

Aplicación de la zeolita en la producción de compost en la agricultura

Application of the zeolite in the compost production in the agriculture



<https://cu-id.com/2144/v15e07>

Miguel Soca Núñez*

RESUMEN: Se investigaron las principales características químicas de los compost más representativas de la agricultura y se determinó la influencia de la mezcla: compost -zeolita en el rendimiento del plátano, el trabajo evaluó proporciones de estiércoles con zeolita en el proceso de compostaje. Los experimentos se condujeron en casa de cristal entre el 2011-2013 utilizando macetas de 1,6 kg de capacidad y el sorgum como indicador. Para las mezclas se evaluaron diferentes proporciones (1:1, 1:2, 1:4 y 1:5) en un diseño completamente aleatorizado con 4 réplicas. Para el trabajo de campo se empleó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones (0, 10, 20 y 30 t.ha⁻¹ de compost- zeolita) utilizando 60 m³. La mejor dosis en suelos Ferralíticos rojos y el plátano fue de 10 t.ha⁻¹ de con efecto residual de 2 años, el compost con zeolita influyó en, el aumento del calcio cambiante, la disponibilidad del nitrógeno fósforo y potasio y en las principales relaciones intercaciónicas, el rendimiento total del plátano se vio incrementado significativamente con las dosis, lo cual influyó en una mayor producción y un beneficio económico por concepto de ahorro de fertilizante de 200 pesos ha⁻¹.

Palabras Clave: Zeolita, Suelos compost, plátano.

ABSTRACT: The main ones were investigated characteristic chemical of the most representative compost in the agriculture and you determines the influence of the mixture Zeolite: compost in the yield of the banana, the work evaluated proportions of manures with Zeolite in the process of composting of different soils. The experiments behaved at glass home among the 2011-2013 using gavel of 1, 6 kg of capacity and the sorghum like indicator. For the mixtures different proportions (1:1, 1:2 1:4 and 1:5) they were evaluated in a design totally randomized with 4 replicas. For the fieldwork you employment a design of blocks at random with 4 treatments and 4 repetitions (0, 10, 20 and 30 t.ha⁻¹ de compost - Zeolite) using compostages elaborated with the mineral of 60 m³. The best dose in soils red Ferralíticos and the banana was of 10 t.ha⁻¹ of with residual effect 2 years old, the Zeolite compost influences in, the increase of the changeable calcium, the readiness of the nitrogen match and potassium and in the main ones you relate intercationic, the total yield of the banana was increased significantly with the dose that which I influence in a bigger production and an economic benefit for concept of saving of fertilizer of 200 ps.ha⁻¹.

Key Words: Zeolite, soil, compost, banana.

INTRODUCCIÓN

El constante descenso de la materia orgánica en el suelo y en consecuencia, la fertilidad, es un problema de singular importancia en el país y en el mundo. En este sentido el país ha hecho ingentes esfuerzos en la producción y aplicación de las tecnologías para la producción de compost las cuales se iniciaron en el año 2001 (PNCMS, 2001) y son numerosos los trabajos realizados con el objetivo de mejorar o incrementar los rendimientos de los cultivos, que incluyen el aporte de materia orgánica, la implementación de diferentes tipos de biofertilizantes, ambos con diversos usos (Vilches y Núñez, 2000). No obstante, la solución de los principales problemas que

afectan los suelos agrícolas de Cuba debe ser vista, como señalan Funes-Monzote *et al.* (2008), con un enfoque sistémico e integrador y no como una solución aislada, pues se concatenan factores naturales y antrópicos. Como estos productos constituyen una alternativa a la fertilización química, obliga a profundizar en la calidad de los diferentes materiales que se emplean en los mismos y sus proporciones (Gandarilla, 1999; Martínez *et al.*, 2003; Morales, 2008 y Arias *et al.*, 2008). La incorporación de zeolitas naturales en la elaboración del compost puede ser una alternativa para favorecer la retención del NH₄⁺ y otros cationes provenientes de los fertilizantes (He *et al.*, 2008). De acuerdo con De Campos *et al.*

Recibido: 01/12/2022

Aceptado: 05/10/2023

Departamento de Suelos y Fertilizantes - Ministerio de Agricultura (MINAG), Autopista Costa Costa y Antigua Carretera de Vento, Km81/2 Capdevila, Boyeros, La Habana Cuba

*Correo electrónico: suelopncms2@oc.minag.gob.cu

Conflicto de Intereses: El autor de este trabajo declara que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones del autor: **Investigación:** Miguel Soca Núñez. **Metodología:** Miguel Soca Núñez. **Análisis formal:** Miguel Soca Núñez. **Redacción - revisión y edición:** Miguel Soca Núñez.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)

(2003) estas pueden actuar ya sea como abonos de liberación lenta incrementando el uso de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo o como enmiendas al aumentar la capacidad de retención de humedad en los suelos. De igual manera han sido reportados los beneficios de su aplicación en la reducción de la volatilización del nitrógeno hasta en un 47% cuando se combina con fertilizantes nitrogenados como la urea (Urquiaga y Zapata, 2002). Las formulaciones de zeolita con la materia orgánica, han permitido reducir dosis de aplicación, sin disminución de los rendimientos, en cultivos como trigo (Osuna *et al.*, 2012), Soja (Rodríguez y Gatti, 2010), hortalizas y papa, avena (Flores *et al.*, 2007), cebolla puerro (Álvarez *et al.*, 2010), girasol (Gholamhoseini *et al.*, 2013) y maíz (González *et al.*, 2012). El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de zeolita de origen cubano en el proceso de compostaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para caracterizar las materias primas que se utilizan en la elaboración del compost de 100 m³ con y sin zeolita se tomaron muestras de 1 kilogramo cada una formado por 10 submuestras de 100 gramos, se homogenizó para su análisis químico y se colocaron en bolsas de polietileno y fueron guardadas para su posterior análisis. El muestreo del compost, se efectuó en los Centros de Producción seleccionados. Los experimentos se condujeron en casa de cristal entre el 2011-2013 utilizando macetas de 1,6 kg de capacidad y el sorgo como indicador. Para las mezclas se evaluaron diferentes proporciones (1:1, 1:2, 1:4 y 1:5) en un diseño completamente aleatorizado con 4 réplicas. Para el trabajo de campo se empleó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones (0, 10, 20 y 30 t.ha⁻¹ de compost- zeolita) utilizando 60 m³.

Los análisis se realizaron en las instalaciones de los laboratorios Provinciales de Suelos, empleando las siguientes técnicas analíticas:

- Materia orgánica según Walkley y Black (NC-51) (1999)
- pH en solución de KCl y en H₂O (1 N) (NRAG 878) (1980)
- Determinación del Nitrógeno total (NT) a través del método de micro Kjeldahl
- P y K asimilables se utilizó el método de Machiguin (NC- 52) (1999)

- Ca²⁺ y Mg²⁺ se determinaron con la técnica utilizando el Acetato de Amonio (CN₃COONH₄) (pH=7). Cationes intercambiables (cmol.kg⁻¹), por extracción con NH₄Ac 1 Mol.l⁻¹ a pH 7 y determinación por complejometría (Ca²⁺ y Mg²⁺) y fotometría de llama (Na y K).

Con los contenidos de nutrientes en kg t⁻¹ determinados en el compost se calculó el equivalente mediante una regla de tres. Para ello se calculó en 1 tonelada compost la cantidad total en kilogramos de los valores existentes NPK, finalmente a partir de estos resultados se calculó lo que representaban estos en Urea, Superfósforo Triple y Cloruro de Potasio. Para la valoración de la dinámica de producción se empleó la información del Archivo Central del Instituto de Suelos. La evaluación del impacto económico se calculó a partir de formulaciones comerciales de los fertilizantes químicos, según los aportes nutricionales N, P, K del compost, así como los estudios realizados por investigadores cubanos donde se recomiendan normas de uso de estos productos. La zeolita utilizada provino del yacimiento de Tasajera compuesta por 85% de clinoptilonita y heulandita, 10% de modernita y el 5% restante de otros minerales. El análisis mineralógico con difracción de Rayos X y la determinación de su composición química se realizó con la colaboración del Centro de Investigaciones y Proyectos para la Industria Minero-Metalúrgica (CIPIMM) (Tabla 1). Esta zeolita es de tipo cálcico -sódica con alta capacidad de intercambio catiónico y bajo contenido aluminico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los materiales orgánicos evaluados (Tabla 2), la gallinaza presentó el mayor contenido de nitrógeno (3.05%), lo cual está en correspondencia con lo reportado por (Díaz, 2004). Se observó en el trabajo de campo que la mejor gallinaza es la de la cría de gallinas ponedora enjauladas y bajo techo Soto y Meléndez (2003). El guano de murciélago mostró el mayor contenido de fósforo debido a las características propias de este material. En el caso del aserrín presenta valores muy bajos de nutrientes por lo que se infiere que este solo sirve como retenedor de humedad, lo cual ya fue explicado anteriormente. El pH mantiene una tendencia hacia la neutralidad probablemente motivado por los contenidos de calcio de estos materiales orgánicos, el contenido de materia

Tabla 1. Análisis químico y composición catiónica de la zeolita utilizada en el estudio

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	N ₂ O	K ₂ O	F ₂ O ₃	PPI*	CICT	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺
%								Cmol (+) kg ⁻¹				
66,0	10,1	0,4	2,9	2,9	0,8	1,8	15,0	138,0	92,0	4,0	9,0	34,0

*PPI= Pérdidas por Ignición de gases volátiles; CICT= Capacidad de Intercambio Catiónico Total

Tabla 2. Caracterización químico - físico de los materiales orgánicos de Guantánamo

Materiales Orgánicos	Contenido de elementos gkg ⁻¹									
	pH/ KCl	CE dS. m ⁻¹	M.O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Humedad	C/N
Estiércol Vacuno	6,4	1,5	51	1,50	0,60	0,90	2,14	0,50	39	18:1
Estiércol Ovino	7,7	2,3	30	0,55	0,26	0,46	1,00	1,80	38	32:1
Estiércol Porcino	6,8	2,8	40	1,40	0,08	2,41	0,27	0,08	40	10:1
Estiércol Equino	6,7	1,9	44	1,23	2,08	1,80	1,10	0,97	35	22:1
Gallinaza	7,1	2,3	32	3,05	2,20	2,60	2,41	0,56	27	12:1
Pulpa Café	4,6	2,0	65	2,86	0,14	0,76	1,62	0,28	45	30:1
Guano Murciélago	6,9	4,2	48	0,80	5,25	0,80	3,00	2,00	35	8:1
Aserrín	5,3	0,2	38	0,30	0,02	0,01	0,30	0,30	46	8:1
Cachaza	7,2	2,0	60	1,65	1,35	0,10	2,80	0,38	46	35:1
Turba	6,5	1,5	52	0,80	0,054	0,92	6,04	4,30	42	42:1
Restos Vegetales	7,6	1,4	32	1,47	0,84	0,92	1,26	1,88	40	30:1

Fuente: Dirección Provincial de Suelos Guantánamo (2013)

orgánica de los materiales estudiados, se consideran aceptable para la elaboración del humus y compost, al igual que la relación carbono nitrógeno y la humedad, *Martínez et al. (2003)* y *Soto y Meléndez (2003)* el resto de los componentes muestran diferentes grados de variabilidad en sus contenidos nutricionales, lo cual está en dependencia de sus diferentes procedencias.

En la *tabla 2*, se expone la caracterización del compost a partir de un Centro de composta, donde predominan materiales orgánicos de origen animal y vegetal en forma equitativa, se tomó como referencia la producción del humus donde predominan los estiércoles ello coincide con lo reportado por *Castillo et al.(2000)*. Por eso en este último caso el humus manifiesta el mayor porcentaje de Nitrógeno, el pH se mantiene alrededor de 7 a 7.5, debido a que en los valores de los materiales orgánicos utilizadas, se observó una menor variación, que el resto de los componentes. El material empleado se mezcla con aserrín antes del composteo para darle consistencia física, aumentar la relación C/N y disminuir del Nitrógeno por volatilización (*Soto y Meléndez, 2003*). Se evaluaron los contenidos de micronutrientes Fe y Mn en el compost. Utilizando los indicadores de la Norma Ramal 2008 para su contenido en materia orgánica y relación C/N y contenido de N muestran según sus valores que son de primera calidad, mientras que la conductividad eléctrica cae a segunda calidad, motivada por los contenidos de sales de las aguas empleadas en el proceso productivo. Como se puede observar las producciones de compost presentan buenos contenidos de nutrientes para las plantas, de ahí la importancia de producirlos, pues son portadores de nutrientes lo que posibilita la disminución en cierta medida de la importación de fertilizantes minerales.

Para conocer la dinámica del empleo del compost actual y su comparación con la producción de humus

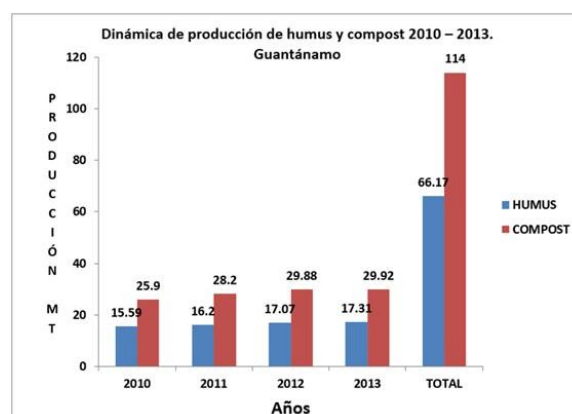


Figura 1. Dinámica de producción de Humus de lombriz y Compost + Zeolita de la provincia Guantánamo 2010 - 2013 (UM: Mt)

se tomó a modo de ejemplo la provincia de Guantánamo donde se destaca el predominio del compost- zeolita vs humus. En la dinámica se encontró que la Región de esta Provincia *figura 2* dentro de las ramas estudiadas, distribuyéndose en la rama de cultivos varios, los mayores volúmenes producidos de humus y compost con 59 y 63 % respectivamente respecto al total, en orden de importancia y en segundo lugar le corresponde a café con 20 % y 17 %, ganadería con 9 % y 17 %, cítricos y en último lugar el arroz. Estudios realizados en la provincia por *Vega et al., (2006)* encontraron que el humus originó un beneficio económico en organopónico de 20 917 pesos ha⁻¹ y 72 191 pesos ha⁻¹ en invernadero, encontró incrementos de la materia orgánica del suelo debido a las aplicaciones de 12 a 14 t ha⁻¹, *García (2012)*, encontraron que para la zona cafetalera de la Región de Guantánamo y el uso de la pulpa de café, aplicando este producto en forma de humus para el café 25 t ha⁻¹, lo cual permitió incrementar los rendimientos del grano de 1,8 g.t.cab⁻¹ a 5,3 t.cab⁻¹. Como se puede apreciar el uso

de los abonos orgánicos en la rama cultivos varios en la Región de Guantánamo son superiores puesto que dentro del mismo está la agricultura urbana ocupando un área importante en la Región.

Como se observa en la [tabla 3](#) se muestra el contenido de nutrientes de humus de lombriz y compost, considerando lo producido entre los años (2010 y 2013) se han aportado a la agricultura un equivalente de 66 170 t de humus y 114 000 t de compost que representadas en nutrientes corresponden a 420 t de N, 410 t de P_2O_5 , 463 t de K_2O , 800 t de CaO, 1058 t de MgO para el caso del humus, respecto al compost significarían 2214 de N, 1143 t de P_2O_5 , 1356 t K_2O , 957 t de CaO, 3192 t MgO. Ello representa que por aporte de nutrientes en

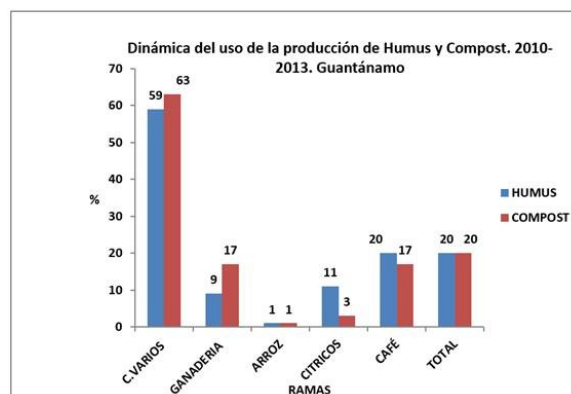


Figura 2. Uso del Humus de lombriz y Compost Zeolita de las ramas en Guantánamo en porcentaje

Tabla 3. Caracterización químico- físico Compost

Producto	pHKCl	CE dS.cm ⁻¹	M.O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Humedad	CN
Compost	7,8	2,73	53,34	2,03	0,98	1,19	0,84	2,82	52	32

Fuente: Dirección Provincial de Suelos Guantánamo, 2013

su equivalente en fertilizante se le ha proporcionado a la agricultura de la Región de Guantánamo un aporte de 32 millones 804 pesos en divisas.

La representación de estos portadores de fertilizantes se muestra en la [tabla 4](#).

Tabla 4. Contenido de nutrientes de Compost -Zeolita (Kg.t⁻¹)

PRODUCTO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
COMPOST	20,3	9,8	11,9	8,4	28,0

En la [tabla 5](#) se muestra el equivalente en USD del compost-zeolita con 32558.03.

Y los aportes nutricionales que hacen al mismo, aunque en concentraciones más bajas que los fertilizantes inorgánicos, [Soto \(2003\)](#), [Martínez \(2003\)](#) y [Peña \(2004\)](#).

Tabla 5. Representación en USD de los aportes y Compost

Tipo de Fertilizantes	Fórmula	Precio USD/ t	Compost	Total
Superfosfato Triple	0-46-0	485.00	2550.03	2628.60
Urea	46-0-0	600.00	28878.00	28972.53
Cloruro de Potasio	0-0-60	500.00	1130.00	1203.04

En la tabla se observa que la relación 1:4 constituye la mejor opción de la mezcla, influyendo además en los parámetros del suelo y los índices foliares.

Según se muestra en la [tabla 7](#) la mezcla de 1:4 incrementa aún más los nutrientes contenidos en el compost. La aplicación de compost de, zeolita y

Tabla 6. Efecto de diferentes proporciones zeolita estiércol en sorghum suelo FCAL (Rendimiento acumulado de 2 cortes).

TRATAMIENTOS	Gramos /maceta M.S	Ph	P205 gr/kg	K20 gr/kg	MO %
Testigo	14.44 d	3.94	2.54	3.33	1.39
Relación 1:1	15.05 cd	3.80	2.89	3.31	1.50
1:2	16.85 ab	4.0	4.5	3.35	1.55
1:4	18.22 a	4.5	6.68	4.30	1.66
1:5	17.85 ab	4.3	5.90	3.80	1.70
ESx	5.69				
TRATAMIENTOS	N foliar %	P foliar %	K Foliar %	Ca foliar %	Mg foliar %
Testigo	1.47	0.47	2.18	0.42	0.43
Relacion 1:1	1.50	0.49	3.39	0.46	0.46
1:2	1.83	0.54	2.40	0.50	0.47
1:4	2.06	0.57	2.47	0.66	0.50
1:5	2.00	0.57	2.45	0.60	0.53
ESx					

Tabla 7. Análisis químico de la proporción 1:4 de compost /zeolita estiércol a los 45 días de preparación en %

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Cl	Humedad	M.O	C	C/N
Compost	1.20	0.49	0.97	2.09	0.68	0.69	50.39	32.72	26.64	22
Compost 1:4	2.01	0.71	1.98	2.55	0.86	0.19	38.37	51.48	18.84	9
%	67.5	45	104	22	26	-	23	57		

Tabla 8. Efecto de la mezcla zeolita estiércol relación 1:4 con diferentes dosis de NPK en el rendimiento del plátano

Tratamientos t/ha	NPK g/plantón	Rendimiento			Peso de los dedos (g)
		t/ha	Manos por racimo	Dedos/ por racimo	
10	150-50-300	45.85 ^a	10.57ab	191.08ab	161.76ab
10	0-0-300	40.63bc	9.82b	169.93c	167.18 ^a
20	150-50-300	43.30ab	10.55ab	190.96ab	148.20cb
20	0-0-300	43.39abc	10.25bc	181.66bc	158.01abc
30	150-50-300	45.02ab	10.70a	197.73	148.98bcd
30	0-0-300	46.04ab	10.60ab	188.13ab	152.03bcd
NPK	39.43cb	9.82cb	10.10bc	190. ab	143.87b
0-0-0	34.93b	9.17c	9.48c	140.01 cb	130.00 d
Esx		1.600674	0.131194	3.897425	4.050233
NPK-	150-50-300				

Tabla 9. Efecto de la mezcla zeolita estiércol en el plátano

Tratamientos	Peso Kg/planta	No manos	N.dedos/mano	Longitud de dedos cm	Calibre de los dedos mm
Testigo NPK	25.60 c	8.17	16.19	21.34	37.18
10 t/ha +25%NPK	29.95 ab	8.77	17.00	23.18	38.45
10 t/ha +50%NPK	32.40 a	8.80	19.23	24.19	39.64
10 t/ha +75%NPK	28.40 c	8.48	16.90	23.86	38.55
20 t/ha +25%NPK	30.88ab	8.30	16.30	23.21	38.85
20 t/ha +50%NPK	30.25ab	8.23	16.35	23.23	38.04
20 t/ha +75%NPK	28.45 bc	8.20	16.05	23.41	38.50
30 t/ha +25%NPK	25.40 c	8.25	16.00	22.58	37.18
30 t/ha +50%NPK	29.74 ab	8.30	15.15	22.05	36.88
30 t/ha +75%NPK	30.67ab	8.32	15.85	22.00	37.00
ESx	1.102				

estiércol sobre el plátano fruta variedad Gavendish. Promedio de 3 cosechas

La mezcla con 10 t/ha permitió alcanzar los mejores rendimiento en el plátano fruta

Esta misma variante en relación 1:4 se ensayó en el plátano pero en este caso sustituyendo la fertilización química en diferentes %

Cómo se demuestra en la **tabla 9** la mejor variante corresponde a 10 t/ha con un 50% de la aplicación de la fertilización.

CONCLUSIONES

1. La mejor proporción zeolita estiércol correspondió a una relación 1:4
2. La mejor dosis en plátano fruta correspondió a 10 t/ha relación 1:4

3. La mejor variante en plátano correspondió a 10t/ha con un 50% de la fertilización
4. Se encontraron mayores contenidos de nutrientes en los materiales orgánicos evaluados en residuos animales, en relación a los vegetales. y estos se incrementaron con el uso de la zeolita
5. El aporte de nutrientes de las zonas de estudio de compost ascienden a 420t de N, 410 t de P₂O₅ y 800 t de K₂O, lo que representa un aporte promedio de más de 32 millones 804 USD.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, L., Múnera, V., Nivia, D., Ramírez, R. & Gutiérrez, C. 2010. Efectos de la zeolita natural en la producción de cebolla puerro (*Allium porrum* L.). Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 60 p.

- Arias, E. Martínez. F., Morales, A. & García. C. 2008. Manual de Procedimiento de Abonos Orgánicos. ACTAF, 1- 27 p. La Habana, Cuba.
- Castillo, A., Quarín, E. & Iglesias, S.H. 2000. "Vermicompost chemical and physical characterization from raw and mixed organic Wastes". Agricultura Técnica 60: 74 - 79.
- Díaz, E: La caracterización de sustratos. 2004. Memoria VI Congreso Iberoamericano para el desarrollo y aplicación en la agricultura (eds. CIDALPA 2004). Memorias, Santa Fe de Bogotá, pp. 8 - 10.
- De Campos Bernardi, A. C., Anchão Oliviera, P. P., De Melo Monte, M. B. & Souza-Barros, F. 2013. Brazilian sedimentary zeolite use in agriculture. Microporous and Mesoporous Materials. 167: 16 - 21. <http://doi.org/10.1016/j.micromeso>.
- Funes-Monzote, F. Fertilidad del suelo a largo plazo en sistemas biointensivos. LEISA. 24 (2): 9 - 12, 2008.
- Florez, A., Galvis, A., Hernández, T., De León, F. y Payán, F. 2007. Efecto de la adición de zeolita (clinoptilolita y mordenita) en un andosol sobre el ambiente químico edáfico y el rendimiento de avena. Interciencia. 32(10): 692 - 696.
- Gandarilla, J. 1999. Uso del humus de lombriz en los principales suelos y cultivos de Cuba, Trabajo presentado al CITMA en opción al premio anual según la resolución 24/ 98 Dirección Provincial de Suelos, pp. 16 - 22.
- García, S. 2012. Mitigación del Impacto Ambiental que generan los residuos sólidos del beneficio de café a partir de la producción de abonos orgánicos. Available: www.Cubasol.en/biblioteca.icrt./index.php/component [Consulted: December 6, 2015].
- Gholamhoseini, M., Ghalavand, M., Khodaeijoghan, A., Dolatabadian, A., Zakikhani, H. y Farmanbar, E. 2013. Zeolite-amended cattle manure effects on sunflower yield, seed quality, water use efficiency and nutrient leaching. Soil Tillage Research. 126:193 - 202.
- González, M., Gómez, N., Muñiz, J., Valencia, F., Gutiérrez, D. & Figueroa, H. 2012. Rendimiento del maíz de riego tratado con zeolita más fertilizante en el estado de Guerrero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3(6): 1129 - 1144.
- He, N., Xe, M. & Ding. Y. 2008. Computational study on IM-5 zeolite: What is its preferential location of Al and proton siting? Microporous and Mesoporous Materials, 111 (1-3): 551 - 559
- Instituto de Suelos. 2001. PNCMS: Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. AGROINFOR, Agencia de Información y Comunicación para la Agricultura. La Habana. 39 p.
- Martínez, F., Calero, B., Nogales R. & Rovesti L. 2003. Lombricultura. Manual Práctico, La Habana, 100 p.
- Meléndez. G. 2003. Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. En: Abonos orgánicos: Principios, características e impacto en la agricultura. Ed. Meléndez, G. San José. Costa Rica. pp. 50 - 63, 2003.
- Morales, A. 2008. Efecto del empleo de residuales sólidos orgánicos convencionales y no convencionales en la población de *Eisenia foetida* durante el proceso de lombricultura. Tesis en Opción al Grado de Máster en Ciencias del Suelo. Universidad Agraria de La Habana, UNAH.
- Oficina Nacional de Normalización. 1999. Calidad del suelo. Análisis químico. Determinación del porcentaje de materia orgánica, NC 511999.
- Oficina Nacional de Normalización. 1999. Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio, NC 52 1999.
- Osuna, E., Ramírez, A., Paredes, R., Padilla, J. & Báez, A. 2012. Eficiencia de la zeolita como aditivo de la urea e inoculación micorrízica en el cultivo de trigo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3(6): 1101 - 1113.
- Peña, E., Carrión, M., Martínez, F., Rodríguez, A. & Campanioni, N. 2004. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. INIFAT. 14- 58p.
- Rodríguez, M. B. & Gatti. J. P. 2010. Zeolitas como mejoradoras de la respuesta de la soja a los residuos de feedlot (CD). En: Memorias XXI Congreso Argentino de la Ciencia del suelo, Rosario. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina.
- Soto, G & Meléndez, G. 2003. Compost, abono o enmienda. ¿Cómo medir la calidad de un compost. In: G. Soto. G. Meléndez (eds.) Taller de Abonos Orgánicos. San Pedro, Costa Rica, 15 p, 2003.
- Soto, G. 2003. Abonos Orgánicos: El proceso de compostaje. In: G.Soto.G. Meléndez (eds.) Taller de Abonos Orgánicos. CATIE/ETZ/CIA/CANIAN/. San Pedro, Costa Rica, 27 p, 2003.
- Sotos, M: Abonos orgánicos (Editor Meléndez, G) San José Costa Rica pp. 20 - 49, 2003.
- Vílchez, E. & Nuñez. E. 2000. Caracterización de Vermicompost a partir de diferentes sustratos en *Eisenia foetida* (lombriz roja californiana), 1-15 p.
- Urquiaga, S. y Zapata, F. 2002. Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe. EMBRAPA Porto Alegre. 52 - 53 p.