ha sido invaluable para la organización y ajuste de los datos obtenidos.

Literatura citada

1. Arrouays, D., J. Balesdent, A. Mariotti and C. Girardin. 1995. Modelling organic turnover in cleared temperate forest soils converted to meize cropping by using ^{13}C natural abundance measurements. *Plant and Soils* 173: 191-196
2. Ewel, J. J., A. Madriz y V. A. Tossi. 1976. *Zonas de Vida de Venezuela*. MAC. Caracas, Venezuela.
3. Gebhart, D. L., H. B. Johnson, H. S. Mayeux and H. W. Polley. 1994. The CRP increases soil organic carbon. *Journal of Soil and Water Conservation* 49(5): 488-492
4. Kennedy, A. C. and R. J. Papendick. 1995. Microbial characteristics of soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation* 50(3): 243-248

5. Liang, B.C. and A. F. Mackenzie. 1992. Changes in soil organic carbon and nitrogen after six years of corn production. *Soil Science* 153(4): 307-313
6. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables. Registros Climatológicos 1993-1994. Maracaibo, Venezuela. 1994
7. Potter, K. N., O. R. Jones, H. A. Torbert and P. W. Unger. 1997. Crop rotation and tillage effects on organic carbon sequestration in the semiarid southern great plains. *Soil Science* 162(2): 140-147
8. Prasad, P., S. Basu and N. Behera. 1994. A comparative account of the microbiological characteristics of soil under natural forest, grassland and crop field from Eastern India. *Plant and Soil* 175: 85-91
9. Reicosky, D. C., W. D. Kemper, G. W. Langdale, C. L. Douglas Jr. and P. E. Rasmussen. 1995. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production. *Journal of Soil and Water Conservation* 50(3) : 229-236
10. Roming, D., M. J. Garlynd, R. F. Harris and K. McSweeney. 1995. How farmers assess soil health and quality. *Journal of Soil and Water Conservation* 50(3): 229-236
11. SAS Institute, Inc. 1985. SAS User's guide: Statistics. 5th edition. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
12. Warkenting, B. P. 1995. The changing concept of soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation* 50 (3) : 226-228