



MINISTERIO DE LA AGRICULTURA

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical

“Alejandro de Humboldt”

INIFAT

XI Jornada Científica

“Juan Tomás Roig Mesa in memoriam”

2 -4 Abril 2007

**EVALUACIÓN DE ESTIÉRCOL BOVINO Y DE ABONO FERMENTADO
ENRIQUECIDO EN LA PRODUCCIÓN DE HABICHUELA (PHASEOLUS
VULGARIS) VARIEDAD CANTÓN.**

**YONGER TAMAYO AGUILAR Y JESÚS RAMÓN FERNÁNDEZ
FACULTAD AGROFORESTAL DE MONTAÑA. CENTRO UNIVERSITARIO
DE GTMO**

EMAIL: yongertamayo@fam.cuq.co.cu

Resumen.

El trabajo se desarrolló en un área de 125,4 m² un organopónico del municipio Guantánamo, se utilizó para el cultivo de la habichuela con un marco de plantación de 0,40 m x 0,30 m con semillas certificadas inoculadas con Rhizobium leguminosarum. A las semillas se le realizó la prueba de germinación en placas Petri obteniéndose un 98% de germinación a las 72 horas. Para el montaje del experimento se empleó un diseño completamente aleatorizado con 4 réplicas y tres tratamientos: (Aplicación de estiércol bovino a razón de 11 kg x m²; Aplicación de abono fermentado a razón de 106 kg/m². y tratamiento 3 sin aplicación de abono orgánico). Las variables o parámetros a evaluar fueron: % de germinación a los 4 días de la siembra, a los 15 y 30 días de la germinación se evaluaron Largo y cantidad de hojas, altura de las plantas y diámetro del tallo. Además de las variables: Rendimiento de la cosecha por tratamiento. Análisis del suelo antes del montaje y posterior a la cosecha y Análisis bromatológico de los frutos. El abono orgánico enriquecido posee mejor composición química de los nutrientes y mejores rendimientos que el abono orgánico normal. Los productos agrícolas obtenidos (habichuela) no tienen presencia de nitratos o nitritos por la utilización de los residuos orgánicos utilizados en la investigación por lo que la calidad de los frutos con el empleo de variantes de abono orgánico normal y fermentado es óptima estando dentro de los parámetros establecido por el control de la calidad de los alimentos.

Palabras claves: Rendimiento, Plantación, Semillas, Germinación, Suelo

INTRODUCCIÓN

Los abonos fermentados enriquecidos con estiércol bovino, tienen pH medianamente alcalino. El fermentado con estiércol bovino es ligeramente alcalino. Es muy conveniente tener en cuenta el pH de los suelos y del abono a incorporar por cuanto pH altos pueden entorpecer el proceso de nitrificación y de asimilación del fósforo. Según estudios realizados con abonos fermentados en Costa Rica se reportan las siguientes proporciones de nitrógeno, fósforo y potasio: N: 1.18 P: 0.70 y K: 0.50

El contenido de nitrógeno en los abonos orgánicos es alto para todos los casos, el P_2O_5 y K_2O se cataloga de medio a alto. El abono enriquecido es el más equilibrado en cuanto a nutrientes, debido a que este contiene diversos elementos, El pH es neutro dando la posibilidad de mayor asimilación de estos elementos por las plantas, registrándose además los mayores valores de K_2O . La variación en el contenido de elementos nutrientes de los abonos está determinada por la materia prima empleada en cada localidad, en nuestra investigación utilizamos abonos orgánicos bovino y abono fermentado a partir de estiércol bovino y pretendemos analizar el comportamiento de la hortaliza habichuela en sustrato favorecidos por el estiércol bovino y el abono fermentado enriquecido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en un organopónico del municipio Guantánamo, "El Girasol" situado en el Reparto Caribe, se utilizó un área de 125,4 m² para el cultivo de la habichuela con un marco de plantación de 0,40 m x 0,30 m con semillas certificadas inoculadas con Rhizobium leguminosarum. A las semillas se le realizó la prueba de germinación en placas Petri obteniéndose un 98% de germinación a las 72 horas.

Para el montaje del experimento se empleó un diseño completamente aleatorizado con 4 réplicas y tres tratamientos:

Tratamiento 1: Aplicación de estiércol vacuno a razón de 11 kg x m².

Tratamiento 2: Aplicación de abono fermentado a razón de 106 kg/m².

Tratamiento 3: Testigo

Se evaluaron los parámetros siguientes:

Se tomaron mediciones de las siguientes variables:

- % de germinación a los 4 días de la siembra
- Largo y cantidad de hojas. (15 y 30 días de la germinación)
- Altura de las plantas. (15 y 30 días de la germinación)
- Diámetro del tallo. (15 y 30 días de la germinación)

Además de las variables

- Rendimiento de la cosecha por tratamiento
- Análisis del suelo antes del montaje y posterior a la cosecha.
- Análisis bromatológico de los frutos.

Se realizó un levantamiento de la cantidad de excretas que incorporan los animales y el número de Abonos Fermentados que se pueden producir en la Empresa Arturo Lince, así como el costo de producción de estos abonos.

Para el llenado de los canteros o parcelas la proporción de mezcla fue :Testigo: 50% de materia orgánica (0,097 m³) y 50% de suelo para los testigos.Tratamientos: 50% de Abonos Fermentados (0,097 m³) y 50% de suelo.

Se realizó la siembra del Ajo Puerro como planta repelente de insecto. A los 10 días se sembró la habichuela a una distancia de 25 cm de camellón por 5 de narigón y a una profundidad 2 mm.

Los análisis de suelos de todos los experimentos fueron realizados en el Laboratorio Provincial de suelos del MINAGRI y el análisis bromatológico en el Centro Provincial de Higiene y Epidemiología del MINSAP.

En todos los casos se aplicó Análisis de Varianza de Clasificación Simple y Test de Rango Múltiple de Duncan empleando el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.00.

RESULTADOS

Tabla 1. Análisis de la germinación por tratamiento en el experimento.

| Tratamientos | Nº. Total de nidos sbrados | Nº. de nidos germinados | % de germinación nidos |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Con estiércol bovino | 396 | 31.9 b | 80 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 396 | 371 a | 92 |
| Testigo sin tratamiento | 396 | 31.9 b | 80 |

Tabla 2. Comparación del largo de las hojas a los 15 días de la germinación.

| Tratamiento | Medias en cm | D.S. |
|---------------------------------------|--------------|-------|
| Estiércol bovino | 7,22 | ±0,07 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 7,03 | ±0,07 |
| Testigo sin tratamiento | 6,95 | ±0,07 |
| Significación | ns | |
| Media general | 7,07 | ±0,14 |
| C.V. % | 2,08 | |

Tabla 3. Comparación de la cantidad de hojas a los 15 días de la germinación

| Tratamiento | Medias en cm | D.S. |
|---------------------------------------|--------------|--------|
| Estiércol bovino | 6.75 | ± 0.31 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 7.25 | ± 0.31 |
| Testigo sin tratamiento | 7.00 | ± 0.31 |
| Significación | ns | |
| Media general | 7.00 | ± 0.62 |
| C.V. % | 8.90 | |

*** Medias con letras diferentes difieren significativamente, $P < 0.05$**

Tabla 4. Comparación de la altura de las plantas a los 15 días de la germinación

| Tratamiento | Medias en cm | D.S. |
|---------------------------------------|--------------|---------------|
| Estiércol bovino | 3.87 | ± 0.08 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 3.82 | ± 0.08 |
| Testigo sin tratamiento | 3.85 | ± 0.08 |
| Significación | ns | |
| Media general | 3.85 | ± 0.17 |
| C.V. % | 4.48 | |

*** Medias con letras diferentes difieren significativamente, P < 0.05**

La comparación de las variables largo de las hojas, cantidad de hojas y la altura de la planta a los 15 días de la germinación, no arrojó diferencia significativa entre los tratamientos, (ver tablas 2, 3, y 4). No siendo así en la variable diámetro del tallo donde la diferencia significativa corresponde al tratamiento abono fermentado (Tabla 5 del anexo).

Tabla 5. Comparación del diámetro del tallo a los 15 días de la germinación.

| Tratamiento | Medias en cm | D.S. |
|---------------------------------------|--------------|-------|
| Estiércol bovino | 3,76b | ±0,06 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 4,26b | ±0,06 |
| Testigo sin tratamiento | 3,87b | ±0,06 |
| Significación | *** | |
| Media general | 3,96 | ±0,12 |
| C. V. % | 3,04 | |

Medias con letras diferentes difieren significativamente, p<0,05

Tabla 6. Comparación del diámetro del tallo a los 30 días de la germinación

| Tratamiento | Medias en cm | D.S. |
|---------------------------------------|--------------|--------|
| Estiércol bovino | 6.80 | ± 0.22 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 6.76 | ± 0.22 |
| Testigo sin tratamiento | 6.48 | ± 0.22 |
| Significación | Ns | |
| Media general | 6.68 | ± 0.45 |
| C.V. % | 6.87 | |

*** Medias con letras diferentes difieren significativamente, P<0.05**

Tabla 7. Comparación del largo de las hojas a los 30 días de la germinación

| Tratamiento | Medias en cm | D.S. |
|---------------------------------------|--------------|--------|
| Estiércol bovino | 10.33 a | ± 0.15 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 11.98 b | ± 0.15 |

| | | |
|-------------------------|---------|--------|
| Testigo sin tratamiento | 10.47 a | ± 0.15 |
| Significación | *** | |
| Media general | 10.92 | ± 0.32 |
| C.V. % | 2.90 | |

*** Medias con letras diferentes difieren significativamente, P< 0,05**

Tabla 8. Comparación de la altura de las plantas a los 30 días de la germinación

| Tratamiento | Medias en cm | D.S. |
|---------------------------------------|--------------|--------|
| Estiércol bovino | 8.66 a | ± 0.19 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 10.98 c | ± 0.19 |
| Testigo sin tratamiento | 10.05 b | ± 0.19 |
| Significación | *** | |
| Media general | 9.89 | ± 0.39 |
| C.V. % | 3.94 | |

Medias con letras diferentes difieren significativamente, P< 0,05

Tabla 9. Comparación de la cantidad de hojas a los 30 días de la germinación

| Tratamiento | Medias en cm | D.S. |
|---------------------------------------|----------------|--------|
| Estiércol bovino | 27.00 c | ± 0.49 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 32.00 a | ± 0.49 |
| Testigo sin tratamiento | 29.00 b | ± 0.49 |
| Significación | *** | |
| Media general | 29.41 | ± 0.98 |
| C.V. % | 3.35 | |

*** Medias con letras diferentes difieren significativamente, P< 0,05**

A los 30 días de la germinación existe diferencia altamente significativa a favor del tratamiento abono fermentado en las variables largo de las hojas, cantidad de hojas y altura de la planta, (ver tablas 6, 7 y 8) correspondiéndose un mayor desarrollo foliar, con la presencia en el abono fermentado de un mayor porcentaje de fósforo y potasio respecto al estiércol bovino coincidiendo con Huerres y Caraballo, (1996) sobre la importancia de estos elementos químicos.

Tabla 10. Rendimiento de la cosecha de habichuela

| Tratamientos | Rendimiento total de la cosecha (kg) | Rendimiento de la cosecha (kg/m ²) |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Estiércol bovino | 38.20 b | 0.99 b |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 92.96 a | 2.22 a |
| Testigo sin tratamiento | 32.60 c | 0.77 c |
| Significación | *** | *** |

*** Letras diferentes difieren significativamente, P<0.05**

En la tabla 10 se analiza el rendimiento total de la cosecha y el rendimiento en Kg/m². Se aprecia que existen diferencias altamente significativas a favor del abono fermentado donde se obtienen 92,96 Kg de habichuela en el total de la cosecha y un rendimiento de 2,22 Kg/m² estando en correspondencia con lo establecido por el Manual para Organopónicos y Huertos Intensivos de Hortalizas (1999) donde establece que el rendimiento óptimo es de 2-2,5 Kg/m² para la habichuela variedad China Cantón-1. En el caso donde se utiliza como abono el estiércol bovino, el rendimiento está por debajo del abono fermentado y por encima cuando no se aplica ningún abono

En la cosecha existe un aumento en los rendimientos en el abono fermentado vacuno en correspondencia con lo planteado por Consuelo Huerres en (1996) sin la utilización de este tipo de abono donde obtuvo rendimiento entre 10 y 15 t/há, motivado posiblemente por el pH que es ligeramente alcalino permitiendo un mejor intercambio iónico y asimilación de nutrientes. En sentido general los dos abonos tuvieron un buen comportamiento.

Tabla 11. Análisis del suelo antes de iniciar el experimento

| Tipo de suelos | P ₂ O ₅ mg/100g | K ₂ O mg/100g | Materia orgánica % |
|---|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Suelo tratamiento estiércol bovino | 29.10 | 150.0 | 4.60 |
| Suelo tratamiento abono fermentado bovino | 82.50 | 210.0 | 11.18 |
| Suelo testigo sin tratamiento | 25.97 | 180.0 | 5.59 |

Tabla 12. Análisis del suelo posterior a la cosecha

| Tipo de suelos | P₂O₅ mg/100g | K₂O mg/100g | Materia orgánica % |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| Suelo tratamiento estiércol bovino | 55.76 | 142..0 | 16.58 |
| Suelo tratamiento abono fermentado | 33.48 | 180.0 | 9.64 |
| Suelo testigo sin tratamiento | 55.72 | 130..0 | 12.84 |

Si analizamos la tabla 10 junto con las tablas 11 y 12: análisis del suelo antes de iniciar el experimento y análisis del suelo posterior a la cosecha, se observa que en el suelo empleado donde se aplicó abono fermentado, tiene mayor concentración de fósforo, potasio y materia orgánica que el suelo de los otros dos tratamientos antes de iniciar el experimento. Posterior a la cosecha el suelo del abono fermentado presenta menores concentraciones de fósforo, potasio y materia orgánica, pudiendo interpretarse que los elementos nutritivos que fueron aportados por el abono fermentado fueron empleados por las plantas en mayores cantidades y eficiencia, siendo lógico el proceso de absorción y asimilación debido a que ocurre en el abono fermentado un proceso degradativo de alta calidad que permite una mayor asimilación de los elementos nutritivos por las plantas, lo que se traduce en una mayor cosecha a diferencia cuando se aplica materia orgánica (estiércol vacuno) donde la cosecha es menor debido que aunque este abono aporta al suelo elementos nutritivos importantes, estos tienen un menor nivel de absorción y asimilación por las plantas, debido a que el proceso degradativo es incompleto por la propia composición de la materia orgánica lo que se traduce en una menor cosecha.

En el suelo del testigo sin tratamiento, posterior a la cosecha, hay una mayor concentración de fósforo y materia orgánica que antes de la cosecha. Suponemos sea debido al aporte nutritivo de la habichuela al suelo además de tener una moderada exigencia a las sustancias nutritivas del suelo según Guenkov citado por Huerres y Caraballo, (1996), unido a que este tratamiento fue el de más bajo rendimiento.

Tabla 13. Análisis bromatológico de las muestras de habichuela de los diferentes tratamientos.

| Tratamientos | Proteínas g/100g | Fibras g/100g | Ca mg/100g | P mg/100g | Fe mg/100g | Vitaminas (mg/100g) | | | NO ₂ ppm | NO ₃ ppm | Humedad % |
|--|---------------------|------------------|---------------|--------------|---------------|------------------------|------|------|------------------------|------------------------|--------------|
| | | | | | | A | B | C | | | |
| Estiércol bovino | 1.98 | 1.28 | 54.5 | 45 | 1.6 | 0.11 | 0.08 | 18 | 0.32 | 0.40 | 90.5 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 1.9 | 1.3 | 55 | 45 | 1.68 | 0.11 | 0.08 | 17.8 | 0.325 | 0.40 | 91 |
| Testigo sin tratamiento | 2.0 | 1.28 | 54.9 | 44.9 | 1.7 | 0.11 | 0.08 | 17.9 | 0.32 | 0.42 | 90.5 |

En la tabla donde se muestra el análisis bromatológico de los frutos de habichuela no se aprecian diferencias entre los elementos analizados lo que demuestra que la calidad de los frutos es semejante en los tres tratamientos. De igual manera no existen diferencias en las concentraciones de nitratos y nitritos por lo que los productos no tienen presencia de contaminantes.

Tabla 14. Comparación económica del empleo del abono fermentado y la materia orgánica estiércol bovino.

| Tipo de fertilizante | Valor de la producción de 1 qq USD | Cantidad de fertilizante empleado qq | Gastos incurridos por aplicación USD | Diferencia en rendimiento USD | Diferenc en rendimiento menos gastos incurridos por aplicación |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| Materia orgánica (Estiércol bovino) | 0.50 | 10 | 5.00 | | 5.00 |
| Abono fermentado con estiércol bovino | 0.90 | 0.86 | 0.77 | 5.22 | 4.45 |
| Diferencia | 0.60 | 9.14 | 4.23 | 5.22 | 0.55 |

En la tabla 14 en los 41,8 m² por cada tratamiento se logra ahorrar al aplicar abono fermentado 0,55 USD. Lo que permite aportar la eficacia del abono fermentado no solo en las cosechas sino por concepto de gasto por aplicación

Tabla No 15. Comparación económica de la incorporación de nutrientes a partir de abono fermentado normal o de la utilización del fertilizante químico NPK.

| Tipo de abono | Volumen de los canteros (m ₃) | Area (m ₂) | Dosis de Abono Fermentado (kg) | Cantidad de NPK se necesitaría en (kg) |
|---------------------------------|---|------------------------|--------------------------------|--|
| Fermentado con estiércol bovino | 0.81 | 2.7 | 138 | 0.24 |
| Fermentado bovino | 0.81 | 2.7 | 138 | 0.24 |

Nota: Un qq (46,0093 kg) de Abono Fermentado cuesta producirlo 0,84 USD.

Un qq de NPK cuesta producirlo 16,00 USD.

Producir Abonos Fermentados representa un ahorro de 15,16 USD.

La tabla No 15 expresa los gastos que se incurrirían si empleáramos fertilizantes minerales y el ahorro que representa el uso de abono fermentados. Producir un quintal (46,0093 kg) de fertilizante mineral NPK cuesta 16,00 USD y un quintal de abono fermentado solo importa 0,84 USD para un ahorro de 15,16 USD. Se aplica menos cantidad de fertilizante mineral (0,24) que el fermentado (138), pero solo aplicamos macroelementos NPK, faltan los micronutrientes que juegan un papel importante en el metabolismo de las plantas, por lo tanto la nutrición es incompleta provocándose un desequilibrio nutricional favoreciéndose el proceso de proteolisis que no es más que la descomposición de las proteínas en azúcares simples aumentando la cantidad de ellas en la savia, propiciando el ataque de plagas y enfermedades. Además estos fertilizantes inhiben el desarrollo de la flora microbiana motivado fundamentalmente por la pérdida cada vez más de la materia orgánica, lo que

hace que los suelos vayan perdiendo rápidamente su bioestructura y sean degradados.

CONCLUSIONES

1. El reciclaje de nutrientes a partir del estiércol bovino y del Abono Fermentado Enriquecido en la producción de habichuela es eficiente y sostenible.
2. Se aprecia que existen incremento en los rendimientos a favor del abono fermentado
3. Los productos agrícolas obtenidos (habichuela) no tienen presencia de nitratos o nitritos por la utilización de los residuos orgánicos utilizados en la investigación por lo que la calidad de los frutos con el empleo de variantes de abono orgánico fermentado es óptima estando dentro de los parámetros establecido por el control de la calidad de los alimentos
4. Los principales elementos de los desechos orgánicos pueden ser reciclados al suelo a partir de la elaboración de abono orgánico enriquecido, pudiendo emplearse los restos de celulosa en la alimentación de rumiantes.
5. El abono orgánico enriquecido a partir del estiércol bovino es más equilibrado en cuanto a contenido de nutrientes aportando fósforo y potasio en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de los cultivos.