

## ESTUDIOS INTEGRALES PARA EL MANEJO Y PRODUCCIÓN IN SITU DE ALTERNATIVAS DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO

Jaime E. Simó González<sup>(1)</sup>, Luis A. Ruiz Martínez<sup>(1)</sup>, Ramón Rivera Espinosa<sup>(2)</sup>, Odalys M. Morales Ortega<sup>(3)</sup>, Dinorah Carvajal Sánchez<sup>(1)</sup> y Teresa Ramírez Pedraza<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Apdo 6, Santo Domingo, Villa Clara Cuba.

<sup>(2)</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana, Cuba.

<sup>(3)</sup> Instituto Politécnico de Agronomía (IPA), Villa Clara, Cuba.

Palabras clave: plátano, compost, humus de lombriz.

### Resumen

El proyecto aborda un complejo de investigaciones cuyo núcleo principal es la producción *in situ* de alternativas orgánicas de fertilizantes de alta calidad en el más breve tiempo posible que garantice el requerimiento nutricional indispensable para una producción sostenible de plátano y protección del suelo y el manejo. En Cuba existe factibilidad potencial en diversas fuentes alternativas de fertilizantes orgánicos con las cuales enfrentar exitosamente la problemática descrita anteriormente y contribuir a un desarrollo sostenible del plátano con protección del medio ambiente. Para darle cumplimiento a los objetivos, se desarrolló un programa de investigaciones constituidos por cinco experimentos, los que se desarrollaron en el Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba, durante los años 2001-2004.

Los experimentos se agruparon de la siguiente forma:

- **Grupo 1:** Producción y caracterización química del compost de desechos vegetales y estiércoles utilizando diferentes combinaciones y producción y caracterización química del humus de lombriz, utilizando diferentes sustratos en la alimentación.
- **Grupo 2:** Efecto de la fertilización alternativa sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo del plátano.

Los resultados mostraron que se logra obtener un excelente compost en 120-135 días con un pH entre 7,0 y 7,9; MO (%) entre 17 y 42; la relación C/N entre 7 y 33; y los contenidos para N (%) oscilaron entre 0,7 y 1,6; P (%) entre 0,2 y 1,7 y K (%) entre 0,8 y 1,4; indicando los innumerables beneficios respecto a otros materiales empleados sin compostear. Los diagnósticos nematológicos arrojaron un resultado negativo, y los microbiológicos muestran la diversidad y estabilidad en relación a los principales microorganismos. Los humus de lombriz tienen un contenido de MO (%) 26,45 y 69,56; un pH entre 6,4 y 8,7; una relación C/N entre 10,57 y 23,41; contenidos de N (%) entre 0,71 y 2,28; P (%) entre 0,25 y 2,58 y K (%) entre 0,33 y 2,20 lo que evidencia la calidad del producto. Todos los tratamientos con compost + ceniza sobre el rendimiento fueron considerablemente superiores en comparación con el testigo, sin embargo, el más ventajoso resultó la aplicación de 20 kg.plantón<sup>-1</sup> de compost + 10 kg. plantón<sup>-1</sup> de ceniza que tuvo un efecto relativo respecto al testigo de 49 %, generando en el balance económico entradas del orden de 2093,91\$.ha<sup>-1</sup>. El tratamiento más productivo fue la combinación de 15 kg de compost + 7,5 kg de ceniza + 25 % de NK con un rendimiento promedio en ambos ciclos de 25,94 t.ha<sup>-1</sup>, lo que representa el 26,41 % de incremento con relación al testigo sin

aplicación; siendo esta variante la que alcanza la mayor ganancia neta (1637,62 \$.ha<sup>-1</sup>), la mejor rentabilidad (219,17 %) y relación beneficio costo (2,19 \$) por cada peso invertido en la aplicación de fertilizantes.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano constituye un renglón político-estratégico de elevada prioridad dentro del Programa Alimentario Nacional debido a su capacidad de producir todos los meses del año, su elevado potencial de rendimiento, arraigado hábito de consumo y diversidad de uso y de ahí su considerable extensión y distribución en todas las provincias del país.

Para la obtención de rendimientos elevados y estables en función del tiempo este cultivo posee altos requerimientos nutricionales, de nitrógeno y potasio y en los momentos actuales se encuentra prácticamente sin cobertura debido a las serias dificultades que atraviesa el país con las disponibilidades de fertilizantes que se han visto disminuidas para los mismos en más del 90 %, por la carencia de yacimientos nacionales, el encarecimiento progresivo de los fertilizantes en divisas, el déficit de éstas y la competencia con otros cultivos de mayor prioridad, principales fuentes de divisas como la caña de azúcar, cítricos, tabaco, etc. Como parte constitutiva de esta problemática relacionada con aplicaciones sistemáticas y fuertes de fertilizantes minerales altamente solubles, las altas exportaciones de nutrimentos que realizan estos cultivos, llegando a agotar las reservas del suelo, el comprobado impacto negativo de esta práctica incrementando el contenido y concentración de sustancias de reconocido efecto genotóxico en las aguas freáticas y frutos; el deterioro progresivo del suelo, unido, al grado de conciencia existente respecto a la urgente necesidad de implementar tecnologías más respetuosas del medio ambiente y los recursos naturales, así como el carácter prioritario y decisivo del cultivo en el Programa Alimentario Nacional, conforman el conjunto de razones que justifican la búsqueda de soluciones a esta problemática basada en el empleo de alternativos nacionales, que contribuyan a solucionar los aspectos anteriormente señalados.

En el presente trabajo se recogen en forma concatenada los resultados de las investigaciones desarrolladas durante los años 2001-2004 en el Instituto de Investigaciones en Viandas tropicales (INIVIT), que conforman los fundamentos científicos y prácticos para la producción y manejo de alternativos orgánicos de fertilización en el cultivo del plátano y que para viabilizar su mejor comprensión se han desglosado en tres tópicos o componentes principales:

- Producción y caracterización química del compost de desechos vegetales y estiércoles utilizando diferentes combinaciones.
- Producción y caracterización química del humus de lombriz, utilizando diferentes sustratos en la alimentación.
- Efecto de la fertilización alternativa sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo del plátano.

## EXPERIMENTO 1. PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL COMPOST DE DESECHOS VEGETALES Y ESTIÉRCOLES UTILIZANDO DIFERENTES COMBINACIONES.

### MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrollo en áreas del macetero de Agroquímica, del Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), durante el período 2001-2002.

Teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo de estudiar los principales factores que condicionan los procesos de producción y caracterización química del compost, se optó por el montaje de un programa de experimentos que abarca su tecnología de producción, así como su caracterización química.

**TABLA 1. Características químicas de los residuos vegetales empleados**

| Residuos      | MS(85°C)<br>(%) | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | MO<br>(%)    | C/N          | N P K       |             |             |
|---------------|-----------------|--------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|               |                 |                          |              |              | (%)         |             |             |
| Plátano       | <b>11,20</b>    | 5,8                      | 81,20        | 52,23        | <b>2,99</b> | 0,21        | <b>4,05</b> |
| Soya          | 88,80           | <b>8,6</b>               | 91,60        | 61,78        | 0,86        | 0,18        | 0,80        |
| Fríjol        | <b>92,70</b>    | 7,8                      | <b>91,88</b> | <b>65,78</b> | <b>0,81</b> | <b>0,09</b> | 2,05        |
| Maní          | 90,90           | 6,0                      | <b>56,95</b> | 30,87        | 1,07        | 0,19        | <b>0,70</b> |
| Habichuela    | 88,50           | <b>5,1</b>               | 91,70        | <b>19,34</b> | 2,75        | <b>0,31</b> | 2,70        |
| Paja de arroz | 91,00           | 5,9                      | 89,29        | 42,11        | 1,23        | 0,21        | 0,80        |

En la Tabla 1 se presenta la composición química de los residuos vegetales utilizados, donde la materia seca fluctúa entre 11,20 y 92,70 %, el pH entre 5,1 y 8,6, el % de MO entre 56,95 y 91,88, la relación C/N entre 19,34 y 65,78, el % de N entre 0,81 y 2,99, el % de P entre 0,09 y 0,31 y el % de K entre 0,70 y 4,05, lo que demuestra la variabilidad química en la composición de estos residuos utilizados.

**TABLA 2. Caracterización química de los estiércoles y subproductos agroindustriales empleados**

| Materiales        | MS 85°C<br>(%) | PH<br>(H <sub>2</sub> O) | MO<br>(%)    | C/N          | N P K       |             |      |
|-------------------|----------------|--------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------|
|                   |                |                          |              |              | (%)         |             |      |
| Estiércol vacuno  | 94,30          | 7,5                      | 52,28        | 18,01        | 1,70        | 0,41        | 2,10 |
| Estiércol ovejo   | 90,20          | 8,0                      | 65,90        | 20,44        | 1,87        | 0,39        | 2,10 |
| Estiércol conejo  | 95,30          | 7,6                      | 34,72        | 10,43        | <b>1,93</b> | 0,50        | 1,80 |
| Estiércol porcino | <b>43,20</b>   | 6,5                      | 35,12        | <b>30,40</b> | 0,67        | <b>0,74</b> | 0,26 |
| Estiércol bobino  | 85,22          | 7,6                      | 56,73        | 19,36        | 1,70        | 0,47        | 1,55 |
| Gallinaza         | 88,60          | 7,2                      | <b>75,88</b> | 24,45        | 1,80        | 0,57        | 1,30 |
| Cachaza           | 95,30          | <b>5,6</b>               | 22,60        | 25,71        | 0,51        | 0,23        | 0,36 |

|                   |              |            |             |             |             |             |             |
|-------------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ceniza(C. Acopio) | 95,50        | 8,2        | 7,25        | 11,07       | 0,38        | <b>0,22</b> | <b>4,50</b> |
| Ceniza(Comedor)   | <b>99,30</b> | <b>8,9</b> | <b>4,00</b> | <b>3,91</b> | <b>0,04</b> | 0,59        | <b>0,06</b> |

En la Tabla 2 se muestra la composición química de los estiércoles y subproductos agroindustriales utilizados, donde el pH fluctúa entre 5,6 y 8,9, el % de MO entre 4,00 y 75,88, la relación C/N entre 3,91 y 30,40, el % de N entre 0,04 y 1,93, el % de P entre 0,22 y 0,74, el % de K entre 0,06 y 4,50 y el % de MS entre 43,20 y 99,30.

### **Variantes de compost**

Este programa consta de 8 variantes de compost, que recogen las principales opciones factibles de hacer en las diferentes regiones del país; con los siguientes materiales:

**Variante 1.** Residuos de plátano + estiércol vacuno + paja de arroz + estiércol vacuno + residuos de fríjol + estiércol vacuno

**Variante 2.** Residuos de plátano + estiércol vacuno + ceniza (centro acopio) + estiércol vacuno + paja de arroz + estiércol vacuno + ceniza (centro acopio) + residuos de fríjol + estiércol vacuno + ceniza (centro acopio)

**Variante 3.** (Idem al 1 pero con estiércol de ovejo)

**Variante 4.** Idem al 2 con estiércol de ovejo + ceniza)

**Variante 5.** (Idem al 1 pero con cachaza)

**Variante 6.** (Idem al 2 pero con cachaza + ceniza)

**Variante 7.** (Idem al 1 pero con gallinaza)

**Variante 8.** (Idem al 2 pero con gallinaza + ceniza)

Se elaboró haciendo camas, donde se alternaron los residuos vegetales (capas de 25-30 cm de altura) y los estiércoles y cenizas (capas de 5-7 cm de altura); hasta alcanzar una altura general de la pila de 1,5 m; cada capa se humedeció durante el montaje y se volteó la pila (burro) cada mes. Las dimensiones generales utilizadas para cada pila (burro) fue de 2 m de ancho x 10 m de largo x 1,5 m de altura.

### **Toma de muestras**

Se tomaron muestras al inicio del composteo de todos los residuos vegetales y estiércoles, así como al momento de la cosecha del compost y fueron enviadas con su correcta identificación a los laboratorios de Química Agrícola del INIVIT y al Laboratorio de Sanidad Vegetal provincial (Santa Clara) para su evaluación química y su diagnóstico nematológico.

En cosecha se tomó una muestra compuesta (3 submuestras por cada pila).

### **Evaluaciones realizadas**

Durante el período experimental se realizaron las siguientes evaluaciones en cada variante:

- Medición de la temperatura en °C: se tomó durante todo el ciclo en días alternos, se utilizó un termómetro
- Caracterización química del compost: una vez culminado el proceso se tomaron muestras de cada variante y se analizaron en el Laboratorio de Química Agrícola del INIVIT (Análisis de calidad) y otras en el laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (Análisis nematológico)
- Rendimiento comercial, expresado en t: se obtuvo en el momento de la cosecha. Se determinó el peso de cada burro en cada variante

Las evaluaciones fueron realizadas a todas las variantes.

### Evaluación económica

Para la evaluación económica de los resultados se calculó el costo de producción del compost, con vistas a considerar en los resultados este importante indicador económico.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**TABLA 3. Fase termofílica, volteo de la pila y cosecha**

| <b>Nro. Variantes</b> | <b>Días en que alcanzó la fase</b> | <b>No. de virajes de cada compost</b> | <b>Tiempo de cosecha (Meses)</b> |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1                     | 3 - 4                              | 5                                     | 4,5                              |
| 2                     | 3 - 5                              | 5                                     | 4,5                              |
| 3                     | 3 - 4                              | 5                                     | 4,5                              |
| 4                     | 3 - 5                              | 5                                     | 4,5                              |
| 5                     | 3 - 5                              | 5                                     | 4,5                              |
| 6                     | 3 - 5                              | 5                                     | 4,5                              |
| 7                     | 3 - 4                              | 5                                     | 4,5                              |
| 8                     | 3 - 5                              | 5                                     | 4,5                              |

Como se aprecia en la Tabla 3 la fase termofílica (55<sup>0</sup>C y 60<sup>0</sup>C) se alcanzó en todas las variantes entre los 3 y 5 días de montado el compost, que con 5 virajes (uno cada mes, a partir de los 10 días de motado el compost) se logra alcanzar la fase de maduración del mismo a los 4,5 meses.

**TABLA 4. Velocidad de descomposición de los residuos vegetales**

| <b>Variantes</b> | <b>Días</b> |
|------------------|-------------|
| Natural          | 350-420     |
| Composteo        | 120-135     |

Como se aprecia en la Tabla 4 con el composteo se logra una degradación (descomposición) más rápida con relación a la descomposición natural de los residuos vegetales, 120-135 días contra 350-420 días; además de evitar las pérdidas de nutrimentos.

**TABLA 5. Caracterización química de los compost obtenidos**

| Variante           | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | MO<br>(%) | C/N       | (%)        |            |            |
|--------------------|--------------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
|                    |                          |           |           | N          | P          | K          |
| Vacuno             | <b>7,0</b>               | 31        | 18        | 1,0        | 0,3        | 0,9        |
| Vacuno + ceniza    | 7,2                      | 21        | 15        | 0,8        | 0,3        | <b>1,4</b> |
| Ovejo              | 7,4                      | 18        | <b>7</b>  | <b>1,6</b> | 0,5        | 1,2        |
| Ovejo + ceniza     | 7,2                      | 24        | 15        | 0,9        | 0,3        | 1,4        |
| Cachaza            | <b>7,9</b>               | 19        | 13        | 0,8        | <b>0,2</b> | <b>0,8</b> |
| Cachaza + ceniza   | 7,2                      | <b>42</b> | <b>33</b> | <b>0,7</b> | 0,2        | 1,2        |
| Gallinaza          | 7,5                      | 30        | 11        | 1,6        | <b>1,7</b> | 1,2        |
| Gallinaza + ceniza | 7,3                      | <b>17</b> | 9         | 1,1        | 1,7        | 1,4        |

Como se puede observar en la Tabla 5 estos resultados muestran buena calidad del producto obtenido, los que indican los innumerables beneficios respecto a otros materiales empleados sin compostear.

**TABLA 6. Aporte de nutrimentos (kg.t<sup>-1</sup>) de los compost según los sustratos empleados**

| Fuentes            | N         | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|--------------------|-----------|-------------------------------|------------------|
| Vacuno             | 10        | 6,87                          | 10,8             |
| Vacuno + ceniza    | 8         | 6,87                          | 16,8             |
| Ovejo              | <b>16</b> | 11,45                         | 14,4             |
| Ovejo + ceniza     | 9         | 6,87                          | 16,8             |
| Cachaza            | 8         | <b>4,58</b>                   | <b>9,6</b>       |
| Cachaza + ceniza   | <b>7</b>  | 4,58                          | 14,4             |
| Gallinaza          | 11        | 38,93                         | 14,4             |
| Gallinaza + ceniza | 11        | <b>38,93</b>                  | <b>16,8</b>      |

Según estos datos, en la Tabla 6 se presenta el aporte de nutrimentos de 1 tonelada de compost en función de los sustratos utilizados, con valores para el nitrógeno entre 7 y 16 kg.t<sup>-1</sup>, para el fósforo entre 4,58 y 38,93 kg.t<sup>-1</sup> y de potasio entre 9,6 y 16,8 kg.t<sup>-1</sup>, respectivamente, mostrando que las variantes donde se empleó ceniza vegetal (centro acopio) se alcanzaron las mayores aportes en potasio.

**TABLA 7. Diagnostico nematológico del compost**

| Variante           | Nro. muestra |        | Diagnóstico nematológico |
|--------------------|--------------|--------|--------------------------|
|                    | Entrada      | Salida |                          |
| Vacuno             | 1388         | 1556   | Negativo                 |
| Vacuno + ceniza    | 1389         | 1557   | Negativo                 |
| Ovejo              | 1390         | 1558   | Negativo                 |
| Ovejo + ceniza     | 1391         | 1559   | Negativo                 |
| Cachaza            | 1392         | 160    | Negativo                 |
| Cachaza + ceniza   | 1393         | 1561   | Negativo                 |
| Gallinaza          | 1394         | 1562   | Negativo                 |
| Gallinaza + ceniza | 1395         | 1563   | Negativo                 |

Como demuestran los datos de la Tabla 7 todos los diagnósticos nematológicos realizados arrojaron un resultado negativo, lo que indica la excelente calidad del producto.

Con relación a la temática, Orozco (1999) señala la importancia del composteo como proceso que reduce las pérdidas de nutrientes por lixiviación y volatilización, además de su alto contenido de semillas de malezas y patógenos.

**TABLA 8. Rendimiento comercial**

| Variante           | Rendimiento (t.pila <sup>-1</sup> ) |
|--------------------|-------------------------------------|
| Vacuno             | <b>8,57</b>                         |
| Vacuno + ceniza    | <b>9,96</b>                         |
| Ovejo              | 8,85                                |
| Ovejo + ceniza     | 10,12                               |
| Cachaza            | 8,71                                |
| Cachaza + ceniza   | 10,22                               |
| Gallinaza          | <b>9,03</b>                         |
| Gallinaza + ceniza | <b>10,35</b>                        |
| Promedio           | <b>9,47</b>                         |

En la Tabla 8 según las dimensiones de 2,0 x 10,0 x 1,5 metros de las pilas su rendimiento al momento de la cosecha en las variantes sin ceniza fluctuó entre 8,57 y 9,03 toneladas por pila y con adición de ceniza, el rendimiento fue entre 9,96 y 10,35 toneladas por pila, con un promedio de 9,47 toneladas por pila.

**TABLA 9. Costo de producción de un burro de compost**

| <b>Actividad</b>   | <b>Costo<br/>(\$)</b> |
|--|-----------------------|
| Remover el suelo   | 5,10                  |
| Materiales (Cargue y transportación)                             | 80,80                 |
| Montaje de los “burros” (colocar capas, riego, virajes manuales) | 30,60                 |
| Cosecha (a granel)   | 30,60                 |
| Análisis de muestras (químico y nematológico)                    | 22,80                 |
| Informe  | 16,00                 |
| <b>Total</b>   | <b>185,90</b>         |

Como se informa en la Tabla 9 el costo de producción de un “burro” de compost de 2,0 x 10,0 x 1,5 m de dimensiones es de \$ 185,90 según su rendimiento promedio la tonelada de compost producida de forma manual tiene un costo de \$ 19,63.

**Tabla 10. Producción de compost en el INIVIT (2002)**

| <b>Concepto</b> | <b>Producción<br/>(t)</b> | <b>Ingreso<br/>(MP)</b> | <b>Costo<br/>(MP)</b> | <b>Ganancia<br/>(MP)</b> | <b>Relación<br/>B/C</b> |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Compost         | 90                        | 3,6                     | 0,7                   | 2,9                      | 4,14                    |

\* 1 t compost \$ 40,00

Durante el año 2002 la producción de compost alcanzó en el INIVIT las 90 toneladas, reportando una ganancia de \$2 900,00 con una relación B/C de 4,14.

## **EXPERIMENTO 2. PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL HUMUS DE LOMBRIZ, UTILIZANDO DIFERENTES SUSTRATOS EN LA ALIMENTACIÓN.**

### **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se desarrolló en el INIVIT ubicado en el Municipio de Santo Domingo, Villa Clara, Cuba, durante el período 2001 – 2002.

Teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo, se optó por el montaje de un programa de experimentos, que abarca su tecnología de producción, así como su caracterización química. Se utilizó la especie de lombriz de tierra Roja californiana (*Esenia foetida*). El proceso de la lombricultura se inició con un pie de cría de 2 kg.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> y el empleo de los sustratos: estiércoles (vacuno, ovejo, conejo), subproductos agroindustriales como: cachaza y gallinaza, así como diferentes residuos de beneficio de cultivo (raquis de plátano) y caseros (cáscaras de viandas y hortalizas).



Los experimentos se desarrollaron en cámaras confeccionadas con piedras, cada una con un área de 2 m<sup>2</sup>.

Para las evaluaciones se tomaron muestras de cada tratamiento, con un monolito de 10 x 20 x 20 cm de capacidad para determinar:

1. Cantidad de sustrato a emplear por tonelada de humus producidos
2. Frecuencia de alimentación
3. Reproducción de la lombriz
4. Calidad del humus
5. Concentración de nutrientes del humus

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**TABLA 11. Concentración de nutrimentos de los diferentes sustratos**

| Sustrato  | %           |             |             |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
|           | N           | P           | K           |
| Raquis    | <b>2,72</b> | 0,25        | <b>9,50</b> |
| Vacuno    | 1,70        | 0,41        | 2,10        |
| Ovejo     | 1,87        | 0,39        | 2,10        |
| Conejo    | 1,93        | 0,50        | 1,80        |
| Cachaza   | <b>0,51</b> | <b>0,23</b> | <b>0,36</b> |
| Gallinaza | 1,80        | <b>0,57</b> | 1,30        |

En la Tabla 11 se observa la concentración de nutrimentos en los residuos utilizados como sustratos para la alimentación de la lombriz y que ponen de manifiesto la importancia del reciclaje para obtener un producto final de mejores características: humus de lombriz.

**TABLA 12. Cantidad de sustratos**

| Sustrato    | Necesidad<br>t.(m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> .(año) <sup>-1</sup> | Sustrato<br>consumido<br>t.(m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> .(año) <sup>-1</sup> |
|-------------|---|---|
| Estiércoles | 2   | 2,25  |

Como podemos apreciar en la Tabla 12 el sustrato consumido por t.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>.(año)<sup>-1</sup> fue de 2,25 lo que corrobora lo planteado por Simó y col, 2000.

**TABLA 13. Frecuencia de alimentación**

| <b>Sustratos</b> | <b>Frecuencia<br/>(días)</b> |
|------------------|------------------------------|
| Raquis           | 7                            |
| Vacuno           | 6                            |
| Ovejo            | 5                            |
| Conejo           | 5                            |
| Cachaza          | 5                            |
| Gallinaza        | 7                            |
| Residuos Caseros | 4                            |

Como se puede apreciar en la Tabla 13 existe preferencia de consumo por parte de la lombriz por los residuos caseros (cuatro días), ovejo, conejo y cachaza ( cinco días), vacuno (seis días) y raquis, gallinaza ( siete días).

Todos los sustratos previo a su utilización transitaron por una fase de prefermentación, donde se logró su estabilización con relación a sus reacciones (pH fluctuó entre 6,8 y 7,8).

**TABLA 14. Reproducción de la lombriz**

| <b>Sustrato</b>  | <b>Momento<br/>(días)</b> | <b>Densidad<br/>(ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>)</b> |
|------------------|---------------------------|--|
| Raquis           | 90                        | 22 210   |
| Vacuno           | 90                        | 21 742   |
| Ovejo            | 90                        | 24 325   |
| Conejo           | 90                        | 23 897   |
| Cachaza          | 90                        | 23 651   |
| Gallinaza        | 90                        | 20 197   |
| Residuos caseros | 90                        | 26 875   |

Los resultados obtenidos en la Tabla 14 demuestran que existen marcadas diferencias entre los tratamientos, resultando el sustrato residuo casero, el mejor para la reproducción de la lombriz, al obtenerse una densidad de 26 875 ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, seguido por el de ovejo con 24 325 ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, conejo con 23 897 ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, cachaza con 23 651 ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, raquis con 22 210 ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, vacuno con 21742 ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> y gallinaza con 20 197 ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>, respectivamente, superiores en los siete casos, a la presentada como adecuada en el Instructivo Técnico vigente (MINAGRI, 1987).

**TABLA 15. Características químicas del humus**

| Sustrato         | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | %            |             |             |             | C/N          |
|------------------|--------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
|                  |                          | MO           | N           | P           | K           |              |
| Raquis           | <b>8,7</b>               | <b>69,56</b> | <b>2,58</b> | 0,54        | <b>2,20</b> | <b>15,63</b> |
| Vacuno           | 7,8                      | 44,59        | 1,38        | 0,45        | 0,46        | 18,67        |
| Ovejo            | 8,0                      | 45,70        | 1,41        | 0,45        | 1,10        | 18,80        |
| Conejo           | 7,9                      | 42,77        | 1,06        | 0,49        | 0,80        | <b>23,41</b> |
| Cachaza          | <b>6,4</b>               | 26,85        | <b>0,71</b> | <b>0,25</b> | <b>0,33</b> | 21,93        |
| Gallinaza        | 7,8                      | <b>26,45</b> | 1,45        | <b>2,29</b> | 0,60        | 10,57        |
| Residuos Caseros | 7,3                      | 57,62        | 1,70        | 0,67        | 1,10        | 19,60        |

Como se manifiesta en la Tabla 15 todos los humus producidos tienen un elevado contenido de materia orgánica, así como una adecuada relación C/N, lo que evidencia la calidad del producto elaborado por las lombrices. La literatura plantea concentraciones de nutrimentos que varían por elemento: 0,5 y 1,5 % de nitrógeno; 0,1 y 0,3 % de fósforo y 0,2 y 1,6 % de potasio (García y Milián, 1994).

**TABLA 16. Aportes de nutrimentos (kg,t<sup>-1</sup>)**

| SUSTRATO         | Para 1 tonelada de humus<br>(kg) |                               |                  |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|
|                  | N                                | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Raquis           | <b>25,8</b>                      | 12,36                         | <b>26,40</b>     |
| Vacuno           | 13,8                             | 10,30                         | 5,52             |
| Ovejo            | 14,1                             | 10,30                         | 13,20            |
| Conejo           | 10,6                             | 11,22                         | 9,60             |
| Cachaza          | <b>7,0</b>                       | <b>5,72</b>                   | <b>3,96</b>      |
| Gallinaza        | 14,5                             | <b>52,44</b>                  | 7,20             |
| Residuos caseros | 17,0                             | 15,34                         | 13,00            |

Según estos datos en la Tabla 16 se presentan los aportes de nutrimentos de una tonelada de humos, según los sustratos, alcanzando valores con relación al nitrógeno entre 7,0 y 25,8 kg,t<sup>-1</sup>, para el fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) entre 5,72 y 52,44 kg,t<sup>-1</sup> y para potasio (K<sub>2</sub>O) entre 3,96 y 26,40 kg,t<sup>-1</sup>, evidenciando el mejor aporte el de raquis y residuos caseros como sustratos. Resultados similares fueron logrados con vermicompost "PLATANOLOM" por Simó y col. (2000).

### **EXPERIMENTO 3. PRODUCCIÓN DE VERMICOMPOST "PLATANOLOM"**

#### **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se desarrolló en el Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales durante el año 2001 (INIVIT) ubicado en el municipio de Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. El

proceso de la lombricultura se inició con un pie de cría de dos kilogramos de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y el empleo de raquis de plátano más frutos de rechazo como sustrato en una cámara de 2 m<sup>2</sup>.

Vermicompost “PLATANOLOM” elaborado por medio de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) utilizando como sustrato dos desechos de la agroindustria: raquis (pinzote) y frutos de rechazo.

Para las evaluaciones la cámara se dividió en cuatro partes, se tomaron muestras en cada una de ellas cada 90 días según Instructivo Técnico de Lombricultura, (MINAGRI, 1987) para determinar:

- Cantidad de sustrato a emplear
- Velocidad de descomposición
- Reproducción de la lombriz
- Cantidad de humus
- Calidad del humus

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**TABLA 17. Concentración de nutrimentos,**

| Organo | %    |      |      |
|--------|------|------|------|
|        | N    | P    | K    |
| Raquis | 2,72 | 0,25 | 9,50 |
| Frutos | 0,65 | 0,04 | 1,35 |

En la Tabla 17 se observa la concentración de nutrimentos en los residuos utilizados como sustrato y que ponen de manifiesto la necesidad de su empleo para el reciclaje de nutrimentos ya que estos órganos salen del campo y con ellos se exportan gran cantidad de nutrimentos.

**TABLA 18. Cantidad de sustrato para 1 m<sup>2</sup>**

| Sustrato                  | Aporte<br>t.ha <sup>-1</sup> | Necesidad<br>t.(m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> | Sustrato<br>consumido<br>t.(m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> |
|---------------------------|------------------------------|---|---|
| Raquis + fruto de desecho | 4 - 5                        | 2   | 4,3   |

En consideración con los datos que se presentan en la Tabla 18, de una hectárea de plátano salen del campo alrededor de 4 - 5 toneladas (peso seco) de estos órganos y en 1m<sup>2</sup> como sustrato se necesitan 2 t.ha<sup>-1</sup> por año. Barquero (1996) estima que por cada hectárea de banano se dispone de seis toneladas de peso fresco de raquis de fruta y 10 toneladas de peso fresco de fruta de rechazo.

**TABLA 19. Velocidad de descomposición**

| <b>Variantes</b> | <b>Días</b> |
|------------------|-------------|
| Natural          | 420         |
| Composteo        | 90          |

La Tabla 19 muestra la importancia del composteo para lograr una degradación rápida de los residuos y evitar las pérdidas de nutrientes (90 vs 420 días), además de elaborar un producto de alta calidad como es el humus de innumerables beneficios respecto a otros materiales orgánicos.

**TABLA 20. Reproducción de la lombriz**

| <b>Momentos</b>     | <b>Densidad<br/>(ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>)</b> |
|---------------------|--|
| Inicio (siembra)    | 939  |
| Finalizar (cosecha) | 20 975   |

Respecto a la calidad del sustrato para la alimentación y reproducción de la lombriz según los resultados presentados en la Tabla 20 se puede afirmar que presenta un buen comportamiento con una densidad de 20 975 ind.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> superior a la presentada como adecuada en el Instructivo Técnico para el desarrollo de la Lombricultura en Cuba (1987).

**TABLA 21. Cantidad de humus**

| <b>Concepto</b> | <b>Cantidad sustrato<br/>consumido<br/>t.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup></b> | <b>Cantidad de<br/>humus<br/>producido<br/>t.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup></b> |
|-----------------|--|--|
| Vermicompost    | 4,3  | 2,36   |

En la Tabla 21 de acuerdo a las evaluaciones realizadas y a los volúmenes de residuos en tres meses se pueden obtener 0,59 toneladas en un metro cuadrado, con una producción anual de 2,36 toneladas.

**TABLA 22. Concentración de nutrimentos**

|              | %         |           |           |                     |
|--------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
|              | N         | P         | K         | MS 105 <sup>0</sup> |
| Vermicompost |           |           |           |                     |
| PLÁTANOLOM   | 3,60      | 0,58      | 2,9       | 90,3                |
| Literatura   | 0,5 - 1,5 | 0,1 – 0,3 | 0,2 – 1,6 | -                   |

Los datos de la Tabla 22 evidencian la calidad del producto elaborado (vermicompost “PLÁTANOLOM”) con alta concentración de nutrimentos. La literatura plantea concentraciones de nutrimentos en vermicompost con otros residuos de 0,5-1,5% de nitrógeno, 0,1-0,3% de fósforo y 0,2-1,6% de potasio (García y Milián, 1994).

**TABLA 23. Aporte de nutrimentos**

| Para 1 t de PLÁTANOLOM<br>(Kg) |                               |                  |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------|
| N                              | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 32,47                          | 11,98                         | 31,38            |

En la Tabla 23 se presenta el aporte de nutrimentos de una tonelada de “PLÁTANOLOM”, alcanzando valores de 32,47, 11,98 y 31,38 Kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente.

**VENTAJAS**

- ❖ Utilización de residuos de las propias plantaciones
- ❖ Reciclaje de los nutrimentos que salen del campo
- ❖ Se acelera el proceso de degradación de los residuos
- ❖ El vermicompost “PLÁTANOLOM” presenta alto contenido de nutrimentos
- ❖ Es un producto más estable y resistente a la biodegradación en el suelo
- ❖ Empleo de la lombriz en la producción de harina para el consumo animal

**VALORACIÓN ECONOMICA Y APOORTE SOCIAL**

La valoración económica se realizó teniendo en cuenta la siguiente base de datos:

1. Se estimó que por cada hectárea de plátano se dispone aproximadamente de un potencial de sustrato (raquis más dedos de rechazo) de 4 y 5 t (peso seco).  
Necesidad de sustrato 2 t.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.  
Cantidad de sustrato consumido 4,3 t.(m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para una cámara de 2 m<sup>2</sup>
2. Para el cálculo de los costos por concepto de salario se tuvo en cuenta:
  - ❖ Mano de obra por recolección de insumos (Horas trabajadas.ciclo<sup>-1</sup>) 2
  - ❖ Mano de obra por preparación de insumos (Horas trabajadas.ciclo<sup>-1</sup>) 2
  - ❖ Mano de obra por aplicación de riego (Horas trabajadas.ciclo<sup>-1</sup>) 2
  - ❖ Total 6
  - ❖ Jornada por hombre 0,75
  - ❖ Salario básico (\$.mes<sup>-1</sup>) 141,04
  - ❖ Salario diario (\$.día<sup>-1</sup>) 5,92
3. El precio del kilogramo de lombriz (\$5.kg<sup>-1</sup>) 2,00
4. El precio de 1 m<sup>3</sup> de agua subterránea utilizada por ciclo (\$0,10. (m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>) 45,00

La tecnología de producción del vermicompost “PLATANOLOM” garantiza:

- ❖ Alta calidad
- ❖ Fácil manejo
- ❖ Altas producciones

Con la aplicación de 15 kg.planta<sup>-1</sup> en el cultivo del plátano se sustituye el 100 % de los fertilizantes nitrogenados y el 25 % de los fertilizantes potásicos.

#### **EXPERIMENTO 4. EFECTO DE LA APLICACIÓN DE COMPOST + CENIZA SOBRE EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL HÍBRIDO `FHIA-18` EN CONDICIONES CONTROLADAS, SUELOS. (FERRALÍTICO ROJO COMPACTADO Y ALUVIAL PROFUNDO).**

#### **MATERIALES Y METODOS**

A fin de lograr el máximo de precisión posible con respecto al efecto agroproductivo de la aplicación de compost + ceniza en el híbrido de banano `FHIA-18` (AAAB) el experimento se desarrolló en un dispositivo especial (macetero al aire libre) de experimentación controlada, compuesto por 24 unidades (macetas) de concreto de dimensiones largo x ancho x largo (1,5 x 1,5 x 1,0 metros), se utilizaron los tipos de suelos más representativos para este cultivo (Ferralítico Rojo compactado y Aluvial profundo), investigándose dosis de 0, 10, 20, 30 kg por unidad de producción de compost más la aplicación de 10 kg de ceniza en dos aplicaciones (50 % en plantación y el otro 50 % a los 90 días de la plantación), se utilizaron tres réplicas, atendiendo a la experiencia internacional y nacional para este tipo de estudio, donde generalmente existe gran homogeneidad y no se precisa de mayor número de réplicas.

Estas condiciones permitieron hacer un uso controlado y estricto del riego, dosis exacta de compost y ceniza, control exhaustivo de malezas, deshije, etc.

Entre las mediciones y observaciones más importantes se incluyeron: análisis químico del suelo al inicio y final del ciclo, altura de la planta en metros, perímetro del pseudotallo a un metro de altura en cm, área foliar de la tercera hoja en m<sup>2</sup> al momento de la floración, número de manos y dedos del racimo, peso del racimo en kg y rendimiento en t.ha<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**TABLA 24. Impacto de la aplicación de compost + ceniza sobre algunas propiedades de los suelos investigados**

| Tipo de suelo              | Tratamientos                        | MO (%) |       | K (meq.100 <sup>-1</sup> ) |       |
|----------------------------|-------------------------------------|--------|-------|----------------------------|-------|
|                            |                                     | Inicio | Final | Inicio                     | Final |
| Ferráltico Rojo compactado | Testigo                             | 0,86   | 0,74  | 0,65                       | 0,45  |
|                            | Co <sub>10</sub> + Cz <sub>10</sub> |        | 1,61  |                            | 0,69  |
|                            | Co <sub>20</sub> + Cz <sub>10</sub> |        | 1,85  |                            | 0,72  |
|                            | Co <sub>30</sub> + Cz <sub>10</sub> |        | 2,09  |                            | 0,70  |
| Aluvial profundo           | Testigo                             | 0,75   | 0,69  | 0,65                       | 0,50  |
|                            | Co <sub>10</sub> + Cz <sub>10</sub> |        | 1,44  |                            | 0,81  |
|                            | Co <sub>20</sub> + Cz <sub>10</sub> |        | 1,80  |                            | 0,77  |
|                            | Co <sub>30</sub> + Cz <sub>10</sub> |        | 1,95  |                            | 0,79  |

Co= compost Cz= ceniza

Como se presenta en la Tabla 24, los resultados obtenidos tienen un sólido fundamento científico partiendo de las bajas y medianas reservas de MO y K de los suelos estudiados y su enriquecimiento aunque discreto con las aplicaciones de compost y ceniza ricos en estos componentes nutrimentales.

Como puede observarse en la Tabla 25, las aplicaciones de compost + ceniza tuvieron un marcado efecto sobre el crecimiento (la altura de la planta, el perímetro y el área foliar) y el rendimiento y sus componentes principales (número de manos y dedos por racimo) respecto al testigo en ambos tipos de suelos, correspondiendo el mejor tratamiento a la aplicación combinada de 20 kg de compost + 10 kg de ceniza, el cual produjo un rendimiento de 15, 3 kg.racimo<sup>-1</sup> en el suelo Ferráltico Rojo y 14, 6 kg.racimo<sup>-1</sup> en el suelo Aluvial.





**TABLA 25. Efecto de la aplicación de compost + ceniza sobre el crecimiento y rendimiento del híbrido `FHIA-18` (AAAB)  
(Condiciones controladas, macetero al aire libre)**

**Suelo Ferralítico Rojo,**

**Planta madre**

| Tratamientos<br>(kg.planta <sup>-1</sup> ) |        | Altura<br>(m) | Perímetro<br>(cm) | Área foliar<br>(m <sup>2</sup> ) | Racimo    |           | Peso racimo<br>(kg) | Rto<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) |
|--|--------|---------------|-------------------|----------------------------------|-----------|-----------|---------------------|------------------------------|
| Compost                                    | Ceniza |               |                   |                                  | No. manos | No. dedos |                     |                              |
| 0  | 0      | 2,16 c        | 40,6 b            | 0,76 b                           | 8,3 b     | 112,0 b   | 10,1 c              | 14,01                        |
| 10   | 10     | 2,18 bc       | 47,0 a            | 0,87 a                           | 9,6 a     | 130,2 a   | 12,2 bc             | 16,93                        |
| 20   | 10     | 2,23 a        | 48,6 a            | 0,92 a                           | 9,6 a     | 129,5 a   | 15,3 ab             | 21,23                        |
| 30   | 10     | 2,28 a        | 50,3 a            | 0,92 a                           | 10,0 a    | 137,2 a   | 15,5 a              | 21,51                        |
| ES±  |        | 0,07*         | 0,95*             | 0,02*                            | 0,28*     | 3,61*     | 0,91*               |                              |
| CV(%)                                      |        | 1,02          | 3,55              | 5,32                             | 5,31      | 4,92      | 11,93               |                              |

**Suelo Aluvial**

**Planta madre**

| Tratamientos<br>(kg.planta <sup>-1</sup> ) |        | Altura<br>(m) | Perímetro<br>(cm) | Área foliar<br>(m <sup>2</sup> ) | Racimo    |           | Peso racimo<br>(kg) | Rto<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) |
|--|--------|---------------|-------------------|----------------------------------|-----------|-----------|---------------------|------------------------------|
| Compost                                    | Ceniza |               |                   |                                  | No. manos | No. dedos |                     |                              |
| 0  | 0      | 1,90 b        | 37,0 b            | 0,72 b                           | 8,3 a     | 104,6 b   | 10,0 c              | 13,88                        |
| 10   | 10     | 2,06 ab       | 43,6 a            | 0,84 ab                          | 9,6 a     | 123,0 ab  | 12,3 bc             | 17,07                        |
| 20   | 10     | 2,12 a        | 45,0 a            | 0,86 a                           | 9,3 a     | 134,3 ab  | 14,6 a              | 20,26                        |
| 30   | 10     | 2,23 a        | 47,3 a            | 0,90 a                           | 9,3 a     | 140,0 a   | 14,8 a              | 20,54                        |
| ES±  |        | 0,05*         | 1,86*             | 0,04*                            | 0,43*     | 8,80*     | 0,84*               |                              |
| CV(%)                                      |        | 4,57          | 7,46              | 10,03                            | 8,33      | 12,09     | 10,71               |                              |





**TABLA 26. Efecto económico de los diferentes tratamientos con compost + ceniza**

| Tratamientos<br>(kg.planta <sup>-1</sup> ) | Costo<br>total<br>(\$.ha <sup>-1</sup> ) | Producción<br>total<br>(t. ha <sup>-1</sup> ) | Efecto<br>relativo<br>respecto<br>al testigo<br>(%) | Valor<br>producción<br>(\$.ha <sup>-1</sup> ) | Efecto<br>económico<br>(\$.ha <sup>-1</sup> ) |
|--|--|---|---|---|---|
| Testigo                                    | -  | 13,94   | -   | 6133,6  | -   |
| Co <sub>10</sub> + Cz <sub>10</sub>        | 552,66                                   | 17,00   | 21  | 7480,0  | 793,74  |
| Co <sub>20</sub> + Cz <sub>10</sub>        | 902,49                                   | 20,75   | 49  | 9130,0  | 2093,91                                       |
| Co <sub>30</sub> + Cz <sub>10</sub>        | 1252,32                                  | 21,02   | 50  | 9248,8  | 1862,88                                       |

A razón de 20,00 \$.qq<sup>-1</sup>

En la Tabla 26 se indica un incremento del nivel productivo y financiero, generando en el balance económico entradas del orden de 2093,91\$.ha<sup>-1</sup>.

### EXPERIMENTO 5. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN ALTERNATIVA EN EL `FHIA-18`

#### MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en áreas del INIVIT sobre un suelo Pardo con carbonatos, en un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro réplicas.

Las diferentes variantes de fertilización orgánicas fueron comparadas con la no aplicación de fertilizantes minerales y aparecen reflejadas en la Tabla 27.

**TABLA 27. Variantes empleadas y dosis**

| Variantes                  |                            |     |                           |
|----------------------------|----------------------------|-----|---------------------------|
| Co                         | Cz                         | N   | K <sub>2</sub> O          |
| (kg.planta <sup>-1</sup> ) | (kg.planta <sup>-1</sup> ) |     | (g.planta <sup>-1</sup> ) |
| 0                          | 0                          | 0   | 0                         |
| 0                          | 0                          | 300 | 720                       |
| 20                         | 10                         | 0   | 0                         |
| 15                         | 7,5                        | 75  | 180                       |
| 10                         | 5                          | 150 | 360                       |
| 5                          | 2,5                        | 225 | 540                       |

#### Momento de aplicación:

**Co= compost, Cz= ceniza:** 50 % en plantación en el fondo surco y el otro 50 % a los 90 días de la plantación alrededor de la planta

**Nitrógeno (Urea 46-0-0):** fraccionado en 3 aplicaciones a los 45, 90 y 135 días de la plantación alrededor de la planta

**Potasio (KCl 0-0-60):** fraccionado en 2 aplicaciones a los 45 y 90 días de la plantación alrededor de la planta

La distancia de plantación empleada fue de 4,0 x 1,8 m (1388 plantas,ha<sup>-1</sup>). Se evaluaron dos ciclos productivos (planta madre y vástago -1).

Evaluaciones realizadas en el momento de la cosecha:

- número (No.) de manos y dedos

- pesos del racimo en kg
- rendimiento en t. ha<sup>-1</sup>

Como herramienta estadística se utilizó el análisis de varianza simple y comparaciones múltiples de medias según la prueba de rangos múltiples de Duncan (Lerch, 1987), además se realizó un análisis económico según la metodología de Jusin y Acosta (1980).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 28 se muestra el comportamiento de los componentes del rendimiento en la planta madre y el vástago-1. Las variantes de fertilización son superiores a la no aplicación de fertilizantes en todas las variables en los dos ciclos. Entre las variantes de fertilización la más productiva fue la combinación de combinación de 15 kg de compost + 7,5 kg de ceniza + 75 g de N + 180 g de K<sub>2</sub>O por planta con un peso por racimo acumulado en ambos ciclos de 37,39 kg,planta<sup>-1</sup>, lo que representa el 26,4 % de incremento con relación al testigo sin aplicación.

En la Tabla 29 se muestra la combinación más productiva (15 kg de compost + 7,5 kg de ceniza + 75 g de N + 180 g de K<sub>2</sub>O por planta) con un rendimiento promedio para ambos ciclos de 25,93 t.ha<sup>-1</sup> y un incremento de 26,4 % con relación al testigo sin aplicación.

En la Tabla 30 se observa que con la variante cuatro se alcanza la mayor ganancia neta (1637,62 \$.ha<sup>-1</sup>), rentabilidad (219,17 %) y relación beneficio costo (\$ 2,19) de producción adicional por cada peso invertido en la aplicación de fertilizantes, por lo que se define esta variante como la mejor.

**TABLA 28. Influencia de la fertilización en los componentes del rendimiento del híbrido de banano 'FHIA-18' (AAAB). Suelo Pardo con carbonatos**

| Variantes                  |     |     |                  | Planta madre |           |          | Vástago-1 |           |          |
|----------------------------|-----|-----|------------------|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| Co                         | Cz  | N   | K <sub>2</sub> O | No. manos    | No. dedos | Peso     | No. manos | No. dedos | Peso     |
| (kg.planta <sup>-1</sup> ) |     |     |                  | (kg)         |           |          | (kg)      |           |          |
| 0                          | 0   | 0   | 0                | 9,10 c       | 128,67 a  | 12,38 b  | 9,88 a    | 148,85 b  | 17,20 c  |
| 0                          | 0   | 300 | 720              | 9,46 ab      | 131,72 a  | 13,18 ab | 10,19 a   | 156,25 ab | 22,81 ab |
| 20                         | 10  | 0   | 0                | 9,35 ab      | 128,44 a  | 13,28 ab | 10,46 a   | 158,01 a  | 22,78 ab |
| 15                         | 7,5 | 75  | 180              | 9,53 a       | 132,04 a  | 13,89 a  | 10,63 a   | 158,15 a  | 23,50 a  |
| 10                         | 5   | 150 | 360              | 9,32 ab      | 130,23 a  | 13,71 a  | 10,55 a   | 156,71 ab | 21,60 ab |
| 5                          | 2,5 | 225 | 540              | 9,32 ab      | 129,98 a  | 13,65 a  | 10,37 a   | 152,95 ab | 21,19 ab |
| ES±                        |     |     |                  | 0,08*        | 12,29*    | 0,29*    | 0,25*     | 2,55*     | 0,79*    |
| CV (%)                     |     |     |                  | 1,83         | 19,64     | 4,49     | 4,84      | 3,30      | 7,41     |

| Variantes                  |     |     |                  | Peso                       |           | Peso acumulado             | Incremento con relación al testigo (%) |
|----------------------------|-----|-----|------------------|----------------------------|-----------|----------------------------|--|
| Co                         | Cz  | N   | K <sub>2</sub> O | Planta madre               | Vástago-1 |                            |  |
| (kg.planta <sup>-1</sup> ) |     |     |                  | (kg.planta <sup>-1</sup> ) |           | (kg.planta <sup>-1</sup> ) |  |
| 0                          | 0   | 0   | 0                | 12,38 b                    | 17,20 c   | 29,58                      | -                                      |
| 0                          | 0   | 300 | 720              | 13,18 ab                   | 22,81 ab  | 35,99                      | 21,6                                   |
| 20                         | 10  | 0   | 0                | 13,28 ab                   | 22,78 ab  | 36,06                      | 21,9                                   |
| 15                         | 7,5 | 75  | 180              | 13,89 a                    | 23,50 a   | <b>37,39</b>               | 26,4                                   |
| 10                         | 5   | 150 | 360              | 13,71 a                    | 21,60 ab  | 35,31                      | 19,3                                   |
| 5                          | 2,5 | 225 | 540              | 13,65 ab                   | 21,19 ab  | 34,84                      | 17,8                                   |
| ES±                        |     |     |                  | 0,29*                      | 0,79*     |                            |  |
| CV (%)                     |     |     |                  | 4,49                       | 7,41      |                            |  |

**TABLA 29. Efecto de la fertilización en el rendimiento del híbrido `FHIA-18` (AAAB)**

| Co<br>(kg.planta <sup>-1</sup> ) | Variantes |                                |                  | Planta madre<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) (% Incr.) |       | Vástago-1<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) (% Incr.) |       | Promedio de los ciclos<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) (% Incr.) |              |
|----------------------------------|-----------|--------------------------------|------------------|---|-------|--|-------|---|--------------|
|                                  | Cz        | N<br>(g.planta <sup>-1</sup> ) | K <sub>2</sub> O |   |       |  |       |   |              |
| 0                                | 0         | 0                              | 0                | 17,18   | -     | 23,87  | -     | 20,52   | -            |
| 0                                | 0         | 300                            | 720              | 18,29   | 6,46  | 31,66  | 32,63 | 24,97   | 21,68        |
| 20                               | 10        | 0                              | 0                | 18,43   | 7,27  | 31,61  | 32,42 | 25,02   | 21,92        |
| 15                               | 7,5       | 75                             | 180              | 19,27   | 12,16 | 32,60  | 36,57 | <b>25,93</b>  | <b>26,41</b> |
| 10                               | 5         | 150                            | 360              | 19,02   | 10,71 | 29,98  | 25,59 | 24,50   | 19,39        |
| 5                                | 2,5       | 225                            | 540              | 18,94   | 10,24 | 29,41  | 23,20 | 24,17   | 17,78        |

**TABLA 30. Efecto económico del manejo de la fertilización en el híbrido `FHIA-18` (Promedio de dos ciclos)**

| Indicadores económicos   | Variantes |         |         |                |         |         |
|--|-----------|---------|---------|----------------|---------|---------|
|  | 1         | 2       | 3       | 4              | 5       | 6       |
| Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )  | 20,52     | 24,97   | 25,02   | 25,93          | 24,50   | 24,17   |
| Incremento del rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )                         | -         | 4,45    | 4,50    | 5,42           | 3,98    | 3,65    |
| Gastos por adquisición y aplicación fertilizantes (\$.ha <sup>-1</sup> ) | -         | 710,80  | 652,36  | 666,97         | 681,58  | 696,19  |
| Valor del incremento (\$.ha <sup>-1</sup> )                              | -         | 1958,00 | 1980,00 | 2384,80        | 1751,20 | 1606,00 |
| Costo por la cosecha del incremento (\$.ha <sup>-1</sup> )               | -         | 65,86   | 66,60   | 80,21          | 58,90   | 54,02   |
| Total de gastos adicionales (\$.ha <sup>-1</sup> )                       | -         | 776,66  | 718,96  | 747,18         | 740,48  | 750,21  |
| Ganancia neta (\$.ha <sup>-1</sup> )                                     | -         | 1181,34 | 1261,04 | <b>1637,62</b> | 1010,72 | 855,79  |
| Rentabilidad (%)   | -         | 152,10  | 175,39  | <b>219,17</b>  | 136,49  | 114,07  |
| Relación beneficio/costo (\$)  | -         | 1,52    | 1,75    | <b>2,19</b>    | 1,36    | 1,14    |

A razón de 20,00 \$.qq<sup>-1</sup>







## CONCLUSIONES

1. Los residuos vegetales de plátano, arroz y frijol, así como los estiércoles y subproducto agroindustrial (vacuno, ovejo, cachaza, gallinaza, ceniza) composteados son una buena alternativa para la obtención de abonos orgánicos de excelente calidad.
2. El composteo en caliente, acelera el proceso de descomposición de los residuos vegetales y estiércoles.
3. El compost obtenido tiene buena calidad química y un diagnóstico negativo en cuanto a la presencia de nematodos.
4. Los diferentes estiércoles y subproductos industriales (vacuno, ovejo, conejo, cachaza, gallinaza, raquis y frutos de desechos de plátano, así como los residuos caseros) son una buena alternativa como sustrato para la lombricultura.
5. El composteo mediante la lombriz acelera el proceso de degradación de los residuos.
6. El vermicompost obtenido y denominado “PLATANOLOM” presenta alto contenido de nutrimentos y calidad.
7. El empleo de compost + ceniza vegetal constituye un excelente alternativo para dar solución al déficit de fertilizantes químicos, la mejor variante fue 20 + 10 kg.planta<sup>-1</sup>, en este sentido el uso de estos abonos orgánico tuvo un efecto económico de 2093,91\$.ha<sup>-1</sup>.
8. Las variantes de fertilización con fertilizantes minerales y fuentes de alternativos (compost y ceniza) solos o combinados no muestran diferencias significativas en los componentes del rendimiento del `FHIA-18`.
9. La combinación de 15 kg de compost + 7,5 kg de ceniza + 75 g de N + 180 g de K<sub>2</sub>O por planta es la óptima ya que con ella se obtiene la mayor productividad del `FHIA-18` con 25,93 t.ha<sup>-1</sup> y un efecto económico de 1637,62 \$.ha<sup>-1</sup>.

## RECOMENDACIONES

1. Producir y aplicar compost por su alta calidad, fácil manejo y altas producciones.
2. Se recomienda el empleo de diferentes estiércoles y subproductos industriales (vacuno, ovejo, conejo, cachaza, gallinaza, raquis y frutos de desechos de plátano, así como los residuos caseros) como sustrato para la lombricultura.
3. Producir y comercializar el humus obtenido por su alta calidad, fácil manejo y altas producciones.
4. Se recomienda el empleo del raquis (pinzote) y frutos de desechos para la elaboración de vermicompost.
5. Producir y comercializar el vermicompost “PLATANOLOM” por su alta calidad, fácil manejo y altas producciones.
6. Se recomienda la combinación 15 kg de compost + 7,5 kg de ceniza + 75 g de N + 180 g de K<sub>2</sub>O por planta para el manejo de la fertilización en el banano `FHIA-18`.
7. Se recomienda la combinación 20 kg de compost + 10 kg de ceniza como alternativa de fertilización orgánica.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ACAO.** Reflexiones acerca de la agricultura. Rev. Agricultura Orgánica 1 (1): 3-4, 1995.
- AGUILAR CORTES, E.** La Comisión Ambiental Bananera de Costa Rica, un nuevo enfoque para la protección ambiental. Informe UPEB 98 (Enero-Marzo): 44-48, 1994.
- BARQUERO, M.** Evaluación del composteo de desechos orgánicos (pinzote y banano de rechazo) en una plantación bananera.-- Tesis Ing. Agrónomo: Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, 1996, --57 p.
- CORRALES, L.** Integrando la producción bananera con el ambiente. Informe UPEB 98 (Enero-Marzo): 37-43, 1994.
- CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA.** Instructivo técnico para el cultivo del plátano.-- La Habana: CIDA, Vol. 4, 1994, --31 p.
- GARCÍA PÉREZ, R. Y COL.** Empleo combinado de la materia orgánica, ceniza y fertilizantes minerales para la producción ecológicamente sostenible de plátano. Informe. - Santo Domingo: INIVIT, 1996. - 16 p.
- GARCÍA PÉREZ, R. Y O. MILIÁN MORALES.** La ceniza como una fuente alternativa de fertilizante potásico para el plátano Musa ABB. Parte 1. Efecto sobre el crecimiento y rendimiento. Informe UPEB 98 (Enero-Marzo): 56-60, 1994.
- GARCIA, R. Y O. MILIÁN.** El jacinto o Lirio de agua (Malangueta): Una alternativa de fertilizante.-- IX Forum de Ciencia y Técnica: INIVIT, 1994.-- 8 p.
- LACASA, M.** Fertilización de origen biológico.--La Habana: Ed. CIDA, 1990.-- 43 p.
- MILIÁN MORALES, J. O.** Estrategia de sustitución parcial de los minerales por abonos orgánicos.-- Santo Domingo: INIVIT, 1993.--15 p.
- MILIÁN MORALES, J. O. Y COL.** Alternativas para mejorar los suelos y evitar su deterioro en plantaciones de plátano.-- Santo Domingo: INIVIT, 1996.-- 26 p.
- MILIÁN MORALES, J. O.; M. HERNÁNDEZ ESTRADA; R. GARCÍA PÉREZ Y L. RUIZ MARTÍNEZ.** Alternativas de fertilización y conducción del plátano "Burro CEMSA".-- Santo Domingo: INIVIT, 1995.-- 8 p.
- MINAGRI.** Instructivo Técnico para el desarrollo de la Lombricultura en Cuba, 1987.
- ORELLANA, ROSA Y COL.** Consecuencias de la aplicación excesiva de fertilizantes minerales en el estado físico de los suelos.-- La Habana: ACAO, 1995.—p. 17-19.
- OROZCO ROMERO, J.** Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo del banano.-- Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable: Edtes. Rosales, F. E.; S. C. Tripon y J. Cerna, 1999.-- pp 82-89.
- RAC. 5TA REUNIÓN DEL COMITÉ ASESOR DE INIBAP-LACNET.** Celebrada en Venezuela. Rev. Infomusa 4(2): 11-14, 1995.
- ROSALES, F, E, ; S, C, TRIPON Y J, CERMA.** Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable.--Memorias: INIBAP, 1999.
- RUIZ MARTÍNEZ, L.** Uso de micorriza y fosforina como bioestimuladores de crecimiento en vitroplantas de musa sp. Rev. Infomusa 4(2): 10, 1995.
- RUIZ MARTÍNEZ, L. Y COL.** Generalización del uso de los biofertilizantes como fuentes alternativas para la fertilización de viandas, hortalizas y frutales en la región central y oriental de Cuba, -- Santo Domingo: INIVIT, 1995.
- STAVER, C.** El manejo de malezas en plátano de pocos insumos con coberturas de leguminosas en el occidente de Nicaragua. Rev. de la escuela de sanidad vegetal 2(3): 72-73, 1992.