

# Aplicación de la Zeolita en la producción de compost para el cultivo del plátano

José Fidel Paineira Barrera<sup>1</sup>, Miguel Soca Núñez<sup>1</sup> y Pedro Randy Rodríguez Rivera

*Departamento de Suelos-Ministerio de Agricultura - MINAG, Habana Cuba  
Universidad de Artemisa-Universidad de Ciencias Informática.*

E-mail: [suelopncms2@oc.minag.cu](mailto:suelopncms2@oc.minag.cu)

## RESUMEN

*Se investigaron las principales características químicas de las materias primas más representativas para la elaboración del compost y se determinó la influencia de la mezcla: compost – zeolita en el los componentes productivos y rendimiento del plátano, el trabajo evaluó la mezcla de estiércol con zeolita en el proceso de compostaje. Se empleó un diseño de bloques al azar con tres (3) tratamiento despreciando el efecto de borde se marcaron un total de 45 plantas; 15 plantas por cada bloque de tratamiento con un área cada uno de 0.47ha y una densidad poblacional de 3736 plantas por hectárea. Se plantaron semillas del clon: Plátano Vianda 'CEMSA 3/4' de calibre B (1 840 – 2 760 g) para las labores de fitotecnia y fitosanitarias. Para el trabajo de campo, se observó que el compost con zeolita influyó en, el aumento de la materia orgánica en el áreas de estudio, sin afectaciones en las disponibilidades del fósforo y potasio y en las principales relaciones intercations, 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<sup>-1</sup>*

**Palabras Claves:** Zeolita, Suelos compost, plátano

APPLICATION OF ZEOLITE IN THE PRODUCTION OF COMPOST FOR PLANTAIN CULTIVATION.

## Abstract.

The main chemical characteristics of the most representative raw materials for the compost production were investigated and the influence of the mixture was determined: compost-zeolite in the productive components and yield of the banana, the

work evaluated the mixture of manure with zeolite in the composting process. A randomized block design was used with three (3) treatments neglecting the border effect a total of 45 plants were marked; 15 plants per treatment block with an area each of 0.47ha and a population density of 3736 plants per hectare. Seeds of the clone were planted: Banana Vandal 'CEMSA 3/4' of caliber B (1 840 - 2 760 g) were followed for planting and phytosanitary tasks. the field work, it was observed that the compost with zeolite influenced, the increase of the organic matter in the study areas, without affectations in the availability of the phosphorus and potassium and in the main intercations relations, the total yield of the banana was seen increased significantly with the doses, which influenced in a greater production and an economic benefit by concept of fertilizer saving of 200 pesos ha<sup>-1</sup>

**Keywords:** Zeolite, compost soils, banana

## I. 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  $\text{NH}_4^+$  y otros cationes provenientes de los fertilizantes (He et al., 2002). De acuerdo con 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), según Soca, M., Alaga, D. (2010). Las formulaciones de zeolita con la materia orgánica, han permitido reducir dosis de aplicación, sin disminución de los rendimientos, en cultivos como trigo (*Triticum spp*) (Osuna et al., 2012), Soja (*Glycine max*) (Rodríguez y Gatti, 2010), hortalizas y papa (*Solanum tuberosum*) (John et al., 1998), avena (*Avena sativa*) (Flórez et al., 2007), cebolla puerro *Allium ampeloprasum* L. (Álvarez et al., 2010), girasol *Helianthus annuus* (Gholamhoseini et al., 2013) y maíz (*Zea mays*) (González et al., 2012), según Soca, M., Alaga, D. (2013).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de zeolita de origen cubano en el proceso de compostaje

## II. Desarrollo

### MATERIALES Y MÉTODOS.

Mapas de tipos de suelos del municipio de Artemisa



**Figura 1.** Localización geográfica de la Finca Constancia Fuente. Dirección de Suelos Provincia Artemisa

#### Ubicación del área de estudio

El área se encuentra ubicada en la Provincia de Artemisa, en La Empresa Agropecuaria de dicho Municipio en la Finca Constancia del decreto Ley-259 correspondiente al usufructuario Wilfredo Carrillo Valdés, el cual pertenece a la CCS-

Rigoberto Corcho López de dicha entidad y la misma se encuentra ubicada con la coordenada cartográfica centro del área X- 318500 Y- 331180

$$\text{IIW6}_2 \frac{p^1 h^2 e^3}{b} 155 t_3$$

Tipo: Ferralítico Rojo (II)

#### Información General de Perfil Paisaje General

Provincia: La Habana Empresa: Perfil N°: 250/29

Municipio: Artemisa Control N°:

Hoja Cartográfica: Las Cañas Coordenada X-318310 Y- 330700

N°: 3684- II-I Foto: Proyecto:

Línea de Vuelo: Fecha: 7/05/1980

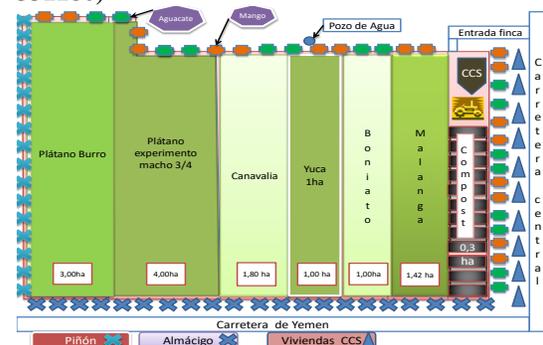
| ESQUEMA DEL PERFIL |          | Toma de Muestras |  |
|--------------------|----------|------------------|--|
| Horiz              |          |                  |  |
| 0                  | A1-20Cm  |                  |  |
| 20                 |          |                  |  |
| 40                 | A3-43Cm  |                  |  |
| 60                 | B1- 71Cm |                  |  |
| 80                 |          |                  |  |
| 100                |          |                  |  |
| 120                | B2-126Cm |                  |  |
| 140                |          |                  |  |
| 160                |          |                  |  |
| 180                |          |                  |  |
| 200                |          |                  |  |

Croquis de situación

Prof. Efectiva 155 cm  
Cant. de Muestras Tomada 4

IIW6<sub>2</sub>  $\frac{p^1 h^2 e^3}{b}$  155 t<sub>3</sub>

#### Descripción del área de estudio (X-318500 Y-331180)



**Figura 2.** Croquis de la finca Fuente. Elaboración propia

La finca cuenta con un área de 13.42 ha, distribuido de la siguiente forma 3.00 ha sembrada de Plátano Burro (*Musa balbisiana* L) por el sistema tradicional, para este cultivo se empleó un marco de plantación de 3.20x2.50x4.50, una calle estrecha de 3.20 mts de ancho en la cual se riega y son despitados los restos de cosecha, deshoje, deshije, la distancia de narigón es de 2.50 mts y una calle ancha de 4.50 mts por la cual se cosecha el plátano, cuenta también la finca con un área 1.80 ha de Canavalia (*C. gladiata* Jacq.) para incorporarla como abonos verde, además cuenta con un 1.00 ha de Yuca (*Manihot esculenta*), con un área de 1.00 ha de Boniato (*Ipomoea batatas*), con un área de 1.80 ha de Malanga (*Xanthosomas spp*) y cuenta con área de 0.30 ha de banco de compost con una capacidad de 180 tn, cuenta con una cerca perimetral que bordea la parte sureste de

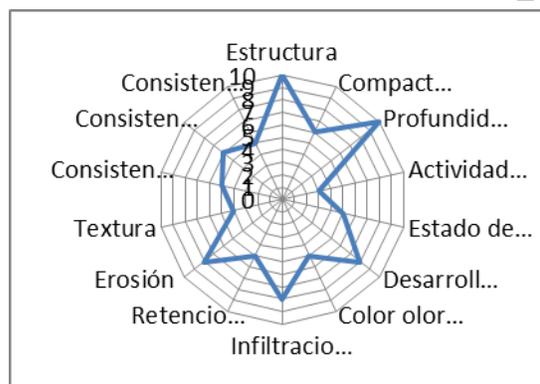
la finca sembrada de Almácigo (*Bursera simaruba* Lin.) y Piñón florido (*Gliricidia sepium* Jacq.) la parte noroeste una cortina rompe viento de aguacate (*Persea americana*) y Mango (*Mangifera indica*) alternando las plantas de dos en dos y tiene un área de 4.00 ha sembrada de Plátano Vianda CENSA  $\frac{3}{4}$  (*Musa* spp) (AAB) con un marco de plantación a tres bolillo 3.60X1.80X1.10 metros con una calle ancha de 3.60 metros y cinco calles estrecha 1.80 metros y con una distancia de narigón de 1.10 metros el cual tiene una población de 3736 plantas / hectárea para un total en dicha área de 14944 plantas total en la finca, con la siguiente distribución con nueve (9) bloque, tiene ocho (8) bloques con seis (6) hilos de plátano y uno (1) bloque de tres (3) hilo sembrado, en el bloque número (9) nueve cada hilo tiene trescientas una (301) planta cada uno, los otros restantes tienen (292) cada surco, equivalente a 0.47 ha y mil setecientos cincuenta y dos (1752) cada bloque de estudio todo sembrado a tres bolillo y sembrado de chopo, mondado y desinfestado con medios Biológicos (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*) sumergido en ellos durante 5 minutos y 24 horas antes de comenzar la siembra, cuenta con un banco de compost y una abundante cerca perimetral con árboles que realizan función de cortinas rompe vientos, el cultivo anterior era Malanga (*Colocasia* spp).

Los tratamientos estudiados fueron:

- 1- T – Testigo
- 2- T – Compost
- 3- T – Compost + Zeolita (3/1)

Se procedió a la fertilización con la fórmula 0-0-60 (cloruro de potasio) a razón de 1.00 T/ha, y de 0-46-0 (superfosfato triple) a razón de 0.30 T/ha en toda el área, los nueve (9) bloques. Se desprecia el bloque uno (I) de tres (3) hilo por efecto de borde, los bloques cinco (V), seis (VI), siete (VII), ocho (VIII) y nueve (IX) a los cuales se le aplicaron 34-0-0 (Nitrógeno) a 0.30 T/ha igual que al testigo en siembra.

Se comienza con el bloque de testigo (II) donde se aplicó 34-0-0 (Nitrógeno) a 0.30 T/ha en tres ocasiones considerando la siembra. En el bloque del compost (III), se aplicó compost a razón de 20.00 Kg por planta para todo el bloque en dos ocasiones y el bloque compost +zeolita (IV), se mezcló este compost con zeolita a razón de 3/1, o sea 15 Kg de compost y 5.00 Kg de Zeolita esta mezcla se le aplicó a todo el bloque a la cantidad de 20.00 Kg por plantón en dos ocasiones



**Figura 3.** Índice de sostenibilidad, Fuente elaboración propia

Se constata que propiedades como la pendiente, la erosión, la infiltración de agua, el desarrollo de las raíces, profundidad efectiva, Estructura de Suelo, son evaluadas de favorable (8 a 10 puntos) para los cultivos varios. Entre tanto la compactación se evalúa de medianamente compactado arrojando una tendencia a la sostenibilidad edáfica (TSE) medianamente favorable (6 puntos), debido principalmente al uso de implementos, que invierten el prisma, los cuales acentúan el piso de arado. Limitando la producción al impedir el buen desarrollo del sistema radicular, según el índice de sostenibilidad diseñado por Martín Rodríguez, D. 2006

La compactación, estado de los residuos, color, olor, materia orgánica, la consistencia en seco, húmedo y mojado se evalúa entre (5 a 6 puntos) este es un factor limitante en la producción de todos los cultivos, es un factor de rápida recuperación mediante la subsolación profunda continuamente, una vez que se mejore este problema se elimina la compactación de suelo, según el índice de sostenibilidad diseñado por Martín Rodríguez, D. 2006

La actividad Biológica, la textura se evalúan de medianamente favorable por debajo (5.0 puntos), estas dos ocasionando problemas puntuales de encharcamiento, si las precipitaciones son fuertes o intensas y la segunda limitando la profundidad efectiva de la capa arable, según el índice de sostenibilidad diseñado por Martín Rodríguez, D. 2006

Las propiedades de fósforo asimilable ( $P_2O_5$ ), potasio asimilable ( $K_2O$ ) y capacidad de intercambio catiónico (CIC) su TSE es favorable con más (5 puntos), los dos primeros relacionados con la estrategia de fertilización y el cartograma agroquímico y el tercero se refiere a la capacidad de la arcilla para que la planta utilice a los dos primeros, según el índice de sostenibilidad diseñado por Martín Rodríguez, D. 2006

Teniendo en cuenta la evaluación realizada, se considera que la calidad del suelo es adecuada para los cultivos varios, al poseer un índice de sostenibilidad de 6,29. El mismo se puede incrementar si se emplean medidas que

contribuyan en la buena explotación del recurso suelo, posibilitando un desarrollo sostenible, teniendo como base el manejo agroecológico del suelo, según el índice de sostenibilidad diseñado por Martín Rodríguez, D. 2006

#### Composición de Compost utilizado

- Estierco de equino- 50%
- Restos de pasto de estrella-20%
- Resto de paja de Arroz- 20%
- Restos de Hojas de plátano -5%
- Resto de otras hojas -5%

Los análisis de materia orgánica se realizaron por el método Walkley - Black, las determinaciones de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O fue mediante el método de Machiguiny para el pH el método potencio métrico; todos los resultados se realizados en el Laboratorio de Suelos y fertilizantes del Instituto de Investigaciones de Pinar del Rio (I.S) según archivos de la Dirección provincial de Suelos de Artemisa 2018.

Con los contenidos de nutrientes en kg t<sup>-1</sup> 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, Superfosfato Triple y Cloruro de Potasio.. 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 heulantita, 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.

Tabla 2. Análisis químico y composición catiónica de la zeolita utilizada en el estudio

| Contenido de elementos gkg <sup>-1</sup> |     |                 |     |      |                               |                  |     |      |     |
|--|-----|-----------------|-----|------|-------------------------------|------------------|-----|------|-----|
| Material                                 | pH/ | CE              | M.O | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca  | Mg   | Hu- |
| Orgánico                                 | KCl | dS.             |     |      |                               |                  |     |      | me- |
|  |     | m <sup>-1</sup> |     |      |                               |                  |     |      | dad |
| E. Vacuno                                | 6,4 | 1,5             | 51  | 1,5  | 0,6                           | 0,9              | 2,1 | 0,5  | 39  |
| E. Ovino                                 | 7,7 | 2,3             | 30  | 0,55 | 0,26                          | 0,46             | 1   | 1,8  | 38  |
| E. Porcino                               | 6,8 | 2,8             | 40  | 1,4  | 0,08                          | 2,41             | 0,2 | 0,08 | 40  |
| E. Equino                                | 6,7 | 1,9             | 44  | 1,23 | 2,08                          | 1,8              | 1,1 | 0,97 | 35  |

|            |     |     |    |      |      |      |     |      |    |
|------------|-----|-----|----|------|------|------|-----|------|----|
| Gallinaza  | 7,1 | 2,3 | 32 | 3,05 | 2,2  | 2,6  | 2,4 | 0,56 | 27 |
| a          |     |     |    |      |      |      | 1   |      |    |
| Pul.Café   | 4,6 | 2   | 65 | 2,86 | 0,14 | 0,76 | 1,6 | 0,28 | 45 |
|            |     |     |    |      |      |      | 2   |      |    |
| Guano M..  | 6,9 | 4,2 | 48 | 0,8  | 5,25 | 0,8  | 3   | 2    | 35 |
| Aserrín    | 5,3 | 0,2 | 38 | 0,3  | 0,02 | 0,01 | 0,3 | 0,3  | 46 |
| Cachaza    | 7,2 | 2   | 60 | 1,65 | 1,35 | 0,1  | 2,8 | 0,38 | 46 |
| Turba      | 6,5 | 1,5 | 52 | 0,8  | 0,05 | 0,92 | 6,0 | 4,3  | 42 |
|            |     |     |    |      |      |      | 4   |      |    |
| R. Vegetal | 7,6 | 1,4 | 32 | 1,47 | 0,84 | 0,92 | 1,2 | 1,88 | 40 |
|            |     |     |    |      |      |      | 6   |      |    |

Fuente: Dirección provincial de la Agricultura

\*PPI= Pérdidas por Ignición de gases volátiles;

CICT= Capacidad de Intercambio Catiónico Total

La zeolita es un mineral aluminosilicatado de origen sedimentario o volcánico, que posee una alta capacidad de intercambio catiónico, favoreciendo la retención de iones NH<sub>4</sub> y otros cationes proveniente de los fertilizantes minerales (He at al., 2002) Tabla 2.

De los materiales orgánicos evaluados (Tabla 3), 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.

1. El pH mantiene una tendencia hacia la neutralidad probablemente motivado por los contenidos de calcio de estos materiales orgánicos, el contenido de materia 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, García, S. 2012 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 .Finalmente se decidió utilizar en el estudio el estiércol vacuno por su abundancia y alcance en la provincia

Tabla3. Caracterización químico- físico de los M.O.

Fuente: Dirección provincial de la Agricultura

| SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO | CaO | N <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | PPI* | CICT   | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> |
|------------------|--------------------------------|-----|-----|------------------|------------------|-------------------------------|------|--------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                  |                                |     | %   |                  |                  |                               |      | Cm (+) | ol               | kg-1            |                |                 |
| 66               | 10,                            | 0,  | 2,9 | 2,9              | 0,8              | 1,8                           | 15   | 138    | 92               | 4               | 9              | 34              |
|                  | 1                              | 4   |     |                  |                  |                               |      |        |                  |                 |                |                 |

Valorando la incidencia de los tratamientos en las características químicas del suelo se observó un incremento del porcentaje de materia orgánica del área donde se Inició del experimento

Tabla 4. Análisis de la muestra de Suelos antes de la siembra

| Granja                 | Área | PH  |     |       | Mg/100g                       |       |                  |      |       |
|------------------------|------|-----|-----|-------|-------------------------------|-------|------------------|------|-------|
|                        |      | ha  | KCL | E val | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | E va  | K <sub>2</sub> O | E va | M. O. |
| Finca. Constan-<br>cia | 5    | 6,8 | Pn  | 40    | P <sub>3</sub>                | 35,16 | K <sub>3</sub>   | 1,73 |       |

Fuente: Dirección provincial de la Agricultura

Tabla 5. Análisis de la muestra de Suelos después de la cosecha

| Granja Urbana          | Área | PH   |     |           | Mg/100g                       |       |                  |      |       |
|------------------------|------|------|-----|-----------|-------------------------------|-------|------------------|------|-------|
|                        |      | ha   | KCL | E val     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | E va  | K <sub>2</sub> O | E va | M. O. |
| Finca. Constan-<br>cia | 5.00 | 6.84 | Pn  | 39.4<br>1 | P <sub>3</sub>                | 35.53 | K <sub>3</sub>   | 1.91 |       |

Fuente: Dirección provincial de la Agricultura

2. En la tabla 6, 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). Utilizando los indicadores de la Norma Ramal 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, Meléndez. G. 2003. 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.

Tabla 6. Caracterización químico- físico Compost.

| Pro ducto       | PH-<br>KCL | CE<br>dS.c<br>m <sup>-1</sup> | M.O | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | C | Mg   | Hu-<br>me-<br>dad | CN |
|-----------------|------------|-------------------------------|-----|------|-------------------------------|------------------|---|------|-------------------|----|
| Co<br>mpo<br>st | 7,8        | 2,73                          | 53  | 2,03 | 0,98                          | 1,19             | 1 | 2,82 | 52                | 32 |

Fuente: Dirección Provincial de la Agricultura

El contenido de nutrientes del 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 463 t de K<sub>2</sub>O, 800 t de CaO, 1058 t de MgO para el caso del

humus, respecto al compost significarían 2214 de N, 1143 t de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1356 t K<sub>2</sub>O, 957 t de CaO, 3192 t MgO. Ello representa que por aporte de nutrientes en su equivalente en fertilizante se le ha proporcionado a la agricultura de la zona de estudio de un aporte de 32 millones 804 CUC.

La representación de estos portadores de fertilizantes se muestra en la tabla 3.

Tabla 7. Contenido de nutrientes de Compost-Zeolita (Kg.t<sup>-1</sup>)

| PRODUCTO | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO | MgO  |
|----------|------|-------------------------------|------------------|-----|------|
| COMPOST  | 20,3 | 9,8                           | 11,9             | 8,4 | 28,0 |

Fuente: Dirección provincial de la Agricultura

En la tabla 7 se muestra el equivalente en CUC del compost-zeolita con 32558.03.

| PRODUCTO | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO |
|----------|------|-------------------------------|------------------|-----|
| COMPOST  | 20,3 | 9,8                           | 11,9             | 8,4 |

Fuente: Dirección provincial de la Agricultura

Tabla 8. 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  |

Fuente: Dirección provincial de la Agricultura

Y los aportes nutricionales que hacen al mismo, aunque en concentraciones más bajas que los fertilizantes inorgánicos, (Soto, 2003), Martínez et al. (2003) y Peña y col (2004). El total de contaminante procesado por composta disminuye aproximadamente un 60%, de ellos se obtienen 94 t provocando un efecto positivo en el agro ecosistema.

Tabla 9. Análisis químico de la proporción de compost /zeolita estiércol a los 45 días de preparación en %

| Trata mien-<br>tos          | N        | P        | K    | Ca   | Mg   | Cl   | Hume-<br>-dad | M.O       | C         | C/N |
|-----------------------------|----------|----------|------|------|------|------|---------------|-----------|-----------|-----|
| Com<br>post                 | 1.<br>20 | 0.<br>49 | 0.97 | 2.09 | 0.68 | 0.69 | 50.39         | 32.7<br>2 | 26.6<br>4 | 22  |
| Com<br>post<br>+Zeol<br>ita | 2.<br>01 | 0.<br>71 | 1.98 | 2.55 | 0.86 | 0.19 | 38.37         | 51.4<br>8 | 18.8<br>4 | 9   |
| %                           | 67<br>.5 | 45       | 104  | 22   | 26   | -    | 23            | 57        |           |     |

Fuente: Dirección Provincial de la Agricultura

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 10. Datos del racimo del Testigo

| Peso del | No de | No de | Long. | Calib. | Peso | Peso | Peso |
|----------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|
|          |       |       |       |        |      |      |      |

| Racimo    | Mano del | dedos  | dedo 2da | dedo 2da | dedo 2da | pulpa de los | cascara de los |
|-----------|----------|--------|----------|----------|----------|--------------|----------------|
| Kg/Planta | racimo   | racimo | mano     | mano     | mano     | dedo         | dedo           |
|           |          |        | cm       | cm       | g        | g            | g              |
| 9,17      | 6        | 28     | 25       | 41       | 314      | 210          | 104            |
| 9,16      | 5        | 25     | 25       | 42       | 312      | 213          | 99             |
| 9,2       | 6        | 29     | 25       | 41       | 311      | 211          | 100            |
| 9,23      | 5        | 25     | 25,3     | 43       | 314      | 209          | 105            |
| 9,25      | 5        | 26     | 25,3     | 43       | 312      | 210          | 102            |
| 9,19      | 5        | 25     | 25,3     | 43       | 313      | 210          | 103            |
| 9,17      | 6        | 26     | 25,3     | 42       | 316      | 212          | 104            |
| 9,09      | 5        | 25     | 26       | 41       | 315      | 214          | 101            |
| 9,21      | 6        | 28     | 25       | 41       | 314      | 213          | 101            |
| 9,22      | 5        | 28     | 25       | 41       | 312      | 210          | 102            |
| 9,23      | 5        | 28     | 25,8     | 40       | 313      | 209          | 104            |
| 9,35      | 6        | 28     | 25,6     | 42       | 317      | 209          | 108            |
| 9,5       | 6        | 26     | 26       | 41       | 316      | 213          | 103            |
| 9,38      | 6        | 28     | 25,4     | 41       | 315      | 211          | 104            |
| 9,37      | 6        | 28     | 25,5     | 41       | 313      | 211          | 102            |

Fuente: Dirección Provincial de la Agricultura

Tabla 11. Datos del racimo del Compost

| Peso del  | No de    | No de  | Long.    | Calib.   | Peso     | Peso         | Peso           |
|-----------|----------|--------|----------|----------|----------|--------------|----------------|
| Racimo    | Mano del | dedos  | dedo 2da | dedo 2da | dedo 2da | pulpa de los | cascara de los |
| Kg/Planta | racimo   | racimo | mano     | mano     | mano     | dedo         | dedo           |
|           |          |        | cm       | cm       | g        | g            | g              |
| 11,4      | 6        | 29     | 27,2     | 43       | 315      | 211          | 104            |
| 11,51     | 5        | 26     | 27,2     | 44       | 316      | 213          | 103            |
| 11,36     | 6        | 28     | 27,1     | 44       | 315      | 214          | 101            |
| 11,38     | 5        | 28     | 27,3     | 45       | 318      | 217          | 101            |
| 11,25     | 6        | 28     | 27,2     | 46       | 317      | 216          | 101            |
| 11,41     | 5        | 26     | 26,9     | 45       | 316      | 215          | 101            |
| 11,3      | 6        | 28     | 27,2     | 44       | 318      | 218          | 100            |
| 10,9      | 6        | 29     | 27,1     | 45       | 318      | 216          | 102            |
| 11,01     | 5        | 28     | 27,3     | 44       | 315      | 214          | 101            |
| 11,15     | 5        | 29     | 27,3     | 46       | 314      | 215          | 99             |
| 11,2      | 6        | 28     | 26,4     | 46       | 316      | 213          | 103            |
| 11,11     | 6        | 29     | 27,2     | 45       | 314      | 213          | 101            |
| 11,28     | 5        | 27     | 27,3     | 45       | 313      | 214          | 99             |
| 11,3      | 6        | 28     | 27,3     | 44       | 318      | 216          | 102            |
| 11,4      | 6        | 25     | 26,3     | 47       | 319      | 216          | 103            |

Fuente: Dirección Provincial de la Agricultura

Tabla 12. Datos del racimo del Compost + Zeolita

| Peso del  | No de    | No de  | Long.    | Calib.   | Peso     | Peso         | Peso           |
|-----------|----------|--------|----------|----------|----------|--------------|----------------|
| Racimo    | Mano del | dedos  | dedo 2da | dedo 2da | dedo 2da | pulpa de los | cascara de los |
| Kg/Planta | racimo   | racimo | mano     | mano     | mano     | dedo         | dedo           |
|           |          |        | cm       | cm       | g        | g            | g              |
| 13,22     | 6        | 32     | 31,2     | 49       | 329      | 230          | 99             |
| 13,2      | 6        | 32     | 31,00    | 48       | 331      | 234          | 100            |
| 12,56     | 5        | 31     | 31,3     | 49       | 328      | 230          | 98             |
| 13,18     | 6        | 31     | 30       | 51       | 329      | 230          | 99             |
| 13,16     | 6        | 32     | 31,3     | 50       | 332      | 233          | 99             |
| 12,96     | 6        | 32     | 30,00    | 49       | 331      | 234          | 97             |
| 13,15     | 6        | 31     | 31,4     | 51       | 330      | 235          | 95             |
| 12,86     | 6        | 32     | 31,3     | 49       | 330      | 231          | 99             |
| 12,27     | 6        | 31     | 31,1     | 50       | 331      | 234          | 97             |
| 12,9      | 6        | 31     | 31,2     | 52       | 331      | 233          | 98             |
| 13,26     | 5        | 31     | 31,2     | 51       | 332      | 236          | 96             |
| 13,1      | 6        | 32     | 31,1     | 51       | 332      | 235          | 97             |
| 13,24     | 6        | 31     | 31,8     | 50       | 330      | 231          | 99             |
| 13,29     | 6        | 32     | 31,7     | 50       | 329      | 230          | 99             |
| 12,96     | 6        | 31     | 31,5     | 50       | 328      | 231          | 97             |

Fuente: Dirección Provincial de la Agricultura

#### Peso del Racimo Kg.

Como se puede apreciar claramente en las tablas 10,11 y 12 correspondiente al peso del racimo se observar que el testigo (Bloque II) peso 2.01 kg menos que el del compost (Bloque III) y que peso 3.8 kg menos que el del Compost+ Zeolita (Bloque IV), también se aprecia que el del Compost+ Zeolita (Bloque IV) peso 1.79 kg más que el del Compost (Bloque III) esto corrobora lo que se planteó anteriormente que son directamente proporcional el número de hojas con el peso del racimo, (Pérez Vicente, L 1999)

#### El número de Manos

Como se puede apreciar en las tablas 10,11 y 12 correspondiente al número de manos no se puede observar claramente que el testigo (Bloque II) tiene 0.07 manos menos que el del compost (Bloque III) y que el testigo (Bloque II) tiene 0.34 unidades menos que el del Compost + Zeolita (Bloque IV), también se aprecia que el Compost+ Zeolita (Bloque IV) tiene 0.27 manos más que el Compost (Bloque III), esto corrobora lo que se planteó anteriormente que son directamente proporcional el número de hojas con el número de manos del racimo, (Pérez Vicente, L 1999)

#### Numero de dedos del Racimo

Como se puede apreciar en las tablas 10,11 y 12 correspondiente al número de dedos del racimo se puede observar claramente que el testigo (Bloque

II) tiene 0.87 dedos menos que el del compost (Bloque III) y que el testigo (Bloque II) tiene 4.6 dedos menos que el del Compost+ Zeolita (Bloque IV), también se aprecia que el Compost+ Zeolita (Bloque IV) tiene 3.74 dedos más que el Compost (Bloque III), esto corrobora lo que se planteó anteriormente que son directamente proporcional el número de hojas con el número de dedos del racimo, (Pérez Vicente, L 1999)

#### Longitud de los dedos 2da Mano cm

Como se puede apreciar en las tablas 10,11 y 12 correspondiente al largo de dedos en la segunda mano se puede observar claramente que el testigo (Bloque II) tiene 1.89 cm menos que el del compost (Bloque III), y que el testigo (Bloque II) tiene 5.81 cm menos que el del Compost+ Zeolita (Bloque IV), también se aprecia que el Compost+ Zeolita (Bloque IV) tiene 3.92 cm más que el Compost (Bloque III), esto corrobora lo que se planteó anteriormente que son directamente proporcional el número de hojas con el largo del dedo del racimo (Pérez Vicente, L 1999).

#### Grosor de los dedos 2da mano cm

Como se puede apreciar en las tablas 10,11 y 12 correspondiente al grosor de dedos en la segunda mano se puede observar claramente que el testigo (Bloque II) tiene 0.34 cm menos que el del compost (Bloque III) y que el testigo (Bloque II) tiene 0.85 cm menos que el del Compost+ Zeolita (Bloque IV), también se aprecia que el Compost+ Zeolita (Bloque IV) tiene 0.51 cm más que el Compost (Bloque III), esto corrobora lo que se planteó anteriormente que son directamente proporcional el numero de hojas con el grosor del dedo del racimo (Pérez Vicente, L 1999).

#### Peso de los dedos 2da mano g

Como se puede apreciar en las tablas 10,11 y 12 correspondiente al peso de los dedos en la segunda mano se puede observar claramente que el testigo (Bloque II) tiene 2.27 g menos que el del compost (Bloque III), y que el testigo (Bloque II) tiene 16.34 g menos que el del Compost+ Zeolita (Bloque IV), también se aprecia que el Compost+ Zeolita (Bloque IV) tiene 14.07 g más que el Compost (Bloque III), esto corrobora lo que se planteó anteriormente que son directamente proporcional el número de hojas con el peso de los dedos del racimo (Pérez Vicente, L 1999).

#### Peso pulpa de los dedos 2da mano g

Como se puede apreciar en las tablas 10,11 y 12 correspondiente al peso de la pulpa de los dedos en la segunda mano se puede observar claramente que el testigo (Bloque II) tiene 3.73 g menos que el del compost (Bloque III), y que el testigo (Bloque II) tiene 21.47 g menos que el del Compost+ Zeolita (Bloque IV), también se aprecia que el Compost+ Zeolita (Bloque IV) tiene 17.74

g más que el Compost (Bloque III). (Dirección Provincial de Suelos de Artemisa 2018)

#### Peso cáscara dedos 2da mano g

Como se puede apreciar en las tablas 10,11 y 12 correspondiente al peso de la cáscara de los dedos en la segunda mano, se puede observar claramente que la cáscara del testigo (Bloque II) pesa 1.46 g más que la cáscara del compost (Bloque III), y que la cáscara del testigo (Bloque II) pesa 4.93 g más que la cáscara del Compost+ Zeolita (Bloque IV) igualmente también se aprecia que la cáscara del compost (Bloque III) tiene 3.47 g más que la cáscara del Compost+ Zeolita (Bloque IV). (Dirección Provincial de Suelos de Artemisa 2018)

#### 4.5 Análisis Económico de los tratamientos

Aplicando Test de normalidad Ryan- Joiner

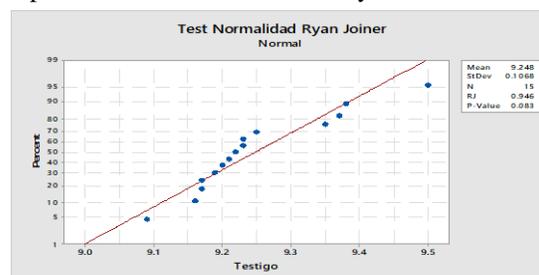


Gráfico 1. Test normalidad Ryan Joiner del Testigo  
Fuente de elaboración. Pérez Jacinto, O. 2015.

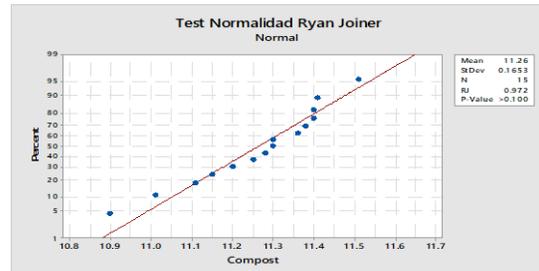
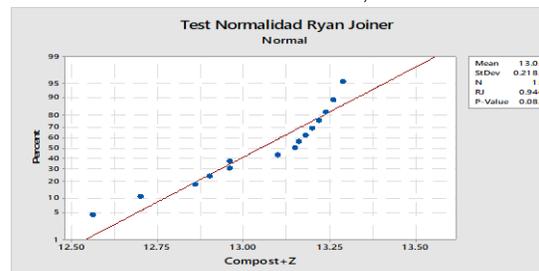
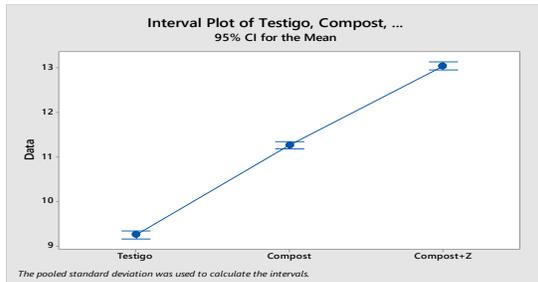


Gráfico 2. Test normalidad Ryan Joiner del Compost  
Fuente de elaboración. Pérez Jacinto, O. 2015.

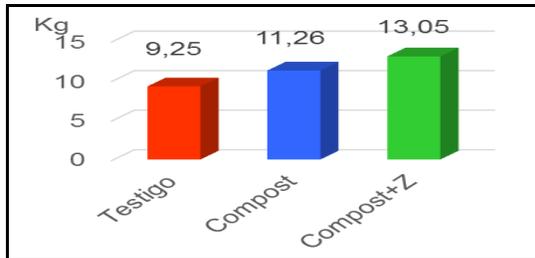


Graf 3. Test normalidad Ryan Joiner del Compost + Zeolita  
Fuente de elaboración. Pérez Jacinto, O. 2015.



**Graf 4.** Test normalidad Ryan Joiner del Testigo, Compost y Compost-Zeolita

Fuente de elaboración. Pérez Jacinto, O. 2015.



**Fuente:** Dirección Provincial de la Agricultura

**Graf 5.** Análisis del peso promedio de las 15 planta de cada tratamiento

En los parámetros de Producción se muestra que el compost con zeolita supera en 3.8 kg /planta al testigo, lo cual demuestra el efecto del mineral en el mejoramiento del proceso del compostaje

### CONCLUSIONES

1. Se puede sembrar el plátano Macho AAA sin la incorporación de la Nitrato (34-0-0) solo incorporando Compost o Compost + Zeolita a razón (15-5), a 20 kg por plantón sin afectar sus rendimientos.
2. El peso del racimo promedio del Compost+ Zeolita con respecto al testigo es de 3.8 kg, con respecto al compost es de 1.79 kg y del compost con respecto al testigo de 2.01 kg.
3. Se encontraron mayores contenidos de nutrientes en los materiales orgánicos evaluados en residuos animales, en relación a los vegetales. Estos se incrementaron con el uso de la zeolita.
4. El aporte de nutrientes de las zonas de estudio del compost ascienden a 420 tde N, 410 t de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 800 t de K<sub>2</sub>O, lo que representa un aporte promedio de más de 32 millones 804 USD.

### RECOMENDACIONES

1. Extender la incorporación de compost + Zeolita a todas las áreas de plátano Macho (AAA) sobre Suelo Ferralítico Rojo a las dosis recomendadas.
2. Evaluar la incorporación de compost + Zeolita a todas las áreas de plátano Macho (AAA) a otros tipos de Suelos y a las dosis recomendadas.
3. Evaluar la incorporación de compost + Zeolita a todas las áreas de plátano en todos los tipos de Suelos y a las dosis recomendadas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

3. Arias, E. Martínez. F., Morales, A., García. C: Manual de Procedimiento de Abonos Orgánicos. ACTAF pp. 1- 27. La Habana 2008
4. Castillo, A., E. Quarin., S.H., Iglesias: Vermicompost chemical and physical characterization from raw and mixed organic Wastes. Agricultura Técnica 60: 74 – 79, 2000.
5. Díaz, E: La caracterización de sustratos .Memoria VI congreso iberoamericano para el desarrollo y aplicación en la agricultura (eds. CIDLPA 2004) .Memorias, Santa Fe de Bogotá, pp 8 – 10, 2004.
6. Dirección Provincial de Suelos de Artemisa 2010. Archivo de datos estadístico del año.
7. Dirección Provincial de Suelos de Artemisa 2013. Archivo de datos estadístico por año
8. Dirección Provincial de Suelos de Artemisa 2018. Archivo de datos estadístico del año.
9. Funes- Monzote, F. Fertilidad del suelo a largo plazo en sistemas biointensivos. *LEISA*. 24 (2): 9 – 12, 2008.
10. Gandarilla .J: 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, 1999.
11. García, S: Mitigación del Impacto Ambiental que generan los residuos sólidos del beneficio de café a partir de la producción de abonos orgánicos. 2012. En el sitio [www.Cubasol.en/biblioteca.icrt./index.pha/component](http://www.Cubasol.en/biblioteca.icrt./index.pha/component) consultado dic,2014
12. He A.; Villa, N.; Foutul, G. y Cruz, J. D. L. “Niveles de giberelinas endógenas y elementos minerales durante la transición floral en plátano (*Musa AAB*) cv Hartón”. *Revista de la Facultad de Agronomía*, vol. 29, no. 1, 2002, ISSN 0378-7818, [Consultado: 7 de enero de 2016], Disponible en: <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/agronomia/article/view/12541>
13. Martín Rodríguez, D. 2006 Indicadores para evaluar la calidad del Suelo. Posibilidades de empleo para evaluación de la sustentabilidad.
14. Martínez, F., Calero, B, Nogales, R., Rovesti L: Lombricultura Manual Práctico Ciudad de La Habana, 100 pp. Eds. Calero B y Rovesti, L (2003).
15. Meléndez. G. 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.
16. Morales, A. 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, 2008.
- 17.NC 51. Calidad del suelo. Análisis químico. Determinación del porcentaje de materia orgánica. 1999.
- 18.NC 52. Calidad del suelo. Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. 1999.
- 19.Peña, E., Carrión, M., Martínez, F., Rodríguez, A., Campanioni, N: Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Edición. INIFAT. 20012 PP 14- 58, 2004.
- 20.Pérez Jacinto, O. 2015 Conferencia: Software de procesamiento de para determinar el grado de coherencia en sistemas y procesos complejos y dinámicos. ISBN 978-959-18-1099-1
- 21.Pérez Vicente, L.: Manejo integrado de plagas en el Banano y Plátano en Cuba. En taller Regional, FAO, 1999.
- 22.PNCMS: Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. Instituto de Suelos. AGROINFOR, Agencia de Información y Comunicación para la Agricultura. La Habana. 39 p, 2001.
- 23.Soca, M., Alaga, D.: Utilización de la zeolita en el cultivo del plátano. En VII Congreso de Suelo de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Resúmenes. Pp. 165. (CD-Rom), 2010.
- 21.Soca, M., Alaga, D.: Utilización de la zeolita en el cultivo del plátano. Balance anual de Suelos, 2013.
- 24.Soto, G y Meléndez, G: Compost, abono o enmienda. ¿Cómo medir la calidad de un compost. In: G. Soto. G. Menéndez (eds.) Taller de Abonos Orgánicos. San Pedro, Costa Rica, 15 p, 2003.
- 25.Soto, G: Abonos Orgánicos: El proceso de compostaje. In: G. Soto. G. Menéndez (eds.) Taller de Abonos Orgánicos. CATIE/ETZ/CIA/CANIAN/.San Pedro, Costa Rica, 27 p, 2003.
- 26.Sotos, M: Abonos orgánicos (Editor Meléndez, G) San José Costa Rica pp. 20 – 49, 2003.
- 27.Vílchez, E., Núñez. E.: Caracterización de Vermicompost a partir de diferentes sustratos en *Eisenia foetida* (Lombriz roja californiana), pp 1-15 2000.