

# DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES EN EL PERFIL DEL SUELO DESPUÉS DE DIEZ AÑOS BAJO SIEMBRA DIRECTA DE MAÍZ EN TURÉN, EDO PORTUGUESA

Zuleyka Palma<sup>1</sup>; Adriana Florentino<sup>2</sup>, Abelardo Ospina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela*

*Maracay, E-mail: [zulepg@yahoo.es](mailto:zulepg@yahoo.es); [florentinoa@agr.ucv.ve](mailto:florentinoa@agr.ucv.ve); [ospinaa@agr.ucv.ve](mailto:ospinaa@agr.ucv.ve)*

## RESUMEN

Esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la distribución de nutrientes en el perfil del suelo después de diez años ininterrumpidos bajo siembra directa (SD) de maíz, con rotación de ajonjolí, en Turén, estado Portuguesa. Se tomaron muestras alteradas de suelo en las capas de 0-5, 5-19, 19-30 y 30-40 cm de profundidad en tres zonas de manejo. Se determinó pH, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico total (COT), nitrógeno total (NT), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) disponible para las plantas. El sistema de SD mejoró algunas propiedades químicas de los suelos, principalmente en la capa superficial (0-5 cm), aunque se observa un desbalance de algunos elementos como el P, por acumulación excesiva en el perfil. Después de 10 años ininterrumpidos bajo siembra directa ha ocurrido una estratificación vertical en las diferentes capas de suelo, expresado a través del índice de relación de estratificación específico para cada uno de los nutrientes disponibles para las plantas.

**Palabras clave:** Propiedades químicas, suelos tropicales, estratificación de nutrientes.

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los sistemas de producción del estado Portuguesa se basan en la producción de monocultivos intensivos, así como a la actividad ganadera. Bajo estos esquemas de manejo, la implementación de una labranza excesiva, con equipos inapropiados, en condiciones inadecuadas de humedad, producen degradaciones de los suelos. Según Florentino, 1989; Bravo y Florentino, 1997, coinciden que este manejo generan principalmente problemas de degradación física de los suelos, como son pulverización, sellado y encostrado, compactación y aguachinamiento. Lozano et al., 1997; Torres et al., 2005 y Madejón et al., 2006, encontraron degradación química por el uso excesivo de insumos agroquímicos. También Madejón et al., 2006, señala que existe degradaciones biológicas, asociada a los bajos contenidos de materia orgánica del suelo. En consecuencia genera la baja emergencia de plántulas, escaso desarrollo radicular en el perfil del suelo, baja capacidad de aireación, reflejándose en los bajos rendimientos de los cultivos que se producen en la zona, además de graves problemas ambientales. En este sentido, existe la necesidad de buscar prácticas alternativas de manejo del suelo para el cultivo de maíz, que reduzcan la intensidad de la labranza (labranza reducida y siembra directa), permitan una mayor cobertura de la superficie del suelo (FAO, 1992), aumenten el contenido de materia orgánica (abonos verdes, compost) y la fertilidad, mejoren el drenaje superficial (bancales) y que, en general, contribuyan a mejorar la calidad del suelo y específicamente la calidad química. El objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de nutrientes disponibles para las plantas y su distribución en las diferentes capas del perfil cultural del suelo como efecto de la implementación de un sistema de producción de maíz en rotación con ajonjolí bajo siembra directa (SD) en Turén, estado Portuguesa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en la Finca Matapalo, Municipio Esteller del estado Portuguesa, utilizando parcelas grandes sin repetición, con muestreo dentro de cada parcela (Machado, 1998). El muestreo se realizó en tres sitios (lotes) debido a la alta variabilidad espacial de las propiedades del suelo (Palma, 2007). En cada unidad de muestreo (40 m x 25 m) se seleccionaron tres (3) sitios (a una distancia de 40 a 50 m entre ellos) y se definieron cuatro capas, en un hoyo de 40x40x45 cm de profundidad, ubicado en la base del tallo de tres plantas de maíz. Se tomaron muestras alteradas (1 muestra compuesta/capa). Con la finalidad de obtener valores de referencia para comparar los resultados de las variables a ser evaluadas, se muestrearon dos sitios más, uno bajo vegetación o bosque natural (**BN**) y otro en una parcela con sistemas de maíz bajo labranza convencional (**LC**). Se utilizó para la comparación solo la capa superficial (0-5 cm) debido a la alta variación textural. Las metodologías para los análisis químicos del suelo fueron las utilizadas en UCV-Laboratorio general del Instituto de Edafología (1993), siendo las variables evaluadas: pH en agua y CE ambos en relación 1:1, materia orgánica (método Walkley – Black por óxido-reducción.). El contenido de calcio, magnesio y potasio se determinó por absorción atómica, a partir del extracto de suelo obtenido con solución extractora Melich I, utilizando una relación suelo: extractante de 1:4. La determinación de fósforo por espectrofotometría UV, con solución extractora Melich, (relación 1:4) y el nitrógeno total se determinó con Kjeldhal, semimicro. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el uso de estadísticos no paramétricos, promedios y desviación estándar. Se utilizó el paquete estadístico InfoStat (2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### pH

Se observa (**Cuadro 1**), que en los primeros 5 cm del suelo el pH tiende a ser de fuerte a moderadamente ácido, disminuyendo el grado de acidez (ligeramente ácido – neutro) con la profundidad. También se puede observar que en el **BN**, el pH es fuertemente ácido, similar al de **LC**. Estos valores pueden deberse al mayor contenido de materia orgánica (MO) del **BN** y por otro lado a la presencia de materiales aluviales poco evolucionados que para el año 1958 mostraban suelos con cierto grado de acidez en la capa superficial para la zona bajo estudio (Allievi, 1958). Estos cambios observados en los lotes de **SD**, al compararlos con los suelos de referencia (**BN, LC**) permiten concluir que la tendencia a presentar pH fuertemente ácidos en los primeros 5 cm del suelo posiblemente se debe a un uso excesivo de fertilizantes químicos o a las características de los residuos (maíz- ajonjolí) dejados en superficie por el sistema de **SD**, los cuales en el proceso de descomposición generan ácidos orgánicos que bajan el pH del suelo y que podría interferir en la disponibilidad de algunos nutrientes esenciales, tales como el P (García-Gómez et al., 2003).

### Conductividad eléctrica (CE).

Los resultados muestran que la CE en la capa superficial del lote 1 (primeros 5 cm de profundidad) es moderada, destacando que estos suelos no tienen problemas de salinidad en todo el perfil. Igualmente en los suelos de referencia (**BN** y **LC**).

Cuadro 1. Propiedades químicas promedio de los suelos en los Lotes 1, 2, 3, BN, LC y desviación estándar del Lote 1,2 y 3.

Suelo-Lote	Prof (cm)	pH (1:1) agua	CE (dS/m) (1:1)	MO (g kg <sup>-1</sup> )	Ntotal (g kg <sup>-1</sup> )	Nutrientes disponibles, mg kg <sup>-1</sup>					C/N
						P	K	Ca	Mg	Na	
1	0--5	<b>4,9</b> (0,16)	<b>0,50</b> (0,14)	<b>51</b> (0,54)	<b>2,8</b> (0,02)	<b>113,33</b> (35,95)	<b>61,33</b> (8,08)	<b>1336</b> (499,60)	<b>408</b> (236,78)	<b>10,33</b> (0,58)	<b>10,42</b> (0,26)
	5--19	5,4 (0,19)	0,46 (0,32)	36,8 (0,33)	2,5 (0,03)	92,33 (31,79)	44,33 (11,06)	1360 (228,67)	389,33 (89,20)	11,67 (1,15)	8,58 (1,23)
	19-30	5,7 (0,44)	0,44 (0,23)	35,3 (0,37)	2,4 (0,03)	89,67 (27,93)	49,33 (7,23)	922 (717,01)	333,33 (48,88)	12 (2,00)	8,49 (1,02)
	30-45	6 (0,44)	0,34 (0,04)	29,6 (0,37)	2,3 (0,02)	70,33 (29,19)	36,33 (4,04)	862 (660,66)	418,67 (125,05)	12,33 (2,08)	7,51 (1,37)
2	0-5	<b>5,6</b> (0,82)	<b>0,33</b> (0,04)	<b>37,3</b> (1,29)	<b>2,3</b> (0,08)	<b>287,67</b> (113,51)	<b>94</b> (53,70)	<b>1354,67</b> (348,19)	<b>275,33</b> (59,48)	<b>10</b> (1,00)	<b>9,42</b> (1,94)
	5--19	5,7 (0,61)	0,23 (0,08)	24,9 (0,94)	1,9 (0,06)	258,33 (77,59)	53 (18,52)	1312 (579,05)	317,33 (121,15)	10 (0,00)	7,71 (0,80)
	19-32	6,4 (0,26)	0,22 (0,10)	21,2 (0,96)	1,7 (0,04)	236,33 (58,71)	37 (10,15)	1298,67 (201,17)	368 (112,00)	10 (1,00)	7,02 (1,50)
	32-45	6,5 (0,18)	0,22 (0,10)	19,2 (1,06)	1,6 (0,05)	251,33 (82,66)	33,33 (13,58)	1482,67 (256,67)	445,33 (88,48)	9,67 (2,52)	6,83 (1,75)
3	0-5	<b>5</b> (0,03)	<b>0,39</b> (0,06)	<b>37,1</b> (0,70)	<b>2,6</b> (0,01)	<b>349,33</b> (30,24)	<b>64,67</b> (1,53)	<b>766</b> (572,47)	<b>261,33</b> (58,97)	<b>9</b> (1,00)	<b>8,28</b> (1,17)
	5--19	5,6 (0,26)	0,19 (0,02)	26,4 (0,55)	2,6 (0,07)	311,33 (49,66)	48,67 (10,07)	1272 (248,39)	194,67 (65,16)	8,33 (1,53)	6,06 (1,23)
	29-32	6,4 (0,27)	0,19 (0,03)	25,7 (0,40)	3,3 (0,20)	264 (41,58)	43,67 (2,89)	1432 (285,43)	256 (28,84)	9,67 (0,58)	5,56 (2,46)
	32-45	6,6 (0,18)	0,19 (0,03)	25,7 (0,17)	2 (0,01)	247,33 (23,71)	22 (8,08)	1205,33 (102,46)	320 (63,50)	9,67 (0,58)	6,05 (0,33)
BN	0-5	<b>5,09</b>	<b>0,68</b>	<b>125,4</b>	<b>5,19</b>	<b>348</b>	<b>249</b>	<b>1496</b>	<b>504</b>	<b>9</b>	<b>13,97</b>
LC	0-5	<b>5,27</b>	<b>0,41</b>	<b>38,8</b>	<b>2,61</b>	<b>175</b>	<b>54</b>	<b>1424</b>	<b>536</b>	<b>10</b>	<b>5</b>

\* Valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar.

### Materia orgánica (MO)

Al comparar los valores promedio de MO y su variación en profundidad (Cuadro 1), destaca que el lote 1 es el que tiene mayor contenido de MO (suelo AL), seguido del lote 2 y 3 (Suelo FL). Considerando que, en general, la cantidad de MO que poseen los suelos tropicales va de moderada a baja y disminuye con la profundidad, al comparar el suelo bajo SD con los suelos de referencia BN y LC (Cuadro 1), se puede concluir que hay una tendencia a aumentar hasta en un 90% en MO en los primeros 5 cm. del suelo, lo que implica que la utilización constante de labranza convencional, es decir, numerosos pases de implementos agrícolas para la preparación del suelo, tiende a disminuir el contenido de MO del suelo, ya que favorece su exposición a los microorganismos del suelo, el incremento de la actividad biológica y la tasa de mineralización (Hernández y López-Hernández, 2002).

### **Nitrógeno total (Nt).**

La mayor concentración de Nt en la capa de 0-5 cm indica un mayor aporte por la mineralización de los residuos que permanecen sobre el suelo bajo **SD**. Se observa que de 0-5 cm, el lote 1 presenta los valores mayores, seguido del lote 3 y lote 2, sin embargo en el perfil los lotes 1 y 3 presentan concentraciones similares. Al comparar los resultados obtenidos en SD con los de **BN** ( $5,19 \text{ g kg}^{-1}$ ) y **LC** ( $2,6 \text{ g kg}^{-1}$ ), pueden calificarse de moderado a bajo en relación a estos valores de referencia.

### **Fósforo**

El contenido de fósforo (P) encontrado en todos los suelos es alto o muy alto y es en la capa superficial (0-5 cm) donde se encuentra la mayor concentración de este elemento, presentando una fuerte estratificación en el perfil. La tendencia a aumentar el P en la parte superficial puede deberse a la aplicación de los fertilizantes y al retorno del elemento al suelo por la descomposición de los residuos; esta situación puede restringir su disponibilidad a mayor profundidad, por ser un elemento de escasa movilidad.

Al observar los valores promedios de los tres lotes, el lote 3 presenta las mayores concentraciones de P, tanto en la capa superficial como en profundidad, seguido del lote 2 y lote 1. Este mismo comportamiento del elemento P se puede apreciar en el **BN** (suelo de referencia), es decir, que el mayor contenido de fósforo está en los primeros 5 cm del suelo, debido al retorno del elemento por la descomposición de los residuos, disminuyendo su concentración en profundidad. Sin embargo, llama la atención los altos valores de desviación estándar, lo cual podría estar reflejando una gran variabilidad en el contenido del elemento en el suelo, asociado a la distribución irregular de los residuos en superficie.

### **Potasio**

El lote 2 presenta altas concentraciones de potasio ( $94 \text{ mg kg}^{-1}$ ) en la capa superficial (P1), disminuyendo las concentraciones de este elemento en profundidad. También se observó que el lote 1 y 3 presenta contenidos moderados en la capa superficial, a pesar que estos valores disminuyen en profundidad son considerados valores moderados y es en la última capa que se pueden apreciar las bajas concentraciones de este elemento.

En cuanto a los suelos de referencia, en el **BN** las concentraciones de potasio son muy altas ( $249 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), en cambio en el suelo bajo **LC** las concentraciones de K son consideradas moderadas ( $54 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). En este sentido, Lozano *et al.*, (1997) señalan que, en relación al K, P y  $\text{N-NO}_3^-$ , obtuvieron diferencias entre los tratamientos de labranza, con variaciones dependiendo de las características de los suelos y del tipo de residuos incorporados, lo cual coincide con la tendencia encontrada en esta investigación.

### **Calcio**

El contenido de Ca en todo el perfil del lote 2 es alto, al compararlo con los valores del **BN** Sin embargo, en el lote 1 los cambios mayores se observan en las capas subsuperficiales con valores menores, manteniendo altas concentraciones de Ca en la primera y segunda capa ( $1336$  y  $1360 \text{ mg kg}^{-1}$  respectivamente). También se observó que en la primera capa del lote 3 el contenido de Ca es bajo y tiende a aumentar en profundidad, asociado posiblemente a la gran variabilidad textural del perfil de suelo con presencia de capas Fa (Palma *et al.*, 2009) y al poco efecto que la SD tiene sobre la estratificación de este elemento. En los suelos de referencia se observó que en el **BN** los contenidos de Ca son altos. También se observó que el suelo bajo **LC** presenta altos contenidos de Ca.

## **Sodio**

Los análisis de sodio, tanto en el tratamiento de **SD** como en los suelos de referencia (**BN** y **LC**), mostraron concentraciones muy bajas en general, lo cual elimina los riesgos de sodificación del suelo producto del manejo.

## **Magnesio**

Se observó que no existen muchas diferencias en los contenidos de magnesio en los lotes de **SD**, al compararlos con el **BN** y **LC**, dado que los suelos bajo **SD** tienden a tener concentraciones muy altas de Mg tanto en los primeros 5 cm del suelo como en profundidad.

## **Relación C/N**

La relación C/N es un indicador de la calidad de la MO del suelo, encontrándose que valores en la relación C/N cercanos o menores a 10 son adecuados para una buena actividad biológica y tasa de mineralización de los principales elementos orgánicos importantes desde el punto de vista nutricional. De acuerdo a ello se reporta que valores superiores a 15 se consideran altos y menores a 8 muy bajos (Saña *et al.*, 1996). Se puede observar que el lote 1 presenta valores mayores de C/N en todo el perfil que el lote 2 y los valores más bajos están en el lote 3, siendo común para todos ellos que esta relación disminuya con la profundidad. Al comparar estos valores (**SD**) con los suelos de referencia se puede observar que, en algunos casos, se aproximan a los del **BN**, sobre todo en la capa superficial. Esto significa que por el aporte continuo de MO en dichos suelos proveniente de la vegetación natural, siempre existe un sustrato adecuado para la actividad biológica, lo cual no sucede en el caso de **LC** (valor de C/N = 5), cuyo valor tan bajo se debe a menor contenido de MO y quizás a un mayor contenido de N proveniente de la fertilización química; una tendencia similar se observa en la capa superficial de los suelos bajo **SD**.

## **Relación de estratificación de nutrientes en el perfil de suelo como efecto del sistema de manejo siembra directa (SD).**

Tal como se discutió anteriormente, la concentración de nutrientes en el perfil fue diferente en las capas de suelo, siendo común que bajo **SD** la mayor concentración ocurre en la primera capa (0-5 cm), debido tanto a la forma de aplicación del fertilizante como a que las condiciones físicas de estos suelos (lotes 1, 2 y 3), después de 10 años bajo **SD**, solo mejoraron en esta profundidad (Palma *et al.* 2009).

En el **Cuadro 2** se muestran los resultados del cálculo del índice de estratificación de nutrientes (Florentino, 2006) que expresa la relación de la concentración en la capa superficial/concentración en la capa subsuperficial contigua (segunda capa), observándose que para los diferentes nutrientes este índice varía, destacando que en la mayoría de ellos el valor oscila entre 1 y 1,8 (a mayor valor del índice mayor estratificación). En el **Cuadro 3** se muestra también la relación de estratificación pero entre la capa superficial y la última capa (4), observándose valores más altos del índice, y por lo tanto mayor estratificación. Al respecto, Causarano *et al.* (2008) señalan que para CO del suelo, valores del índice cercanos a 2 (Capa 1/capa 4) pueden separar suelos históricamente degradados y suelos con condiciones mejoradas, y que éste índice permitió separar diferentes sistemas de manejo (bajo pasto entre 4.2 y 6.1; con labranza conservacionista entre 2.6 a 4.7 y con labranza convencional entre 1.4 y 2.4).

En los tres lotes, el índice para CO varía entre 1,4 y 1,5 (Capa 1/Capa2), lo cual indica que según Causarano *et al.* (2008), esta distribución de CO se acerca más a los valores reportados para labranza convencional; el valor más alto se presenta en la concentración de

K del lote 2; sin embargo, en el **Cuadro 3**, los valores de CO varían entre 1,7 y 1,9 (Capa 1/Capa 4), acercándose más al valor límite (2) señalado por estos investigadores que separa suelos degradados de suelos con una mejora de su calidad química. Estos resultados demuestran que la SD aún no muestra clara evidencia de una mejora en la estratificación de los nutrientes en el suelo; se necesitarán más años de evaluación para llegar a resultados contundentes. Sin embargo, este índice presenta gran potencialidad en la evaluación de la calidad de prácticas de manejo alternativas.

Cuadro 2. Relación de estratificación de nutrientes (Concentración en la capa superficial/Concentración en la capa 2) en los suelos de los lotes 1, 2 y 3.

Suelo-Lote	CO	Nt	P	K	Ca	Mg	Na	C/N
1	1,4	1,1	1,2	1,4	1,0	1,0	1,2	1,2
2	1,5	1,2	1,1	1,8	1,0	0,9	1,2	1,2
3	1,4	1,0	1,1	1,3	0,6	1,3	1,4	1,4

Cuadro 3. Relación de estratificación de nutrientes (Concentración en la capa superficial/Concentración en la capa más profunda-4) en los suelos de los lotes 1, 2 y 3.

Suelo-Lote	CO	NT	P	K	Ca	Mg	Na	C/N
1	1,7	1,2	1,6	1,7	1,5	1,0	1,4	1,4
2	1,9	1,4	1,1	2,8	0,9	0,6	1,4	1,4
3	1,8	1,3	1,4	2,9	0,6	0,8	1,4	1,4

### CONCLUSIONES

La SD mejoró algunas propiedades químicas de los suelos, principalmente en la capa superficial (0-5 cm), aunque los resultados muestran un desbalance marcado de algunos elementos, tal como el P, por acumulación en el perfil y principalmente en la capa superficial. La distribución de nutrientes en el perfil de suelo como efecto de 10 años de siembra directa de maíz presentó, para los tres lotes bajo estudio, un índice de estratificación moderado, principalmente para CO, Nt y K, de P en los lotes 1 y 3 y de Ca en el lote 1. Estos resultados demuestran que la SD aún no muestra clara evidencia de una mejora en la estratificación de los nutrientes en el suelo; se necesitarán más años de evaluación para llegar a resultados contundentes. Sin embargo, este índice se presenta con gran potencialidad en la evaluación de la calidad de prácticas de manejo alternativas.

**Agradecimientos:** Al FONACIT por el financiamiento otorgado para el desarrollo de esta investigación a través del Proyecto G-2002000557 en el Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía-UCV-Maracay. También al dueño de la finca Matapalo, Sr. Huberg. por permitir el desarrollo de esta investigación.

### BIBLIOGRAFÍA

- ALLIEVI, J. 1958. Estudio agrológico semidetallado de parte del Distrito Esteller del Edo. Portuguesa. MAC-CIA. 40 p.
- BRAVO, C.; FLORENTINO, A. 1997. Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y su influencia sobre el rendimiento del algodón. Bioagro 9(3):67-65.
- CAUSARANO, H. J., FRANZLUEBBERS, A. J., SHAW, J. N., REEVES, D. W., RAPER, R. L., WESLEY WOOD, C. 2008. Soil Organic Carbon Fractions and Aggregation in the Southern Piedmont and Coastal Plain. Soil Sci Soc Am J 72:221-230.

- FAO, 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelo de la FAO. N° 66. 194 p
- FLORENTINO, A. 1989. Efecto de la compactación sobre las relaciones hídricas de tres suelos representativos de Turén (Estado Portuguesa). Su incidencia Agronómica. Tesis de Doctorado. Postgrado en Ciencia del Suelo. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 207 p.
- FLORENTINO, A. 2006. Evaluación de la Calidad química de los suelos: Cálculo del Índices de estratificación de nutrientes y valores de referencia. Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. 7 p.
- GARCIA-GOMEZ, A., BERNAL, M., ROIG, A., 2003. Carbon mineralisation and plant growth in soil amended with compost samples at different degrees of maturity. *Waste Manag. Res.* 21, 161–171.
- HERNÁNDEZ, R. M.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, D.. 2002. Microbial biomass, mineral nitrogen and carbon content in savanna soil aggregates under conventional and no-tillage. *Soil Biology and Biochemistry.* 34: 1563–1570.
- INFOSTAT (2002). InfoStat, versión 1.1. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- LOZANO, Z; CABRERA, S.; PEÑA, J. Y ADAMS, M. 1997. Efecto de los sistemas de labranza sobre dos Inceptisol de los Llanos Occidentales de Venezuela. I. Propiedades químicas de los suelos. *Venezuelos.* 5(1 y 2): 14-24.
- MACHADO, W. 1998. Análisis de experimentos de campo en grande parcelas sin repetición. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 120 p.
- MADEJÓN, E., MORENO, F., MURILLO, J.M., PELEGRÍN, F. 2006. Soil biochemical response to long-term conservation tillage under semi-arid Mediterranean conditions. *Soil & Tillage Research* 89(2): 210-220.
- PALMA, Z. 2007. Evaluación de la calidad física y química del suelo después de 10 años bajo siembra directa de maíz en Turén, edo. Portuguesa. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 105 p.
- PALMA, Z; FLORENTINO, A; OSPINA, A; PÉREZ, M 2009. Evaluación de las propiedades físicas del suelo después de diez años bajo siembra directa en Turén, edo. Memoria del XVIII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, 9 al 13 de Marzo de 2009, Santa Bárbara. Venezuela. 8p
- SAÑA V., J; MORÉ R., J. C.; COHÍ R., A. 1996. La gestión de la fertilidad del suelo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica, Madrid. 277p.
- TORRES, D.; FLORENTINO, A.; LÓPEZ, M. 2005. Pérdidas de suelo y nitrógeno por escorrentía en un Ultisol degradado como índice de calidad de suelo bajo diferentes condiciones de cobertura vegetal en Chaguaramas-Guárico. Memorias del XVII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, 17 al 20 de Mayo de 2005, Maracay, Venezuela. 3 p.
- UCV- LABORATORIO GENERAL DEL INSTITUTO DE EDAFOLOGÍA. 1993. Métodos de análisis de suelo y planta. Cuaderno agronomía, N° 6. 89p.