

República de Cuba

Facultad de Ciencias Agrarias

**Fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L) ante la aplicación de
diferentes abonos orgánicos.**

Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo.

Por

Autor: Osmar Suárez Hernández

Tutor: Yanet Yero Mosquera

Cienfuegos ,2010

AGRADECIMIENTOS

- Llegar al final de una formación profesional exitosa como esta, es sin duda fruto de consagración personal, pero sería imposible sin la ayuda y el apoyo de un sinnúmero de personas. Llegó el momento más oportuno para agradecer a quienes me han ayudado y transmitido lo más puro de sus conocimientos.
- Mencionarlos a todos sería una lista infinita, pero le expresamos con toda sinceridad y respeto, al colectivo de profesores del Centro de Estudio (Sede Universitaria Espartaco), que nos sería imposible llegar aquí hoy sin la ayuda y la colaboración de cada uno de sus miembros.
- A todos los que han coadyuvado con mi labor, cuya relación nominal sería imposible mencionar en estas sucintas líneas.
- Agradezco infinitamente a mi tutora por su paciencia, sabiduría y comprensión.

A Todos Muchas Gracias.

DEDICATORIA

A la Revolución por la oportunidad
que me ha dado de formarme como profesional.

SINTESIS

El presente trabajo se realizó en la finca de René Suárez perteneciente a la CCS Julio Antonio Mella del municipio de Palmira en el cual se evaluaron 8 tratamientos en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) con la aplicación de diferentes alternativas orgánicas con el objetivo de caracterizar del comportamiento del frijol común ante la aplicación de estas alternativas en un suelo pardo sialítico sin carbonatos. Evaluando la altura de la planta en los diferentes momentos, fonología del cultivo, número de vainas por planta, número de granos por vainas, masa de los granos por planta y rendimiento final de la parcela. Los resultados de este trabajo en cuanto a la altura de las plantas demuestran que entre tratamientos, alcanzo mayores resultados a los 58 dds la Fórmula Completa NPK (34.25cm), seguido del Humus de Lombriz (33.2cm), Compost (30.85), Te + Nitrato (30.85), Rizhobium (27.7), Nitrato de Amonio (27.9), Te de Estiércol (25.85) y el Testigo (21.75) sin aplicar manifestó el valor más bajo. Para el número de vainas por planta obtuvieron los mejores resultados la Fórmula Completa NPK (19u) y el Humus de Lombriz (19u) sin diferir estadísticamente entre ellos, Seguido Te + Nitrato (16u), Rizhobium (14.25u), Compost (13.5u), Nitrato de Amonio (11.5u), Te de Estiércol (10.75u), y el Testigo (3.75u) sin aplicación obtuvo los valores más bajo. En la masa de las vainas por planta obtuvieron los mejores resultados la Fórmula Completa NPK (51.5g),y Humus de Lombriz (51.5g) sin diferir estadísticamente entre ellos, la sigue el Rizhobium (41.25g), Te + Nitrato (38.25g),Compost (36g), Nitrato de Amonio (29.75g), Te de Estiércol (27.25g), el Testigo sin aplicación (6.25g) obtuvo los valores más bajo. Para el número de granos por vainas obtuvieron los mejores resultados la Fórmula Completa NPK (4.90u) y Nitrato de Amonio (4.90u), sin diferir estadísticamente del Rizhobium (4.45u), Humus de Lombriz (4.42u), Compost (4.37u), Te + Nitrato (4.35u), la sigue el Te de Estiércol (4.15u) y el Testigo sin aplicación (3.75u) que alcanzo el valor más bajo. La masa de los granos fue superior para el Humus de Lombriz ,(38g) seguido de la Fórmula Completa, (37.7g), sin diferir estadísticamente los dos anteriores ,Rizhobium (31g), Te + Nitrato (27g), Nitrato de Amonio (25.25g), Compost (25.25g), Te de Estiércol (21.5g) y el Testigo sin aplicación (3.75g) obtuvo el menor valor. En el rendimiento de los tratamientos expresado T. ha⁻¹ obtuvo una mejor respuesta la Fórmula Completa NPK (7.06), muy seguida del Humus de Lombriz

(7.05), Rizhobium (6.34), Te + Nitrato (5.31), Compost (4.96),Nitrato de amonio (4.80) , Te de Estiércol (3.92) y el testigo (0.75) reporto el valor más bajo. Entre todos los tratamientos reportaron ganancias, oscilando entre 62075 pesos / hectárea para la fórmula completa y 525 pesos / hectárea para el Testigo sin aplicación. Recomendando la aplicación Humus de Lombriz y el Rizhobium por lo menos dos temporadas más, extender y generalizar la aplicación de estos tratamientos como alternativa nutricional y su empleo en otros tipos de suelos en el municipio.

Palabras Clave: Fríjol, abonos, orgánicos, cultivo, planta, suelos

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1	INTRODUCCION.	1
	1.1 Antecedentes	1
	1.2 Problema de la investigacion	3
	1.3 Objetivo General	3
	1.4. Hipótesis de la investigacion	4
2	DESARROLLO	5
	2.1. Marco Teórico de la Investigacion (Agricultura Organica).	5
	2.1.1 Materia Orgánica.	7
	2.1.2 Los Abonos Orgánicos	12
	. Humus de Lombriz.	14
	. Guano de Murcielago .	15
	. Turbas	15
	. Cachaza.	16
	. Gallinaza	18
	. Los Abonos Verdes	18
	El Purin	19
	Los Bioles.	20
	Compost	20
	El Estiercol .	23

	Te de Estiercol	25
	Rhizobium	26
	2.1.3 Abonado Foliar	26
	2.1.4 Métodos y Formas de Aplicación de los Abonos Orgánicos.	27
	2.1.5 Características de los Abonos Orgánicos.	28
	Indicadores de la Calidad de un Abono Orgánico están dados por:	28
	2.1.6 Evaluación de los Abonos Orgánicos.	33
	2.1.7 Utilización de los Abonos Orgánicos Cálculo de las cantidades a aplicar	34
	2.2 Materiales y Metodos	37
	2.3 Resultado y discusion	43
	Altura de las plantas en los diferentes momentos de crecimiento	43
	Componentes del Rendimiento	52
	Análisis Económico	63
3	CONCLUSIONES	65
4	RECOMENDACIONES	67
5	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
6	ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Desde los tiempos en que la joven humanidad se asentó en los poblados y comenzó a cultivar los suelos, la tierra fue algo más que una madre para los hombres. En estos siglos de cultivo ininterrumpido, los suelos han sufrido un agotamiento tal, que aún la ciencia moderna no haya una solución óptima y lo suficientemente rápida que permita su recuperación y a la vez satisfacer la demanda alimentaría de una población mundial que crece por año (Pérez, 1994).

Los programas de investigación sobre los sistemas de cultivos orgánicos fueron muy limitados hasta comienzo de los años 80, es a partir de esta época que aumenta la presión pública en cuanto a la conservación de los recursos naturales como el suelo y el agua, y la protección del medio ambiente; aumenta también la preocupación por los riesgos que para la salud humana implica el uso de los plaguicidas sintéticos y los fertilizantes inorgánicos. Estas presiones y preocupaciones crecieron aún más en los 90; esto se refleja en la cantidad de publicaciones que sobre la agricultura orgánica aparece cada año en la literatura científica (Pérez ,2002).

En el mundo la producción orgánica de productos alimenticios, con el empleo de abonos orgánicos como el, Te de estiércol, Bioles, Compost, Humus de Lombriz y otros, son alternativas que benefician tanto a productores como a consumidores, los primeros se ven beneficiados porque en su finca se reduce considerablemente la contaminación del suelo, del agua y del aire, lo que alarga considerablemente la vida económica de los mismos y la rentabilidad de la propiedad. Los consumidores se ven beneficiados en el sentido que tienen la seguridad de consumir un producto saludable y de alto valor nutritivo (Suquilanda, 2001).

En la actualidad, la superficie dedicada a la agricultura orgánica asciende a más de 16 millones de ha., de esta superficie, 48,5% se encuentra en Oceanía; 23,58% en Europa; 20,02% en América Latina; 7,42% en América del Norte; 0,33 en Asia y 0,14% en África (Pérez Nilda, 2002).

La agricultura cubana se encuentra en una etapa de sustitución de insumos o de conversión horizontal (producción con menos insumos agroquímicos, técnica para la recuperación de suelos y el manejo integrado de plagas basado en el control biológico, entre otros), pues aún los resultados obtenidos de forma aislada no se relacionan bajo una concepción agro ecológica del desarrollo agrícola, con el objetivo de aprovechar los mecanismos de sinergia.

Un conocimiento muy completo de las interacciones biológicas y ecológicas, ciclo de nutrientes y sistemas de manejos sustentados en la maximización de los recursos internos, es siempre un prerequisite para una transición adecuada de un sistema opcional, planteándose como una de estas vías alternativas la utilización de los llamados abonos orgánicos fermentados, ricos en nutrientes para la planta, e incorporan gran cantidad de micro organismos benéficos. Se diferencian de otros abonos orgánicos porque requieren de menos tiempo de fabricación (González, 1996).

En los países de Centroamérica, Panamá, Brasil, entre otros, los agricultores vienen obteniendo grandes éxitos con el empleo de los abonos orgánicos fermentados en los diferentes cultivos de hortalizas y vegetales (Restrepo, 1996).

1.2. Problema de Investigación

Dada la escasez de una de las mayores fuentes de materia orgánica en la provincia de Cienfuegos (la cachaza) debido a la reestructuración del Ministerio del Azúcar y los déficit de suministros de abonos de origen mineral, surgió la necesidad de buscar alternativas en la fabricación de abonos orgánicos para garantizar las necesidades nutritivas en cultivos de hortalizas y vegetales cultivados en huertos intensivos, organopónicos y huertos populares, utilizando recursos propios de la localidad y ampliando la diversidad de su uso, a la vez que se protege la salud y el medio ambiente.

1.3. Objetivo General

- Caracterización del comportamiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) ante la aplicación de abonos orgánicos en un suelo pardo sialítico sin carbonatos del Municipio de Palmira.

2.1. Hipótesis de la Investigación

Con el empleo de abonos orgánicos se pueden alcanzar mayores niveles nutricionales en el cultivo del frijol logrando con ello altos rendimientos en la producción de este, dado la escasez de fertilizantes químicos y el daño que estos ocasionan a la salud y el medio ambiente.

2. DESARROLLO

3. DESARROLLO

2.1. Marco Teórico de la Investigación (Agricultura Orgánica)

En sus inicios la Agricultura fue innovadora y capaz de adaptarse a las variadas condiciones ambientales y sociales, logrando en buena medida el equilibrio del agro ecosistema. Sin embargo, según Monzote, Martha. (2000), la agricultura “moderna o convencional”, que surgió a raíz de la Segunda Guerra Mundial con la llamada “Revolución Verde”, la cual tuvo efectos iniciales positivos en relación al incremento del rendimiento de ciertos cultivos básicos, pronto manifestó fragilidad, vulnerabilidad y riesgo para el ambiente, la salud humana y los agros ecosistemas.

En contraposición a la agricultura convencional, se desarrolla en el mundo la agricultura conservacionista, natural, orgánica, biodinámica, viva, alternativa, regenerativa y permacultura. Más recientemente la agro ecología integra estas ideas y métodos de hacer agricultura, y tiene sus raíces en las Ciencias Agrícolas, en el movimiento de protección del medio, en el análisis de ecosistemas indígenas y en los estudios sobre desarrollo rural Altieri, (1995), que les dan una base científica.

La agricultura orgánica, al integrar sistemas de producción más humanos y sostenibles, tanto ambiental como económicamente, surge como una respuesta adecuada a la crisis estructural de la agricultura convencional. Sus metas y propósitos brindan la base para un enfoque ético para la producción de alimentos, adecuada tanto para los países desarrollados, como para los del Tercer Mundo (Pérez, 2002).

Monzote, Martha (2000), prosigue con relación a esta tendencia agrícola, que la FAO, en su Declaración de enero de 1999, plantea: “La FAO tiene la responsabilidad de dar a la agricultura orgánica, un legítimo lugar dentro de los programas de agricultura sostenible y ayudar a sus países miembros en sus esfuerzos para responder a la demanda de los agricultores y consumidores en este sector. La agricultura orgánica puede contribuir a disímiles metas de la sostenibilidad y así lo está demostrando”.

La agricultura orgánica evita el uso de agroquímicos a través de la rotación de cultivos, la adición de subproductos agrícolas y el control biológico de plagas, Actualmente en el mundo hay alrededor de 17 millones hectáreas destinadas a producciones orgánicas , pero si restan unos 10 millones de hectáreas de pastos de las pampas argentinas y las áreas naturales de Australia que estos países lograron certificar, el área dedicada en el mundo a esta actividad, es solo similar a la superficie agrícola de Cuba. Se estima que entre 1% y 3% de los alimentos producidos a escala mundial, son orgánicos, y se espera que este porcentaje alcance un 15% para el año 2005 (Pérez, 2002).

A pesar de que en muchos países en desarrollo la agricultura orgánica es técnicamente viable, para ser implantada a gran escala, encuentra mejor acogida entre los pequeños agricultores, porque es una agricultura que funciona con los recursos y prácticas de que ellos disponen. Por ello, cada vez más, organizaciones y programas de mejoramiento agrícola convierten la agricultura orgánica y ecológica en el eje central de su trabajo.

Cuba cuenta con factores favorables para demostrar las posibilidades de implementación de sistemas agrícolas orgánicos (Monzote y Funes, 1997)

2.1.1. Materia Orgánica

La materia orgánica, si bien su aplicación en la agricultura es milenaria, sufrió a mediados del Siglo XX un olvido, a causa probablemente de la introducción de los abonos químicos, que producían mejores cosechas con un menor costo. La materia orgánica procede de los seres vivos (plantas o animales superiores o inferiores), y su complejidad es tan extensa como la composición de los mismos seres vivos. La descomposición en mayor o menor grado de estos seres vivos, provocada por la acción de los microorganismos o por factores abióticos, da lugar a un abanico muy amplio de sustancias en diferentes estados, que son los constituyentes principales de la materia orgánica (PROEXANT, 2001).

Numerosos investigadores han reconocido efectos beneficiosos de la aplicación de la materia orgánica en el suelo, en cuanto a las mejoras observadas con respecto a las características químicas, físicas y biológicas del mismo. La materia orgánica forma parte del ciclo de nitrógeno, del azufre y del fósforo, contribuye a la asimilación del nutriente, mejora la estructura y la retención de agua del suelo y da soporte a todo un mundo de microorganismos, cuya actividad resulta beneficiosa para el cultivo

La materia orgánica contiene casi el 5% de nitrógeno total, sirviendo de esta manera, como un depósito para el nitrógeno de reserva. La materia orgánica también contiene otros elementos esenciales para las plantas, tales como: fósforo, magnesio, calcio, azufre y micro nutrientes (Valerozo, 2001).

Según (Kolmans E. y Vázquez D. 2000), por lo general, no se encuentran deficiencias minerales en la materia orgánica, porque normalmente, cualquier sustancia que pasa por el ciclo de “dentro del suelo” a “sobre el suelo”, tarde o temprano regresa automáticamente a él.

El suelo es el lugar a donde regresa todo lo que alguna vez tuvo vida, y el material que se forma se denomina materia orgánica. La planta, al igual que los animales y el hombre, necesita alimentarse para poder vivir. Si no nos preocupamos por la fertilidad de nuestro suelo, este se irá empobreciendo cada vez más, hasta quedar estéril (Suárez Olga, 1996).

El mantenimiento de los niveles de materia orgánica en el suelo, garantizan la estabilidad de la bioestructura del mismo, pudiéndose desarrollar todas las formas de vida que existen y que dependen directamente de la existencia de restos orgánicos en el suelo, para poder vivir. Por tanto, mientras mayor disponibilidad de materia exista en un suelo (alimento), mayor cantidad de organismos vivientes podrán vivir en él. Funes F, (2000). El uso de materia orgánica es primordial en la agricultura sin laboreo, el cultivo en sustrato y la agricultura orgánica o biológica.

Requerimientos de la Nutrición Vegetal.

La nutrición natural de las plantas, se basa en la descomposición de los organismos, en una diversidad de compuestos orgánicos y minerales. Las sustancias inorgánicas solo desempeñan un papel complementario o secundario y son tomados de acuerdo con los requerimientos de las plantas (Kolmans y Vázquez, 2000).

Como se alimenta la planta

El aire, con su aporte de oxígeno y gas carbónico y las sales minerales en solución en el agua del suelo, constituyen el alimento necesario para la planta.

Las sales minerales, tan importantes para la planta, proceden de las reservas orgánicas del suelo o bien de su aporte al suelo en forma de fertilizantes. Con los elementos minerales de los vegetales podemos hacer una primera división en función del porcentaje con que forman parte de la materia seca vegetal., así podemos distinguir entre dos categorías

Elementos plásticos

Se consideran 12 elementos que constituyen el 99% de la materia seca vegetal, entre ellos: Carbono, Oxígeno, Calcio Hidrógeno. Nitrógeno, Azufre, Fósforo, Potasio, Magnesio.

A su vez, dentro de los que se aportan con los fertilizantes, se pueden establecer otras dos categorías vegetal., así podemos distinguir entre:

Macronutrientes elementos primarios. La planta para su correcto desarrollo precisa recibirlos de forma abundante

Nitrógeno (N) Fósforo (P_2O_5) y Potasio (K_2O)

Macronutrientes elementos secundarios. Imprescindibles para la alimentación vegetal y en muchas ocasiones, escasos en los terrenos de cultivo. Si su nivel es insuficiente, el abonado periódico es tan importante como el de cualquier otro macronutriente. Sus deficiencias no suelen presentarse en parcelas aisladas sino en comarcas.

Calcio (CaO), Magnesio (MgO), Sodio (Na_2O) y Azufre (SO)

Microelementos u oligoelementos

En su conjunto representan una parte insignificante del peso de la planta, pero son también importantes para las mismas:

Boro (B), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Zinc (Zn), entre otros.

Según Whelan, (1997), la eficacia y productividad del sistema agrícola han de incrementarse a través de una mejor evaluación de los nutrientes vegetales disponibles en el suelo, los residuos de cultivos y los fertilizantes orgánicos, y agrega: el aporte de nutrientes a las plantas cultivadas debe ajustarse a sus requerimientos. También hay que reducir al mínimo las pérdidas de nutrientes, de forma que el aporte de estos y su utilización por la planta, puedan optimizarse

La agricultura ecológica, prueba que es posible obtener rendimientos y una productividad óptima e incluso por encima de la agricultura convencional, sin conocer una carencia de nutrientes minerales. La nutrición con sustancias sintéticas produce automáticamente la pérdida del equilibrio de los nutrientes del suelo (Kolmans y Vázquez, 2000).

Los autores referidos en el párrafo anterior, agregan además, que los nutrientes son sustancias auxiliares de las funciones vivas y son movilizadas tan pronto como son requeridas por los procesos biológicos en el sistema suelo-planta, lo cual sucede cuando hay las condiciones necesarias, especialmente térmicas. Por ello solo se puede proporcionar al suelo, minerales en su forma original en la medida que sean requeridos, solo así se pueden evitar desequilibrios en el proceso biológico.

Respecto a lo anterior, Whelan, (1997), indica que es necesario desarrollar métodos que hagan posible incrementar la disponibilidad de nutrientes vegetales en el sistema cultivo-suelo a través del uso racional de fertilizantes y otras fuentes de nutrientes, y agrega que no es menos importante hacer comprender a los agricultores las funciones y el comportamiento de estos elementos nutritivos en la planta y en el suelo, solo así podrán tomar las medidas apropiadas que requiera la nutrición vegetal integrada.

Con el descubrimiento de los nódulos de leguminosas (principalmente las legumbres), estaban asociadas con la fijación de nitrógeno, se profundizó en algunos de los problemas microbiológicos del suelo y se consideró que los microorganismos del mismo, tenían una función principal en el ciclo general de los nutrientes esenciales y, por consiguiente, la microbiología del suelo constituye un campo esencial de estudio para aquellos que tienen que trabajar con el conocimiento de las plantas (Guerra F. y colaboradores, 1983).

Si bajo condiciones favorables se introduce en el suelo abundante material fresco y descomponible, se produce inmediatamente un gran cambio, dada la presencia de estos nuevos compuestos que producen fácilmente energías y nutrientes asimilables y la multiplicación de los microorganismos del suelo aumenta rápidamente, por lo que dicha actividad microbiana pronto llega al máximo y con ello se descompone y se sintetiza simultáneamente.

Reafirmando lo anterior, Kolmans y Vázquez, (2000), consideran que en la agricultura ecológica es importante fomentar los microorganismos para mejorar la fertilidad del suelo, considerando la calidad y cantidad de nutrientes, además de la organización interna de los procesos biológicos. Con esta agricultura se busca una nutrición lenta y constante, al fomentar la nutrición vegetal indirecta y no la directa, la cual altera los procesos biológicos y el ecosistema en general

2.1.2. Los Abonos Orgánicos.

Los abonos orgánicos tienen su origen en residuos vegetales y animales, los que en su forma más simple pueden ser residuos de cosecha que quedan en los campos y se incorporan de forma espontánea o con las labores de cultivo y residuos de animales que quedan en el campo al permanecer los animales en pastizales.

Los residuos vegetales y animales pueden colectarse y colocarse en sitios para propiciar su oxidación y descomposición. En esos casos puede añadirse sustancias químicas o biológicas que favorezcan esa descomposición y posibilite obtener los abonos orgánicos más descompuestos, integrados y compensados.

Por lo general los abonos orgánicos de origen animal se conocen como estiércol y los de origen vegetal se les llama "**Compost**" en inglés. El abonado o fertilización no es un descubrimiento reciente, los chinos, griegos y romanos utilizaron abonos animales, margas y cenizas vegetales. Los egipcios fertilizaban sus tierras con los sedimentos de las inundaciones del Nilo. Los indios americanos precolombinos le echaban pescados a los maizales, (Lacasa Mirabal, A. 1990).

Según Jacob A,(1967) ,todos los abonos orgánicos llevan en su composición, en proporciones variables los tres elementos fertilizantes que se consideran como principales: nitrógeno, fósforo así como pequeñas cantidades de potasio, además de otros secundarios y diversos oligoelementos cuya concentración es sin embargo esencialmente más baja que la de los fertilizantes minerales , a pesar de ello los abonos orgánicos no deberán solamente valorarse por su contenido en nutrientes , sino también por su beneficio de efecto al suelo .La materia orgánica de este activa los procesos microviales fermentando simultáneamente su estructura , aireación y capacidad de retención de humedad ,junto con ello actúa como regulador de la temperatura edáfica , retarda la

fijación del ácido fosforito , incrementa el crecimiento de la planta así como representa fuente de lento y uniforme suministro de nitrógeno ejecutando con ello una favorable influencia sobre el contenido proteico de las plantas .En virtud de estas propiedades los abonos orgánicos crean frecuentemente las condiciones necesarias para la eficacia del empleo de los fertilizantes minerales ,la creación de condiciones locales ideales para los vegetales es ,sin embargo solamente posible mediante la interacción de los abonos orgánicos y los fertilizantes minerales , dado que los primeros favorecen las propiedades edáficas y los últimos aportan los nutrientes vegetales.

Además Padilla (1988), citado por Cruz (2002), expone que la aplicación de abonos orgánicos ofrecen beneficios favorables para las plantas, tales como:

- Sirven como medios de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, como es el caso de los nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.
- Aumenta la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
- Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos y pesados.
- Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento.
- Proporciona alimentos a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y la bacteria fijadora de nitrógeno.
- Atenúa los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
- Reducen la formación de costra, al debilitar la acción de dispersante de las gotas de lluvia.
- A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento, cantidades pequeñas de elementos metabólicos, a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.

- Reduce la densidad aparente del suelo, aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
- Mejora las condiciones físicas del suelo, mediante la formación de agregados

. Humus de Lombriz

Bravo y Radioke, (1998), citado por (Cruz, 2002), expresa que el humus es uno de los mejores abonos orgánicos, ya que posee un contenido muy alto de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio asimilable, acompañado por gran cantidad de bacterias, hongos y enzimas, que continúan el proceso de desintegrar y transformar el abono orgánico.

El humus de lombriz puede reemplazar en su totalidad a los fertilizantes químicos, con la ventaja de que la carga bacteriana que posee, recupera plenamente los suelos por infértiles que hayan sido (Lacasa A, 1990).

En Cuba, el humus de lombriz o vermicompost como también se le llama, se aplica a diferentes cultivos, tales como: hortalizas (de 4-8 t. /ha.), frutales (2-3 kg/planta), viandas (7-10 t. /ha.), flores (de 2 a 3 grs./planta), entre otros. (Pupiro, L. 2002).

Se produce por la descomposición de residuos orgánicos por lombrices especializadas que tienen la facultad de producir humus de alta calidad.

Noriega y col. (2001) expresan que el proceso de producción de humus de lombriz se conoce como “Lombricultura o Vermicultura” y la lombriz más eficiente utilizada en este proceso es la Roja Californiana (*Eisenia foetida*).

El hábito alimentario de las lombrices es saprofita, es decir, consumen material orgánico en descomposición. Las condiciones más adecuadas para ese proceso son:

- Altura de la capa de alimentación de 15 cm.
- Humedad en el centro del cantero de 75 % y pH de 6.5 a 7.5.
- Temperatura de 18 a 25 grados Celsius a la sombra.

Los criaderos canteros o canteros deben tener 1.5 m de ancho por 20 m de largo, para lo cual se necesitan como pie de cría 20 kg de lombrices.

El proceso de descomposición puede durar de 3 a 6 meses. El rendimiento esperado es de 12 toneladas por cantero al año (0.4 t por metro cuadrado al año). Se le atribuye un 50 a 60 % de eficiencia. Las lombrices le “temen” a la luz por eso deben protegerse del sol. El humus obtenido se pasa por tamiz de 4 mm. (Vivanatur Proyectos, 2000.)

Guano de Murciélago

Se produce en cuevas por la acumulación de deyecciones y cuerpos de esos mamíferos en donde habitan y que a veces constituyen grandes reservas de abonos orgánicos ricos en fósforo.

En Cuba existen grandes depósitos de este abono orgánico especialmente en las provincias de Camagüey y Pinar del Río.

Turbas.

Las turbas constituyen acumulación y depósito de materia orgánica producidas en zonas donde la acumulación y permanencia del agua en la superficie del suelo, por largo tiempo limitan la actividad microbiana propiciando la acumulación de la materia orgánica en grandes cantidades.

La calidad y contenidos de nutrientes de la turba dependen de la naturaleza de los residuos orgánicos y de su grado de descomposición.

. **Cachaza.**

La cachaza es un abono orgánico rico en materia orgánica, fósforo y calcio. La producción de cachaza equivale al 3-4 % del peso de la caña que procesa el central.

La cachaza no posee una composición química definida cuantitativamente, pues depende de la zona cañera, del proceso seguido para su extracción, etc.

Rodríguez, A. y colaboradores, (2001), hacen referencia a algunas características de este abono, las cuales aparecen en la Tabla No. 1. En estado fresco y curado.

Tabla 1. Principales características de la Cachaza

Tipos de Abono	P A R A M E T R O S					
	Humedad %	Relación C/N	Mat. Org. %	Nitrógeno %	Fósforo %	Potasio %
Cachaza fresca	71.00	30:1	16.40	0.32	0.60	0.17
Cachaza curada	54.50	15:1	28.90	1.11	1.11	0.15

Como se puede observar en la Tabla No 1, en comparación con el nitrógeno y el fósforo, los niveles de potasio son más bajos.

La cachaza es de gran uso en el territorio como fuente en la mezcla de sustrato, para huertos intensivos, organopónicos, patios y parcelas, ocupando las $\frac{3}{4}$ partes hasta el valor mínimo del 50%, para obtener altos rendimientos de forma estable (Ministerio de la Agricultura, 1998).

En trabajo realizado por Velásquez, Cristina, (2002), en Estación de Suelos de Guantánamo, Según experiencia Otero, O. (1998), obtuvo altos rendimientos y elevada calidad de las cosechas en los cultivos de habichuelas, lechugas y pepinos, mediante el empleo de cachaza fresca como sustrato en organopónico.

Según Fundora, O. y colaboradores, (1992), es un residuo del proceso de clarificación del guarapo y está integrado por una mezcla de fibras, tierra, sacarosa, cera, compuestos albuminoideos, etc.

En Cuba para una producción de siete millones de toneladas de azúcar se tiene un potencial de producción de cachaza de aproximadamente dos millones de toneladas

La utilización de la cachaza como abono orgánico, se facilita porque los centrales azucareros que la producen están ubicados y distribuidos en todo el país. Eso facilita una distribución adecuada para utilizarlo en los lugares que sean más necesarios y cercanos.

En los últimos años se ha utilizado en Cuba y otros países, los residuales líquidos de la Industria Azucarera y sus Derivados como portadores de materia orgánica para el mejoramiento de los suelos, Peneque y col.(1992) reportaron que la vinaza del CAI "Héctor Molina" aporta 57.4 g.l^{-1} de materia orgánica. Armengol (2002) reporta que la vinaza de la Destilería "Nauyú" contiene 31.6 g.l^{-1} de materia orgánica e informa los beneficios que produce en las características químicas y físicas de los suelos la aplicación de los residuales.

La aplicación de esos residuales como mejoradores de los suelos está normada en el MINAZ, lo cual se basa en la Metodología elaborada por (Paneque y col. MINAZ, 2002).

Gallinaza

Se denomina gallinaza al abono orgánico procedente de las excretas y otros residuos que se obtienen en los lugares donde se cría intensivamente aves para la producción de huevos y carnes.

Este abono orgánico en su estado fresco contiene muchas sustancias que se encuentran en proceso de descomposición y cuando se aplican producen alteraciones en el suelo y afectaciones a las plantas; por esa razón se hace necesario que antes de utilizarlos se haya logrado su oxidación y descomposición.

Además, en muchas ocasiones se utiliza en los gallineros y polleras cal (Ca(OH)_2) para eliminar los malos olores y como medida de saneamiento. Esa cal tiene efecto residual en la gallinaza y presenta reacción alcalina. En esos casos debe tenerse presente que ese abono orgánico puede afectar a cultivos que necesitan PH bajo para su desarrollo, como es el caso del café, la piña y otros

Abonos Verdes

Los abonos verdes constituyen una práctica tradicional 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 (Chávez, 1986 y Valencia, 1995)..

. El Mulch

Consiste en cubrir el suelo desnudo con material orgánico, basado en la existencia de suelos descubiertos en la naturaleza, que siempre tienden a formar un manto verde de plantas protectoras.

Según Kolmans y Vázquez (2000), la práctica del mulch consiste en cubrir el suelo alrededor de las plantas de cultivo, pudiendo emplearse diversos materiales como rastrojos de cultivos, follajes de árboles, abonos verdes secos, etc., estos pueden emplearse apenas las plantas hayan emergido del suelo y en algunos casos, incluso, se siembran dentro o debajo del mulch.

Esta práctica tiene algunas ventajas como proteger al suelo del sol y el viento, evitando que se reseque y cultivando su humedad por mayor tiempo, evita el crecimiento de malezas y favorece la vida microbiana, aunque se debe tener cuidado, porque una capa muy gruesa podría, en lugares húmedos, ayudar a la propagación de plagas como la babosa y caracol, por ello, es recomendable realizar esta práctica en lugares donde haya escasez de agua Valenciano (1991), (citado por Águila y Enrique ,1999).

El Purin.

Está constituido por orina fermentada de los animales domésticos, mezclado con partículas de excremento, jugos que fluyen del estiércol y agua de lluvia.

Cita, Kolmans y Vázquez (2000), el purín tiene un valor fertilizante que no hay que dejar perder, sin embargo, si se utiliza mal, lo que es frecuente en el caso de ciertas zonas ganaderas, puede conducir a una degradación frecuente de la flora, y a una fuerte disminución de la vida del suelo.

Por su importante contenido en sales potásicas, el purín es considerado como un abono N-K. Es un abono de efecto rápido, ya que los nutrientes que contiene se encuentran en su mayor parte en forma fácilmente disponible. La aplicación en dosis elevada de residuos líquidos, puede conducir a la salinización del suelo.

Los Bioles.

Suquilanda, (1996), señala que el Biol. Es una fuente de fitoreguladores que se obtiene como producto de la descomposición anaeróbica de los efectos orgánicos.

Siendo el Biol. Una fuente orgánica de fitoreguladores, a diferencia de los nutrientes en pequeñas cantidades, es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para actividades agronómicas como: enrizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de la semilla, traduciendo todo esto en aumento significativo de la cosecha.

Compost.

Para la producción de "**Compost**" existen metodologías bien definidas que utilizan, además, de los residuos orgánicos, productos químicos y biológicos.

La producción de "Compost" requiere el establecimiento de un riguroso régimen de temperatura y humedad que garanticen el proceso de oxidación y favorezcan la descomposición de los residuos orgánicos y producción de humus.

Es el **abono orgánico** que se obtiene al someter a la descomposición microbiana, por la oxidación, residuos de origen vegetal o animal o ambos juntos. Por lo general el **Compost** es rico en materia orgánica (Humus) y contiene cantidades apreciables de elementos minerales (N, P, K, Ca y Mg).

Brady, (1970), citado por Coronel (1982), define el Compost como “un conglomerado de materias orgánicas formadas comúnmente de pisos alternos de estiércol y material vegetativo que luego será descompuesto.

El Compost es el ingrediente básico para hacer huertos y un fertilizante natural perfecto. Sufre el mismo proceso que las hojas de los árboles al caer al suelo, estas se descomponen y fertilizan el bosque. En nuestro Compost el proceso de descomposición es más rápido, debido a la forma en que se desutilizan los desechos orgánicos. (Smith, G. (1994).

Según Cuéllar, y colaboradores, (2002), el producto que se obtiene al final del proceso de compostaje es rico en materia orgánica, con un alto contenido de microorganismos e importantes cantidades de nutrientes. Agrega más adelante, además de aportar nitrógeno, fósforo y potasio, el Compost contiene cantidades importantes de humus y proporciona calcio, azufre y micro nutrientes como zinc, cobre, hierro y molibdeno.

Materiales sin ninguna calidad hasta sustratos perfectamente preparados con alto poder de fertilizante.

El Compost aporta y ayuda a la formación de organismos protectores, antibióticos y otras sustancias, además de los nutrientes que el mismo produce, facilita que la planta tome los de la tierra (Smith, 1994).

El suministro adecuado de Compost adecuado sobre un suelo pobre, mejora sus propiedades y características (Kolmans y Vásquez, 2000).

El Compost es considerado un material biológicamente activo y algunos consideran que es un proceso y no un resultado final, debido a que al aplicarlo al suelo, continúan los procesos de degradación de la materia orgánica (Funes, 2001).

Características del Compost

Las características químicas, físicas y biológicas dependen de la naturaleza de los residuos que se utilicen en su obtención o preparación y del proceso tecnológico empleado.

Si en su preparación se utiliza estiércol vacuno u otro residuo animal, el Compost tendrá alto contenido de humus y nitrógeno y baja relación **C/N** y será friable.

Si en la preparación del Compost se utilizan residuos vegetales con predominio de especies gramíneas o turbas el Compost tendrá bajo contenido de N y alta relación **C/N** y en general tendrá mala calidad química y física.

Tabla 2. Análisis químico del Compost. (Datos en base fresca).

Humedad	70 %
----------------	-------------

PH	6.8
Materia Orgánica	13.80 %
Nitrógeno total (N)	0.50 %
Fósforo total (P₂O₅)	0.26 %
Potasio total (K₂O)	0.53 %
Relación C/N	16:1

El Estiércol.

Según de Soroa,(1968), los estiércoles son mezclas de excrementos sólidos y líquidos de animales con los productos, generalmente de origen vegetal, que le sirven de cama, además, agrega Funes F. (2001), de ser gran portador de materia orgánica a los suelos, el uso del estiércol es ante todo una fuente importante de nitrógeno, elemento deficitario en la mayoría de los suelos sometidos a la explotación agrícola continua y también contiene otros micro elementos necesarios para el buen crecimiento de las plantas.

La utilización del estiércol es una práctica estabilizada desde hace muchos años en muchas regiones agrícolas, especialmente en Asia, donde practican la ganadería junto con la agricultura (Schomngh, 1990).

Funes (2001), plantea que todos los estiércoles tienen un uso específico, unos son más beneficiosos que otros, de acuerdo con la concentración de nutrientes; de más fácil manipulación que otros o simplemente, se encuentran en más

abundancia. Cada una de estas tres características debe ser tomada en cuenta cuando pensamos en su uso. Más adelante el autor se refiere a las cualidades del estiércol según las especies de animales.

Kolmans y Vásquez, (2000), refieren que el estiércol fresco, tiene un efecto rápido y evidente en el crecimiento vegetal a causa de su elevado contenido de nitrógeno, sin embargo, agrega que la agricultura ecológica no busca un crecimiento acelerado, sino un crecimiento armónico y uniforme que solo es logrado en un suelo sano, por lo que es importante que el estiércol sirva de elemento: primero a los microorganismos del suelo y no directamente a la planta.

Según señala Cross A.(1966), 30 t. de estiércol suministran por término medio 150 kgs de nitrógeno, 90 de fósforo y 180 de potasio, lo que permite decir que el estiércol es a la vez una enmienda y un abono.

Estiércol vacuno.

Nitrógeno $N = 87 \times 1000 \times (0.33 / 100) = 287 \text{ kg.ha}^{-1}$

Fósforo $P_2O_5 = 87 \times 1000 \times (0.23 / 100) = 200 \text{ kg.ha}^{-1}$

Potasio $K_2O = 87 \times 1000 \times (0.72 / 100) = 626 \text{ kg.ha}^{-1}$

Estiércol de caballo.

Nitrógeno $N = 56 \times 1000 \times (0.34 / 100) = 190 \text{ kg.ha}^{-1}$

Fósforo $P_2O_5 = 56 \times 1000 \times (0.13 / 100) = 73 \text{ kg.ha}^{-1}$

Potasio $K_2O = 56 \times 1000 \times (0.35 / 100) = 193 \text{ kg.ha}^{-1}$

Se aprecia que para tener la misma cantidad de materia orgánica pura (10 t.ha^{-1}) es necesario aplicar más estiércol vacuno (87 t.ha^{-1}) que en el estiércol de caballo (56 t.ha^{-1}).

También se aprecia que se aplica mayor cantidad de N, P_2O_5 y K_2O con el abono vacuno que con el estiércol de caballo porque el estiércol vacuno es más rico en nutrientes y su contenido de materia orgánica es menor.

Te de Estiércol.

Este es un abono orgánico fermentado constituido por estiércol 25 libras de estiércol animal fresco, 4 Kg. de hojas de leguminosas y 4 Kg. de potasio

Es considerado un abono N P K rico en nitrógeno por las características de aportar nitrógeno que presentan el estiércol y las leguminosas, de efecto rápido, que en aspersiones foliares o en fertiriego cada 15 días, la planta adquiere un gran desarrollo de hojas y tallos y toma un bonito color verde oscuro debido a la abundancia de clorofila. Se puede decir que en las hojas es donde se obtiene el rendimiento por lo que una buena vegetación hace prever una intensa actividad asimiladora, es decir un crecimiento activo y una cosecha grande por ello el nitrógeno es el factor que determina el rendimiento y la base del abonado. (Andre Gros Habana ,1966).

. Rhizobium.

Inoculante sólido producido a partir de cepas de *Rhizobium sp.*, las cuales fijan el nitrógeno atmosférico.

Al infestar las raíces de las leguminosas establecen simbiosis con la planta, logrando una alta eficiencia en la nodulación y fijación biológica del nitrógeno, lo que incrementa los rendimientos de los cultivos y evita la degradación de los suelos y la contaminación ambiental que producen los fertilizantes minerales.

El soporte de este inoculante (Biofer) es la turba, lo que facilita su manejo y almacenamiento.

2.1.3. Abonado Foliar.

Las raíces no son los únicos órganos susceptibles para absorber los elementos minerales, las hojas y los tallos son igualmente susceptibles para realizar esta absorción. Es posible suministrar elementos minerales a la planta en aspersiones foliares sobre las hojas, la absorción es tanto más eficaz cuando más joven sea la hoja, se hace por las dos caras de la hoja, es preciso mojar al máximo la superficie foliácea, por otra parte hay que anotar que el líquido que cae al suelo no se pierde, aun cuando la planta no absorbiese nada por las hojas, la pulverización fertilizante constituirá un procedimiento de distribución que asegura un excelente reparto de abono en el suelo.

Se evitara el tratamiento en tiempo demasiado calido o con fuerte viento, evitar También épocas de heladas o en periodos fríos y secos. El ideal es un tiempo cubierto, en calma, incluso ligeramente lluvioso. (Andre Gros Habana, 1966)

2.1.4. Métodos y Formas de Aplicación de los Abonos Orgánicos.

Cuando los abonos orgánicos se utilicen con el objetivo de mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos será necesario esparcirlos en todo el terreno e incorporarlo con las labores de preparación del suelo.

La forma más adecuada para la aplicación es utilizar una esparcidora de abono orgánico.

El momento más adecuado es aplicarlo después de del primer pase de grada e incorporarlo al suelo con el segundo pase de arado (cruce).

Todo productor que utilice abonos orgánicos debe tener presente que para obtener los máximos beneficios de esas inversiones ***es imprescindible incorporarlos al suelo.***

Además cuando se aplique el abono orgánico será necesario conocer sus características para poder calcular el tiempo de descomposición, Hacer las siembras en el momento adecuado y evitar las afectaciones a las plantaciones por la fijación del nitrógeno por los microorganismos

- Como sustituto de los fertilizantes químicos.

Cuando los abonos orgánicos se utilicen como sustitutos de los fertilizantes químicos se aplican criterios diferentes a los analizados hasta ahora con relación a la base de cálculo y la forma de aplicación.

Base de cálculo.

Para calcular la cantidad de abono orgánico que es necesario aplicar se toma como base:

1^o- Las necesidades de N, P₂O₅ y K₂O para el ciclo del cultivo.

- **El índice de extracción de N, P₂O₅ y K₂O del cultivo y los coeficientes de aprovechamiento de N, P₂O₅ y K₂O del suelo y del abono orgánico.**

2^{do}- Contenidos de N, P₂O₅ y K₂O del suelo.

3^o- Contenidos de N, P₂O₅ y K₂O y materia orgánica del abono orgánico.

4^{to}- Ciclo biológico del cultivo.

2.1.5. Características de los Abonos Orgánicos.

Las características de los abonos orgánicos están regidas por su contenido de materia orgánica, la naturaleza de los materiales que participaron en su formación y del proceso de oxidación y descomposición a que fueron sometidos los residuos orgánicos.

Indicadores de la Calidad de un Abono Orgánico están dados por:

1- Contenido y calidad de humus

El humus procedente de la descomposición de los residuos orgánicos con baja relación C/N y bajos contenidos de lignina son más sueltos y friables y su flora microbiana es más favorable para las condiciones físicas y biológicas de los suelos donde se apliquen, que cuando el abono orgánico se obtiene con residuos vegetales ricos en lignina con relación C/N muy alta.

Un abono orgánico debe tener 50 % ó más de materia orgánica en base seca. Contenidos inferiores a ese valor se considera de mala calidad.

2- Contenido de nutrientes.

Los abonos orgánicos deben tener un contenido de nutrientes N, P, K, Ca, Mg equilibrado, de modo que al ser utilizados mejoren la fertilidad de los suelos y beneficien el estado nutricional de las plantas. Además los abonos orgánicos no deben tener sustancias que acidifiquen o alcalinicen los suelos y que puedan afectar el desarrollo normal de los cultivos.

3- Contenido de humedad.

El contenido de humedad es el elemento que más limita la utilización de los abonos orgánicos por el costo que significa el transporte y el manejo de grandes cantidades de agua en el abono orgánico.

Por lo general los abonos orgánicos tienen entre 60 y 80 % de humedad dependiendo del proceso de obtención y por la naturaleza de los residuos orgánicos que contienen, que siempre tienen tendencia a retener el agua. Sin embargo todo el que produce y maneja abonos orgánicos debe procurar que en el momento de utilizarlos éstos tengan aproximadamente 60 % de humedad o menos.

Los abonos orgánicos muy húmedos, además de aumentar los costos de transporte son difíciles de manejar, aplicar y distribuir adecuadamente.

4- Relación C/N.

La relación **C/N** es una de las características más importantes de un abono orgánico. De su valor depende:

- Su velocidad de descomposición cuando se aplica a los suelos.
- La fijación y mineralización de nitrógeno del suelo y la posibilidad de la

competencia entre los microorganismos del suelo y las plantas por ese elemento.

- El aprovechamiento del **C** de la materia orgánica y su conversión en humus en el suelo.
- Sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

De la velocidad de descomposición de los abonos orgánicos depende el tiempo que debe esperarse después de su aplicación para sembrar o plantar el cultivo que se vaya a beneficiar con esas aplicaciones.

Siempre que se aplique abono orgánico a los suelos se favorece la actividad microbiana porque la materia orgánica, es fuente de energía para los microorganismos. Para que estos se reproduzcan, desarrollen y crezcan deben tomar del medio: N, P, K y otros nutrientes. Si esos nutrientes no se encuentran en el abono orgánico, los microorganismos los toman del suelo y entonces puede establecerse competencia entre la actividad microbiana y el desarrollo de las plantas con las que conviven.

Gros, (1966) y otros reportaron que la mayor competencia entre microorganismos y plantas se produce por el nitrógeno.

Se conoce que los suelos que se mantienen con cultivos, normalmente su actividad microbiana es estable y su relación **C/N** es aproximadamente 12:1. En esas condiciones las adiciones de los residuos de las cosechas aportan materia orgánica al suelo y se mantiene el equilibrio de la actividad microbiana y la mineralización del nitrógeno se estabilizan en los límites normales.

Cuando se añade abono orgánico al suelo ese equilibrio se rompe porque la materia orgánica es fuente de energía para los microorganismos y su reproducción aumenta. Como la relación **C/N** de los microorganismos es aproximadamente de 6:1 (baja) y la del abono orgánico es más alta; los microorganismos necesitan N

para formar sus cuerpos y si el abono orgánico no la tiene, tomarán nitrato y amonio del suelo, produciéndose inmovilización del N, se establece competencia entre los microorganismos y las plantas cultivadas. En esas condiciones las plantaciones sufren afectaciones.

Para evitar esa competencia el productor debe conocer la relación **C/N** de los abonos orgánicos que utiliza para determinar el tiempo que debe esperar, después que los aplica, para sembrar o plantar los cultivos.

En la **Figura 1** se presentan distintas posibilidades de la relación **C/N** del abono orgánico, su influencia en el tiempo de descomposición y las modificaciones que puede sufrir el N del suelo.

En la figura 1 se aprecia:

- Si la relación **C/N** del abono orgánico es menor de 17:1 entonces el tiempo de descomposición es de 1 a 2 semanas y se produce mineralización del N. Las plantas se benefician de esa descomposición.
- Si la relación **C/N** es de 17:1 a 33:1 el tiempo de descomposición es de 2-4 semanas. En este caso la mineralización del N es igual a la inmovilización.
- Gros, (1966) expresa que si la relación **C/N** de los abonos orgánicos es mayor de 25:1, cuando se aplican al suelo debe esperarse el tiempo establecido antes de sembrar ó plantar los cultivos. Si no se espera el tiempo indicado será necesario, aplicar fertilizante nitrogenado suplementario.
- Si la relación **C/N** del abono orgánico es mayor de 33:1 el tiempo de descomposición es de 4 a 8 semanas y en esas condiciones se produce inmovilización del N. En este caso no se debe sembrar ó plantar hasta que la descomposición se halla completado, pues las plantas pueden sufrir por la competencia que se establece con los microorganismos. Cuando la relación **C/N** es alta, en el proceso de descomposición se produce un efecto desfavorable para las plantas.

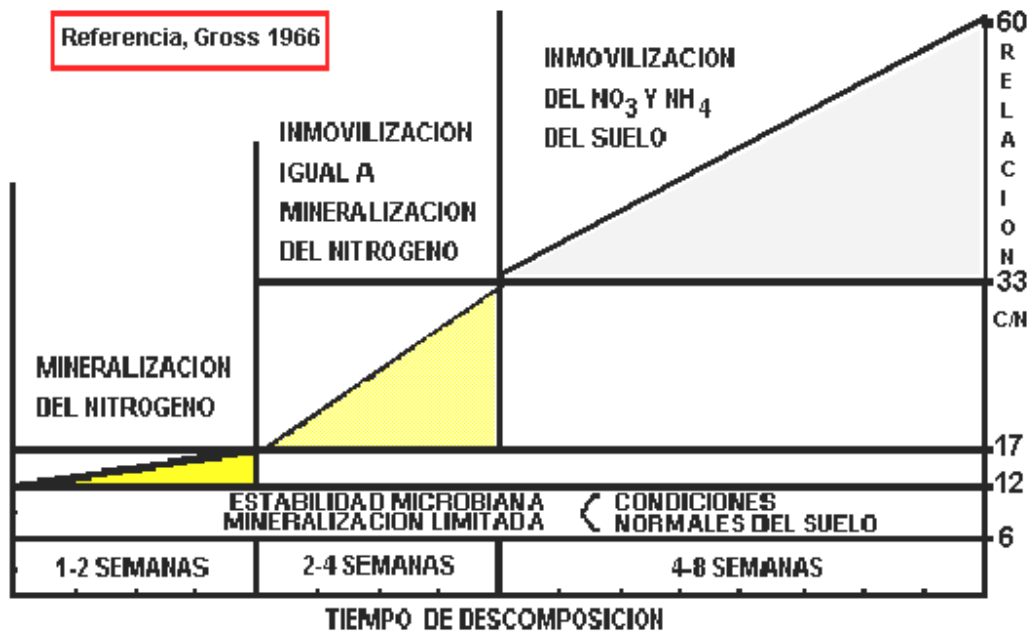


FIG. 1.- INFLUENCIA DE LA RELACION C/N DE LOS ABONOS ORGANICOS SOBRE EL TIEMPO DE DESCOMPOSICION Y SU RELACION CON LA DINAMICA DE MINERALIZACION DEL NITROGENO DEL SUELO.

Como la relación **C/N** de los microorganismos es aproximadamente de 6:1 ellos necesitan consumir **C** como fuente de energía y producen CO₂ que se pierde en la atmósfera. Si el contenido de N en el abono orgánico es bajo la materia orgánica se pierde y la conversión en humus es baja y entonces la eficiencia de la utilización del abono orgánico es muy baja y no se obtienen los beneficios que el productor espera. Esto, en última instancia, es un problema económico, pues en ese caso el efecto del abono orgánico sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos es limitado y el efecto residual durará muy poco tiempo.

Por ello es necesario que los productores conozcan las características de los abonos orgánicos que utilizan y el manejo que deben hacer de ellos.

Cuando la relación **C/N** de los abonos orgánicos es muy alta, es recomendable aplicar fertilizante nitrogenado para proveer a los microorganismos del N necesario

para sus funciones vitales; reducir la relación **C/N** y el tiempo de descomposición y eliminar la fijación del N del suelo.

2.1.6.Evaluación de los Abonos Orgánicos.

Para evaluar los abonos orgánicos es necesario hacer el análisis químico que los caractericen. Las determinaciones más importantes.

Humedad, materia seca, pH, carbonatos libres, materia orgánica y la determinación de elementos totales: N, P₂O₅, K₂O, Ca y Mg y calcular la relación **C/N**.

Para realizar estos análisis pueden utilizarse los métodos analíticos de la A. O. A. C (1950) o las técnicas descritas en el manual de técnicas analíticas del laboratorio de Agroquímica del INCA. (Peneque y col. 2001)

La calidad de los abonos orgánicos depende de muchos factores que están muy relacionados con el origen y naturaleza de los residuos que se utilicen en su composición, el proceso de oxidación utilizado y de los productos químicos que se utilicen para enriquecerlos.

Por esa razón la calidad de un mismo abono orgánico puede variar de un lugar a otro, pero existen indicadores que son básicos para su evaluación sea cual fuera su origen o procedencia.

Requisitos:

1- Humedad

- Mientras más baja sea el abono tendrá mayor calidad.
- Es deseable que tenga 50% ó menos.

2- Relación C/N

- Es deseable que la relación **C/N** de los abonos orgánicos sea menor de 25: 1 por las razones que se explicaron.

3- Contenido de materia orgánica.

- El contenido de materia orgánica es la base de todo abono orgánico. Su contenido debe ser de 50 % o más, expresado en base seca.

4- Contenido de nutrientes minerales

- Aunque el aporte de nutriente minerales no es el aspecto más importante en los abonos orgánicos para definir su calidad, su contenido tiene gran valor económico y práctico, especialmente cuando se establecen los sistemas de agricultura sostenible.
- En el abono orgánico es deseable que su contenido de N, P₂O₅ y K₂O sea equilibrado y lo más alto posible, de modo que cuando se aplique una dosis dada, los nutriente minerales que aporte sean suficientes para el desarrollo de cualquier cultivo, sin necesidad de hacer correcciones con la aplicación de fertilizantes químicos.

2.1.7. Utilización de los Abonos Orgánicos Cálculo de las cantidades a aplicar.

Cuando se tenga necesidad y posibilidad de utilizar los abonos orgánicos para beneficiar los suelos y los cultivos; antes de tomar una decisión de que hacer y cómo, debe tenerse presente algunos criterios básicos.

- I- Que el efecto beneficioso de los abonos orgánicos sobre el suelo y los cultivos está determinado por la cantidad de materia orgánica que se aplica y no por la cantidad del abono orgánico en sí.
- II- Que la caracterización química del abono orgánico es imprescindible para tomar cualquier decisión y hacer los cálculos correspondientes.
- III- Que las necesidades de aplicaciones de los abonos orgánicos dependen de los objetivos de esas aplicaciones.

Por lo general se presentan tres situaciones:

- A) Que se utilicen como enmienda orgánica para suelos con deficientes propiedades físicas, químicas y biológicas.**
- B) Como sustituto de los fertilizantes químicos.**
- C) Para establecer organopónicos u otras formas de agricultura orgánica.**

◇ - **Para cultivos de ciclo largo.**

- **Para suelos arenosos.**

Se ha determinado Paneque y González, (1985) que las dosis óptimas se encuentran en el rango de 15 a 25 t.ha⁻¹ de "**materia orgánica pura**". En esos casos el efecto residual de los beneficios que se obtengan en el suelo puede durar de 2 a 3 años.

- **Para suelos arcillosos.**

Las dosis óptimas se encuentran en el rango de 25 a 40 t.ha⁻¹ de "**materia orgánica pura**". En esos caso el efecto residual dura de 4 a 5 años.

◇ - **Para cultivos de ciclo corto.**

Cuando se aplica abonos orgánicos a suelos dedicados a cultivos de ciclo corto las cantidades recomendadas son bajas.

- **Para suelos arenosos.**

Se recomienda de 5 a 7 t.ha⁻¹ de "**materia orgánica pura**".

- **Para suelos arcillosos.**

Se recomiendan dosis de 10 a 12 t.ha⁻¹ de **materia orgánica pura**.

En los cultivos de ciclo corto el efecto residual de la materia orgánica dura menos tiempo porque cuando se interrumpen los cultivos y se somete a las labores de preparación del suelo, para el próximo ciclo, se violenta y acelera la descomposición del abono orgánico.

Determinación de las cantidades de abono orgánico a aplicar.

Para determinar las cantidades de abono orgánico que debe aplicarse en cada caso es necesario disponer de la siguiente información:

- Ciclo del cultivo.
- Textura del suelo.
- Contenido de materia orgánica en base fresca, % de humedad y N, P₂O₅ y K₂O del abono orgánico disponible.
- Dosis de materia orgánica pura recomendable para esas condiciones.

2.2. Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en la finca de René Suárez con una extensión superficial de 1.89 ha situada en la carretera Palmira Elpidio Gomes, Km. 2 en la zona de la Peseta, Perteneciente a la CCS Julio Antonio Mella de Palmira. Provincia Cienfuegos, Cuba. El suelo que caracteriza el área es Pardo Sialítico, Tipo Pardo, Mullido, Sin carbonatos. Suelo Llano, no pedregoso, no salino, con alta capacidad de retención de humedad, drenaje regular y ligeramente compactado, con una profundidad productiva de 20 a 30 cm. La siembra se realizó el 30 de Noviembre del 2008.

Tabla No 3. Características agroquímicas suelo.

PH	P ₂ O ₅	K ₂ O	% MO.
5.88	5.92	ND	2.67

Nota: Se envió una muestra de suelo en Diciembre del 2008 a la estación experimental de Barajagua donde se obtuvieron los resultados que aparecen en la tabla anterior pero no enviaron resultados de nitrógeno y potasio por falta de reactivo.

El trabajo se desarrolló en dos etapas, la primera correspondió a la elaboración de los diferentes tipos de abonos orgánicos y la segunda a la evaluación de su efecto como alternativa de nutrición tomando como referencia el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), variedad Japonés.

Primera etapa:

Elaboración de los diferentes abonos orgánicos

Elaboración del Te de Estiércol

Para la elaboración del Te de estiércol se utilizaron productos y herramientas de insumos propios.

Humus de Lombriz

El humus de lombriz utilizado fue recolectado del centro de lombricultura de la granja agropecuaria Espartaco. El mismo se aplicó a razón de 10 Kg/ m² en el momento de la siembra al fondo del surco.

. Elaboración del Compost

Para la elaboración del Compost se utilizaron restos de cosecha y herramientas de insumos propios los cuales se describen a continuación

- ▲ Paja de arroz
- ▲ Restos de cosecha de tomate
- ▲ Cepa de plátano
- ▲ Caña de maíz
- ▲ Restos de Cosecha de frijol
- ▲ Hierba verde
- ▲ Estiércol vacuno
- ▲ Tierra vegetal
- ▲ Agua para humedecer la mezcla
- ▲ Posteriormente se procedió a tapar la mezcla con yaguas y guano
- ▲ Un cubo
- ▲ Una guataca
- ▲ Un vagón
- ▲ Un machete
- ▲ Una pala

Se comprobó la temperatura durante todo el proceso de descomposición de la mezcla, estando listo el abono para su aplicación a los 6 meses.

Segunda etapa:

Para la evaluación de los diferentes abonos orgánicos como alternativa de nutrición al cultivo del fríjol común .se realizaron los siguientes experimentos de campo, los cuales se describen a continuación.

Mediante la selección de 4 bloques al azar en el cultivo del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L), variedad Japonés, donde se evaluaron 4 parcelas de forma aleatoria por cada tratamiento

Se realizaron los siguientes tratamientos:

Tabla 4.

Tratamientos	Descripción
1	Compost
2	Humus Liquido
3	Te de Estiércol
4	Te + Nitrato de Amonio
5	Nitrato de Amonio
6	Formula Completa NPK
7	Rhizobium
8	Testigo (sin aplicación)

- **Momento de aplicación**

1. Aplicación de Nitrato de amonio (0.22 Kg.) por parcela más Te de estiércol en aplicaciones foliares cada 15 días a partir de la germinación
2. Aplicación de Te de Estiércol en aplicaciones foliares cada 15 días a partir de la germinación.
3. Humus de lombriz el mismo se aplicó a razón de 10 Kg./m² en el fondo del surco en el momento de la siembra
4. Materia orgánica, se aplicó a razón de 10 Kg./m² en el fondo del surco en el momento de la siembra
5. Aplicación de Nitrato de amonio (0.22 Kg) por parcela en el fondo del surco en el momento de la siembra
6. Aplicación de una fórmula completa compuesta por (0.22Kg.)de nitrato, (0.06Kg) de superfosfato triple y (0.12 Kg.)de cloruro de potasio en el fondo del surco en el momento de la siembra.
7. Rhizobium se le aplicó a la semilla el día antes de la siembra.
8. Testigo absoluto—Sin aplicación de fertilizantes.

- **Propiedades de los fertilizantes químicos utilizados**

- Nitrato de amonio 34 % N
- Superfosfato triple 33 %.
- Cloruro de potasio 60 %

Se utilizaron 4 bloques al azar donde se dejó un surco muerto entre cada uno los mismos se dividieron en 8 parcelas separadas a un metro cada una, con un área de 4 surcos de ancho por dos metros de largo para un área de 3.2 m², se sembró con un marco de 0,40 de camellon por 0,10 metros de narigón. Diseño del experimento realizado .Ver figura 10 (Anexo 1)

- **Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó mediante tracción animal, con arado de vertederas y grada de pinchos , se comenzó la preparación con 45 días anterior a la siembra y se le realizaron las siguientes labores de cultivo Rotura, primera grada. Cruce, segunda grada y surque, según metodologías del “Instructivo Técnico para el Cultivo de vegetales (MINAGRI, 2000), para lograr que el terreno quedara con las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo.

- **Limpia**

Al fríjol se le aplicaron dos limpieas manuales con el fin de eliminar las Plantas indeseables y mejorar la estructura del suelo mejorando la aireación y absorción de agua en el suelo.

- **Riego**

Riego se realizó cada 8 días por inmersión en surcos hasta alcanzar la capacidad de campo para mantener el suelo con la humedad indicada.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron las siguientes evaluaciones:

Fonología del Cultivo:

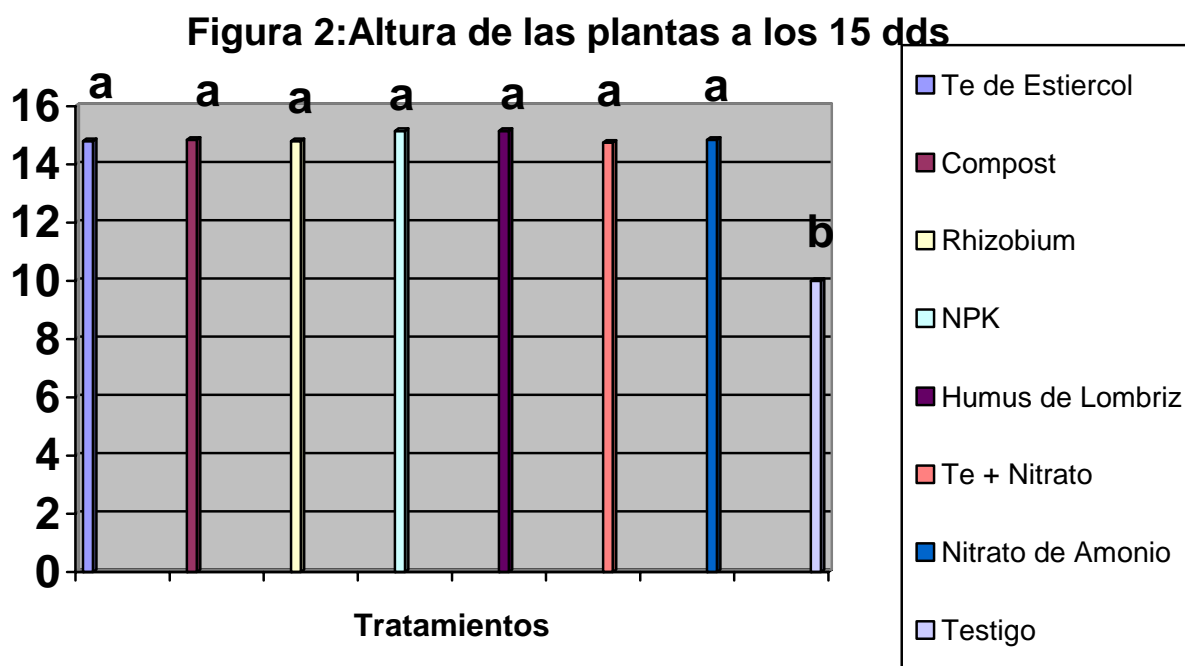
- Fecha de siembra 1/12-2008 Germinación 7/12/2008
- Fecha de formación de la primera hoja verdadera. 9/12/2008
- Altura de las plantas a los 15, 30 y 45 días después de la siembra., medida desde la base del tallo hasta un plano imaginario superior.
- Inicio de la floración con 50 % de floración.
- Fructificación o inicio de formación de vainas con 50 % de formación.
- Inicio de la maduración

Momento de la cosecha.

- Número de granos por vainas.
- Número de vainas por planta.
- Masa de las vainas por planta.
- Masa de los granos por vaina
- Rendimiento por superficie,.
- Total de grano por planta
- Peso de las vainas
- Peso de los granos por vainas

2.3. Resultado y Discusión

Altura de las plantas en los diferentes momentos del crecimiento.

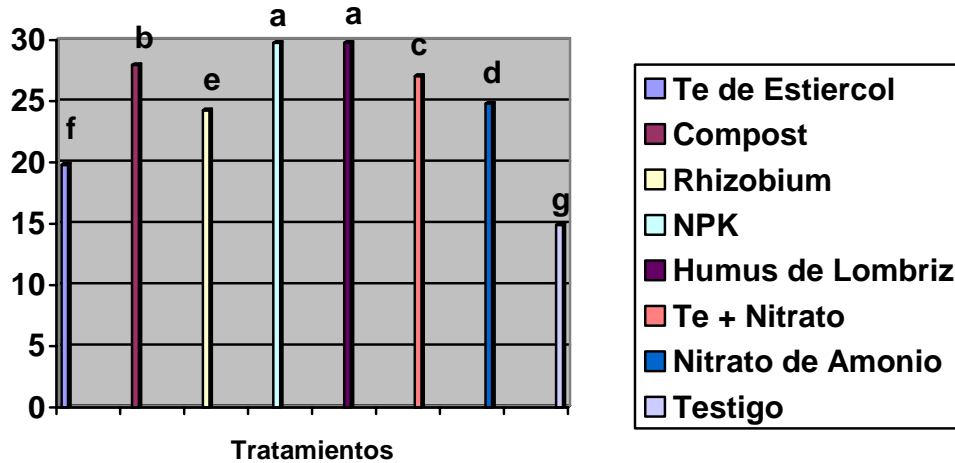


$ETt = 0.2961$

$S = 2.805$

Al estudiar estadísticamente el comportamiento del cultivo ante la aplicación de los diferentes tratamientos se puede observar en la (figura 2) que a los 15 días de sembrado todos los tratamientos obtuvieron un comportamiento casi similar estadísticamente con respecto al Testigo sin aplicación comportándose de la siguiente forma, Te de Estiércol (14.80cm), Compost (14.85cm), Rhizobium (14.80cm), Fórmula Completa NPK (15.15cm), Humus de Lombriz (15.15cm), Te + Nitrato (14.75cm.), Nitrato de Amonio (14.85cm) y el tratamiento Testigo sin aplicación (10cm) obtuvo el valor más bajo para esta evaluación.

Figura 3: Altura de las plantas a los 34 dds

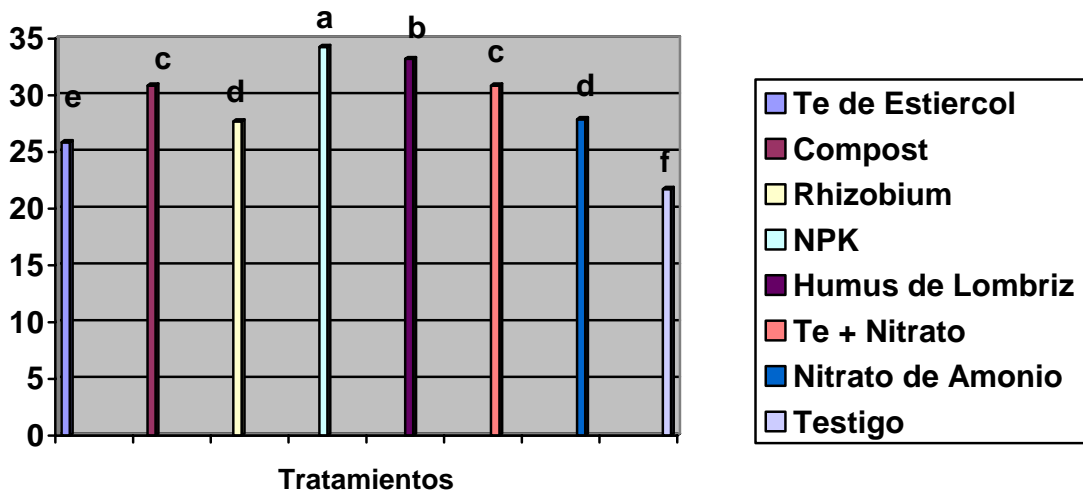


Chi²=30.304

A los 34 días de sembrado se puede observar en la (figura 3) que existen diferencias altamente significativas con respecto al Testigo sin aplicación , alcanzando el valor más alto los tratamientos Fórmula Completa NPK (29.75cm) y Humus de Lombriz (29.75cm),lo que indica que el Humus de Lombriz puede aportar nutrientes a este cultivo similar a la fórmula completa NPK (para esta etapa del desarrollo fenológico del cultivo ,difiriendo estadísticamente del compost (27.95cm),Te + Nitrato (27.05cm),Nitrato de Amonio (24.80cm),Rhizobium (24.25cm),Te de Estiércol (19.80cm),alcanzando el valor más bajo el Testigo sin aplicación (14.9cm).

Las plantas, no pueden vivir ni desarrollarse solamente con aire y agua, sino que también necesitan cierto número de elementos químicos que por lo general les son proporcionados a expensas de las sustancias minerales del suelo y a través del sistema radicular. Aunque estos elementos constituyen solo una pequeña porción del peso de la planta, frecuentemente del orden del 2 al 10% no dejan por ello de ser fundamentales para el bienestar vegetal, lo cual explica que sean considerados como elementos esenciales para la nutrición. Los elementos químicos esenciales para la planta son los siguientes nitrógeno fósforo , calcio ,potasio , magnesio ,cobre , hierro , Cinc , Manganeso , cloro , boro , molibdeno, Carbono y Oxígeno. Uno de estos trece elementos, el nitrógeno, aunque es absorbido del suelo por las plantas, procede última instancia del nitrógeno atmosférico, pero los doce elementos restantes se encuentran y proceden por tanto de los minerales que integran las rocas de la corteza terrestre. (Vásquez y Torres, 2007)

Figura 4: Altura de las plantas a los 58 dds



$\text{Chi}^2 = 30.002$

Los tratamientos en su comportamiento a los 58 dds (Figura 4) se puede observar que existen diferencias altamente significativas con respecto al testigo, alcanzo el valor más alto la fórmula completa NPK (34.25cm), difiriendo esta del resto de los tratamiento, Humus de Lombriz (33.2cm) le sigue en valores de mejor respuesta, entre el tratamiento de Compost (30.85) y Te + Nitrato (30.85), no existe diferencias estadística entre ellos pero sí con el resto de los tratamiento , entre el Rhizobium (27.7) y Nitrato de Amonio (27.9), no existe diferencias estadística entre ellos pero sí con el restos de los tratamiento, le sigue en valores el Te de Estiércol (25.85) y el Testigo (21.75) sin aplicar obtuvo los valores más bajo.

En el desarrollo y explotación agrícola, una de las actividades que más recursos técnicos demanda es la nutrición y fertilización de los cultivos. Además, por lo general, para satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas se requiere aplicar recursos directamente al suelo, que en el caso de la fertilización química, dichos recursos representan divisas, por lo que es necesario obtener la máxima eficiencia de ellos. (Paneque, 2001).

La materia orgánica: Es totalmente diferente tanto, por su origen como por su composición de la materia mineral. Proviene de los organismos vivos y esta compuesta de oxígeno, hidrógeno. Lo ideal es que el suelo contenga alrededor de un 5 % de materia orgánica. Sin ella la tierra sería del todo improductiva. El componente principal es el humus que, formado por un conjunto de sustancias complejas, sirve de despensa para las plantas en asociación con la arcilla. Añadiendo humus se puede remediar cualquier deficiencia del suelo .Y es importante que sea renovado constantemente para que no desaparezca y la fertilidad de la tierra no disminuya. Para renovar el humus es necesario aportar al

suelo cortantemente materia orgánica fresca como, estiércol, compost, abonos verdes, residuos de cosecha, etc; que alimentaran a las plantas y enriquecerán la tierra en humus (Urquiaga, S y Zapata, F, 2000).

Influencia de los fertilizantes Orgánicos para el desarrollo de las plantas

1. Buenas condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.
2. Condiciones de clima adecuado para la especie o variedad de que se trate.
3. Plantación sana y protegida de plagas.
4. Cantidad de nutrientes en el suelo suficiente para satisfacer las necesidades de las plantas.
5. Humedad adecuada en el suelo.
6. Eliminar competencias con las malas hierbas

Los fertilizantes minerales contienen uno o más nutrientes los cuales, en contraste con los abonos orgánicos, están contenidos generalmente en forma concentrada y fácilmente soluble. De ahí que el valor de los fertilizantes minerales dependa en primera línea de su contenido de nutrientes puros, así mismo la casi totalidad de ellos contiene una cierta cantidad de sustancias secundarias como por ejemplo, sulfatos ,cloruros , calcio y elementos menores que en parte favorecen también el crecimiento vegetal .Sin embargo la mayoría de los fertilizantes orgánicos de origen vegetal o animal contienen varios elementos nutritivos (particularmente N y P , así como pequeñas cantidades de K y elementos menores)cuya concentración es sin embargo , esencialmente mas baja que la de los fertilizantes minerales . A pasar de ello los abonos orgánicos no deberán valorarse únicamente por su contenido en nutrientes sino también por su beneficio, efecto en el suelo , la materia orgánica activa los procesos microbianos, mejorando simultáneamente su estructura ,

aeración y capacidad de retención de humedad ,Junto a ello actúa como regulador de la temperatura edáfica , retarda la fijación de ácido fosfórico mineral y suministra productos de descomposición orgánica que incrementa el crecimiento de la planta . Así mismo representa una fuente de lento y uniforme suministro de nitrógeno, ejerciendo con ello una favorable influencia sobre el contenido proteico de las plantas

En virtud de esas propiedades, los abonos orgánicos crean frecuentemente las condiciones necesarias para la eficacia del empleo de los fertilizantes minerales, la creación de las condiciones locales ideales para los vegetales es, sin embargo, solamente posible mediante la interacción de los abonos orgánicos y los fertilizantes minerales, dado que los primeros favorecen las propiedades edáficas y los últimos aportan los nutrientes vegetales (Jacob A, 1967)

Fenología del cultivo.

Como se aprecia en la tabla No 4 los tratamientos de NPK y Nitrato de Amonio fueron los más precoces con diferencia entre 4 y 5 días con respecto al testigo sin aplicación en cada una de las evaluaciones. Aunque es mínima la incidencia en días los tratamientos de Rizhobium, Humus de Lombriz y Té + Nitrato obtuvieron respuestas muy similares en cuanto a precocidad con relación a los tratamientos en que se aplicó el químico, visto desde el punto de vista biológico en el campo no es una diferencia que sea significativa ya que tanto tratamiento biológico como químico obtuvieron una respuesta casi similar

Tratamientos	Fecha de Germinación (dds)	Fecha de formación de la primera hoja verdadera (dds)	Fecha Inicio de la floración (dds)	Fecha Inicio de formación de vainas (dds)	Fecha de inicio de la Maduración (dds)
Te de Estiércol	8	16	32	47	60
Compost	8	16	32	47	60
Rizhobium	7	15		46	59
Formula NPK	7	13	30	45	58
Humus de Lombriz	8	14	31	46	59
Te + Nitrato	7	13	30	46	59
Nitrato de Amonio	7	13	30	45	58
Testigo	10	19	34	49	64

DDS: Días después de sembrado

Urquiaga, S y Zapata, F.(2000), plantean que los nutrientes promueven cultivos más vigorosos y productivos., que pueden desarrollar sistemas radiculares más grandes, abundantes residuos sobre la superficie, cobertura rápida del suelo, eficiencia del uso de agua y mayor resistencia a condiciones de estrés producidas por sequía, insectos, bajas temperaturas, etc.

Aún cuando los nutrientes esenciales desempeñan un papel vital en la producción de alimentos y en la protección del ambiente, algunos de ellos tienen riesgos ambientales cuando no son manejados adecuadamente. Los dos nutrientes asociados más a menudo con mal manejo y como fuentes de preocupación ambiental son nitrógeno (N) y fósforo (P).

Existe poca evidencia científica para recomendar una fuente de N sobre otra por razones ambientales. Las fuentes orgánicas de N a menudo dejan niveles más altos de NO_3 en el suelo, debido a que, basándose en la tecnología actual, son más difíciles de manejar que los fertilizantes nitrogenados comerciales.

Las recomendaciones de fertilización basadas en análisis de suelos y/o foliares permiten que los rendimientos del cultivo se expresen al nivel óptimo económico, nivel que para la mayoría de los cultivos es también el punto de mayor protección ambiental.

Rendimientos más altos se obtienen no solamente con dosis y métodos de aplicación sino que también con una buena localización de los fertilizantes en el suelo. La localización apropiada mejora la disponibilidad de los nutrientes. Algunas de las formas de localización incluyen la aplicación al voleo, bandas superficiales y profundas y la inyección profunda.

Frecuentemente se observa respuesta del cultivo, en las fases iniciales de crecimiento, a la aplicación en banda de fósforo. Estas respuestas son más frecuentes en climas fríos o cuando los cultivos se siembran en suelos fríos. Estas respuestas a menudo aparecen aun en suelos con contenidos altos de fósforo.

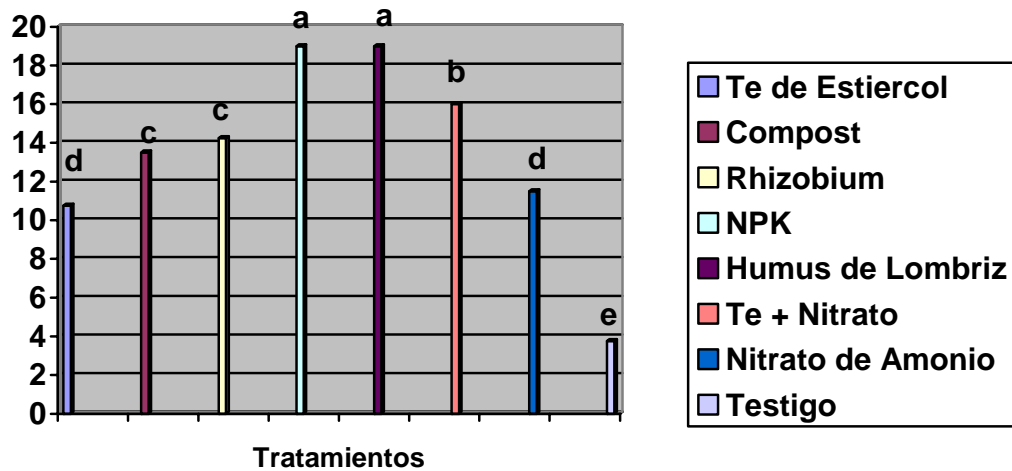
En general, las ventajas de la buena localización del fertilizante son:

- Retardo de las reacciones del fósforo y potasio en el suelo debido a la reducción del contacto entre el suelo y el fertilizante.
- Localización profunda de los nutrientes en el suelo donde la humedad es menos limitante para la absorción.
- Menos retención del P en los componentes del suelo debido a la presencia de mayores concentraciones de amonio en la zona de retención (cuando se aplican N y P juntos).

Absorción forzada de amonio causando una condición más ácida en la superficie de las raíces que favorece la absorción de fósforo.

Componentes del rendimiento

Figura 5 : Número de vainas

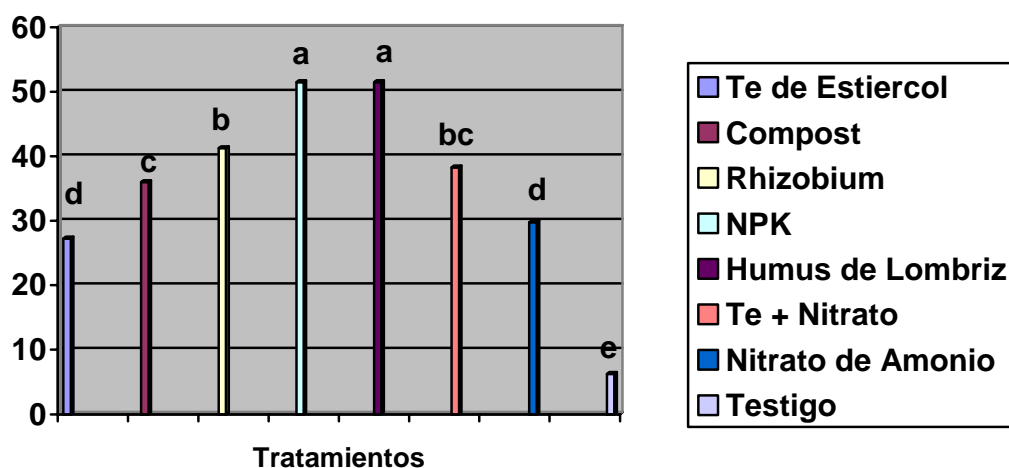


ETx = 0.854

Desviación típica = 4.83

Para el número de vainas por planta (figura 5) se puede observar que existen diferencias altamente significativas con respecto al Testigo alcanzando los valores más altos la Fórmula Completa, (19u) y el Humus de Lombriz, (19u) , no existiendo diferencias estadísticas entre ellos ,diferenciando estos del resto de los tratamientos , Te + Nitrato (16u), le sigue en valores de mejor respuesta Rizhobium (14.25u) y Compost (13.5u), no existe diferencias estadística entre ellos pero sí con el resto de los tratamiento le sigue en valores Nitrato de Amonio (11.5u),Te de Estiércol (10.75u), y el Testigo (3.75u) sin aplicación obtuvo los valores más bajo.

Figura 6: Masa de las Vainas

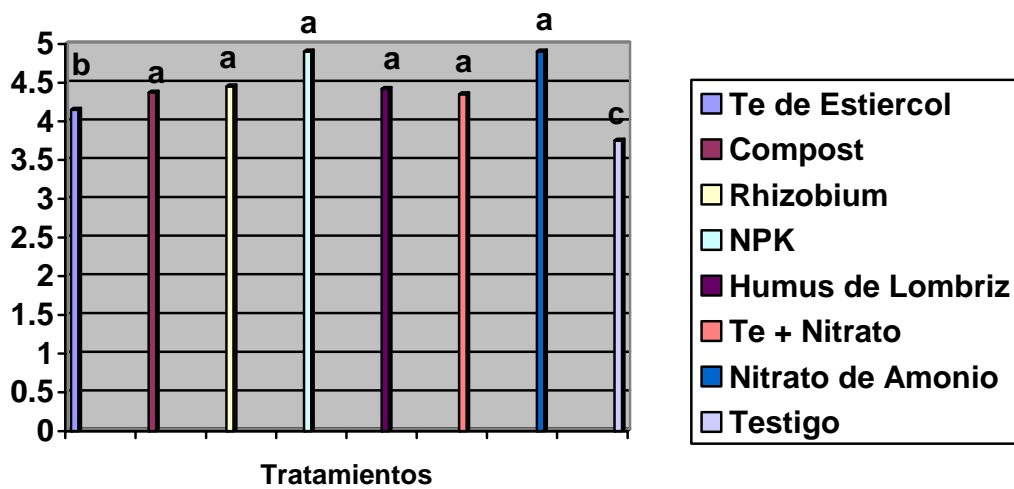


ETx = 2.51

Desviación típica = 14.21

Con relación a la masa de los vainas por planta (figura 6) se puede observar que existen diferencias altamente significativas con respecto al Testigo obteniendo los valores más altos la Fórmula Completa NPK (51.5g),y Humus de Lombriz (51.5g),no existiendo diferencias estadísticas entre ellos pero si difieren del resto de los tratamientos , Rizhobium (41.25g),le sigue en valores de mejor respuesta el Te + Nitrato (38.25g),Compost (36g) , Nitrato de Amonio (29.75g), Te de Estiércol (27.25g), no existen deferencias estadísticas entre los dos últimos pero si con el resto de los tratamientos y el Testigo sin aplicación (6.25g) obtuvo los valores más bajo .

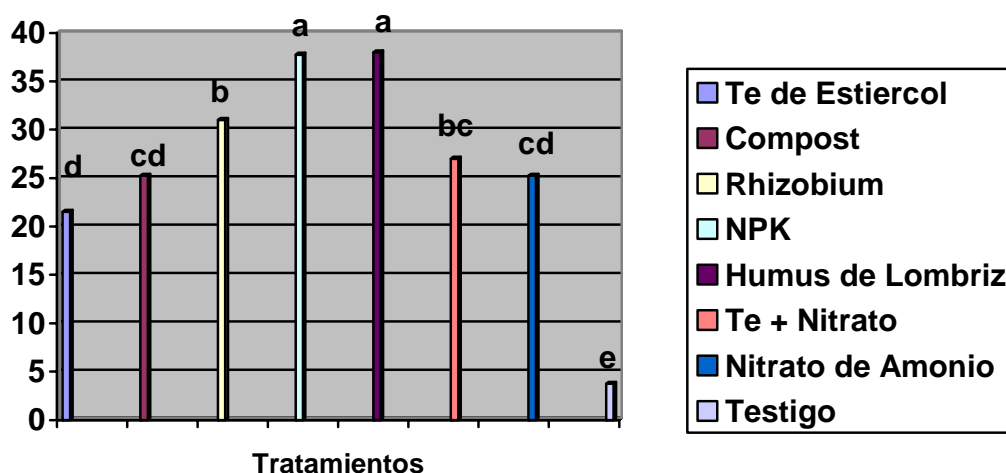
Figura 7: Número de granos



$\text{Chi}^2 = 19.92$

En cuanto al número de granos la (figura 7) se observa que alcanzo los valores más altos la Fórmula Completa NPK (4.90u) y Nitrato de Amonio (4.90u), sin diferir estadísticamente del Rizhobium (4.45u), Humus de Lombriz (4.42u), Compost (4.37u), Te + Nitrato (4.35u), , difiriendo del Te de Estiércol (4.15u) y el Testigo sin aplicación (3.75u) que alcanzo el valor más bajo.

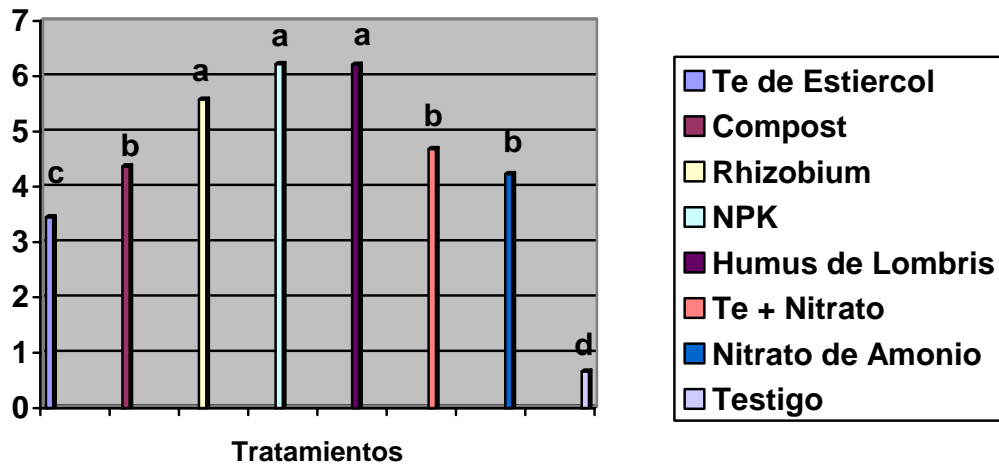
Figura 8 : Masa de los granos



$\text{Chi}^2 = 28.54$

Con relación a la masa de los granos por planta (figura 8) se puede observar se puede observar que existen diferencias altamente significativas con respecto al Testigo alcanzando los valores más altos el Humus de Lombriz,(38g) y la Fórmula Completa, (37.7g), no existe diferencias estadísticas entre ellos , difiriendo estos del resto de los tratamientos ,Rizhobium (31g), Te + Nitrato (27g), le sigue en valores de respuesta el Nitrato de Amonio (25.25g) y el Compost (25.25g), no existe diferencia estadística entre ellos pero si con el resto de los tratamientos ,le sigue en valores el Te de Estiércol (21.5g) y el Testigo sin aplicación (3.75g) obtuvo el valor más bajo .

Figura 9 :Rendimiento (lbs)



Chi² =28.22

Con relación al rendimiento (figura 9) se puede observar que existen diferencias altamente significativas con respecto al Testigo obteniendo los valores más altos la Fórmula Completa NPK (6.22), Humus de Lombriz (6.21), Rhizobium (5.58), no existe diferencia estadística entre ellos pero si difieren del resto de los tratamientos, le sigue en valores el Te + Nitrato (4.68), Compost (4.37), Nitrato de Amonio (4.23), no existe diferencia estadística entre ellos defiriendo del resto de los tratamientos, Te de Estiércol (3.45) y el Testigo (0.66) que obtuvo el rendimiento más bajo

Las propiedades del suelo y los efectos de la fertilización guardan estrecha relaciones mutuas. Así se tiene que el efecto de la fertilización depende, por un lado del estado de fertilidad del suelo, en tanto que por otra parte, la fertilización correctamente dosificada constituye esencialmente al aumento de la fertilidad del mismo. De ahí que la fertilidad de cada tratamiento fertilizante no

sea solamente alcanzar un aumento temporal de los rendimientos , sino mantener y mejorar simultáneamente la fertilidad del suelo .(Jacob A, 1967)

Los abonos orgánicos son portadores de nutrientes en baja concentración, por lo que sería necesario aplicar grandes dosis para suministrar los nutrientes suficientes. Por el simple hecho de aportar nutrientes al suelo, raramente puede justificarse las aplicaciones de estos abonos pero hay ocasiones en que pueden resultar superiores a los químicos por la forma regular de suministrarlos a la planta, lo que puede estar acorde con las necesidades de la misma además de resguardarlos contra la lixiviación. También es necesario señalar el aporte de microelementos, así como los efectos quelatizantes y solubilizantes de la materia orgánica sobre los nutrientes del suelo. (Fundora herrera ,1980)

La fertilización tiene como finalidad mejorar los rendimientos y mejorar el valor nutritivo de la planta al aumentar las reservas de nutrientes requeridos en mayor cuantía por la planta (NPK), cubriéndose en tal forma la elevada demanda que de ellos origina el incremento de la producción.

Cuanto mas altos sean los rendimientos que se obtengan bajo condiciones climáticas y de cultivos favorables , y mayor sea el tiempo que el suelo haya estado bajo explotación , tanto mas importante y necesaria resulta la fertilización correctamente balanceada la cual en determinadas circunstancias , no solamente puede comprender los tres elementos capitales (NPK)sino también los elementos secundarios y menores . En en casos extremos por ejemplo, donde los factores climáticos mantienen el rendimiento, máximo a un nivel demasiado bajo, la aplicación de un nutriente simple puede ser suficiente, pero todo aumento de rendimiento que bajo condiciones de crecimiento favorables sean originadas por una fertilización unilateral, puede ser de carácter exclusivamente temporal, la cual conduce además al empobrecimiento de los restantes nutrientes del suelo.

Una fertilización correcta resulta ser siempre uno de los medios más eficaces para lograr las mejores cosechas, así como para mejorar la fertilidad del suelo.

Una de las tareas más importantes para el futuro es la mejora de la situación alimentaria de la humanidad, para ello la ampliación en la producción y empleo de los fertilizantes, su mejor utilización, la mejora de las prácticas agrícolas y la selección de las mejores variedades serán factores de gran importancia.

(Fundora herrera ,1980

Tabla 5. Rendimiento por tratamientos.

Tratamientos	Media del rendimiento por parcela expresado en libras	Media del rendimiento por parcela expresado en T. ha⁻¹
Te de Estiércol	3.45 c	3.92
Compost	4.37 b	4.96
Rizhobium	5.58 a	6.34
NPK	6.22 a	7.06
Humus de Lombriz	6.21 a	7.05
Te + Nitrato	4.68 b	5.31
Nitrato de Amonio	4.23 b	4.80
Testigo	0.66 d	0.75

Analizando la tabla 5 se puede demostrar que con la aplicación de un abono orgánico podemos suplir las necesidades de fertilización de un cultivo como es el caso del frijol el cual requiere Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio como Macroelementos y molibdeno, boro, y cinc como Microelementos, proporcionando una alternativa de fertilización para nuestras condiciones, demostrando que en caso de no existencia de abonos químicos las alternativas biológicas y orgánicas pueden proporcionar los elementos necesarios para una correcta fertilización y por ende obtener resultados satisfactorios.

Comprobando lo anterior que la aplicación de Humus de Lombriz y la inoculación de Rizhobium nos brindan los elementos necesarios para una correcta fertilización obteniendo estos tratamientos resultados casi iguales que el tratamiento con aplicación de Fórmula Completa, se aprecia el rendimiento de las variedades expresado en T. ha⁻¹ fluctuando entre 7.06 y 0.75 comportándose como sigue Fórmula Completa NPK (7.06), Humus de Lombriz (7.05), Rizhobium (6.34), Te + Nitrato (5.31), Compost (4.96), Nitrato de Amonio (4.80), Te de Estiércol (3.92) y el Testigo alcanzo el valor mas bajo (0.75).

Nitrógeno

De los elementos nutritivos necesarios para el frijol, el nitrógeno es el que más rápido provoca sus efectos en la planta, la cantidad de este elemento en el suelo generalmente es considerado insuficiente para satisfacer las necesidades del cultivo. El nitrógeno es un elemento indispensable para la multiplicación celular el desarrollo de los granos, aumenta el área foliar y la masa protoplasmática activa, este elemento esta en la composición de la proteína donde su contenido, oscila entre 15y 19 % así como también en los ácidos nucleicos, los aminoácidos los segmentos, las vitaminas los lipoideas, la clorofila y los

compuestos orgánicos que se forman en la planta. Por ello el nivel de cosecha depende del grado de satisfacción de las necesidades de nitrógeno del cultivo. El nitrógeno es necesario desde el comienzo del desarrollo de la planta su absorción aumenta rápidamente desde el inicio del crecimiento y se extiende hasta la floración. (Socorro y Fagundo, 1989)

Fósforo

El fósforo es un elemento constitutivo de los tejidos de la planta así como de todos los tejidos vivientes es indispensable además para la actividad biológica y desempeña el papel esencial como transportador de energía en la síntesis de proteínas celulares y el metabolismo de los glucidos . También participa activamente en la síntesis de los compuestos vitales como los fosfatidos (la citina y fitina) y de los fosfoproteidos. Las plantas bien abastecidas en fósforo maduran con mayor rapidez.

Jocelyn. Reporta que la máxima absorción de fósforo por la planta de frijol se produce a los 41 días de plantada. Otros autores plantean que se produce entre los 50 y 65 días en tanto (Mateo) indica que hasta el momento de la floración total, el frijol extrae el 81.9 %de fósforo que necesita.

Potasio.

El potasio es un elemento nutritivo de gran importancia para el cultivo del frijol ya que es demandado en mayor cuantía que el fósforo pero menos que el nitrógeno, este elemento es de gran movilidad dentro de la planta, no se encuentra en ningún complemento de constitución, interviene en la presión osmótica de las células, disminuye la transpiración y contribuye a mantener la turgencia celular, también desempeña un papel importante en las reacciones que intervienen en la asimilación clorofílica, en la formación de los glucidos y en la síntesis de proteínas. La adsorción del potasio por las plantas del frijol durante su ciclo de vida es máxima durante los 44 y 53 días (antes de la plena floración) sin embargo ha sido reportado que el 73.5 % de potasio es extraído por la planta desde la germinación hasta la floración total.

Calcio.

El calcio siempre debe estar presente en el suelo en cantidades adecuadas, todas las leguminosas de grano necesitan de este elemento en abundancia, la presencia de calcio en el suelo en forma de carbonato neutraliza los ácidos del suelo y suministra calcio asimilable por las raíces. Los ácidos producidos por las raíces de las leguminosas pueden llegar a un grado excesivo que es neutralizado por la acción de la cal, por otra parte la aparición de calcio en forma de carbonato o sulfato contribuye a mantener las relaciones K/Ca, Ca/Mg, y Ca/P que regula la absorción de potasio, del magnesio y del fósforo por la planta. No se recomienda que se aplique calcio en forma de sulfato, ya que se retarda la maduración de los frutos y produce semillas de baja calidad.

Microelementos

Los microelementos aunque son utilizados por la planta en pequeñas cantidades son tan fundamentales como los macroelementos pues los efectos acumulativos de las cosechas sucesivas durante varios años puede reducir rápidamente las cantidades limitadas que existen en los suelos. De los microelementos los de mayor peso por la planta de fríjol son el boro y el molibdeno por su activa participación en el proceso de fijación del nitrógeno en la planta por el *Rizhobium*. Se considera que el cinc es importante por la utilización que hace el fríjol de este elemento.

Análisis Económico

Tabla 6: Análisis económico de la Investigación.

Variedades	Producción (T. ha ⁻¹)	Valor de la producción. (\$)	Costo de la producción (\$)	Ganancia (\$)
Te de Estiércol	3.92	38812.5	7420	31392.5
Compost	4.96	49162.5	7750	41412.5
Rizhobium	6.34	62775	6930	55845.0
NPK	7.06	69975	7900	62075.0
Humus de Lombriz	7.05	69862.5	7800	62062.5
Te + Nitrato	5.31	52650	7950	44700.0
Nitrato de Amonio	4.8	47587.5	7400	40187.5
Testigo	0.75	7425	6900	525.0

Al analizar la Tabla 10 donde se muestra el análisis económico de la investigación se aprecia que para todos los tratamientos se reportan ganancias desde 62075 pesos / hectárea para la Fórmula Completa hasta 31392.5 pesos por hectárea para el Te de Estiércol, reportando el valor más bajo 525 pesos / hectárea el Testigo sin aplicación. Esto indica que en dependencia del tipo de tratamiento en estos suelos se podrán obtener resultados económicos positivos.

-Efecto económico del Rizhobium

El producto garantiza la reducción de la fertilización mineral nitrogenada en un 75%, además ahorra el 50 % de la mano de obra.

El incremento del rendimiento de los cultivos oscila entre un 20 y un 30%.

3. CONCLUSIONES

4. CONCLUSIONES

1. El parámetro altura de las plantas a los 15 dds se comportó similar para todos los tratamientos excepto el testigo que reporto el valor más bajo comportándose de la siguiente forma, Te de estiércol (14.80cm), Compost (14.85cm), Rizhobium (18.80cm), Formula completa NPK (15.15cm), Humus de lombriz (15.15cm), Te + nitrato (14.75cm.), Nitrato de amonio (14.85cm) y Testigo sin aplicación (10cm).
2. A los 58 dds reporto la mayor altura la fórmula completa NPK (34.25cm), muy seguido del humus de lombriz (33.2cm) le seguido del compost (30.85), Te + nitrato (30.85), Rizhobium (27.7) , Nitrato de Amonio (27.9), Te de estiércol (25.85) y el testigo (21.75) manifestó el valor más bajo.
3. Para el número de vainas por `planta obtuvieron los mejores valores la formula completa, (19u) y el humus de lombriz, (19u), seguido del Te + Nitrato (16u), I Rizhobium (14.25u) Compost (13.5u), Nitrato de amonio (11.5u), Te de estiércol (10.75u), y el testigo (3.75u) manifestando los valores mas bajos
4. En la masa de las vainas por plantas obtuvieron los mejores resultados la formula completa NPK (51.5g) y Humus de lombriz (51.5g) le sigue, Rizhobium (41.25g), Te + Nitrato (38.25g), Compost (36g) Nitrato de amonio (29.75g), Te de estiércol (27.25g) el testigo sin aplicación (6.25g)
5. Para el número de granos por vainas alcanzaron los valores mas altos formula completa NPK (4.90u) y Nitrato de amonio (4.90u), sin diferir estadísticamente del Rizhobium (4.45u), Humus de lombriz (4.42u), Compost (4.37u), Te + nitrato

(4.35u),seguido Te de estiércol (4.15u) y el testigo sin aplicación (3.75u) que alcanzo el valor más bajo.

6. La masa de los granos fue superior para el humus de lombriz,(38g) muy seguido de la fórmula completa, (37.7g), sin diferir estadísticamente entre ellos , Rizhobium (31g), Te + nitrato (27g), Nitrato de amonio (25.25g) y el compost (25.25g), Te de estiércol (21.5g) y el testigo sin aplicación (3.75g) obtuvo los valores más bajo
7. En el rendimiento entre los tratamientos expresado en T/ha alcanzo el valor más alto la fórmula completa NPK (7.06),muy seguido del Humus de lombriz (7.05) y el Rizhobium (6.34),sin diferir estadísticamente entre ellos , difiriendo con el resto de los tratamientos Te + nitrato (5.31), Compost (4.96),Nitrato de amonio (4.80) , Te de estiércol (3.92) y el testigo (0.75) que obtuvo el rendimiento más bajo.
8. para todos los tratamientos se reportaron ganancias, oscilando entre 525 pesos para el Testigo y 62075 pesos para la Fórmula Completa NPK.

4. RECOMENDACIONES

4. RECOMENDACIONES

- 1- Aplicar el Humus de Lombriz y el Rizhobium por lo menos dos temporadas más.
- 2- Extender estos tratamientos a todos los campesinos de la zona y su empleo en otros tipos de suelos.
- 3- Extender estos tratamientos a otros cultivos dada la experiencia acumulada en este trabajo.
- 4- Generalizar la aplicación de estos tratamientos como alternativa nutricional del frijol entre los campesinos de la zona y en todo el municipio en general.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. (1995). *El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina*. California: CLADES.
- Agila, N; Enrique, C. (1999). Elaboración de biabonos y su evaluación en el cultivo del brócoli--Pérez, R. (1994): ¿Es posible fabricar tierra? *Revista "Se Puede"*, 1(2), 4-6.
- Armengol, J. (2002). *Modificaciones inducidas por la vinaza en las propiedades físicas y químicas de vertisoles dedicados al cultivo de la caña de azúcar en la zona norte de Ciego de Ávila*. Tesis de Maestría., Universidad de Ciego deÁvila.
- Colectivo de Autores. (2000). Vivanatur Proyectos, S. L. Retrieved from <http://www.vivanatur.com/profesionales.htm>.
- Colectivo de Autores. (2001). *Guía práctica para el manejo y uso de la materia orgánica en la agricultura*. Ciudad de La Habana: MINAGRI.
- Coronel, A. (1982). " *Preparación de Compost o abono*". *Instructivo Técnico*. Ecuador: PREDESUR. Loja.
- Cruz, M. (2002). *Elaboración de E.M Bocashi y su evaluación en el cultivo del Maíz (Zea may. L) bajo riego en Bramaderos*. Trabajo de Diploma, Universidad Nacional de Loja Facultad de agronomía.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (1998). *Manual para Organopónico y Huertos intensivos*. Ciudad de La Habana: INIFAT.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (n.d.). *Manual Técnico para el cultivo en Organopónico y Huertos intensivos*. Ciudad de La Habana: MINAGRI.

- Cuellar, I.; Villega, R. (2002). *Manual de fertilización de la caña en Cuba*. La Habana: Editorial Publica.
- Ecu Funes, F. (2001). *Integración ganadería - agricultura con bases agroecológicas*. Ciudad de La Habana: ANAP- IIPF.
- Fundora Herrera, (1980). *Agroquímica*. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Fundora, O.; Arbola, N.; Machado, J. (1992). *Agroquímica*. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- González, H. (1996). "El Bocashi, un método para elaborar abonos orgánicos". PROA-Costa Rica.
- Gros, A. (n.d.). *Abonos. Guía práctica de la fertilización*. La Habana: Edición Revolucionaria.
- Guerra, F. (1983). *Edafología General*. Ciudad de La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Instituto Nacional de Ciencias Agrarias. (2003). *Caracterización agroquímica del humus de lombriz*. Informe del laboratorio a suelos y agroquímica a la UBPC Agro Jardín, La Habana: INCA.
- Jacob, A.; Vexhül, H.V. (1967). *Fertilización*. La Habana: Edición Revolucionaria.
- Kormanns, E.; Vásquez, D. (2000). *Manual de agricultura ecológica*. La Habana: ANAP.
- Lacasa, A. (1990). *Fertilización de origen biológico*. Ciudad de La Habana: CIDA.
- Monzote, Martha. (2000). Agricultura Orgánica, paradigma del siglo XXI. *Revista "Agricultura Orgánica"*, 6(1), 7-10.
- Noriega, G., S.; Cruz Altamirano, Ana. (2001). *Producción de abonos orgánicos y Lombricultura*. México: Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetan.

- Otero, O. (n.d.). Experiencia en la utilización de cachaza caliente, como sustrato para hortalizas en organopónicos (p. 26). Presented at the FORUM MINAGRI, Cienfuegos: 1998.
- Paneque Pérez, (2001). *La fertilización de los cultivos*. La Habana: INCA.
- Paneque, V. M. (2001). *Manual de técnicas analíticas para los análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos*. Laboratorio de Suelos y Agroquímica. La Habana: INCA.
- Paneque, V. M. (2002). *Manual de técnicas analíticas para los análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos*. Laboratorio de Suelos y Agroquímica. La Habana: INCA.
- Paneque, V. M.; P. J. González. (1985). Evaluación de la cachaza como abono químico para la caña de azúcar cultivado en suelo Ferralítico Cuarácico. Presented at the III Jornada Científica del Instituto de Suelo, La Habana.
- Pérez, Nilda. (2002). Agricultura Orgánica: Una visión desde Cuba. *Revista Agricultura Orgánica*, 8(2).
- Pérez, R. (1994). ¿Es posible fabricar tierra? *Revista "Se Puede"*, 1(2), 4-6.
- PROEXANT. (2001a). Elaboración, uso y manejo de los abonos orgánicos. Retrieved from [http://www.Proexant.Org.ec/Abonos – Org % C3 A1 nicos. html](http://www.Proexant.Org.ec/Abonos%20Org%C3%A1nicos.html).
- PROEXANT. (2001b). La materia orgánica. Retrieved from <http://www.terralia.com/revista> 8/página16.html.2001.
- Pupiro, L. (2002). Lombricultura. *Revista "Se Puede"*, 6(26), 19-21.
- Restrepo, J. (1996). Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de agricultores de Centroamérica y del Caribe. PROA-Costa Rica.
- Schoningh, E.; Wichmann, W. (1990). Nutrición integrada de las plantas. *Revista BASF*, (2), 8-12.

- Smith, G. (1994). El suelo vive y el Compost lo alimenta. *Revista "Se Puede"*, 1(2), 11-12.
- Socorro Quesada, Miguel A.; Martín Fagundo, David S. (1989). *Granos*. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Suárez, Olga. (1996). El suelo. Su fertilidad. *Revista "Se Puede"*, 2(3), 9-12.
- Suquilanda, M. (2001a). *Agricultura orgánica*. Quito: Ediciones UPS-FUNDAGRO.
- Suquilanda, M. (2001b). Elaboración Uso y Manejo de los Abonos Orgánicos. Presented at the Conferencia Internacional, Quito.
- Urquiaga, S.; Zapata, F. (2000). *Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada*. Brasil: Editorial Génesis.
- Valeroso, J. (2001). Compendio: "Manual de fertilidad de suelo. Universidad Nacional de Loja.
- Vásquez Becalli; Torres García. (2007). *Fisiología vegetal*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- Velázquez, Cristina. (2002). Estrategia del manejo de la materia orgánica como el soporte del programa de la agricultura urbana en Guantánamo. *Revista Agricultura Orgánica*, 8(3), 14-17.
- Whelan, J. H. (1997). Nutrición vegetal integrada: vías para lograr este objetivo. *Revista correo fitosanitario Bayer- Edición Especial*, 21-23.

6. ANEXOS

6. ANEXOS

Figura 10 - DISEÑO DEL EXPERIMENTO REALIZADO

