

---

# FRACCIONAMIENTO FÍSICO DE LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO BAJO DIFERENTES USOS EN LA COLONIA TOVAR, VENEZUELA

Ferrer<sup>1</sup> Jairo, Cabrales<sup>2</sup> Eliecer, Hernández<sup>3</sup> Rosamary

<sup>1</sup> CIESA Universidad Rómulo Gallegos

<sup>2</sup> Universidad de Córdoba, Montería, Colombia

<sup>3</sup> Universidad Experimental Simón Rodríguez

jferrer@unerg.edu.ve

## Resumen

La investigación se realizó en la Colonia Tovar, estado Aragua, Venezuela, en parcelas de pequeños productores, a una altura aproximada de 1.700 m.s.n.m, caracterizada por un mesoclima superhúmedo muy frío. El muestreo se hizo en los primeros 20 cm de profundidad en tres suelos de textura franca con uso de bosque nublado y cultivos de fresa y de durazno. Se determinaron el carbono orgánico (CO) en las fracciones ligera (FL) y pesada (FP) de la Materia Orgánica, así como también el fraccionamiento de agregados estables al agua, correspondientes a macroagregados y microagregados, respectivamente. El CO de cada fracción se determinó por el método de oxidación en húmedo. El diseño experimental fue completamente aleatorizado de tres tratamientos (usos), con cinco repeticiones. Fue realizada la prueba de normalidad y ANAVAR (Duncan  $p \leq 0,05$ ). El uso intensivo (fresa y durazno) ha disminuido el carbono de la FL, o materia orgánica no asociada firmemente a los minerales del suelo, representando en condiciones prístinas (bosque) un 29% del COT y bajando a 11% en estos sistemas de cultivos. La estabilidad de agregados disminuye un 10% en los usos de durazno y fresa, y también el CO de los macroagregados disminuyó en 44 y 36% en esos cultivos, respectivamente. La sostenibilidad de los sistemas de explotación de fresa y durazno se considera baja si no se aplica un manejo adecuado que reponga la materia orgánica que se está perdiendo por el uso intensivo de los cultivos en estos suelos de ladera.

**Palabras clave:** Fracciones de la materia orgánica, estabilidad de los agregados del suelo, calidad del suelo, carbono orgánico, usos de la tierra.

## Introducción

La materia orgánica del suelo (MOS) es un indicador clave de la calidad del mismo, tanto en sus funciones agrícolas de producción, otorgándole un valor económico, como en sus funciones ambientales, entre las que destacan la captura de carbono, la remediación y calidad del aire, cumpliendo un servicio ecológico. La MOS tiene una composición muy compleja y heterogénea, con diferentes tasas de retorno y está por lo general mezclada o íntimamente asociada con los constituyentes minerales del suelo. En condiciones aeróbicas del suelo, gran parte del carbono que ingresa al mismo es lábil y solo una pequeña fracción (1%) del que ingresa, se acumula en la fracción húmica estable (FAO, 2002). Gran parte de la MOS es reciclada en los ciclos biogeoquímicos, por lo cual se convierte en fuente y sumidero de nutrientes, teniendo una función muy dinámica en la disponibilidad de elementos esenciales a las plantas como el nitrógeno, el fósforo y el azufre (Hernández-Hernández, 2008).

En los estudios de fertilidad y funciones ecológicas de la MOS, relacionadas con la dinámica de nutrientes en ecosistemas y agroecosistemas, es muy útil evaluar las fracciones de la MOS más que considerar sus contenidos totales. En tal sentido, el sistema tradicional de separación en fracciones fúlvicas y húmicas no separa las fracciones con diferentes tasas de retorno (Balesdent *et al.*, 1998) como se considera en los modelos Century, Momos, Daisy (Parton *et al.*, 1987). Los métodos de separación física tales como el fraccionamiento

según el tamaño de las partículas y la densidad de las fracciones o las fracciones por tamaño de los agregados permiten la separación de fracciones cinéticas significativas [Balesdent *et al.*, (1998)]. Así mismo, las fracciones orgánicas separadas físicamente han demostrado ser indicadores útiles para detectar cambios producidos por las prácticas de manejo en la mayoría de los estudios agronómicos (Galantini y Suñer, 2008).

En ecosistemas y agroecosistemas venezolanos, la estabilidad de agregados ha sido usada para estimar la vulnerabilidad de los suelos al manejo de diferentes tipos de labranza [Hernández y López-Hernández, (1998); Hernández-Hernández y López-Hernández, (2002a); Hernández-Hernández y López-Hernández, (2002b)], así como las fracciones ligera y pesada de la MOS [Lozano *et al.*, (2002); Figuera *et al.*, (2005); Pulido-Moncada *et al.*, (2010)]. Los suelos agrícolas se caracterizan por contener menor cantidad de materia orgánica que los suelos de bosque, y en la medida que son más laboreados, menor es su contenido (Galantini y Suñer, 2008). Los bosques tropicales cubren grandes áreas (> 2.000 M ha) y son fundamentales para la salud del planeta. Es reconocido su papel en el secuestro de carbono y cobijar los recursos hídricos necesarios para la vida. La mayor parte de las áreas boscosas se encuentran en los países en desarrollo. La mejor solución sería protegerlas o por lo menos asegurar el mejor manejo posible, especialmente en aquellos ecosistemas boscosos que ya muestran signos de perturbación y en el peor de los casos de degradación como ocurre en

un 13% de los bosques de América del Sur, 19% en África y 27% en Asia (FAO, 2002).

Con base en lo anterior, esta investigación tuvo como finalidad: a) Evaluar la MOS desde el punto de vista de sus fracciones dinámicas lábiles y estables, de suelos bajo uso de fresa, durazno y bosque nublado del Municipio Tovar, estado Aragua; b) Determinar los cambios por el manejo en la distribución del CO en agregados estables al agua.

## **Materiales y Métodos**

La investigación se realizó en la Serranía del Litoral Central de la Cordillera de la Costa, en suelos de pequeños productores del poblado de La Colonia Tovar, municipio Tovar, estado Aragua, Venezuela (Latitud 10° 25' N, longitud 67°18' W).

### **Caracterización de la zona de estudio**

La Colonia Tovar es una zona agrícola y turística, con una altitud aproximada entre 1.400 y 1.700 msnm, caracterizada por un mesoclima superhúmedo muy frío, una temperatura promedio anual de 16,8 °C, 8 meses lluviosos (Abril-Noviembre), 4 secos (Diciembre-Marzo) y 1.152 mm de precipitación media anual (Sánchez, 2005).

La cobertura vegetal típica de esta zona es una selva higrófila mesotérmica, cuyos árboles son de tronco erecto, foliados, en cuyas ramas se asientan plantas epifitas, como las orquídeas y bromelinas. La altura oscila entre 25-30 m con dos o tres estratos árboles y el sotobosque de selva nublada. La mayor parte del área de la Colonia Tovar se caracteriza por poseer suelos con un epipedón umbrico, cuyo espesor oscila

entre 40 y 70 cm, con altos contenidos de carbono orgánico y horizonte argílico con un espesor superior a los 60 cm. En general, los suelos son de textura medias, con incrementos del contenido de arcilla con la profundidad y reacción ácida, cuyo pH está alrededor de 4,2. Se reportan suelos poco evolucionados (entisoles e inceptisoles) y de mayor evolución como alfisoles y ultisoles (Jaimes, 1989).

### **Historia de manejo agrícola**

En el municipio Tovar se desarrollan con siembra de durazno (*Prunus persica* L.) unas 2.382 ha, presentando un rendimiento de 14.291 kg ha<sup>-1</sup> (MPPAT, 2008). El principio de manejo es el uso intensivo de productos químicos, mayormente son sistemas poco diversificados en sus actividades, que dependen en su totalidad de insumos externos, tanto para mantener la producción comercializable como para el autoconsumo [Soto *et al.*, (2004)]. El conocimiento para el manejo de las fincas se transmite de padres a hijos de manera empírica. Los productores manejan sus fincas con un estilo gerencial donde todo el trabajo es centralizado y canalizado por el propietario y esta basado en la vasta experiencia en la actividad frutícola de los productores (Silva y Pérez, 2010). La horticultura comercial de piso alto desarrollada en la zona, se caracteriza por parcelas pequeñas conformadas por hileras de cultivos específicos, siendo el principal rubro la fresa (*Fragaria chiloensis* L.), para la cual se estima un área cultivada de 395 hectáreas y un rendimiento aproximado de 22.725 kg\*ha<sup>-1</sup> (Sucre, 2003). También se encuentran cultivos de repollo,

zanahoria, rábano y lechuga, entre otros. El sistema requiere abundante irrigación y los fertilizantes y pesticidas son utilizados intensivamente. Los agricultores carecen de un programa de asistencia técnica, lo que se ha traducido en el uso indiscriminado de los pesticidas, generando problemas de salud pública, ya que los agricultores han estado expuestos a esos productos desde edades muy tempranas (Maselli y Guevara, 2005).

### **Muestreo**

El muestreo de suelos se hizo en los primeros 20 cm de profundidad en tres sitios con usos diferentes: bosque (100m x 80m), fresa (80m x 80m) y durazno (120 m x 80m). El bosque no había sido intervenido antrópicamente, mientras que los lotes de fresa y durazno tienen más de 5 años de explotación. La pendiente en los lotes fue similar y osciló entre 25 y 30%. En cada lote se delimitaron 5 transectas perpendiculares a la pendiente y se tomó una muestra compuesta por 10 puntos en cada transecta, obteniéndose 5 muestras compuestas por cada uso de la tierra

### **Análisis físico-químico del suelo**

La granulometría se realizó por el método de Boyoucos, el pH en relación suelo:agua 1:2,5; la conductividad eléctrica en suspensión 1:5, el calcio por acetato de amonio y el fósforo y el potasio por Olsen (CIESA, 2000), y el carbono orgánico total, por el método de oxidación de Walkley y Black modificado (Heanes, 1984).

### **Fraccionamiento físico de la materia orgánica.**

Las fracciones ligeras y pesadas de la MOS se determinaron en muestras de

250 g de suelo seco al aire y tamizado a 2 mm, en el caso del bosque se usó 50 g de suelo seco, debido a la gran cantidad de raíces y fragmentos orgánicos que presentó ese suelo. Las muestras se dispersaron en agua filtrada a presión para romper los agregados, todo el material que flotaba ( $d \leq 1 \text{ g cm}^{-3}$ ) que pasaba por un tamiz de 2000  $\mu\text{m}$  pero no pasaba por el de 250  $\mu\text{m}$ , fue considerado fracción ligera (FL) y todo lo que pasó a través del tamiz fue considerado fracción pesada (FP) la cual tiene una densidad  $\geq 1 \text{ g cm}^{-3}$ , que está más humificada y está asociada en su mayoría a la fracción mineral del suelo (Lozano y Hernández, 2005). El material se dejó decantar y se secó a 60°C, a ambas fracciones se les determinó CO mediante el método de oxidación de Walkley y Black modificado por Heanes (1984).

### **Fraccionamiento de agregados estables al agua**

Se determinó utilizando el método descrito por Kemper y Rosenau (1986) con modificaciones. Fue usado un tamizador en húmedo (marca Eijkelkamp) con tamiz de 250  $\mu\text{m}$  de apertura, el cual permitió separar macroagregados ( $>250 \mu\text{m}$ ) y microagregados ( $<250 \mu\text{m}$ ). Se utilizaron 3 g de agregados entre 1 - 2 mm secos al aire, los cuales se sometieron a 6 minutos de humedecimiento por capilaridad y 5 minutos de tamizado en movimientos verticales. Los agregados se secaron a 60°C. Los resultados se expresaron en porcentaje de macroagregados y microagregados. Para ambas fracciones (macro y micro agregados), el contenido de CO se determinó mediante el método

de oxidación de Walkley y Black modificado por Heanes (1984).

El procesamiento estadístico se realizó con el paquete InfoStat v.2011 [Di Rienzo *et al.*, (2011)], de forma completamente aleatorizada con 5 repeticiones por uso. Se ejecutó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks modificado y para el análisis de varianza se utilizó la comparación de medias por el test de Duncan con un nivel de significancia del 95% ( $p \leq 0,05$ ).

## Resultados y Discusión

El suelo bajo vegetación natural de bosque presenta texturas medias, pH fuertemente ácido y bajos valores de los atributos químicos (Tabla 1), ello concuerda con lo reportado en la literatura para la zona [Jaimes, (1988); Avilan *et al.*, (1975)]. En contraste en los suelos intervenidos con fresa y durazno, el pH va de moderada a ligeramente ácido, el Calcio es alto, el Magnesio entre alto y medio con muy altos valores de Fósforo (Tabla 1). El aumento de los niveles de nutrimentos se debe principalmente a que son adicionados abonos orgánicos en cantidades elevadas.

**Tabla 1.** Atributos químicos del suelo en los usos evaluados

Uso	Textura	pH	CE	Calcio	Potasio	Fósforo
			dS*m <sup>-1</sup>	Promedio en mg*kg <sup>-1</sup>		
<b>Bosque</b>	FA	(4,2-4,5)	0,06	170	26,8	9
<b>Fresa</b>	F	(5,5-5,8)	0,41	1444	117	160
<b>Durazno</b>	FAa	(5,2-6,1)	0,15	1504	76	156

Textura = USDA; pH = Agua 1:2,5; CE = Conductividad Eléctrica 1:5;

### Carbono orgánico total (COT)

Se encontraron diferencias significativas entre los suelos del bosque y las zonas intervenidas con fresa y durazno (Tabla 2), pero entre estos dos agroecosistemas no hubo diferencia significativa ( $p > 0,05$ ). El mayor valor de carbono fue para el bosque con 81,23 g C\*kg<sup>-1</sup> suelo, ya que es una zona no intervenida, con alta heterogeneidad de hojarasca producto de la alta diversidad biológica vegetal, por esta razón es un material más complejo para su mineralización, generando así acumulación. Mientras en el sistema de fresa los productores hacen reposición con material de muy baja tasa de descomposición, como la cascarilla

de arroz, cuya relación de C/N está por encima de 100 (Sanmartin, 2006).

### Fraccionamiento físico y carbono orgánico

El bosque reportó el mayor valor de carbono en la fracción ligera (CFL), con 23,41 g C\*kg<sup>-1</sup> suelo, mientras que el durazno y la fresa presentan una reducción de 5,2 y 5,7 veces el valor en bosque (Tabla 2). Existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el bosque y los otros usos, no habiendo significancia entre el durazno y la fresa.

Una relación afín reportaron Hernández-Hernández *et al* (2008) en suelos ultisoles en posición de ladera en el norte de Venezuela. Alcanzaron el

mayor valor del CFL en un ecosistema de bosque húmedo con 3,9 Mg \*ha<sup>-1</sup>, y en los monocultivos de eucalipto y pino y en una sabana secundaria, obtuvieron una disminución de 1,7, 3,2 y 5,6 veces respecto al valor del bosque. Por su parte, Hernández-Valencia y Bautis (2005)

en el estado Monagas, en una parcela de pino (*Pinus caribea* Morelet var. Hondurensis) con 24 años de establecido y otra con sabana natural, reportan que la FL incrementó de 1,3 a 2,6 g FL kg<sup>-1</sup> suelo, por el establecimiento del pinar.

**Tabla 2.** Fraccionamiento Físico de la materia orgánica del suelo en tres sistemas de uso: Bosque y cultivos de Fresa y Durazno

		USOS		
Parámetro		Bosque	Fresa	Durazno
COT	g C*kg <sup>-1</sup> suelo	81,23 a	38,93 b	39,20 b
<b>FP</b>	%	91,9	98,2	98,3
<b>FL</b>	%	8,1	1,8	1,7
<b>CFP</b>	g C*kg <sup>-1</sup> suelo	64,08 a	42,65 b	35,11 b
<b>CFL</b>	g C*kg <sup>-1</sup> suelo	23,41 a	4,08 b	4,45 b
<b>CFL/COT</b>		0.288	0.110	0.114

COT = Carbono Orgánico Total; C = Carbono; FP = Fracción Pesada; FL = Fracción Ligeras; En cada fila letras distintas difieren significativamente (p<0,05) entre usos, según la prueba de medias de Duncan.

Por otra parte, los valores de carbono de la fracción pesada (CFP) del presente estudio, son mayores a los reportados por Pulido-Moncada *et al.*, (2010) en suelos inceptisoles y ultisoles del estado Carabobo, bajo uso de bosque y cítricas, quienes indican el mayor valor del CFP en 33,6 g C\*kg<sup>-1</sup> de suelo (bosque-inceptisol). Igualmente, Figuera *et al.*, (2005) en suelos vertisoles y ultisoles de las sabanas del estado Guárico, reportaron valores de 8,6 y 6,5 % en FL, respectivamente, los cuales son muy similares a los del bosque (Tabla 2).

En este sentido, la relación CFL/COT evidenció un mayor valor en el bosque (29%), mientras que lo obtenido en fresa y durazno fue del 11%. Albanesi *et al.*,

(2003) reportaron iguales relaciones de la FL (47% del COT) en un bosque ubicado en posición de ladera. Así mismo, Hernández y Lopéz-Hernández (1998) en un suelo ultisol del estado Guárico, trabajaron con siembra directa (SD), labranza convencional (LC) y sabana natural y reportaron que la FL resultó sensible al manejo agrícola del suelo, así en LC se perdió un 60% de la FL y por el contrario, en la SD lograron un incremento del 70% respecto al suelo virgen.

Al respecto, Galantini y Suñer (2008) concluyen que la MO lábil (ligera) es muy sensible a descomponerse cuando los sistemas son disturbados, y de esta forma su ciclado aumenta más que el

de las fracciones física o químicamente protegidas.

#### **Agregados estables al humedecimiento**

Se evidencia que en todos los usos la fracción de macroagregados ( $FG > 250 \mu\text{m}$ ) es mayor que los microagregados ( $FF < 250 \mu\text{m}$ ) (Tabla 3). El carbono de los macroagregados presenta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) del bosque respecto a fresa y durazno, no siendo así entre estos dos últimos usos, por su parte en los microagregados el carbono no presentó diferencias entre los usos ( $p < 0.05$ ). Lo anterior concuerda con lo expresado por Pulido-Moncada *et*

*al.*, (2010), quienes al evaluar bosque y Cítricas en dos tipos de suelos (ultisoles e inceptisoles), obtienen mayores valores de macroagregados respecto a los microagregados, así como una mayor estabilidad en el bosque. Similarmente, Hernández-Hernández y López-Hernández (2002b), en suelos de sabana, reportan disminución en los macroagregados de la sabana nativa (92,3%) cuando en el manejo se realizan 15 años de labranza convencional (38,8%) y 5 años de no labranza (64,5%).

**Tabla 3.** Carbono orgánico en los agregados estables al humedecimiento

Parámetro		USOS		
		Bosque	Fresa	Durazno
Microagregados	%	5,2 b	13,2 ab	15,8 a
Macroagregados	%	95,8 a	86,8 ab	84,2 a
Microagregados	g C*kg <sup>-1</sup> suelo	2,97 a	3,37 a	5,03 a
Macroagregados	g C*kg <sup>-1</sup> suelo	66,11 a	42,15 b	37,01 b

Micro agregados = ( $< 250 \mu\text{m}$ ); Macro agregados = ( $> 250 \mu\text{m}$ ).

% = Porcentaje de Macro o Microagregados; C = Carbono.

En cada fila letras distintas difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) entre usos, según la prueba de medias de Duncan.

Así mismo, Hevia *et al.*, (2003), en suelos semiáridos de Argentina, expresan que la materia orgánica de los agregados entre 100 y 2000 $\mu\text{m}$  tiende a ser mayor (57%), respecto a la presente en agregados  $< 100 \mu\text{m}$ , en 7 suelos de sabana virgen y 10 cultivados por más de 50 años bajo labranza convencional.

El porcentaje de macroagregados disminuyó 11,6% en el durazno respecto al bosque y 9% en la fresa (Tabla N° 3). No obstante, el contenido de carbono en los macroagregados del suelo de

bosque disminuyó en un 36% en el suelo cultivado con fresa y en un 44% en el suelo bajo durazno. Expresiones similares reportaron Urioste *et al.*, (2006) quienes al estudiar el efecto de la agricultura en tres suelos ultisoles de La Pampa Argentina, encontraron que la fracción de agregados gruesos (100-2000  $\mu\text{m}$ ) fue la más sensible al manejo y en la que pueden ocurrir las mayores pérdidas de CO (73%) y fósforo orgánico (64%) respecto a los valores originales, al comparar ecosistemas nativos de sabana

en contraparte a zonas con 60 años de cultivos anuales.

Resultados similares han encontrado Bouajila y Gallali (2010) en tres toposecuencias de suelos en Túnez, en cada una de las cuales compararon usos agrícolas, pastizal y bosque nativo. El bosque presentó la mayor estabilidad de agregados en las tres secuencias, y disminuyó con la intervención en pastizal y en uso agrícola. La razón es la destrucción de los macroagregados por la labranza, causando la exposición del núcleo interno (Carbono Orgánico Particulado), facilitando la rápida descomposición por los microorganismos de esta importante reserva de carbono orgánico en el suelo.

### Conclusiones

El uso intensivo de la tierra en cultivos de fresa y durazno ha disminuido los contenidos de carbono de la FL, o materia orgánica no asociada firmemente a los minerales del suelo. El carbono de esta FL en condiciones prístinas representa un 29% del carbono orgánico total, bajando a un 11% en los sistemas de cultivos mencionados.

La estabilidad de agregados disminuye alrededor de 10% cuando se somete el suelo a los usos de durazno y fresa, e igualmente el carbono de los macroagregados disminuyó en 44 y 36% en esos cultivos respectivamente.

La sostenibilidad de los sistemas de explotación de fresa y durazno se considera baja si no es repuesta la materia orgánica, ya que en poco tiempo podrá perderse la MO que se recicla más fácilmente y que ofrece una mayor disponibilidad de nutrientes

potencialmente mineralizables.

### Agradecimiento

Al personal del centro de investigación y extensión en suelos y aguas CIESA-UNERG, por su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

### Referencias Bibliográficas

- Albanesi, A.; Anriquez, A.; Polo-Sánchez, A. (2003). Efectos de la agricultura convencional sobre algunas formas del C en una toposecuencia de la región Chaqueña, Argentina. *Agriscientia*. 20: 9-17.
- Avilán, L.; Brendler, A.; Hernaiz, A. (1975). Evaluación de los suelos y del estado nutricional del cultivo del durazno (*Prunus persica* L.) en la Colonia Tovar. *Agronomía Tropical*. 25 (1): 81-91.
- Balesdent, J.; Besnard, E.; Arrouays, D.; Chenu, C. (1998). The dynamics of carbon in particle-size fractions of soil in a forest-cultivation sequence. *Plant and Soil*. 201: 49-57.
- Bouajila, A.; Gallali, T. (2010). Land use effect on soil and particulate organic carbon, and aggregate stability in some soils in Tunisia. *African Journal of Agricultural Research*. 5 (8): 764-774.
- Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas (CIESA). (2000). Metodologías de laboratorio utilizadas en el centro de investigación y extensión en suelos y aguas. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos. (Mimeografiado). 25 pp.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2011). *InfoStat*



- versión 2011. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, [en línea], de <http://www.infostat.com.ar>.
- Figuera, K. C.; Lozano, Z.; Rivero, C. (2005). Caracterización de diferentes fracciones de la materia orgánica de tres suelos agrícolas venezolanos. *Venesuelos* 13:34-46.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos N° 96. Rome. 70 pp.
- Galantini, J.; Suñer, L. (2008). Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. *Agriscientia*. 25 (1): 41-55.
- Heanes, D. (1984). Determination of total organic- C in soil by an improved chromic acid digestion and spectrophotometric procedure. *Revista Soil Science and Plant Analysis*. 15:1191-1213.
- Hernández Valencia I.; Bautis, M. (2005). Cambios en el contenido de fósforo en el suelo superficial por la conversión de sabanas en pinares. *Bioagro* 17 (2): 69-78.
- Hernández, R.; López-Hernández, D. (1998). Efecto de la intensidad de la labranza sobre diversas fracciones de la materia orgánica y la estabilidad estructural de un suelo de sabana. *Ecotropicos* 11 (2): 69-80.
- Hernández-Hernández R.M.; Ramírez, E.; Castro, I.; Cano, S. (2008). Cambios en indicadores de calidad de suelos de ladera reforestados con pinos y eucaliptos. *Agrociencia*. 42(3):253-266.
- Hernández-Hernández, R.; López-Hernández, D. (2002a). El tipo de labranza como agente modificador de la materia orgánica: un modelo para suelos de sabana de los llanos centrales venezolanos. *Interciencia* 27: 529-535.
- Hernández-Hernández, R.; López-Hernández, D. (2002b). Microbial biomass, mineral nitrogen and carbon content in savanna soil aggregates under conventional and no-tillage. *Soil Biology and Biochemistry*. 34 (11): 1563-1570.
- Hernández-Hernández, R.M. (2008). Dinámica y manejo de la materia orgánica en suelos de sabanas bien drenadas. *Acta Biológica de Venezuela*. 28 (1): 69-84.
- Hevia, E.; Buschiazzo, D.; Hepper, E.; Urioste, A.; Antón, E. (2003). Organic matter in size fractions of soils of the semiarid Argentina. Effects of climate, soil texture and management. *Geoderma*, 116 (3-4): 265-277.
- Jaimes, E. (1988). Determinación de índices homogeneidad múltiples en sistema pedogeomorfológicos de la Cordillera de la Costa Serranía del Litoral Central. Tesis de Doctorado. Facultad Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela.
- Kemper, W.; Rosenau, R. (1986). Aggregate stability and size distribution. *in* Klute, A. (ed). *Methods of Soil Analysis, part I. Physical and Mineralogical methods- Agronomy Monograph N° 9 (2<sup>nd</sup> edition)*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 427-442.
- Lozano, Z.; Bravo, C.; Hernández-Hernández, R.; Del'abate, M.; Alianelo, F.; Benedetti, A. (2002). Efecto de cultivos de cobertura de diferentes calidades sobre la materia orgánica de dos suelos Venezolanos. *Venesuelos* 10

(1 y 2): 47-60.

Lozano, Z.; Hernández-Hernández, R. (2005). Fraccionamiento químico y físico de la materia orgánica del suelo. En: Evaluación de la Calidad de los Suelos. Universidad Central de Venezuela (Mimeografiado). 11 pp.

Maselli, A. y Guevara, Y. (2005). Enfermedades bacterianas en hortalizas de piso alto en el municipio Tovar. INIA Divulga. 5: 27-28.

Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. (MPPAT). (2008). VII Censo Agrícola Nacional, [en línea], de <http://200.11.150.11/>.

Parton, W.; Schimel, D.; Cole, C. Ojima, D. (1987). Analysis of factor controlling soil organic matters levels in Great Plains grasslands. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 1173-1179.

Pulido-Moncada, M.; Flores, B.; Rondón, T.; Hernández-Hernández, R.; Lozano, L. (2010). Cambios en fracciones dinámicas de la materia orgánica de dos suelos, Inceptisol y Ultisol, por el uso con cultivos de Cítricas. Bioagro. 22 (3): 201-210.

Sánchez, J. (2005). Las sequías en Venezuela. Ed. Innovación Tecnológica, UCV Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas. 42 p.

Sanmartín, M. (2006). Dinámica de la descomposición y mineralización neta del nitrógeno y del fósforo de heces de vacunos en pastoreo sobre un pastizal templado. Revista Argentina de producción animal. 26: 193-202.

Silva, S.; Pérez, M. (2010). Sustentabilidad de fincas productoras de duraznos en El Jarillo, Estado Miranda, Venezuela. Revista de Estudios Transdisciplinarios (2):45-61.

Soto, E.; Arnal, E.; Rondón, A. (2004). Análisis del proceso productivo de durazno en Venezuela: el caso de la Colonia Tovar, estado Aragua. CENIAP HOY N°. 5, Mayo-Agosto 2004, de [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n5/arti/esoto.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n5/arti/esoto.htm)

Sucre, D. (2003). Delimitación de Áreas Ecogeográficas del Estado Aragua. Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en el estado Aragua. Maracay. 76 pp.

Urioste, A.; Hevia, G.; Hepper, E.; Antón, L.; Bono, A.; Buschiazzi, D. (2006). Cultivation effects on the distribution of organic carbon, total nitrogen and phosphorus in soils of the semiarid region of Argentinian Pampas. Geoderma. 136 (3-4): 621-630.