



MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR
UNIVERSIDAD GUANTÁNAMO
FACULTAD AGROFORESTAL DE MONTAÑA



CUM: EL SALVADOR

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Empleo de diferentes fuentes de materia orgánica (FMO) para el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de la lechuga (*Lactuca scariola*, L.) en el organopónico de la Granja Agropecuaria El Salvador.

Autor: Enry Manuel Sánchez Sánchez

Tutor: MsC. Giclis Manuel Suárez Venero

“Año del 52 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

Curso: 2010 - 2011

PENSAMIENTO

“El abono se ha de traer de otra parte, pero el cultivo se ha de hacer conforme al suelo..... “



DEDICATORIA.

Este trabajo va dedicado a los profesores del Centro Universitario Municipal El Salvador y la Facultad Agroforestal de Montaña por la enseñanza que me han brindado, contribuyendo así a mi formación profesional.

- A nuestra firme e indestructible Revolución Cubana.
- A nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz
- A mi madre y Hermanos
- A mi esposa
- A mi familiares en general y mis compañeros de estudio y amistades que de una forma u otra me extendieron sus manos en los momentos que los necesité.

Y en especial a mis hijos:

- Yanelys Sánchez Bello
- Henry Sánchez López
- Dayeisi Sánchez López.

Por llenar con sus sonrisas mi corazón y ser fuente de motivación para la culminación de mis estudios

AGRADECIMIENTOS

No es posible mencionar en este trabajo a todas las personas que de una forma u otra han contribuido con su aporte a su realización. Es nuestro justo deseo dejar constancia de agradecimiento a:

- MSc: Giclis Manuel Suárez Venero por su destacada ayuda ejemplar, su organización profesional, sencillez, dedicación y amor al trabajo realizado, quien alentó y ofreció todo tipo de facilidades para la realización de este trabajo, a quien consideramos ejemplo de entrega, capacidad, preocupación por los adelantos de la Ciencia y la Técnica y dedicación al trabajo investigativo.

- Al colectivo de profesores y profesoras en el transcurso de estos seis años de estudios que contribuyeron directa e indirectamente con nuestro aprendizaje como profesionales,

- A Yannelys Vizcaya Pérez por su incondicional apoyo y ayuda en la elaboración de la tesis.

A TODOS MUCHAS GRACIAS.

RESUMEN

Durante el período comprendido desde marzo/2010 hasta marzo/2011 se ejecutó la presente investigación en el organopónico de la granja agropecuaria del municipio El Salvador, con el objetivo de determinar la influencia de diferentes fuentes orgánicas sobre algunas variables del crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de la lechuga. La investigación se ejecutó en dos etapas. La primera fue la definición para el uso de diferentes fuentes de materia orgánica en las condiciones particulares del área de trabajo utilizando las tecnologías de: Compostaje, uso de los abonos verdes con la especie leguminosa *Canavalia ensiformis* y la lombricultura. En la segunda etapa se evaluó la influencia de las fuentes orgánicas sobre el cultivo de la lechuga donde se evaluaron diferentes variables del crecimiento y desarrollo del cultivo. Los resultados obtenidos permitieron reconocer que bajo las condiciones edafoclimáticas de la localidad y la disponibilidad de materia prima, es posible la producción de diferentes fuentes orgánicas para el desarrollo de la horticultura. Todas las fuentes de materia orgánica empleadas constituyeron alternativas para el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de la lechuga bajo las condiciones locales del organopónico por la positiva influencia en las propiedades integrales del suelo. De las fuentes de materia orgánica empleadas el humus de lombriz, el abono verde empleado y el compost, fueron las de mayor influencia en las variables de crecimiento y desarrollo del cultivo de la lechuga, además de ser las más promisorias por las ventajas económicas bajo las condiciones actuales de la entidad.

SUMMARY

During the period understood from march/2010 until march/2011 the present investigation it was executed in the organopónico of the agricultural farm of the municipality El Salvador, with the objective of determining the influence of different organic sources on some variables of the growth, development and production of the cultivation of the lettuce. The investigation was executed in two stages. The first one was the definition for the use of different sources of organic matter under the conditions peculiar of the work area using the technologies of: Compostaje, use of the green payments with the leguminous species *Canavalia ensiformis* and the lombricultura. In the second stage the influence of the organic sources was evaluated on the cultivation of the lettuce where different variables of the growth and development of the cultivation were evaluated. The obtained results allowed to recognize that I lower the conditions of soils and climatic of the town and the matter readiness prevails, it is possible the production of different organic sources for the development of the horticulture. All the sources of matter organic employees constituted alternatives for the growth, development and production of the cultivation of the lettuce under the local conditions of the organopónico for the positive influence in the integral properties of the floor. Of the sources of matter organic employees the worm humus, the payment green employee and the compost, they were those of more influence in the variables of growth and development of the cultivation of the lettuce, besides being the most promissory for the economic advantages under the current conditions of the entity.

INDICE

1- INTRODUCCIÓN.....	1
2- PARTE GENERAL.....	5
2.1- El Cultivo de la Lechuga	5
2.2- Fertilizantes orgánicos.....	10
3- MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1- Ubicación geográfica del área experimental.....	24
3.2- Condiciones climáticas de la localidad.....	24
3.3- Metodología del trabajo y diseño experimental.....	25
3.4- Análisis económico.....	30
4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1- Resultados del análisis y caracterización de las potencialidades para obtener las fuentes de materia orgánica	31
4.1.2- Resultados del uso de la tecnología del uso de los abonos verdes con la <i>Canavalia ensiformis</i>	36
4.1.3- Resultados del uso de la tecnología de producción de humus de lombriz	38
4.2- Resultados del uso de la influencia de diferentes fuentes de materia orgánicas sobre el cultivo de la lechuga.....	40
4.3- Valoración económica del resultado.....	44
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍAS.....	51
ANEXOS.....	56

1.- INTRODUCCION

Las políticas mercantiles y polarizadas de los países más ricos, la destrucción cada día creciente del medio natural y el nivel cultural y tecnológico de los productores, son entre otras las causas del déficit de alimentos y la insatisfacción de la gran mayoría de la población mundial. Los esfuerzos y mecanismos para revertir tal situación dependen en gran medida del hombre, siendo precisamente el hombre el culpable de la misma.

Específicamente en Cuba, el tema de la producción de alimentos constituye una tarea priorizada para las altas autoridades del país. Especialmente se trata de buscar producciones más altas y sanas en aquellos cultivos de ciclo corto y que aporten importantes cantidades de nutrimentos para el desarrollo humano.

En la actualidad son muchos los factores que inciden en las mermas de las producciones agrícolas. Por un lado el factor tecnológico que depende del hombre y por otro lado las anormalidades ambientales que afectan el entorno tropical del país con influencia en los principales recursos naturales (suelo y agua). Estos factores han hecho posible la búsqueda de alternativas urgentes que consideren la conservación y protección de estos recursos para la producción de alimentos. En este contexto la nutrición de las plantas con alternativas nutricionales para su desarrollo es de vital importancia, por ello retomar prácticas agrícolas y orgánicas que combinen el conocimiento tradicional con el moderno científico, significa un aporte valioso para la agrosostenibilidad de nuestros ecosistemas.

En el caso específico del organopónico de la granja El Salvador, se realizan diferentes producciones de hortalizas de gran aceptación en la población local. Sin embargo este ecosistema no escapa de la necesidad de alternativas de fuentes de materia orgánica para el mejoramiento de los suelos, pues tradicionalmente se ha venido utilizando la cachaza como única fuente orgánica para la producción de las

hortalizas, que con el pasar de los años y la desactivación del complejo agroindustrial presente en las cercanías del organopónico, ya no se cuenta con esta fuente de materia orgánica.

Dentro de la gran variedad de cultivos agrícolas que produce la granja El Salvador, el grupo de las hortalizas constituye una proporción importante por el mayor número de especies, dentro de ellas se encuentra, el pepino, el tomate y la lechuga. Estas hortalizas en el mundo ocupan un lugar importante por el aporte de vitaminas, ácidos orgánicos asimilables y minerales para la alimentación humana. (<http://www.inagrosa.es/inagrosa.html>. 2004).

El cultivo de la lechuga es de gran aceptación popular demostrado por las crecientes demandas, sin embargo con frecuencia se observan limitados sus rendimientos por la insuficiente nutrición dada por la inadecuada calidad de los suelos en organopónicos y huertos intensivos. En correspondencia con ello las producciones actuales no satisfacen las demandas, por lo que urge la búsqueda de alternativas de nutrición sostenible en correspondencia con las posibilidades locales.

Para lograr alta productividad en este cultivo también es importante la aplicación de alternativas que logren un cambio tecnológico orientado al mejoramiento de los suelos. En este contexto la aplicación de fuentes orgánicas de producción "in situ", sería un elemento a tener en cuenta para el desarrollo de una agricultura sostenible que minimiza al máximo el uso de productos químicos. Estos productos (pesticidas y fertilizantes) son cada día más costoso, causan daños a la salud animal y humana además del desequilibrio del medio ambiente (López y Lovaina, 2005).

Los abonos verdes constituyen prácticas ampliamente conocidas y muy poco explotadas que pudieran garantizar las respuestas a los aspectos mencionados con anterioridad aprovechando las características particulares de cada zona. En este contexto los abonos verdes son plantas que en su fase vegetativa protegen

al suelo y que al incorporarse a éste mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Según Jacob (1967) citado por Suárez (2002), como abonos verdes se utilizan en el mundo, gramíneas, leguminosas y mezclas de ambas. Destaca además que la importancia de las leguminosas como abonos verdes se basa en que son una lenta y duradera fuente de nitrógeno orgánico combinado, liberan y movilizan las sustancias minerales del suelo, fomentan la estructura y consistencia franca del mismo, incrementan la actividad microbiana y abastecen al suelo de materia orgánica.

Las políticas de producción de compostaje y humus de lombriz constituyen alternativas que también emiten respuestas a las problemáticas del mejoramiento de los suelos, sin embargo pese al conocimiento de estas técnicas, aún se observan limitadas su uso por la disponibilidad de las materias primas que exigen las mismas.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, el presente trabajo parte del siguiente **Problema**: Insuficiente alternativas sostenibles para mejorar y conservar la fertilidad de los suelos en condiciones de organopónicos para la producción de lechuga en la Granja agropecuaria de El Salvador.

Sobre la base del problema expuesto el presente trabajo se realizó teniendo en cuenta la siguiente **Hipótesis**: El uso de diferentes alternativas de fuentes de materia orgánica para el mejoramiento de los suelos en organopónico permitirá mejorar la producción sostenible de Lechuga.

El aporte de elementos nutritivos al suelo por parte de los abonos verdes, además deberá constituir el punto de partida para el análisis de las búsquedas de alternativas sostenibles en la nutrición de las plantas, por ello en función de la hipótesis planteada y lograr la resolución del problema existente el **objetivo general** del trabajo de investigación fue:

- Determinar la influencia de diferentes fuentes orgánicas sobre algunas variables del crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de la lechuga.

Para emitir respuesta al objetivo general planteado propusimos los siguientes

Objetivos específicos:

1. Obtener diferentes fuentes de materia orgánica bajo las condiciones locales del organopónico de la Granja agropecuaria El Salvador.
2. Determinar la influencia de fuentes de materia orgánicas seleccionadas de las condiciones locales, sobre algunas de las propiedades de los suelos para la producción de lechuga
3. Evaluar diferentes variables de crecimiento, desarrollo y producción de la lechuga en suelos enriquecidos con diferentes fuentes de materia orgánica.

2- PARTE GENERAL

2.1- El Cultivo de la Lechuga

2.1.2- Origen

El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2.500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI (<http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm#11.....>).

Según Mallar (1978) citado por [http:// www.infoagro.com/](http://www.infoagro.com/) (2008), el origen de la lechuga no parece estar muy claro, aunque algunos autores afirman que procede de la India. Hoy en día los botánicos no se ponen de acuerdo, por existir un seguro antecesor de la lechuga (*Lactuca scariola* L.) que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas, siendo las variedades cultivadas actualmente una hibridación entre distintas especies (Roig, 1965).

2.1.3- Taxonomía y Morfología.

La lechuga es una planta anual y autógama, perteneciente a la familia *Compositae* y cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa*, L.

- **Raíz:** la raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm. de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.
- **Hojas:** las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.
- **Tallo:** es cilíndrico y ramificado.
- **Inflorescencia:** son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.
- **Semillas:** están provistas de un vilano plumoso (Roig, 1965 y Rodríguez, 1997).

2.1.4- Principales requerimientos edafoclimáticos

2.1.4.1- Temperatura.

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 °C - 20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 °C.- 18 °C por el día y 5 °C.- 8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3 °C.- 5 °C por la noche. Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta – 6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia. (Casanova, 1995).

1. Humedad relativa.

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve.

La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Casanova, 1995).

2.1.4.3- Suelo.

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos húmíferos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de

podredumbres de cuello. En cultivos de primavera, se recomiendan los suelos arenosos, pues se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas. En cultivos de otoño, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos y en cultivos de verano, es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido (Jackson et. al., 1999).

2.1.5- Principales actividades tecnológicas

2.1.5.1- Establecimiento del cultivo.

El cultivo de lechuga puede realizarse en el campo o en canteros bajo distintas formas de protección como túnel bajo, túnel alto, medias sombras, invernaderos calefaccionados o fríos. El cultivo puede iniciarse por siembra directa o mediante la realización de almácigo y trasplante.

Siembra directa: puede hacerse al voleo (3 a 4 kg de semilla/ha) o en líneas (2 a 3 kg de semilla/ha). Las mayores densidades corresponden a siembras de verano, práctica que se adopta por las dificultades de implantación cuando las temperaturas son elevadas. La siembra debe ser superficial (profundidad menor a 1,5 cm).

Almácigo y trasplante: Este puede ser *Almácigo para producción de plantones a raíz desnuda* utilizando entre 1 y 12 g de semilla/m² de almácigo, para obtener de 700 a 800 plantones y *Almácigo para la siembra de plantones con pan de tierra*: en bandejas con celdas de capacidad variable (25 a 50 cm³) en forma de cono invertido o piramidal (MINAGRI, 2002).

Trasplante: Esta actividad se realiza cuando las plantas alcanzan los 8 a 10 cm de altura y poseen entre 5 y 6 hojas verdaderas. La plantación puede realizarse en hileras distanciadas de 25 a 30 cm y 20 a 30 cm entre plantas. También puede

trasplantarse sobre lomos de 0,6 a 0,8 m de ancho, con una hilera de plantas a cada lado del lomo.

Época de cultivo: La lechuga puede cultivarse todo el año.

2.1.5.2- Control de plagas y enfermedades

Se considera que las leguminosas poseen una mayor variedad de toxinas, que cualquier otra familia de plantas, tales como flavonoides, alcaloides, etc. Muchos de estos metabolitos permanecen en el suelo e influyen decisivamente en la nutrición, adaptación, competencia, distribución y supresión de organismos fitopatógeno del suelo (Domínguez, et. al.,1990).

2.1.5.3- Riego

El suelo debe mantenerse con humedad constante para que la planta no interrumpa su desarrollo. La excesiva humedad en superficie puede promover la aparición de podredumbres del cuello. En épocas de temperaturas elevadas, puede ser conveniente que la superficie del suelo se encuentre húmeda para favorecer la nascencia. El riego por surcos es adecuado para cultivos a campo o invernadero, durante el verano; durante el invierno puede elevar demasiado la humedad relativa. El riego por aspersión permite mantener buen contenido de humedad en el suelo pero puede provocar la putrefacción en el interior de los cogollos y suciedad en las hojas por salpicaduras. El riego por goteo puede resultar ideal para este cultivo, sobre todo en invernaderos, en épocas de temperaturas elevadas o si se realiza siembra directa, puede ser necesario complementar con sistemas de microaspersión para mojar mejor el suelo, favorecer la germinación y elevar la humedad relativa (Fernández, 2003).

2.1.5.4- Control de malezas

Se ha comprobado que ciertas especies de plantas consiguen también impedir el desenvolvimiento de diferentes plantas invasoras por la invasión de aleloquímicos en raíces y tejidos. Ambos efectos (físicos y químicos) ejercidos por diferentes

especies se conocen con el nombre de efecto supresor y (o) alelopático (Maroto, 2000).

2.1.5.5- Abonado y Fertilización

El abonado con enmiendas orgánicas es importante para mantener el suelo mullido, principalmente en caso de suelos pesados. Un cultivo corto como la lechuga debe contar con materia orgánica bien descompuesta, si es posible aplicada en el cultivo precedente.

El nitrógeno se fracciona en 3 ó 4 aplicaciones. La primera como abonado de fondo, junto con los otros fertilizantes; la segunda después del raleo; la tercera unos 15 días después y la última cuando la planta comienza la formación del cogollo. Si se detectaran deficiencias de molibdeno, puede realizarse una aplicación foliar con molibdato de amonio a los 7 a 15 días de realizada la plantación o en almácigo 2 a 3 días antes del trasplante.

El 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo y éstas se deben de suspender al menos una semana antes de la recolección. El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 3 kg/m², cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura, si ya se aportó estiércol en los cultivos anteriores (De Gracia, 2001).

El mismo autor plantea que la lechuga es una planta exigente en abonado potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas; y al consumir más potasio va a absorber más magnesio, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible carencia. Sin embargo, hay que evitar los excesos de abonado, especialmente el nitrogenado, con objeto de prevenir posibles fitotoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de los cogollos.

También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras fases de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar, tanto de forma preventiva como para la corrección de posibles carencias.

El abonado de fondo puede realizarse a base de complejo 8-15-15, a razón de 50 g/m². Posteriormente, en sistema de riego tradicional por gravedad, un abonado de cobertera orientativo consistiría en el aporte de unos 10 g/m² de nitrato amónico. En suelos de carácter ácido, el nitrato amónico puede ser sustituido por nitrato de cal a razón de unos 30 g/m², aportados en cada riego, sin superar el total de 50 g/m². También son comunes las aplicaciones de nitrógeno vía foliar, en forma de urea, cuando los riegos son interrumpidos y las necesidades de nitrógeno elevadas.

2.2- Fertilizantes orgánicos.

Los Abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha, cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno), restos orgánicos de la explotación agropecuaria, restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas), compost, estiércol y purín, estos preparados con las mezclas de los compuestos antes mencionados. (<http://www.geocities.com/raaperu/actua.html>).

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de

materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

Esta clase de abonos no sólo aportan al suelo materiales nutritivos, sino que además influyen favorablemente en la estructura física y en la población de microorganismos. De esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

La composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles varía mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno.

Las Ventajas que los agricultores experimentan con el uso de los abonos orgánicos son:

- Fáciles de usar.
- Mejora gradualmente la fertilidad de los suelos asociados a su macro y microbiología.
- Estimulan el ciclo vegetativo de las plantas (en hortalizas se observan ciclos vegetativos menores).
- Protegen el medio ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad.
- Mayor rendimiento de número de plantas por hectárea.
- Fuente constante de materia orgánica.
- Los suelos conservan la humedad y amortiguan los cambios de temperatura.

- Reducen el escurrimiento superficial del agua.
- Mejora la permeabilidad de los suelos y su estructura.
- Provee al suelo una alta tasa de humus microbiológico.
- Contribuye a obtener cosechas más seguras, sanas y eficientes.
- Mayor rentabilidad económica por área cultivada.

2.2.1- Los abonos verdes como forma del abonamiento orgánico de los cultivos.

Cuando hablamos de "abonado en verde" hacemos referencia a la utilización de cultivos de vegetación rápida, que se cortan y se entierran en el mismo lugar donde han sido sembrados y que están destinados especialmente a mejorar las propiedades físicas del suelo, a enriquecerlo con un "humus joven" de evolución rápida además de otros nutrientes minerales y sustancias fisiológicamente activas, así como a activar la población microbiana del suelo (Peña, et. al., 2002)

El empleo de los abonos verdes y cultivos de cobertura (AVCC) en la agricultura constituye una práctica que consiste en la incorporación de una masa vegetal no descompuesta de plantas cultivadas con la finalidad de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, constituyendo una importante alternativa que puede sustituir parcial o totalmente los fertilizante minerales (Cancio, 1989).

Los abonos verdes son cultivos que incorporamos a nuestros trabajos agrícolas porque mejoran nuestros suelos y fertilizan los cultivos. Su propósito principal no es la ganancia directa que nos aportan por sus frutos aunque en ocasiones sí tienen valor económico, como en el caso de pastos y habichuelas, sino más bien los beneficios que aportan al sistema de la finca ecológica. Los abonos verdes,

muchos de los cuales son leguminosas, pueden ser hierbas, pastos, legumbres, arbustos o árboles (Rodríguez, 2001).

Los abonos verdes son plantas utilizadas en rotación, sucesión o asociación con los cultivos, que incorporadas al suelo o dejada en la superficie son capaces de mantener o mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Da Costa, 1991).

Los abonos verdes son plantas que al ser incorporadas o dejadas como cobertura del suelo mejoran las características físicas, químicas y biológicas de este, además coadyuvan a reducir al mínimo el uso de fertilizantes de síntesis química. Son aquellas plantas que se incorporan en verde para obtener humus. Su descomposición como resultado final es humus, los mismos que el estiércol. Las plantas utilizadas como AVCC generalmente pertenecen a la familia de las leguminosas, por la posibilidad que tienen estas de fijar nitrógeno atmosférico en asociación con bacterias del género *Rhizobium*, aunque en los últimos tiempos se cultivan otras especies de crecimiento rápido y de buena producción de masa verde, como es el caso de algunas gramíneas, crucíferas o compuestas (García, et al., 1996).

2.2.1.1- Importancia de los abonos verdes

Los abonos verdes están asociados a diferentes funciones:

- Cobertura y protección del suelo.
- Mejoras de sus condiciones física, química y biológica.
- Incremento de su contenido de materia orgánica, así como del aporte, reciclaje y movilización de nutrientes.
- Combate de los nematodos, las plagas y las enfermedades.
- Control de plantas invasoras.

Cobertura y protección del suelo.

En la agricultura tropical este constituye un aspecto de gran importancia, debido a que un suelo desnudo expuesto al sol y al impacto de las lluvias, sufre un mayor desgaste que uno cubierto. Este último presenta una eficiente resistencia a los procesos erosivos, manteniendo una elevada tasa de infiltración del agua por el efecto combinado del sistema radical con cobertura vegetal, además de atenuarse las oscilaciones térmicas en su superficie, disminuye la evaporación y favorece la actividad biológica (Cócer et al., 1990).

Influencia en las condiciones físicas, químicas y biológicas

Desde el punto de vista físico los abonos verdes influyen directamente en las características físicas de los suelos: La estructura, capacidad de retención del agua, densidad, velocidad de infiltración y aireación dependiendo estos efectos de la calidad, cantidad y tipo de manejo dado al material adicionado, de los factores climáticos y de las características de los suelos (Cancio y Peña, 1989).

Otros trabajos han mostrado que existen leguminosas que actúan como subsoladores biológicos, ya que presentan raíces poderosas capaces de romper la capa profunda del suelo, como por ejemplo: Lupinos albus *Cajanus cajan*, las crotalarias y la *Leucaena leucocephala* (Fancelli, 1990 y Da Costa, 1991)

Desde el punto de vista químico se ha demostrado de manera concluyente que las leguminosas difieren de otros vegetales alimenticios en que a merced a las bacterias simbióticas de los nódulos radicales tienen las propiedades de obtener nitrógeno combinado e incorporado a los demás elementos nutritivos, tomándolo de la inagotable provisión de nitrógeno libre de la atmósfera, pero incluso, cuando la planta ha dejado de crecer el nitrógeno ya fijado puede seguir teniendo un valor considerable. Las leguminosas se pueden incorporar en el suelo proporcionándole a este los elementos minerales que la constituyen (Fundora, 1992).

En la práctica se presentan limitaciones para poder hacerle frente a la gran demanda de mejoramiento de la fertilidad de los suelos agrícolas con microorganismo. Sin embargo, existe una labor milenaria que también logra similares propósitos y es el uso de los abonos verdes, el cual se utiliza en un gran número de países con buenos resultados (Rapal, 1998).

La movilización del fósforo y del calcio asimilable aumentó progresivamente en el suelo después de la incorporación de los cultivos que fueron utilizados en calidad de abonos verdes. Es de destacar que varios autores han logrado aumentar considerablemente la materia orgánica del suelo al menos hasta los 6 meses posteriores a la incorporación de los abonos verdes (Fuentes y Marrero, 1996).

Cuando se entierran los residuos de los abonos verdes contribuyen a incrementar la asimilación de los fosfatos y elementos vestigiales para las cosechas siguientes a causas de la disminución del pH del suelo, provocada por el anhídrido carbónico producido en el proceso de descomposición (Cairo, 1992).

Se ha planteado que los abonos verdes originados de las leguminosas (*Canavalia ensiformis*, *Centrosema sp*, *Clitoria ternatea*, *Crotalaria juncea*, *Mucuna sp* y *Dolicho lablab* (gramínea), poseen un comportamiento positivo bajo las condiciones edafoclimáticas de montañas; donde se obtuvo buenos resultados en la nutrición de plantas híbridas de *Theobroma cacao*, *Lin* (Suárez et al., 2007).

Desde el punto de vista biológico los abonos verdes favorecen la acción de las bacterias fijadoras de nitrógeno (Da acosta, 1991). Las fabáceas, no solo enriquecen al suelo con sustancias orgánicas, sino también con el nitrógeno que asimilan del aire en simbiosis con bacteria del genero *rhizobium*. Además de incrementar la cantidad de sustancias orgánicas y de nitrógeno, las plantas utilizadas como abonos verdes ofrecen ventajas de hacer aprovechable los nutrientes contenidos en la capa más profunda (Zada, 1989).

Los abonos verdes cultivados, cuando son bien escogidos, recuperan los elementos libres, incrementan la reserva de Nitrógeno (N) y proveen al suelo de un elevado grado de vida microbiana por las raíces. Una alta tasa de humus microbiológico y de productos transitorios restituye a los cultivos siguientes, no solamente lo que han recuperado, sino en toda su actividad es rica, progresiva y prolongada si su incorporación y el trabajo en el suelo están bien adoptados (Restrepo, 1996).

2.2.1.2- Características que deben reunir las plantas utilizadas como abono verde.

Para elegir un abono verde se tendrán en cuenta las siguientes características básicas (Peña et al, 1988; Guiberteau et al., 1992; García, et al., 1994):

- Excelente vitalidad y germinación de la semilla.
- Precocidad en el crecimiento.
- Debe presentar una cobertura total a los pocos días de la siembra.
- Formación de una gran masa foliar.
- De fácil incorporación.
- Follaje que se descompone fácilmente.
- Resistente a plagas y enfermedades.
- Existencia de semilla y que su obtención no se dificulte.

Según Restrepo (1996), planteó, que existen técnicas y características para el uso de los abonos verdes en los trópicos.

Un abono verde ideal posee tres características importantes:

2. Un crecimiento rápido,
3. Follaje abundante y succulento,
4. Habilidad de crecer bien en suelos pobres.

A más rápido crecimiento, mayor es la posibilidad de aptitud para ser introducido en una rotación y uso económico como medios de mejoramiento del suelo. Follaje

abundante y raíces poderosas son, desde luego, algo necesario, y, como ya se ha mencionado antes, a mayor contenido de humedad en el abono verde, más rápida es la descomposición y más pronto se obtienen beneficios. Como la necesidad de materia orgánica es urgente, en especial en la tierra pobre, un cultivo jugoso tendrá grandes ventajas.

Cuando las demás condiciones son iguales, es mejor hacer uso de las leguminosas en el abono verde, preferentemente a las no legumbres, a causa del Nitrógeno ganado por el suelo y la actividad orgánica que provocan. Es a veces de extraordinaria importancia una pequeña adición de Nitrógeno.

Sin embargo, a veces es difícil obtener un cultivo intercalado de legumbres, pues pueden ser tan valiosos como alimento de ganado, que sería antieconómico usarlo como abono verde. Además, las semillas de las legumbres son caras, casi prohibitivo su uso para los abonos verdes. Por otro lado, algunas legumbres no encajan dentro de las rotaciones comunes de tal forma que puedan ser luego enterradas convenientemente como abono verde (Álvarez, 1995).

2.2.2- El compostaje como alternativa de producción sostenible

Es considerado un abono orgánico (humus) que se obtiene a través de un proceso natural mediante la transformación de residuos orgánicos sólidos (agrícolas, agroindustriales, urbanos o mediante las excretas animales). Dicho proceso es aeróbico, con acción de los microorganismos, y se produce bajo la influencia del oxígeno y condiciones adecuadas de temperatura, humedad, pH y tipo de compuesto. La concentración de los nutrientes disponibles también juega un papel determinante en la producción de compost. Albert Howard, en las primeras décadas del siglo XX fue considerado el padre del compost, ya que desarrolló procesos refinados de obtención de este producto, en Indore, República de la India

2.2.2.1- Elaboración del compost

Durante el proceso de elaboración del compost y como resultado de la acción respiratoria de los microorganismos, existe un alto desprendimiento de CO₂, agua en forma de vapor y energía, debido a esto, la pila, silo o burro de materia orgánica se calienta, se eleva la temperatura, luego se enfría y madura llegando a la etapa final (Mayea, 1997).

Las formas de elaboración del compost son muy variadas, puede realizarse enterrando (hueco en la tierra), en recipientes o encima de la superficie (Páez, 1998).

La forma óptima recomendada es encima de la superficie. A continuación se describen los pasos a seguir en este caso:

- 2- Limpiar toda la superficie de otros restos y obstáculos.
- 3- Humedecer la superficie del suelo, sólo si está muy seca.
- 4- Situar una capa de estiércol de 5 a 10 cm, cachaza o tierra fértil.
- 5- Ubicar una capa de 30 a 40 cm, de residuos de cosechas u otros. Puede ser el material disponible que usted tenga y que considere de más difícil descomposición.
- 6- Situar sobre la capa anterior otra capa fina de estiércol, cachaza, o tierra vegetal (de 5 a 10 cm).
- 7- Humedecer todo el material, esparciendo agua de calidad.
- 8- Añadir otra capa de residuos orgánicos de 30 cm a 40 cm, en tal sentido utilice los de fácil descomposición (fríjol, yuca, plátano, etc)
- 9- Añadir una capa fina de estiércol, (fresco) tierra vegetal o cachaza (de 5 cm a 10 cm) y humedecer la pila.
- 10- Adicionar una última capa de residuos orgánicos (de 40cm).

Cuando se alcance una altura de 1,5 m, se tapa la pila con una fina capa de estiércol fresco, tierra vegetal o cachaza (de 5cm a 10cm), luego se humedece la pila y no se añade más material, con el fin de esperar el resultado final. En el proceso se pueden ubicar tubos plásticos que lleguen al centro de la pila, para facilitar el movimiento del aire en su interior. Si desea conocer o medir la temperatura del silo o burro, ya que así se comprueba si está o no activo, se ubican tres cabillas u otro metal (uno al centro y otro en cada extremo), posteriormente y de forma esporádica se sacan y se comprueba si su burro realmente está activo. En caso que llueva poco o en tiempo de verano, es preciso aplicar, cada cierto tiempo, agua para controlar la humedad y la temperatura. La pila debe ser virada cada 15 ó 20 días .Las dimensiones del silo son: altura 1,5m, ancho 2m y 4m y largo entre 10m y 30m.

El procesamiento o elaboración del compost requiere de una zona de buen drenaje, con acceso seguro, preferentemente a la sombra, semisombra o se cubre con hierba, pencas de guano, etc, cercano a fuentes de agua y en áreas donde se generen cantidades apreciables de residuos orgánicos. Para la obtención de este abono existen otros métodos menos técnicos; los campesinos o agricultores, en una esquina de su campo, patio o parcela, depositan los restos disponibles y cada vez que se generen restos de chapea, deshierbe u otras operaciones culturales y (o) técnicas, estos residuos se trasladan al lugar destinado y luego, con el transcurso del tiempo se descomponen, por lo que ya pueden ser utilizados como abonos en sus siembras. Otro método de elaboración de compost es inyectar lombrices a restos orgánicos semidescompuestos, mezclados con porciones de estiércoles procedentes de sus animales. Esta forma permite obtener un abono de excelente calidad. Siempre que se sigan las instrucciones técnicas recomendadas, en menos de 90 días se obtendrá un buen abono.

2.2.2.2- Beneficio que aporta el compost

El compost garantiza la obtención de un abono natural de excelente calidad. Cuando se aplica el abono obtenido se producen cultivos sanos. Este producto

contribuye al desarrollo de una agricultura eminentemente ecológica y natural, ayuda a mantener el balance nutricional del suelo y, por tanto, su fertilidad natural.

2.2.3- Importancia de la Lombricultura.

La lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica obteniendo como fruto de este trabajo humus, carne y harina de lombriz. Se trata de una interesante actividad zootécnica, que permite perfeccionar todos los sistemas de producción agrícola.

Humus: La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica, comida y fecada, por otras lombrices. Produce el humus que es un producto de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque. Contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero éstos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas. Este posee una elevada carga microbiana del orden de los 20 mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual está especialmente indicado.

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro).

Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por

compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas, etc) debido a su capacidad de absorción.

El humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas. La actividad residual del humus de lombriz se mantiene en el suelo hasta cinco años. Al tener un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aún en aquellos casos en que se utiliza puro. El humus constituye un fertilizante inocuo y mejorador de los suelos, y su alta productividad, pues en un espacio de 40 metros cuadrados han logrado hasta 30 toneladas al año, al bajísimo costo de 19 pesos por cada una.

Carne de lombriz: Se trata de una carne roja, siendo una fuente de proteínas de bajo costo, de la que se obtiene harina con un 73% de proteína y una gran cantidad de aminoácidos esenciales. La carne de lombriz se emplea tanto en la alimentación humana como en la animal. Aunque su riqueza mineral es inferior a las harinas de pescado y su contenido en fibra es muy reducido. La carne de lombriz es un recurso económico importante al tratarse de un alimento rico en proteínas y de fácil producción. La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

A lo largo de miles de años, diferentes pueblos de África y China encontraron en la carne de lombriz un complemento nutricional que ayudó a sostener a su población. Podría ser considerado como un alimento para los países en vías de desarrollo; ya que una parte puede ser destinada a la continuidad del criadero y la otra a la elaboración de harina.

Harina de lombriz: Si la cosecha de lombriz se destina a la producción de harina, es necesario separar las lombrices de su medio empleando una malla de alambre tejido y posteriormente someterlas a baños especiales para eliminar bacterias y hongos indeseables. Por último son secadas al sol y molidas. El resultado final es un polvo de color amarillento que contiene de 60% - 82% de proteína animal. Es necesario de 8 Kg - 10 Kg de lombrices vivas para producir 1 Kg de harina.

La importancia económica de la lombricultura tiene una gran relación con el medio ambiente. La eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico. La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo. La lombricultura es un negocio en expansión, y en un futuro será el medio más rápido y eficiente para la recuperación de suelos de las zonas rurales.

2.2.3.1- La lombriz de tierra.

Para el proceso tecnológico de la lombricultura por lo general se utiliza la lombriz Roja Californiana (porque es en ese estado de E.E.U.U. donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos). En muchos países del mundo se ha experimentado con ella, en diferentes condiciones de clima y altitud, viviendo en cautiverio sin fugarse de su lecho. Es muy prolífera, madurando sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida y su longevidad está próxima a los 16 años. Su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días (1.000.000 de lombrices al cabo de un año se convierten en 12.000.000 y en dos años en 144.000.000). Durante este periodo habrán transformado 240.000 toneladas de residuos orgánicos en 150.000 toneladas de humus. Se alimenta con mucha voracidad, consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria. Produce enormes cantidades

de humus y de carne de lombriz por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra. Se pueden obtener otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, se han producido antibióticos para uso humano. Características como el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como la elevada capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivos de investigación para la aplicación en el ser humano.

Clasificación zoológica.

Reino: *Animal*

Tipo: *Anélido*

Clase: *Oligoqueto*

Orden: *Opisthopro*

Familia: *Lombricidae*

Género: *Eisenia*

Especie: *E. foetida*

Eisenia foetida es la lombriz más conocida y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo.

3- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1- Ubicación geográfica del área experimental.

El experimento fue desarrollado en el período comprendido desde marzo/2010 hasta marzo/2011 en el organopónico perteneciente a la finca No. 1 de la granja agropecuaria del municipio El Salvador, Provincia Guantánamo, en el cultivo de la Lechuga (*Lactuca scariola*, L.) var. Chile 1185-3. Esta se encuentra ubicada al sur del poblado de Jamaiquita, al norte de la Sierra Cristal, al este del CAI “Argeo Martínez y al oeste del poblado El Salvador.”

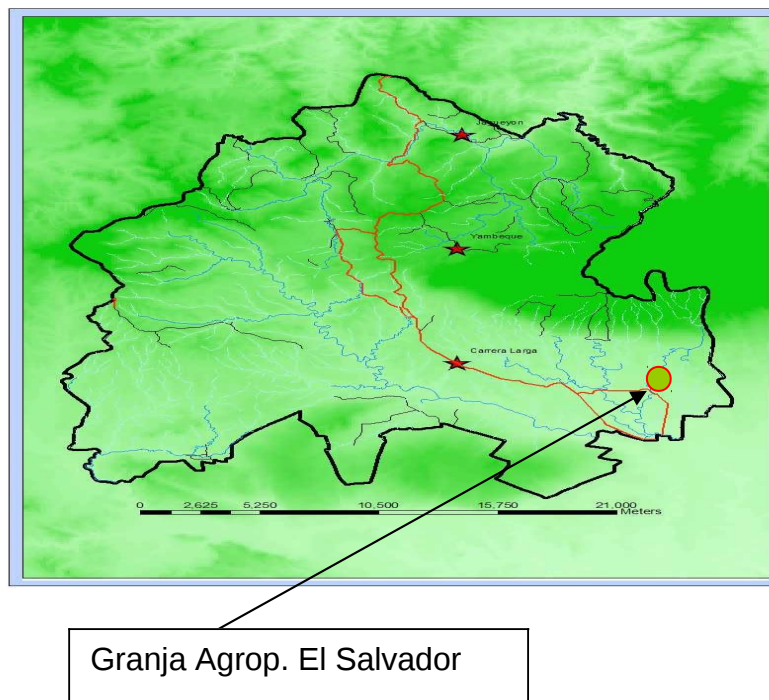


Fig. 1- Ubicación geográfica del área de estudio.

3.2- Condiciones climáticas de la localidad.

La información sobre el comportamiento climático de la zona que abarca el área experimental, se muestra en el Anexo 1. Las temperaturas promedio fueron de 25.15 °C y las precipitaciones totales durante el período experimental de 1210.8 mm. Por lo general estas condiciones climáticas satisfacen los requerimientos del cultivo objeto de estudio, fundamentalmente las temperaturas,

pues el mismo requiere de temperaturas entre 14 °C y 18 °C. Las precipitaciones es una variable climática de importancia para el cultivo, máxime cuando éste se desarrolla en condiciones de secano. No obstante, estas estuvieron por debajo del promedio anual para la localidad (1498.76 mm).

3.3- Metodología del trabajo y diseño experimental

El trabajo experimental fue desarrollado en dos etapas. La primera etapa comprendió el trabajo de elaboración y determinación de las fuentes orgánicas a estudiar en la etapa experimental con el cultivo de la lechuga y una segunda etapa donde se realizó el estudio de la influencia de diferentes fuentes de materia orgánica sobre el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de la lechuga en Organopónico.

Para ejecutar las acciones de la primera etapa, se tuvo en cuenta las características del organopónico, sus antecedentes y producción de biomásas originadas de las cosechas. Las definiciones para el uso de diferentes fuentes de materia orgánica en las condiciones particulares del área de trabajo, se realizó sobre la base del uso de las siguientes tecnologías:

- Tecnologías de compostaje
- Tecnologías para el uso de los abonos verdes
- Tecnologías para la lombricultura

3.3.1- Tecnología de compostaje

Para la definición del uso de la tecnología de compostaje, se realizó un estudio donde se ejecutaron las siguientes acciones:

- 1- Caracterización e inventario de producciones antecedentes y actuales del organopónico.
- 2- Determinación del nivel de producción de biomásas y factibilidad de uso para el compostaje

- 3- Elaboración del compost
- 4- Análisis de algunas propiedades físicas y químicas con énfasis en el contenido de materia orgánica

Las actividades de caracterización e inventario de las producciones originadas del organopónico se ejecutaron teniendo en cuenta un periodo de los últimos tres años con el objetivo de conocer la tradición y tendencia de producción del ecosistema, además del inventario de restos de cosecha que constituyen las biomásas para ser utilizadas en la elaboración de compost. En este sentido fue importante el análisis de la cadena: ciclo de cosecha – obtención de biomasa – montaje del compost en función de la definición para las estrategias de montaje del compost.

Se realizó muestreo representativo del compost cuando estuvo listo para su utilización en función de evaluar la calidad del mismo para su uso en la etapa experimental con el cultivo de la lechuga. Las determinaciones y métodos empleados fueron: Contenido de P_2O_5 (mg/100 g de suelo) y materia orgánica (%) por el método calorimétrico y K_2O (mg/100 g de suelo) por fotometría de llama según el método analítico de ONIANI (MINAGRI, 1987).

3.3.2- Tecnología para el uso de los abonos verdes

Esta tecnología se aplicó utilizando la especie leguminosa *Canavalia ensiformis* destacada como especie promisoría para ser utilizada como abonos verdes según estudios antecedentes en la localidad (Goulet, 2008). Para ello se ejecutaron las siguientes acciones:

- 1- Siembra, establecimiento y mantenimiento de la especie leguminosa para ser utilizada como abono verde
- 2- Análisis de algunas propiedades físicas y químicas del suelo enriquecido con énfasis en el contenido de materia orgánica.

La leguminosa se estableció en un cantero que conformó la parcela experimental (utilizada posteriormente en la segunda etapa) de 4.8 m² (4 m x 1.20 m) sobre suelo pardo sialítico (Instituto de suelos, 1999) el cual aún no se había utilizado en labores del organopónico, por lo que se partió de su fertilidad natural. La especie se cultivó en época de primavera con el objetivo de obtener mayor cantidad de biomasa y crecimiento adecuado para su utilización. En correspondencia con experiencias realizadas y resultados obtenidos con el uso de esta especie como antecedente cultural en el cultivo de la calabaza (García, 1996), y en el propio cultivo de la lechuga bajo estas mismas condiciones (Goulet, 2008), la distancia de siembra empleada fue de 20 cm x 45 cm utilizando aproximadamente 5 semillas por metro lineal.

Las labores de establecimiento y mantenimiento fueron realizadas según Peña et al., (1980). En la fase de floración de la especie leguminosa y coincidiendo con la etapa de su incorporación al suelo como abono verde, fueron realizadas las siguientes evaluaciones: Cantidad de masa verde (t/ha), masa seca (%), análisis foliar y determinación de los contenidos de Nitrógeno (%), Fósforo (%) y Potasio (%), además del contenido de Fibra Bruta (%) en tres repeticiones (muestreos) y por el método del metro cuadrado, tomando la biomasa de plantas completas en 1 m² en diferentes puntos de las parcelas.

Para facilitar una buena incorporación de la fitomasa de esta especie leguminosa como abono verde (a los 45 días), previamente fueron cortadas de forma manual en el cantero y parcela experimental a una profundidad aproximada entre 10 y 15 cm. Los sustratos mejorados por la especie leguminosa en la parcela constituyeron unos de los tratamientos de la etapa experimental con la lechuga.

Se realizaron muestreos para el análisis químico al suelo en cuatro puntos de la parcela experimental a la profundidad de 15 cm, para formar una muestra integral. Estos se realizaron en dos momentos: al inicio del establecimiento de las especies, y en el momento de establecimiento del cultivo en una segunda etapa

de esta experiencia. Las determinaciones y métodos empleados fueron: Contenido de P_2O_5 (mg/100 g de suelo) y materia orgánica (%) por el método colorimétrico y K_2O (mg/100 g de suelo) por fotometría de llama según el método analítico de ONIANI (Norma ramal del MINAGRI, 1987).

3.3.3- Tecnología para la lombricultura

Para la definición del uso de la tecnología de lombricultura, se realizó un estudio donde se ejecutaron las siguientes acciones:

- 1- Análisis de factibilidad para el montaje de la tecnología de lombricultura
- 2- Obtención del humus por gestión intraempresarial

Independientemente del positivo nivel de conocimiento existente en el país sobre la tecnología de producción de humus de lombriz y su uso en organopónico, en esta área productiva no hay antecedentes de su uso, aspecto que logra una mayor importancia para la aplicación de la misma en una zona de insuficiente aplicación de alternativas orgánicas.

Durante la ejecución del presente trabajo se desarrolló un análisis de factibilidad para el montaje de la tecnología de lombricultura en función de la disponibilidad de materia prima en la localidad. Para ello se realizó un registro de las materias primas locales y transportada

Por medio de la gestión realizada en otras unidades de la empresa a la que pertenece la granja, se pudo obtener 46 Kg de humus de lombriz el cuál fue utilizado en la parte experimental con el cultivo de la lechuga aplicando una dosis de 1 Kg/ha..

La segunda etapa experimental constituyó el estudio de la influencia de las diferentes fuentes de materia orgánica (FMO) determinadas en la primera etapa sobre algunas variables del crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de la

lechuga en organopónico. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 5 tratamientos. Los tratamientos fueron:

- 1- Uso del compost como FMO
- 2- Uso de los abonos verdes como FMO
- 3- Uso del humus de lombriz como FMO
- 4- Uso de la cachaza como FMO
- 5- Sin FMO (testigo)

El cultivo de la lechuga fue trasplantado en el mes de marzo. Las atenciones culturales a los canteros cultivados con lechuga bajo el efecto de los tratamientos y según diseño experimental, se realizaron según MINAGRI (2000). Para evaluar el nivel de crecimiento y desarrollo del cultivo durante la etapa experimental fueron realizadas las siguientes evaluaciones:

- **Número de hojas por planta:** El número de hoja se determinó cada 7 días después del trasplante y con igual intervalo hasta el momento de la cosecha.
- **Anchura de las hojas (cm):** Se tomaron las hojas por la parte más ancha, con la ayuda de una regla graduada y se determinó el ancho en (cm), efectuándose cada 7 días después del trasplante y con igual intervalo hasta la cosecha.
- **Longitud de las hojas (cm):** Se midieron las hojas desde la base hasta el ápice con la ayuda de una cinta métrica con igual intervalo que la variable anterior.
- **Grosor del tallo (cm):** Para medir este indicador se utilizó el Pie de Rey y se midió en el momento de la cosecha, midiendo el tallo en el comienzo de la primera rama.
- **Rendimiento (kg.m²):** Se determinó tomando en cuenta el número de planta por m² en el momento de la cosecha.

El procesamiento estadístico de la información se realizó utilizando el paquete estadístico MINITAB, facilitado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas

(INCA). Los datos se sometieron a un análisis de varianza de clasificación simple y las medias de los datos se compararon según la prueba de rangos múltiples de Duncan para $p < 0.05$.

3.4- Análisis económico

El análisis económico se realizó considerando los gastos que se incurrieron para la producción de cada fuente de materia orgánica en los tratamientos y su comparación con el tratamiento sin fuente de materia orgánica y el tratamiento donde se utilizó la cachaza como FMO, siendo ésta la materia orgánica transportada (MOT) que tradicionalmente se ha utilizado en esta área productiva. El procesamiento de la información originada de los gastos totales, de cada tratamiento, los precios actuales de comercialización del cultivo y los ingresos promedios, permitió la determinación de los indicadores económicos costos, ganancia y rentabilidad.

4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1- Resultados del análisis y caracterización de las potencialidades para obtener las fuentes de materia orgánica

4.1.1- Resultados sobre la utilización de la tecnología del compostaje.

El análisis de los planes de producción y los resultados productivos del organopónico en los últimos tres años, permitió obtener importantes resultados en la caracterización e inventario de las producciones antecedentes y actuales en función de la cantidad de biomasa originada para la elaboración del compost con materiales locales. En la tabla I se exponen los resultados del inventario de los cultivos desarrollados en la institución.

Como se puede apreciar fueron 13 los cultivos que se han desarrollado en los últimos tres años en los diferentes canteros del organopónico. La cosecha de los mismos originó restos que potencialmente pudieron ser empleados en la tecnología de compost como materiales acompañantes por tener características biodegradables. En este sentido, los cultivos que poseen mayor capacidad para producir restos de cosecha fueron: Habichuela, tomate, pimiento y pepino. Esto está relacionado con las partes de la planta que forman parte de la biomasa residual fundamentalmente hojas y tallos. Ello significa la incorporación de estos cultivos dentro de la estrategia de producción de biomasa para la elaboración de compost.

Para la elaboración de compost en el mundo se utilizan diferentes materias primas, dentro de ellas son los residuos de cosecha las que se utilizan con mayor frecuencia en los centros con estos objetivos (Peña, et al., 1980).

Tabla I.- Registro de los cultivos desarrollados en el organopónico, ciclo y tipo de biomasa

No.	Cultivos	Años			Ciclo de cosecha (días)	Tipos de biomasa (parte aérea) o resto de cosecha
		2008	2009	2010		
1	Habichuela	X	X	X	60 – 80	Hojas y tallos
2	Rábano	X		X	20 – 30	Hojas
3	Remolacha	X	X		80 – 90	Hojas
4	Pepino		X	X	50 – 70	Hojas y Tallos
5	Tomate	X	X		100 - 110	Hojas y Tallos
6	Pimiento	X			90 – 120	Hojas y Tallos
7	Zanahoria			X	100 – 115	No producen residuos significativos
8	Ajo Puerro	X	X	X	140 – 145	
9	Cebolla	X			140 – 150	
10	Lechuga	X	X	X	40 – 60	
11	Acelga		X	X	40 – 45	
12	Col			X	75 – 80	
13	Espinaca	X	X		P	

En todo los territorios existen disponibilidad de materiales que algunas industrias desechan o que, simplemente, la naturaleza posee de manera abundante y económica. La elección de la fuente orgánica, los otros materiales acompañantes, las proporciones de cada uno y el manejo posterior para la conservación en los sustratos, constituyen los aspectos esenciales en el mantenimiento de altos rendimientos (Rodríguez, 2000).

Según los resultados del inventario y registro de los cultivos desarrollados en la entidad, más del 80% de los cultivos en la lista, se desarrollaron durante la misma etapa en el organopónico y en correspondencia con el período óptimo de siembra. Ello significó la capacidad de producción de biomasa o restos de cosecha en un rango con límite inferior de 30 días hasta un límite superior de 150 días. Durante ese período se produjo determinada cantidad de biomasa con potencialidad para ser empleada como acompañantes para la producción de abonos orgánicos. Los principales restos de cosechas originadas de la producción en la entidad fueron las hojas y los tallos en 4 cultivos y solo las hojas en 2 cultivos. Estos aportaron además frutos no comerciales que en algunas plantas se originaron por daños

mecánicos, fitosanitarios, o efectos del clima. Según el ciclo de cosecha de estos cultivos, presumiblemente a partir de su establecimiento, la entidad puede contar con sus restos de cosechas en un periodo promedio de 30, 80 y 100 días. Por otro lado en la entidad se desarrollaron 7 cultivos que no aportaron restos de cosecha, debido fundamentalmente a que sus productos finales y comerciales fueron las hojas (hortalizas de hojas).

Basado en los resultados anteriormente expuestos, fueron utilizados en la presente experiencia diferentes restos de cosecha para el montaje de un compostaje, coincidiendo con la etapa experimental. Los materiales utilizados se exponen en la tabla II.

Tabla II.- Composición del compost

Materias Primas	Proporción respecto al total (%)	Peso (Kg)
Restos de cosecha	20	66
Estiércol vacuno	55	181.5
Suelo	25	82,5
Total	100	330

El 100% de los materiales utilizados para la elaboración del compost tuvieron origen local. Dentro de los restos de cosecha utilizados estuvieron restos de cosecha de frijol, habichuela, remolacha y rábano, además del pseudotallo de plátano. Los mismos fueron constituyentes locales, todo lo cual influye positivamente en la rentabilidad de la entidad. El estiércol vacuno constituyó el elemento de mayor proporción respecto al total con 55%. Al respecto de la composición para el desarrollo de un compostaje Peña et al., (2002) plantean que las cantidades de cada componente en la mezcla suelen ser muy variadas y se pueden citar miles de combinaciones diferentes, a lo largo del país, con buenos resultados. Sin embargo, existe un principio básico, demostrado por numerosas investigaciones, según el cual la materia orgánica deberá ocupar siempre el 75% del volumen total y el valor mínimo está fijado en 50% para obtener altos rendimientos de forma estable. Plantean además que la cantidad de los materiales vegetales acompañantes en la mezcla no deberá

ser superior a 15 o 20 % y el suelo no deberá exceder del 25% del volumen total dependiendo de sus características físicas y químicas.

La aplicación del método bibliográfico permitió conocer algunas de las propiedades químicas de los materiales empleados en el compost. La forma más resumida se muestra en la tabla III.

Tabla III.- Principales propiedades químicas de los materiales utilizados según método bibliográfico

Material	Algunas propiedades químicas (%)				
	Materia orgánica	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	C/N
Pseudos tallo del plátano	80	80	20	7.50	58\1
Hojas de fríjol	93	2.0	58	2.2	27\1
Restos de hortalizas	70	1.10	29	0.70	37\1
Estiércol vacuno	65	1.50	62	90	25\1

Fuente: Peña, et. al., (2002)

De todos los materiales listados resulta interesante destacar el estiércol vacuno. Este es un material rico en nitrógeno y muy húmedo. Su humedad y relación C/N dependen de la cantidad de cama utilizada, de las prácticas de manejo, del tipo de operación y del clima. Generalmente este residuo requiere su mezcla con materiales secos y ricos en carbono. El riesgo de olores es relativamente bajo si se compostea durante unas pocas semanas ya que se descompone rápidamente.

Unas de las propiedades más significativas en la composición de los materiales empleados es la relación C/N que para el caso del pseudotallo del plátano es muy alta por lo que puede influir en la actividad microbiológica durante la elaboración del compost. Según Peña et al., (2002) una proporción de 25 – 350% es razonable. Si ésta es superior a 35%, el proceso de fermentación se alarga considerablemente hasta que el exceso de carbono es oxidado y la relación C/N desciende a valores adecuados para el metabolismo. Si es inferior a 25% se

producen pérdidas considerables de nitrógeno en forma de amoníaco. Por otro lado, el contenido de materia orgánica de estos productos fue alto, sin embargo, la calidad final del proceso y su contenido final de materia orgánica, depende de varios factores entre ellos, de las características climáticas y los tipos de materiales empleados.

El proceso de elaboración del compost con materiales locales durante la etapa experimental transcurrió por un periodo de 120 días. Para reconocer la calidad del compost elaborado fue importante la determinación de algunas propiedades químicas que permitieron caracterizar el material final obtenido para ser utilizada en la segunda etapa experimental con el cultivo de la lechuga. Los resultados de este estudio se expresan en la tabla IV.

Tabla IV.- Resultados del análisis de algunas propiedades química del compost elaborado.

Propiedades químicas				
M.O (%)	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	pH	Humedad máxima (%)
45	0.43	26	7.2	38

Como se aprecia en la tabla anterior el compost elaborado posee adecuadas características y calidad química para ser utilizado como fuente de materia orgánica. Los contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio son adecuados para ser utilizados en la agricultura, además de tener un pH acorde con la maduración del compost y su contenido de humedad. Características similares recomiendan varios autores entre ellos Rodríguez, (2000) plantean que las características de un buen compost para ser utilizados en huertos intensivos y organopónicos debe estar relacionado con un contenido de materia orgánica mayor del 35%, pH entre 7 – 8, humedad máxima de un 40 % y adecuados contenidos de macro y microelementos.

4.1.2- Resultados del uso de la tecnología del uso de los abonos verdes con la *Canavalia ensiformis*.

Bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona objeto de estudio, la especie leguminosa empleada produjo 39.2 t.ha⁻¹ de biomasa verde y 8.5 t.ha⁻¹ de masa seca (Tabla V). Este comportamiento pudo estar dado por la influencia de las precipitaciones, pues durante la etapa experimental las precipitaciones favorecieron el desarrollo de la especie leguminosa, con un acumulado de 1376.9 mm durante la etapa de estudio. No obstante las mismas estuvieron por debajo de la media histórica para la localidad (1545.41 mm). Esta es una de las especies leguminosas más utilizadas como abonos verdes por la cantidad de masa verde que produce. Similar comportamiento se obtuvo en experiencias desarrolladas con esta especie leguminosa en condiciones edafoclimáticas de las montañas en el Municipio el Salvador de la provincia Guantánamo, con una producción en masa verde de 43.2% y contenidos de masa seca de un 9.6% (Suárez, 2004).

La cantidad de masa verde depende de varios factores en una misma especie, entre ellas las condiciones climáticas (Restrepo, 1996). Esta constituye un factor de extraordinaria importancia en este tema, pues mientras mayor sean las precipitaciones, mayor será el desarrollo vegetativo de las especies utilizadas como abonos verdes en correspondencia con sus requerimientos. Por ello la aplicación de la tecnología de abonos verdes en época de primavera logra mayor eficiencia (Rapal, 1998).

Tabla V.- Cantidad de Biomasa producida y concentración foliar de N, P, K, y F.B (%) a los 90 días después de la siembra de la *Canavalia*.

Ciclo hasta la floración	Biomasa (t.ha ⁻¹)		(%)			
	Masa Verde	Masa seca	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	F.B
3 meses y 4 días	39.2	8.5	3	0.41	2.15	21.2

Los resultados obtenidos en el análisis foliar demostraron además buenos contenidos de macroelementos foliares y poco contenido de fibra (21.24 %) lo que puede facilitar la descomposición en el suelo por los microorganismos y otros factores que inciden en el proceso, para aportar al suelo la mayor cantidad de nutrimentos. Fitosanitariamente no se observó ningún tipo de incidencia. Estos resultados son similares a los trabajos realizados por García et al., (1996) y trabajos realizados en Colombia por Jaramillo (1983), los cuales plantean también el florecimiento de este frijol desde los tres meses y producción de forraje con más de 50 t.ha⁻¹.

Teniendo en cuenta los resultados del análisis foliar, se obtuvo adecuados aportes de nutrientes en el suelo. En la tabla VI se muestran los aportes de materia orgánica, fósforo y potasio luego de la incorporación del mismo al suelo.

La especie leguminosa utilizada como abono verde, tuvo positivos incrementos de materia orgánica, fósforo y potasio respecto al estado inicial del suelo, logrando con ello el mejoramiento de sus propiedades químicas. Según Feria (2001) citado por Goulet (2008) los abonos verdes a los 60 días después de incorporado en el suelo contribuyen a mejorar la fertilidad del mismo

Tabla VI.- Influencia del abono verde sobre algunas de las propiedades químicas del suelo.

Análisis inicial del suelo			Análisis Final del suelo			Incrementos (%)		
M.O (%)	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	M.O (%)	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	M.O	P ₂ O ₅	K ₂ O
3.7	22	3.2	5.2	25.96	3.71	43	18	16

Teniendo en cuenta que el suelo mejorado por el abono verde será para el establecimiento del cultivo de la lechuga, es importante observar el contenido de potasio pues el cultivo de la lechuga es exigente al abonado potásico, sin embargo, hay que evitar los excesos de abonado, especialmente el nitrogenado,

con objeto de prevenir posibles fitotoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de los cogollos.

4.1.3- Resultados del uso de la tecnología de producción de humus de lombriz

La disponibilidad de materiales y materia prima para el montaje de la tecnología de lombricultura en la institución constituyó unos de los elementos a tener en cuenta para cumplir con el objetivo de producir humus de lombriz como fuente de materia orgánica para la producción de hortalizas. La realización de un inventario y caracterización de las condiciones existentes para ello, logró la definición de las estrategias para el uso de esta tecnología sin antecedente en la localidad. Los resultados del registro de materiales y materias primas en función del desarrollo de la lombricultura en el organopónico, se expresa en la tabla VII. Teniendo en cuenta la existencia y disponibilidad de materiales adecuados para el desarrollo de la lombricultura, se considera que la institución posee potencialidades para el desarrollo de la misma. El estiércol vacuno y los residuos vegetales son los de mayor existencia en el ecosistema y con mayores potencialidades para su utilización, no obstante es posible también el uso de basuras y restos de frutas y tubérculos no aptos para el consumo humano originados de la producción hortícola y de las instalaciones de servicio de la institución. Para el logro de este objetivo son necesarias las inversiones para la creación de las instalaciones, además del aumento de la capacitación al personal técnico.

Por medio de la gestión intraempresarial se logró obtener 46 Kg para ser utilizado en la etapa experimental con el cultivo de la lechuga. No obstante desde el punto de vista económico el empleo de esta fuente de materia orgánica en la actualidad y para el ecosistema, se considera una materia orgánica transportada con el consiguiente gasto por ese concepto debido a su traslado desde varios kilómetros. Los resultados de la valoración económica realizada al respecto se exponen en la

tabla anexa a los resultados de la valoración económica general de la presente investigación.

Tabla VII.- Registro de materiales locales existente para la lombricultura.

Materia prima alternativas	Existencia de materia prima locales
Cachaza	
Estiércol vacuno	X
Cartón	
Restos de la industria maderera	
Desperdicio de mataderos	
Residuos vegetales	X
Frutas y tubérculos no apto para el consumo humano	X
Basuras	X

4.2- Resultados del uso de la influencia de diferentes fuentes de materia orgánicas sobre el cultivo de la lechuga.

En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos en el estudio realizado sobre la dinámica de crecimiento de las hojas de la lechuga desde los 7 días después del trasplante hasta los 42 días (momento de cosecha) para un racimo comercializable de tres plantas.

Todos los tratamientos culminaron en el momento de la cosecha con un número de hojas entre 21.32 y 29.11 número de hojas promedio por racimo comercializable (7.1 – 9.7 hojas por planta), significando el positivo comportamiento de la lechuga desarrollada sobre el humus de lombriz, los abonos verdes y el compost con la mayor cantidad. No obstante se evaluó para todos los tratamientos un aumento del número de hojas a partir de los 28 días. Siendo este cultivo una hortaliza de hojas, es necesario tener en cuenta este parámetro por ser precisamente las hojas el fruto comercializable, para la cual se consideró positiva

influencia de los tratamientos en la dinámica de crecimiento para este órgano, toda vez que las fuentes de materia orgánica tuvieron un comportamiento diferenciado.

En general todos los investigadores coinciden en que las hojas resulta el principal órgano de síntesis de las sustancias vegetales y es precisamente en ellas donde los fertilizantes orgánicos logran su mayor influencia. Las fuentes de materia orgánica poseen sustancias auxinógenas, aminoácido, hormonas que en algunos casos están dotados de todos los elementos macro y micro nutrientes que balancean los sistemas nutricionales de las plantas, estimulan el crecimiento y la fertilidad del suelo, poniendo a disposición de los vegetales los nutrientes necesarios en la fase oportuna de su desarrollo.

Resultados similares fueron obtenidos en la dinámica del crecimiento del diámetro del tallo (figura 3), estos junto a la altura determinan el vigor de las plantaciones de lechuga. El tallo es de vital importancia para la planta de Lechuga, ya que facilita el transporte de sustancias a través de él y le sirve de soporte a las hojas, es por esto que sí el mismo presenta un mayor grosor, estos elementos que hemos expuesto se verían favorecido significativamente y la cantidad de nutrientes en la planta así como las demás características se expondrían a alcanzar una mayor estimulación.

No. hojas

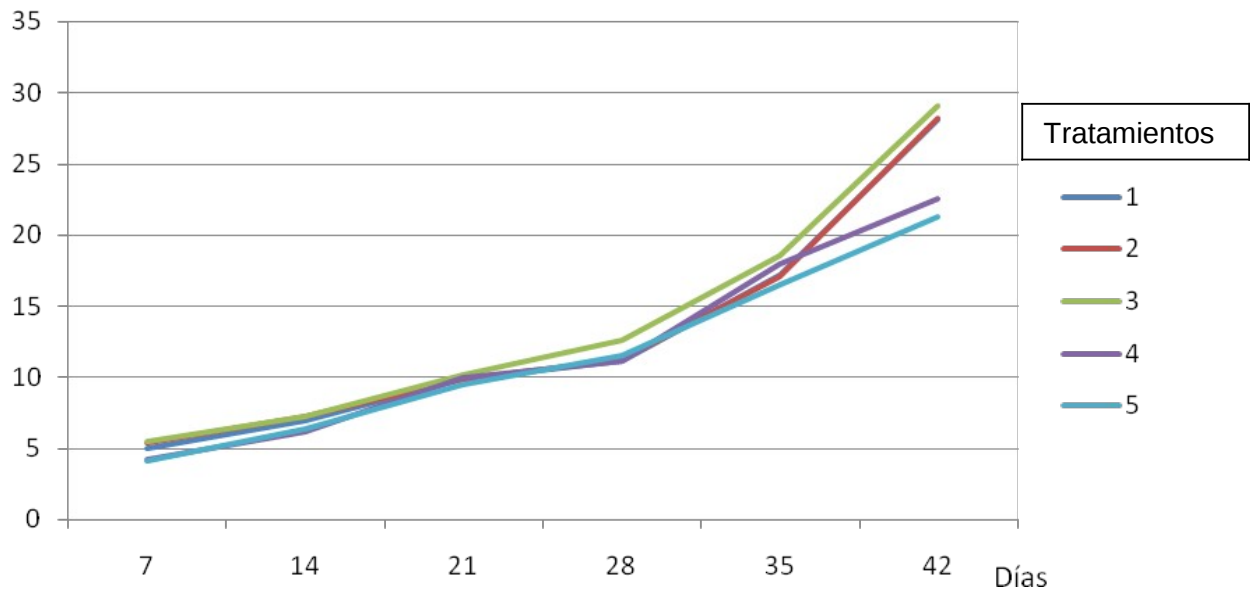


Fig. 2.- Resultados de la dinámica de crecimiento del número de hojas en base a tres plantas por racimo comercializable.

Las fuentes de materia orgánica empleada lograron influencia para obtener rangos de valores entre 1.45 cm y 1.15 cm. Se obtuvo mayor crecimiento del tallo con la aplicación de humus, el uso de los abonos verdes y el compost como fuente de materia orgánica, con resultados finales superiores al uso de la cachaza con 1.34 cm.

En correspondencia con los resultados descritos con anterioridad, el cultivo tuvo un comportamiento final y diferenciado en los diferentes tratamientos. En la tabla VIII se muestra los resultados de la Influencia de los tratamientos sobre algunas variables del rendimiento en el momento de la cosecha.

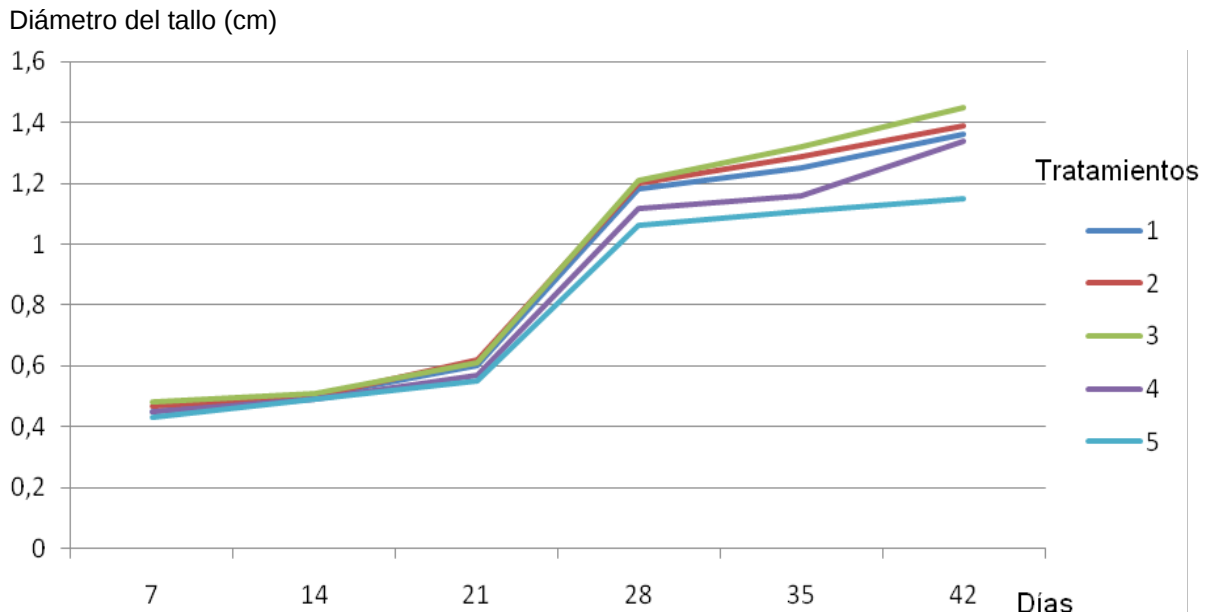


Fig. 3.- Resultados de la dinámica del crecimiento del diámetro del tallo (cm)

Según muestran los resultados para el caso del diámetro del tallo la lechuga tuvo un positivo comportamiento con el uso del humus de lombriz y el abono verde sin diferencias estadísticas significativas y con resultados superiores con la aplicación del compost y la cachaza, aún con resultados superiores al testigo.

Furet (2005) por su parte al diferentes fuentes orgánicas en el cultivo de la Lechuga var. *Black Seed Simpson* mostró que el mismo facilitó un mayor grosor del tallo con respecto al testigo. Por su parte Martínez (2005) al evaluar diferentes dosis de Biobras-16 en el cultivo de la lechuga var. *Anaida*, obtuvo el mayor grosor del tallo cuando se empleó este estimulante. López *et al.*, (2005) realizando estudios de diferentes dosis de FitoMas E en el cultivo del tabaco, demostró que para esta variable a los 35, 40 y 45 días de la siembra, obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos de estudio con respecto al testigo.

Tabla VIII.- Influencia de los tratamientos sobre algunas variables del rendimiento en el momento de la cosecha

No	Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)	Área foliar (cm ²)	Rendimiento (Kg.m ²)
1	Uso del compost como FMO	1.52 b	190.5 b	1.35 a
2	Uso de los abonos verdes como FMO	1.74 a	218.3 a	1.38 a
3	Uso del humus de lombriz como FMO	1.88 a	246.4 a	1.48 a
4	Uso de la cachaza como FMO	1.49 b	161.2 c	0.95 b
5	Sin FMO (testigo)	1.15 c	154.9 c	0.54 c
C.V (%)		10.1	15.2	6.08
ES		0.14	0.08	0.28

Medias con letras diferentes difieren significativamente según rangos múltiples de Duncan para $P \leq 0.05$.

Resultados similares fueron evaluados en el área foliar, significando resultados superiores obtenidos con la aplicación del humus de lombriz y el uso del abono verde. Para esta variable y dentro de las fuentes de materia orgánica empleadas, la aplicación de la cachaza sobre el cultivo tuvo un bajo comportamiento similar al testigo sin diferencias estadísticas significativas. Estos resultados pueden deberse a que esta fuente de materia orgánica estuvo sometida durante mucho tiempo a un proceso de degradación y lixiviación de sus constituyentes en las áreas cercanas al ecosistema estudiado y presumiblemente pudo haber perdido la calidad como fuente de materia orgánica.

La variable más importante en todo el experimento es la variable rendimiento, ya que muestra la posibilidad de obtener mayores beneficios económicos. Son varios los elementos que componen el rendimiento algunos pudieran llamarse directos y otros indirectos. Para el caso de la lechuga dentro de los indirectos se encuentran la planta completa que contribuye al rendimiento por ser cosechadas las hojas, el

tallo y las raíces, aunque solo se consume las hojas. Esto no es así en otras especies hortícola de interés económico como el tomate y el pepino.

A partir del área foliar y el peso de las plantas por tratamiento fue determinado los rendimientos en los diferentes tratamientos, cuyos resultados indicaron positiva producción de los tratamientos sometidos a las fuentes orgánicas originadas del humus de lombriz, el uso del abono verde y el compost, con rendimientos de 1.48 Kg.m², 1.38 Kg.m² y 1.35 Kg.m² respectivamente sin diferencia estadísticas significativas entre ellas. Con el empleo de la cachaza se obtuvieron los más bajos rendimientos dentro de las fuentes orgánicas empleadas aunque por encima del testigo con 0.95 Kg.m². Independientemente de los resultados específicos obtenidos por tratamiento, de forma general para todas las fuentes orgánicas empleadas (con excepción de la cachaza) los rendimientos estuvieron dentro del rango del rendimiento potencial para esta variedad (1.2 Kg.m² a 1.5 Kg.m²) según Rodríguez, (2000).

Reyes, *et al.*, (2005) encontraron que la aplicación de humus foliar incrementó significativamente los rendimientos de las hortalizas y Barroso (2005) por su parte consideró que la aplicación combinada de humus foliar y micorrizas aumentó significativamente los rendimientos de la cebolla.

4.3- Valoración económica del resultado

Desde el punto de vista económico el análisis realizado partió de la determinación del costo por el uso de cada unas de las fuentes de materia orgánica empleada (abonos verdes, compost, cachaza y humus de lombriz).

4.3.1- Valoración económica por el uso de la tecnología de los abonos verdes.

En correspondencia con la distancia de plantación utilizada en el establecimiento de la leguminosa, se empleó 15 semillas/ m², lo cuál significa utilizar por hectárea 221.70 Kg, que a un precio de \$ 3.50, se calculó un costo total de \$ 775.95 para el establecimiento de una hectárea de la leguminosa (tabla IX).

El costo por las actividades de manejo fue de \$ 149.3, para un costo total por el uso del abono verde de \$ 925.25. Según Suárez (2004), para que el uso de los abonos verdes sea más sostenible, es importante tener en cuenta la producción de las semillas que garanticen el uso continuado de las mismas dentro del mismo ecosistema, además de garantizar parámetros de adaptabilidad y medida del comportamiento productivo de las mismas en diferentes épocas del año. En este sentido, experiencias futuras deberán tener en cuenta la creación de un banco de semillas para garantizar la disponibilidad de las mismas y abaratar los costos por la utilización de esta fuente de materia orgánica.

Tabla IX.- Determinación de los costos por el uso del abono verde.

Leguminosa	Costo/ha en la adquisición de las semillas.	Actividades de manejo (\$)			Total (\$)
		Siembra	Mtto	Uso	
C. <i>ensifomis</i>	775.95	28.40	85.40	35.50	925.25

4.3.2- Valoración económica por el uso de las tecnologías de la cachaza, compost y humus de lombriz.

La cachaza y el humus de lombriz, constituyeron materia orgánica transportada (MOT) porque no se produjo dentro del mismo ecosistema. Estas fuentes se produjeron en otras localidades y transportada al organopónico objeto de experimentación, por lo que económicamente influyen negativamente en la sostenibilidad del ecosistema. En la tabla X se muestra los resultados de la valoración económica por el uso de estas fuentes de materia orgánica. Según las dosis recomendadas por MINAGRI (2000) para la cachaza y el humus de lombriz, además de tener en cuenta los precios para la adquisición de dichas materias por parte de la empresa, el costo total de las mismas sobrepasan los \$ 2000.00. Esto fue posible por la transportación de estas materias orgánicas, a diferencia del compost donde su producción costó solo \$ 435.00 solo por concepto de salario invertido en su producción en el propio ecosistema.

Tabla X.- Determinación del costo total por la adquisición de otras fuentes de materia orgánica utilizadas.

Materia orgánica	Dosis (t.ha⁻¹)	Precio (\$)	Valor (\$)	Otros gastos (\$)	Costo total (\$)
Cachaza	30	39.20	1 176.00	950.00	2 126.00
Humus de lombriz	60	26.80	1 608.00	950.00	2 558.00
Compost				435.00	435.00

Teniendo en cuenta las bases de costos anteriormente expuestas por cada una de las fuentes de materia orgánica empleadas en la experiencia, se determinó la factibilidad económica basada en los resultados del rendimiento obtenidos en cada tratamiento, los cuales se expresan en la tabla XI.

Los principales parámetros económicos utilizados fueron los costos totales por la compra y manipulación, la producción obtenida por cada tratamiento, el precio de venta por la comercialización de la lechuga por parte de la Empresa, los ingresos calculados a partir de la producción y el precio de venta del cultivo, la ganancia determinada por la diferencia entre los ingresos y el total de gastos incurridos en cada tratamiento, además de la rentabilidad determinada por la relación entre la ganancia y el costo total (cantidad del valor ganado por cada peso gastado).

Tabla XI.- Determinación de la factibilidad económica por tratamiento para una hectárea de producción de lechuga.

Tratamientos	Costo Total (\$/t)	Prod. (t)	Precio (\$/t)	Ingresos (\$)	Ganancia (\$)	Rent. (\$)
Compost	435.00	13.50	1000.00	13 500.00	13 065.00	30.03
Abono verde	925.25	13.80	1000.00	13 800.00	12 874.75	13.91
H. lombriz	2 558.00	14.80	1000.00	14 800.00	12 242.00	4.78
Cachaza	2126.00	9.50	1000.00	9 500.00	7 374.00	3.46
Test.	1250.90	5.40	1000.00	5 400.00	4 150.00	3.31

Los resultados de la valoración económica demostraron que el uso del compost y los abonos verdes (en ese mismo orden), traen consigo mayor factibilidad en comparación con el uso de las otras fuentes orgánicas y el tratamiento testigo. En estos resultados influyeron fundamentalmente el costo total por la adquisición de la materia orgánica y los rendimientos obtenidos en el cultivo. Independientemente de los resultados obtenidos en los rendimientos finales en el tratamiento con el uso del humus de lombriz, se importante significar la baja rentabilidad obtenida con la aplicación del humus de lombriz (\$ 4.78 de ganancia por cada peso gastado), en comparación con la aplicación del compost y los abonos verdes, dado por la adquisición de la misma. La más baja rentabilidad fue obtenida con el uso de la cachaza y el tratamiento testigo.

Al respecto a los abonos verdes Miller (1990) planteó que a diferencia del resto del abonado orgánico, con la práctica de los abonos verdes es posible reproducir la materia orgánica de forma "in situ", lo que la hace una de las más económicamente viable entre los agricultores.

Desde el punto de vista específico las mayores ganancias se obtienen con el uso del abono verde originado de las especies *C. ensiformes* (\$ 13 065), sin embargo la mayor rentabilidad expresada en la ganancia por cada peso gastado, sucedió con el uso del compost con \$ 30.03 por cada valor gastado, debido a los bajos costos para la obtención del abono orgánico.

CONCLUSIONES

- 1- En correspondencia con las condiciones edafoclimáticas de la localidad y la disponibilidad de materia prima, es posible la producción de diferentes fuentes orgánicas para el desarrollo de la horticultura en el organopónico de la Granja El Salvador.
- 2- Todas las fuentes de materia orgánica empleadas constituyeron alternativas para el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de la lechuga bajo las condiciones locales del organopónico de la Granja El Salvador por la positiva influencia en las propiedades integrales del suelo.
- 3- De las fuentes de materia orgánica empleadas el humus de lombriz, el abono verde a partir de la especie leguminosa *Canavalia ensiformis* y el compost, fueron las de mayor influencia en las variables de crecimiento y desarrollo del cultivo de la lechuga, además de ser las más promisorias por las ventajas económicas bajo las condiciones actuales de la entidad.

RECOMENDACIONES

- 1-** Establecer una estrategia que permita un mejor aprovechamiento de los residuales de cosecha en función de la producción de compost.
- 2-** Establecer las condiciones necesarias para la producción de humus de lombriz con la correspondiente capacitación del personal.
- 3-** Ampliar los estudios sobre el desarrollo y aplicación de la tecnología de abonos verdes.
- 4-** Profundizar en los estudios sobre el impacto de las fuentes orgánicas en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos

BIBLIOGRAFÍAS

1. Álvarez, M. Los Abonos Verdes. Orígenes y usos en Cuba. Abandono de esta práctica. Boletín Agricultura Orgánica (ACAO) Año 2, No.1 Abril de 1995, p. 31-33.
2. Barroso, L. Crecimiento y desarrollo de la cebolla micorrizada en condiciones de estrés hídrico. Facultad Agroforestal de Montaña. Centro Universitario Guantánamo. 2005.
3. Cócer, A. C et. al. Efectos de diferentes coberturas vegetales sobre las características físicas y químicas de un lastosalo Vermelho - Alico. Ceres. FAO (Roma) 37 (210): 167-176. 1990
4. Cancio, T; J. L. Peña. Usos de los abonos verdes en áreas tabacaleras de la región del Escambray. Centro Agrícola (Santa Clara) 16 (4): 59-67, 1989.
5. Casanova, A. Producción biointensiva de hortalizas. Rev. Agricultura Orgánica. Vol.1 No.3. 1995.
6. Da Costa. M. B. B. Adubacao verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro. 1991. p. 350
7. De Grazia, J. et al., Efecto de la época de siembra, radiación y nutrición nitrogenada sobre el patrón de crecimiento y el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*, L.), INIA, España. Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetal, Vol. 16 (3): 355 – 365. 2001
8. Dominguez - Valenzuela, j. A; N. Marban - Mendoza y R. De la Cuz. Leguminosas de cobertura asociadas al tomate var. "Dina Guayabo" y su

efecto sobre *Meloidogyne arabicida*. Turrialba (Turrialba) 10 ("): 217 - 221, 1990.

9. Duncan, D. B. Multiples range and Multiples F. Text Biometry.11(1),1955.
10. Fancelli, A. L. Adubacao verde. Piracicaba: ESALQ, 1990. 5 p
11. Fernández, M.D. Programación del riego mediante parámetros climáticos en cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español" En: Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos. Curso Superior de Especialización. Dirección General de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía, Almería, España. 2003. pp 343-352.
12. Furet, C. Efecto del Biobras-16 en el cultivo de la Lechuga var. (*Black Seed Simpson*). En condiciones de Organopónicos. Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma. 2005.
13. García et al., Estudio comparativo de diferentes especies de abonos verdes y cuantificación del aporte de nitrógeno en el cultivo de la calabaza. Rev. Cultivos Tropicales. 17(3): 9-16, 1996.
14. Guiberteau, A. C y Juana Labrador - Moreno. Técnicas de cultivo en agricultura ecológica. Hojas divulgadoras (Madrid) (8): 43, 1992.
15. Goulet, O. Influencia de diferentes especies leguminosas en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de la lechuga. Trabajo de diploma. FAM, CUG, 2008.
16. Jackson, L.; Mayberry, K.; Laemmlen, F.; Koike, S.; Schulbach, K.; Chaney, W. "La producción de lechuga de hoja en California", University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 7216

Spanish, Oakland, California, USA. Disponible en <http://vric.uncdavis.edu/selectnewcrop.lettuce.htm>. 1999.

17. Jaramillo, G. El frijol "Canavalia", cultivo del futuro. El cacaotero Colombiano. No. 24 p.42. 1983
18. López, R. y Lovaina, J. Comportamiento de plantas hortícola con diferentes dosis de FitoMas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. Centro Universitario Guantánamo. 2005.
19. López, R. *et al.*, Comportamiento de la habichuela con diferentes dosis de FitoMas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. Monografía. 2005.
20. Maroto, J. V. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi - Prensa, Madrid, España. 2000, pp. 208-214
21. Martínez, M. A. Efectividad de las aspersiones foliar con análogos de brasinoesteroide en el cultivo de la soya. I Taller de Productos Bioactivos. En: IV Taller de Brasinoesteroides. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana. Cuba. 1995.
22. Mayea, S. *et al.*, Sustitución de los fertilizantes químicos (NPK y NH₄NO₃) por compost en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*). En: III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programas y Resúmenes. Universidad Central de Las Villas, 1997, p.10.
23. MINAGRI. Manual técnico para el manejo y producción de cultivos hortícolas. 2002

24. MINAGRI. Suelos análisis químico. Determinación de los cationes intercambiables y la capacidad de intercambio catiónico. Norma ramal 879. 1987.
25. MINAGRI. Manual técnico de organopónicos y huertos intensivos. Grupo nacional de agricultura urbana. INIFAT. 2000, 145p.
26. Miller, P.R. cultivos de cobertura para la agricultura de California. Agronomy Progress Report. 219, October, 1990.
27. Peña, E. et al., Manual de abonos orgánicos para la agricultura urbana en Cuba. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). INIFAT, Ciudad de la Habana, 2002
28. Peña, N. et al. Instructivo técnico para el uso de los abonos verdes como productores y mejoradores del suelo. Ed. Rev. Habana, 1980
29. Suárez, G.M. Manejo de suelo en Sistemas Agroforestales. Tesis en opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. CEAS, ISCAH. La Habana, Cuba, 2002.
30. Suárez, G. M. et al., Los abonos verdes: Una alternativa para la producción sostenible de posturas híbridas de cacao. Informe final de proyecto 007.03.026. CDM, GEPROP, CITMA, 2004.
31. Suárez, G. M et al., Importancia del uso de los abonos verdes en la producción sostenible de plántulas híbridas de *Theobroma cacao*, *Lin.* Rev. Hombre, Ciencia y Tecnología, No. 2, 1997
32. Roig. J. T. Diccionario Botánico. p.253. 1965.

33. Rodríguez, R. Compost como alternativa de nutrición de la lechuga. En: III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programas y Resúmenes. Universidad Central de Las Villas, 1997, p. 4
34. Rodríguez, B. et al. Una alternativa orgánica de producción de posturas de café bajo las condiciones edafoclimáticas de Maisí. Trabajo de diploma (Tesis en opción al título de Ingeniero agrónomo). Facultad Agroforestal. Centro Universitario Guantánamo. 2001.
35. Rapal. Los impactos de la Revolución verde. Revista Enlace. Boletín de la Rapal Marzo 1998. Editado por RAAA- Perú, p. 19-21
36. Restrepo, J. Aportes de los Abonos Verdes usados en la Agricultura Orgánica como cobertura. Revista Abonos Verdes. Colombia. Febrero 1996 p. 3-6 y 10.
37. Rodríguez, A. Manual técnico para organopónico y huertos intensivos. INIFAT. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. Documento técnico, 2000.
38. <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm#11.....>)
39. <http://www.geocities.com/raaaperu/actua.html>.)
40. www.infoagro.com/ (2008)
41. (<http://www.inagrosa.es/inagrosa.html>. 2004).

ANEXOS

Comportamiento Climático de la localidad

