



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPIRITUS JOSÉ MARTÍ PÉREZ.
FACULTAD CIENCIAS AGROPECUARIAS.



TRABAJO DE DIPLOMA

**Incidencia de diferentes tipos de abonos orgánicos en el
rendimiento del cultivo del arroz en la UBPCA Las
Nuevas.**

AUTOR: José Fernández Pérez.

TUTOR: Ing. Alfredo Pérez Mena.

CURSO: 2011-2012
“Año 54 de la Revolución”.

Agradecimientos

- A la Revolución Cubana a quien le debo mi formación como profesional.
- A mi tutor Alfredo Pérez Mena que me ha guiado y asesorado desde que comencé mi proyecto de tesis.
- A la dirección de la UBPCA Las Nuevas.
- A todas las personas que de una forma u otra han puesto su granito de arena en mi formación profesional.

PENSAMIENTO

“Ser bueno es el único modo de ser dichoso. Ser culto es el único modo de ser libre. Pero en lo común de la naturaleza humana, se necesita ser próspero para ser bueno. Y el único camino a la prosperidad constante y fácil es el de conocer, cultivar y aprovechar los elementos inagotables e infalibles de la naturaleza”.

José Martí

Dedicatoria

- **A mis padres de quienes surgí, me eduqué y formé bajo los principios de humildad, honestidad y honradez, especialmente a mi madre, que con tanta dedicación y amor supo cuidar de mí y apoyarme siempre en los buenos y malos momentos de la vida.**
- **A todos los maestros y profesores que me impartieron sus conocimientos a lo largo de tantos años de estudios.**
- **A todos los mártires caídos en nuestras gestas libertadoras.**
- **A nuestro querido y siempre invicto Comandante en Jefe de la Revolución, FIDEL CASTRO RUZ que con su incansable lucha por la paz ha hecho de este un país próspero y feliz.**

Resumen

Hoy más que nunca la agricultura cubana debe asumir el reto del incremento de la producción de alimentos y la sustitución de importaciones, por lo que es necesario la búsqueda de alternativas para incrementar los rendimientos de sus producciones. El siguiente experimento fue realizado con el cultivo del arroz en tierras del lote 14 de la UBPCA – Arrocera Las Nuevas; donde se montaron 3 terrazas con diferentes aplicaciones de materia orgánicas y un testigo, sembrados en el mes de enero con la variedad LP- 5, teniendo como objetivos, determinar el rendimiento del cultivo del arroz bajo diferentes tipos de abonos orgánicos. Para ello se evaluaron indicadores del cultivo tales como: germinación, población, ahijamiento, altura, longitud y cantidad de raíces por plantas, cantidad de tallos fértiles, número de espigas por metros cuadrados, cantidad de granos llenos y vanos por espigas, peso de mil granos, rendimiento por hectárea, gastos por experimentos y su comparación económica con el método convencional, llegando a la conclusión que todos los experimentos superaron al testigo en todos los indicadores evaluados, pero el de mejor resultados fue el uso del humus de lombriz por su estabilidad proporcionalmente al cultivo, en su desarrollo vegetativo, rendimiento agrícola y en los beneficios económicos y medio ambientales.

ABSTRACT:

Today more than ever the Cuban agriculture has to take actions for the found production and importation there is a necessity to look for some alternatives to encrase its production yields the following experiment was carried out in rice cultivation that took place on lands of the lot number 14 which belong to the rice cooperative from Las Nuevas, tube in un less soils, 3 terraces were set up with different use of organic material and a witness. That was broadcasted on January with LP5 variety. Takeing as final objectives determinate. The rice cultivation yields under different types of organic material. For this was evaluated the following cultivation indicator such as germination, population, shoot, length reight, roots quantity per plant, the amount of fertile stakes, number of spikes per m², the quantity of full and empty grains in each spike weight of a thousand grains, yield per hectare expenses on each experiment and its economical comparison with the conventional method, getting the conclusion that all the experiments surpassed the witness in each evaluated indicator. For the best results were from the carth worm manure its stability proportionality to the cultivation in its vegetation development, agricultural yield and the economical and envioemnt benefits.

Índice.		Pág.
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Problema científico	2
1.2	Hipótesis	2
1.3	Objetivo general	2
1.4	Objetivos específicos	2
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Definición de términos	7
2.2	La materia Orgánica	8
2.2.1	La importancia de la materia orgánica en el suelo	9
2.2.2	Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo	9
2.2.3	Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades químicas del suelo	10
2.2.4	Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas del suelo	10
2.3	Algunos Abonos Orgánicos	11
2.3.1	Compost	11
2.3.2	Cachaza	13
2.3.3	Humus de lombriz	14
3	MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1	Características y diseños	16
3.2.	Actividades realizadas	16
3.2.1	Preparación de tierra	16
3.2.2	Siembra	17
3.2.3	Riego de agua	17
3.2.4	Atenciones culturales	17
3.2.5	Fertilización	17
3.2.6	Control fitosanitario	19
3.5.7	Cosecha	19
3.3	Experimentos	19
3.3.1	Composición de los materiales orgánicos utilizados	20
3.4	Dosis utilizadas por partidas en cada hectárea sembrada	20
3.5	Características del suelo	21
3.6	Evaluación de los indicadores morfofisiológicos de las plantas	21
3.7	Evaluación de los indicadores de rendimientos de las plantas	22
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1	Comportamiento de la germinación por experimentos	24
4.1.1	Comportamiento de la población e hijos por plantas	24
4.2	Comportamiento de los indicadores morfofisiológicos de las plantas	25
4.3	Comportamiento de los tallos fértiles y espigas por metros cuadrados	26
4.3.1	Comportamiento de la cantidad y llenado de los granos por experimentos	26
4.4	Peso de mil granos por experimentos	27
4.5	Rendimiento por hectárea en cada Experimento	27
4.6	Gastos por hectáreas en moneda nacional por experimentos	28
4.7	Comparación económica entre experimentos	29
5	CONCLUSIONES	30

6	RECOMENDACIONES	31
7	BIBLIOGRAFÍA	32
8	ANEXOS	37

Introducción

Desde hace varios siglos la producción arrocerá ha sido una de las principales fuentes de alimentación del pueblo cubano formando parte de la canasta básica. Para la producción de este cultivo se han destinado numerosos recursos materiales dirigidos a obtener altos rendimientos, sin considerar las consecuencias de su aplicación sobre el ecosistema agrario a mediano y largo plazo.

Lo anterior expuesto es un reflejo de la situación en la UBPC A Las Nuevas, unido a labores culturales excesivas o mal reguladas, al empleo de equipos pesados, a la mala situación de los drenajes, al monocultivo, y al poco uso de prácticas agroecológicas en beneficio de las plantaciones y el ecosistema lo cual ha aumentado los procesos degradativos que provocan un aumento en la compactación, alteran la estructura natural de los suelos y disminuyen los rendimientos finales. La agricultura convencional pretende cubrir estas pérdidas añadiendo fertilizantes a base principalmente de nitrógeno, fósforo y potasio que al no ser aprovechados totalmente por las plantas, contaminan al medioambiente.

Hoy escasean las materias primas destinadas a la producción de fertilizantes y sus precios se incrementan. Por esto, para obtener alta eficiencia se precisan alternativas viables a las condiciones del trópico donde diferentes factores generan una pobre utilización de los fertilizantes. Cabrera y Bouso, (1999).

El arroz, bajo condiciones de monocultivo, provoca la explotación intensiva del recurso suelo debido a la gran extracción de elementos que realiza, situación que puede agotarlo de no atender en tiempo las consecuencias generadas por esta forma de agricultura. Reducir el empobrecimiento de los suelos exige no solo suministrar los elementos tomados por el cultivo, sino realizar, además, acciones para la recuperación y el mejoramiento de las características óptimas desde el punto de vista agro-productivo, que permitan sostenibilidad en su uso. Hace varios años, distintas formas de agricultura plantean como premisa fundamental utilizar mayor cantidad de recursos renovables del entorno. De este modo persiguen reducir la aplicación de insumos externos y racionalizar la energía utilizada en la producción permitiendo el funcionamiento de los ciclos naturales.

En Cuba se realizan ingentes esfuerzos en el estudio de mecanismos sustentables y ecológicamente viables en el cultivo de este cereal, para obtener no solo rendimientos apropiados sino también que promuevan la recuperación del medio.

En este marco los abonos orgánicos provenientes de residuos de la propia industria arroceras y cañera de producción nacional, combinados con desechos de animales de forma natural, pueden ser una alternativa útil en el empeño de mejorar y elevar la calidad del suelo, además de contribuir a la protección del medioambiente y garantizar rendimientos adecuados del cultivo.

1.1-Problema científico:

Existe bajo rendimiento en las áreas dedicadas a la siembra de arroz en la UBPC Las Nuevas.

1.2-HIPÓTESIS:

Si aplicamos diferentes tipos de abonos orgánicos en las áreas dedicadas al cultivo del arroz en la UBPC Las Nuevas, entonces estaremos en condiciones de obtener mejores rendimientos por hectáreas en el cultivo.

En relación con lo planteado anteriormente el presente trabajo se propone los siguientes objetivos:

1.3-Objetivo General:

- Determinar el rendimiento del cultivo del arroz bajo diferentes tipos de abonos orgánicos.

1.4-Objetivos Específicos:

- Evaluar la influencia que ejercen los abonos orgánicos sobre el desarrollo vegetativo de las plantas.
- Determinar el efecto que producen los tratamientos aplicados al suelo sobre el rendimiento agrícola del cultivo del arroz.
- Valorar económicamente los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los abonos orgánicos y comparar sus resultados con el método convencional.

Revisión Bibliográfica

El rendimiento agrícola es una característica genética heredable que se expresa en mayor o menor grado en dependencia de la influencia de factores ecológicos que afectan la total expresión genética de este carácter. (Pérez et al., 2000).

Soto (1999) señaló que la expresión del potencial de rendimiento de una variedad depende en gran medida del manejo agronómico que se le dé, si este es adecuado y las condiciones ambientales son favorables, esa expresión será máxima.

El promedio nacional de rendimiento agrícola no ha sobrepasado las 3.6 t/ha a pesar de contar con buenas variedades y tecnologías. El rendimiento agrícola es la relación del peso de la cosecha de arroz cáscara húmedo y el área cosechada (Instructivo técnico, 2009).

La agricultura moderna demanda más de un cultivar con un rendimiento promedio satisfactorio sobre un alto rango de condiciones ambientales, por lo que la habilidad de algunos cultivares de presentar buen comportamiento ante estos rangos de ambiente es altamente apreciada por los agrónomos y mejoradores (Desh et al., 1985).

Se conoce que la mejor explotación de alto potencial de rendimiento de las variedades mejoradas, se logra solamente cuando estos se cultivan bajo condiciones favorables que permitan la expresión de sus caracteres. (Díaz y Morejón, 2003).

Los fitomejoradores pueden calcular la habilidad del rendimiento de una variedad con base en su potencial genético, sin embargo el comportamiento real de dicho material bajo condiciones específicas al nivel de fincas agricultoras, puede tener otras manifestaciones Vargas (1989).

Jennings et al. , (2002) expresaron que la nueva estrategia de mejoramiento propone la extensión del período de fotosíntesis activa a través de la permanencia verde (stay green) del follaje como medio para incrementar el potencial del rendimiento.

Algunos autores refieren que el rendimiento se establece en función de sus componentes: número de panículas, número de espiguillas por panículas,

porcentaje de espiguillas llenas y peso de los 1000 granos López (1991) Investigaciones más recientes muestran un efecto positivo directo de las panículas y granos llenos de éstas sobre el rendimiento. (Padmavathi et al. , 1998).

Siendo el rendimiento de granos un carácter cuantitativo gobernado por un número de genes menores, la probabilidad de encontrar en individuos en cualquier generación semejante que tenga todos los alelos favorables, es muy remota y disminuye en la medida que se aumente la generación en consideración. (Rangel et al., 2003).

A nivel mundial la erosión es el principal problema medioambiental que ocurre en la agricultura convencional, y por consiguiente, es el más importante que hay que afrontar para que se mantenga la capacidad productiva de los suelos agrarios. Así, en los últimos 40 años, cerca de un tercio de los suelos agrícolas de la Tierra han dejado de ser productivos para usos agrícolas debido a la erosión. Más aún, dicho proceso de pérdida de suelo agrario sigue ocurriendo en unos 10 millones de hectáreas por año. Pimentel, (1995).

Las tierras de América Latina están sufriendo por día una continuada erosión. Actualmente más de 306 millones de hectáreas están afectadas por una degradación del suelo de origen humano. La causa principal de los síntomas de degradación indicados es el uso inadecuado de la tierra, que actualmente constituye la cuestión ambiental de mayor gravedad y cuyos principales efectos son: la erosión, desertificación, deterioro de los pastizales, salinización y alcalinización de la tierra de regadío. Benítez, (2004).

Los suelos de regiones tropicales se caracterizan por su alto grado de meteorización, PH ácido y dominancia de grandes cantidades de sesquióxidos. Poseen alta capacidad de fijación de fósforo, lo cual conduce a una severa deficiencia del mismo. Hecho que lo transforma en factores limitantes de la producción. Pícalo et al, (2002).

Algunas de las propiedades que afectan la calidad del suelo, son la profundidad disponible para la exploración de las raíces, PH, salinidad, capacidad de intercambio catiónico, nitrógeno mineralizable, presencia de plantas patógenas,

biomasa microbiana del suelo entre otras. Estas propiedades son influidas hasta cierto grado por la forma como se manejan los suelos y la elección de los futuros cultivos. Magdoff, (1997).

La puesta en práctica de sistemas de manejo más sustentables es imperativa, para frenar las pérdidas de suelo y biodiversidad. Las estadísticas sobre agricultura orgánica, labranza cero y agricultura de conservación, muestra cada vez más grupos de agricultores que se están organizando, gestionando apoyos en incentivos a los gobiernos y están manteniendo y recuperando gradualmente el recurso suelo. Un ejemplo de ello son 58 millones de hectáreas de tierra, principalmente de América (45% en América Latina), se encuentran en labranza cero. Los elementos claves que se repiten en las propuestas de manejo para el mantenimiento y la restauración de los suelos, tienen que ver con el desarrollo de sistemas más eficientes desde el punto de vista nutricional y conservadores de la materia orgánica del suelo. Astieri, (2002).

La degradación de los suelos tiene una larga historia: tala, quema, monocultivo y abuso de la fertilidad de los mismos. Se sabe que la naturaleza necesita cerca de quinientos años para formar, a partir de los minerales primarios, un centímetro cúbico de suelo, pero se puede perder tres veces esa cantidad en un solo aguacero. Con la llamada "Revolución Verde" se fue al empleo masivo de agroquímicos, alta mecanización e indiscriminadas aplicaciones de técnica de riego inadecuadas, que aunque han permitido el aumento de los rendimientos agrícolas, lo han logrado sobre la base de su optimización y no sobre su maximización, con el consiguiente agotamiento edáfico. Por su parte el uso inadecuado de la maquinaria agrícola trae en primer lugar el fenómeno de la compactación, que limita absorción de agua de riego, además de que destruye las estructuras internas e invierte los perfiles, llevando a mayor profundidad a los más fértiles y superponiendo a los menos fértiles, efecto este que incide negativamente en la micro fauna beneficiosa. Ascanio, (2004).

En la actualidad el fantasma de la degradación ambiental ha pasado a ser familiar en la mente de muchos hombres y los peligros que su andar acarrea sobre la

existencia misma de la humanidad, se acentúan a cada minuto. Son incontables estos riesgos y peligros, pero hay algunos que por su extensión e importancia deben tratarse con prioridad. Entre ellos debemos señalar el uso y manejo de los suelos agrícolas, que representan el capital máspreciado en la producción de alimentos para el hombre y los animales. Ascanio, (2004).

Existen propiedades edáficas que pueden ser utilizadas como indicadores del estado o la calidad de un suelo. Estos parámetros deben ser identificados y cuantificados en cada ambiente en particular para poder documentar los cambios que se suceden en el corto y largo plazo, como consecuencia de las prácticas de manejo que se aplican. En ambientes tropicales o subtropicales, frágiles por naturaleza, la determinación y el seguimiento de estos indicadores es fundamental para comprender el funcionamiento del sistema suelo y así poder definir las estrategias más adecuadas para mantener la productividad del sitio en las sucesivas rotaciones. Lupi, (2002).

En un suelo de buena calidad se deben obtener cultivos sanos y de alto rendimientos, con un mínimo de impactos negativos sobre el medio ambiente. Es un suelo que también brinda propiedades estables al crecimiento y salud de los cultivos, haciendo frente a condiciones variables de origen humano y natural, principalmente las relacionadas con el clima, es decir, debe ser un suelo flexible y resistir el deterioro. Ascanio, (2004).

Los suelos agrícolas cubanos el 76,8% están afectados por diferentes procesos de degradación, donde se conjugan factores de diversa índole que limitan el rendimiento de los cultivos a valores inferiores a un 70 %. El 30,8 % del total están clasificados en la categoría de pocos productivos, mientras que el 46%, se consideran muy pocos productivos plantean. Alfonso y Carrobello, (2002).

De acuerdo con estadísticas consultadas, la superficie cultivable de Cuba corresponde a un 55, 40% y es aquí donde se está aplicando la materia orgánica con el objetivo de frenar la degradación, pero también juega un papel muy importante, la selección adecuada de los cultivos y su rotación, el control ecológico de plagas con el uso de bio-preparados, y la eliminación decisiva del uso de

fertilizantes químicos industriales por constituir grandes contaminadores. Manso, (2006).

Otra de las medidas fuertemente aplicadas a lo largo de toda la isla es el cese de la quema y tala de árboles para evitar en lo posible la desprotección de los suelos durante la época de lluvia y la acción constante de los rayos del sol. Por lo que la reforestación viene a jugar un papel preponderante en este programa. Manso, (2006).

2.1 .Definición de términos.

Rendimiento agrícola: Es la relación del peso de la cosecha de arroz en cáscara (húmedo) y el área cosechada. Esta expresión se indica internacionalmente en toneladas por hectáreas (t/ha).

Componentes del rendimiento:

Los componentes fundamentales para calcular rendimientos agrícolas son: número de panículas por metros cuadrados (pan/m²); número de granos llenos por panículas (gll/pan) y peso de mil granos (g). Las panículas por metros cuadrados (pan/m²) y los granos llenos por panículas (gll/pan) determinan la producción de granos por metros cuadrados.

La cantidad de pan/m² es el componente más variable y generalmente es la causa principal que limita el rendimiento agrícola en nuestras condiciones.

Sus valores están altamente relacionados con la calidad de preparación de suelos, la siembra, la capacidad de ahijamiento de las variedades, el control de plagas y enfermedades, el manejo del agua y la fertilización.

El peso de mil granos aunque tiene menos variabilidad también influye en el rendimiento agrícola. La falta de desarrollo en las plantas, los daños por plagas y enfermedades y la inadecuada fertilización entre otros factores son determinantes en su comportamiento.

2.2- La Materia Orgánica.

La materia orgánica forma parte del ciclo del nitrógeno, azufre y fósforo, resulta un elemento favorecedor en la composición tanto física, química como biológica del suelo Vicente, (2003).

La aplicación de materia orgánica al suelo permite reciclar cantidades importantes de nutrientes, además de elevar los niveles de actividad biológica. Esto a su vez permite la captura de nitrógeno, además mejora la estructura del suelo, facilitando un mayor grado de exploración y actividad radicular. Montesinos, (1998).

Se plantea que el uso continuado de monocultivo, provoca grandes alteraciones en el contenido total de carbono, los complejos orgánico móviles y semimóviles e incluso en la predisposición de los microelementos de las fracciones del suelo; he aquí entonces el papel de la materia orgánica como barrera ecológica. Un ejemplo lo constituye el trabajo de los agricultores en el norte de Ghana, los que se han dedicado a cultivar la misma tierra durante 40 años, sin hacer un significativo uso de fertilizantes minerales; el uso continuado de los fertilizantes orgánicos, les permitió mejoras significativas de la fertilidad del suelo y la producción de los cultivos. Dittoh, (2000).

La materia orgánica está compuesta por residuos vegetales y animales, los cuales están transformados por organismos del suelo; esta actividad está condicionada por la planta, la cual al morir alimenta el edafón, a continuación su actividad mineralizadora devuelve al suelo los nutrientes extraídos contribuyendo todo a crear el ciclo vegetativo. Esta transformación mejora la estructura del suelo, pues provee de sustancias nutritivas a la planta e incrementa la capacidad de retención de agua, además que la agregación de las partículas se ve favorecida mejorando la estabilidad, porosidad y estructura física del suelo. Magdoff, (1997).

La aplicación de la materia orgánica estabilizada en el suelo, como la que se obtiene de un biocompost o bioabono, de alta calidad sanitaria y agronómica que promueve entre otras cosas, lo siguiente: una intensa actividad biológica, la capacidad de intercambio de nutrientes, el equilibrio del agua y la estructura del suelo. Como consecuencia los campos están menos propensos a la erosión y por otro lado a una mejor retención de los nutrientes del suelo y un mejor desarrollo

del cultivo, contribuye finalmente a mejorar la eficiencia de los fertilizantes inorgánicos sobre la cosecha, y por lo tanto, haciendo más económico el uso de estos últimos. López, (1997).

2.2.1. Importancia de la materia orgánica en el suelo.

La materia orgánica del suelo contribuye a: mejorar la porosidad del suelo, aumenta la infiltración y la capacidad de almacenar el agua; los suelos compactos se vuelven más suaves, crea estructura favorable al crecimiento de las raíces; es fuente permanente, gran reserva de nutrientes para las plantas; alimenta a los microorganismos, los cuales al morir se convierten también en nutrientes y regula el PH del suelo. Guerrero, (1999).

La materia orgánica constituye sólo un porcentaje del peso de los suelos (1-6%), la cantidad y el tipo influye en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo. Magdoff, (1997).

La materia orgánica en sus diferentes formas, tiene efectos marcados en casi todas las propiedades del suelo; en los que más se relacionan con la evolución del mismo pueden destacarse: color, retención de humedad, buena estructura, mejora de la capacidad de intercambio catiónico, el PH se hace menos ácido, aumenta la disolución de los minerales, formación de compuestos orgánicos – minerales y aumenta la cantidad de microorganismos. Jaramillo, (2002),

2.2.2. Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo.

La materia orgánica juega una importante función en el comportamiento físico de los suelos. Contribuye a la formación y estabilidad de los agregados más que ningún otro factor. Dicha agregación aumenta la porosidad, aireación, infiltración y precolación del agua, disminuye la escorrentía y el riesgo a la erosión. Además mejora la capacidad de retención de humedad, disminuyendo la densidad aparente del suelo, lo que permite un mayor desarrollo y penetración de las raíces Magdoff, (1997) y mejora la porosidad en los suelos compactados. (Kolmans, Vázquez, 1996 y León, 2003).

2.2.3. Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades químicas del suelo.

La materia orgánica tiene un papel importante en la mejora de la disponibilidad de nutrientes e incremento de la capacidad de intercambio catiónico. Contiene un número elevado de grupos funcionales (carboxilos, hidroxilos, aminoácidos, aminocetonas y aldehídos) que son los que proporcionan capacidad de intercambio catiónico contribuyendo por tanto a aumentarla en los suelos con bajo contenido de arcillas. También proporcionan una mayor capacidad Tampón. Cairo y Fundora, (1995).

La materia orgánica ayuda a retener los nutrientes, mejora la nutrición en fósforo, posiblemente a través de favorecer el desarrollo de microorganismos que actúan sobre fosfatos y también juega un importante papel en la mejora de la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) así como la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres como el aluminio y por supuesto sobre la disponibilidad de nitrógeno y una notable influencia en la concepción del pH del suelo. *cit por* León, (2003).

2.2.4. Influencia de la materia orgánica sobre las propiedades biológicas del suelo.

La materia orgánica sirve de fuente para los microorganismos del suelo, favorece la presencia de otros microorganismos que contribuyen a su estructura, deben poseer más de 1.7 % de N para que los microorganismos no lo tomen del suelo y no provoquen síntomas de ineficiencia en las plantas, sin embargo ha surgido una nueva visión de la materia orgánica en el suelo que no es la de suministrar preferencialmente nitrógeno orgánico y otros nutrientes a este, sino en la formación de gramos y de la bioestructura sin la cual no existe una fertilidad real de los suelos. Citado por León, (2003).

La materia orgánica representa la fracción biológica del suelo, está constituida por dos grupos principales: un grupo transformado o "fracción estable", orientada a la conservación y estabilidad del suelo; y un grupo fresco o "fracción lábil", conformado por restos de animales y plantas en diferentes estados de

descomposición; dirigida principalmente a la fertilidad del suelo. Plantean que los estudios sobre la actividad biológica del suelo, generalmente se han realizado con propiedades relacionadas con esta última fracción, tales como: respiración edáfica, biomasa microbiana, actividades enzimáticas, microorganismos, etc.; estas propiedades biológicas y bioquímicas han demostrado ser más sensibles y con gran potencialidad para estimar la calidad biológica del suelo, por ser herramientas valiosas en la interpretación de la dinámica de materia orgánica y en procesos de transformación de los residuos orgánicos, además dan rápida respuesta a los cambios en el manejo del suelo, son sensibles al estrés ambiental y fáciles de medir. (Labrador, 1996), (Bandick y Dick, 1999).

2.3. Algunos abonos orgánicos.

2.3.1. Compost.

El compostaje es un proceso aerobio y biológico de degradación de materia orgánica bajo condiciones controladas. Es una técnica muy antigua que consiste en mezclar desechos de animales, vegetales, enzimas y elementos minerales proporcionándoles niveles de humedad aireación y temperatura favorable a la actividad de microorganismos capaces de convertir esos materiales en compuestos orgánicos estabilizados. Según Pereira y Stentiford, (1992).

Relacionado con este tema de la madurez, muchas personas prefieren que el compost esté algo inmaduro porque el proceso final de descomposición mejora la estructura natural de los suelos, permitiendo, entre otras cosas una buena penetración de las raíces. Sin embargo se plantea el posible efecto negativo de la liberación de amonio, cuando el proceso de descomposición continúa mucho tiempo después de que el compost es mezclado con otros componentes. El amonio tiende a sustituir el oxígeno, y las jóvenes raíces pueden asfixiarse. De ahí la necesidad de que el compost alcance un grado total de madurez y estabilidad antes de ser aplicado. Craul, (1997).

La aplicación de compost solo o mezclado con fertilizantes minerales logró un mayor crecimiento de la planta de maíz. La aplicación de compost también

provocó un aumento en el contenido de P_2O_5 asimilable en el suelo. Mora *et al.*, (1995).

También señalan que la aplicación de distintos tipos de compost produjo un incremento en el PH, fósforo asimilable, en la población microbiana y de la estructura del suelo. Cairo *et al.*, (1992).

En experimentos bajo condiciones controladas arribaron a la conclusión de que las aplicaciones de compost solo o combinado con zeolita aumentaba significativamente el % de materia orgánica, el P_2O_5 asimilable, el por ciento de agregados estables, la permeabilidad, el factor de estructura y el límite inferior de plasticidad. Cairo *et al.*, (1995).

Recuerden que el compost es el aprovechamiento de desperdicios por microorganismos, los cuales lo descomponen y degradan transformándolo en sustancias de complejidad variable, el humus. Kolmans y Vásquez, (1996).

Resumiendo los beneficios el compost al suelo en el momento de su aplicación tenemos:

1. El material producido por este método es económico.
2. La producción puede hacerse en fincas, con lo cual se ahorra costos de transporte.
3. El material transformado adquiere una relación C/N tal, que es capaz de aportar buena cantidad de humus al suelo.
4. El abono es balanceado desde el punto de vista nutricional.
5. El material producido es biológicamente estable.
6. Se reduce las características fototóxicas de los residuos utilizados.
7. Se reduce notablemente el contenido de patógenos en los desechos tratados.
8. Se reduce los malos olores si se hace correctamente. (Jaramillo, 2002),

La agricultura solo es posible cuando el suelo tiene una estructura sana de formar los procesos biológicos tan necesarios, proporcionan por demás los nutrientes necesarios a las planta. Primavesi, (1996).

Algunos autores, consideran que la combinación entre las sustancias orgánicas y fertilizantes químicos, representan una alternativa muy útil y realista para el aumento de los rendimientos, fertilidad del suelo y evitar la contaminación del ambiente. (Altieri, (1994) y Montesino, (1998).

Siempre pensar en el abonado del suelo y no en la fertilización de la planta. Antunez, (1999).

2.3.2. Cachaza

Debido al agotamiento de las tierras cultivables, se ha popularizado el uso de los abonos orgánicos como es el caso de la cachaza de la caña y otros subproductos. Manso, (2006).

La cachaza es un material de desecho de la industria azucarera y específicamente un residuo del proceso de clarificación de los jugos, compuesto por fibras, sacarosa, tierra, cera, albuminoides y algunos de los principales elementos nutrientes de la caña de azúcar como nitrógeno, fósforo y calcio. Este residuo se ha utilizado como fertilizante en muchas áreas de los centrales azucareros en Cuba, en muy diversas formas de aplicación y dosis. Según (Arzola, 1968) y Aloma, (1973) *cit por* Vázquez, (2003).

En estudios realizados en suelos dedicados a la caña de azúcar lograron un incremento sustancial de los contenidos de fósforo en el suelo al aplicar cachaza al mismo, lo cual siempre ocurre al adicionar esta enmienda en cantidades relativamente altas; particularmente cuando se mezcla con las fuentes químicas de N-P-K. Este aumento fue mayor a la profundidad de 0 - 20 cm. Con esta última, los mayores valores de P se obtuvieron con los subtratamientos donde sólo se adicionó N-P-K y cuando se mezclaron estos últimos con la cachaza, en las dos profundidades del suelo evaluadas. Zerega, (1993 *et al.*, 1998).

Al evaluar los efectos principales y las interacciones de tres niveles de cachaza, fresca y seca con azufre, sobre un suelo franco salino-sódico demostró que solo

con las interacciones de azufre con cachaza fresca y seca se logran mejorar las propiedades químicas del suelo, con estos tratamientos el pasto alcanzó el mayor crecimiento y los más altos valores de peso seco. En el testigo y en donde solamente se aplicó cachaza, el pasto murió y no se lograron mejoras en las propiedades químicas del suelo objeto de estudio. Zerega y Adams, (1991).

La cachaza provoca una mejora notable en el estado estructural del suelo lo cual se traduce en un aumento de la permeabilidad, el factor de estructura, el límite inferior de plasticidad, el % de agregados estables y de la estabilidad estructural. Castro, (1990) y Jiménez, (1986).

Además se plantea que las propiedades físicas del suelo, consideradas mediante el índice de plasticidad y el factor de estructura, mejoran con la aplicación de cachaza. Ortega, (1993).

2.3.3. Humus de lombriz.

El vermicompost o humus de lombriz es un fertilizante biorgánico que se presenta como un producto desmenuzado, ligero, rico en enzimas y microorganismos, pues cuenta con alrededor de 2000 millones de bacterias por gramos. Su riqueza en elementos nutritivos lo convierte en un fertilizante completo, que aporta a las plantas las sustancias necesarias para su crecimiento y desarrollo. Cabrera, (1988) *cit por* Rodríguez, (2002).

El humus de lombriz es el producto resultante de la transformación digestiva que ejerce este pequeño animal sobre la materia orgánica. Aunque como abono orgánico puede decirse que tiene un alto valor nutritivo, lo importante no son los valores absolutos de los elementos químicos que normalmente se analizan, sino más bien la gama de compuestos orgánicos, su disponibilidad a las plantas y su resistencia a la fijación y al lavado. Pero más importante aún, es la microflora contenida en el humus de lombriz. Ningún abono orgánico similar lo iguala, presentando un conteo bacterial benéfico de bacterias aeróbicas, hongos y actinomicetes de hasta dos billones de colonias por gramo, lo cual lo convierte en el mejor inoculador de vida para los suelos. Según González y Morejón, (2002).

La utilización de las lombrices para la transformación de los residuos orgánicos de origen vegetal y animal enriquecen sucesivamente los valores nutritivos de las sustancias, que al ser aplicada al suelo en forma de humus, es una realidad que pone de manifiesto la posibilidad de sustituir parcialmente los fertilizantes minerales. Estas además de proporcionar mayor aireación, intercambio de gases y drenaje nos brindan humus proveniente de la descomposición de la materia orgánica que consumen. Estas pueden alimentarse con residuos caseros, estiércoles (vacas, caballo, conejo, ternero, ovejas, etc.), papel y cartón, aserrín, entre otros. En algunos países la fertilidad del suelo se mide de acuerdo a la cantidad de lombrices que habiten en éstos. Cabrera, (1988).

El humus de lombriz es un material rico en calcio, nitrógeno, potasio, fósforo y magnesio. Además contiene buenas cantidades de auxinas y hormonas vegetales que actúan sobre la germinación y el crecimiento de las plantas. La lombricultura tiene una relevante importancia económica, en caso de ser bien manejada, se obtienen resultados con retornos muy superiores a los iniciales. Una Ha de lombricultura puede alcanzar una producción superior a las 4000 Ton de humus y 39 Ton de lombriz. Una Ton de humus en el mercado mundial vale más de 100.00 USD. Una Ton de harina de lombriz vale más de 450.00 USD. Un kg de lombriz vale 36.00 USD. El valor en Cuba de una ton de humus fluctúa alrededor de 36.50 \$ MN. Cabrera, (1988).

El humus es el mejor abono orgánico del mundo, por el efecto sorprendente que provoca en los cultivos le llaman la magia negra, además proporciona un ahorro entre un 30 y 100% de fertilizantes minerales a la vez que sustituye grandes volúmenes de materia orgánica utilizada. Rodríguez, (2002).

Materiales y Métodos

3.1 Características y diseño

El experimento se realizó en la UBPCA - Arrocería Las Nuevas en tierras expuestas al constante laboreo del cultivo del arroz, donde se alcanzan rendimientos deprimidos debido a la degradación que ha provocado la agricultura convencional, por lo conocido anteriormente se decide montar el siguiente experimento con aplicaciones al suelo de distintos componentes orgánicos en busca de una solución para mejores rendimientos de la futura cosecha.

Para el experimento se montaron 4 ha en el campo 119 del lote 14 con tecnología de terrazas planas, todas sembradas con la variedad LP- 5 en el mes de enero del 2011 de la siguiente forma:

Una hectárea con aplicaciones de Cachaza.

Una hectárea con aplicaciones de compost.

Una hectárea con aplicaciones de Humus de lombriz.

Una hectárea como testigo por el método convencional.

3.2-Actividades realizadas

3.2.1- Preparación de tierra

Para todos los experimentos el suelo se preparó con la tecnología seco-fangueo.

- ✓ La rotulación y el cruce se realizó con un equipo de alta potencia K-700 con grada de 11250 Lbs como implemento.
- ✓ Se aplicó materiales orgánicos a todas las terrazas con equipos de potencia ligera y abonadora del tipo utilizada en el cultivo de la caña.
- ✓ Se le dio un pase de grada con implemento de 4500 Lbs con equipos de potencia media.
- ✓ El levante de diques se realizó con moto-niveladora .
- ✓ Posteriormente se realizó el llenaje de fangueo por el método de inundación.

- ✓ Se le dio al suelo un pase de rodillo fangueador con equipos de potencia media.
- ✓ El alisado se realizó con tablón alisador acoplado a un equipo de potencia media.
- ✓ El saneamiento de muros, diques, canales secundarios y terciarios se realizó por los métodos manuales y químicos con machete y aplicaciones con mochilas del herbicida (Glifosate).

3.2.2- Siembra

El drenaje de siembra se realizó el día anterior de forma manual con tenedor y machete, y el pachanguero, el día posterior a la siembra con ayuda de un tractor de potencia ligera con ruedas de hierro llamado lenteja.

La siembra se realizó de forma manual con semilla pregerminada por el método a voleo.

3.2.3- Riego de Agua

Se realizaron 4 riegos de agua, excepto al testigo que se le realizaron 5 pases de agua antes del aniego de herbicida y posteriormente se procede a la monta de la lámina de aniego permanente. El drenaje de cosecha se realizó a los 15 días antes de efectuar la cosecha.

3.2.4- Atenciones culturales

Para el mantenimiento de los muros, diques y canales limpios se realizaron de forma manual con machete.

Las actividades de riego y mantenimiento de aniego permanentes se realizaron de forma manual por un anegador.

3.2.5- Fertilización

En los experimentos montados con materia orgánica se realizan 4 aplicaciones y 2 aplicaciones foliares con fungicida de forma manual.

La primera, 30 días antes de la preparación de la tierra, con un riego de agua rápido, buscando aumentar la presencia de microorganismos en el suelo. Todas a razón de 10 tn por hectáreas.

La segunda después del cruce incorporándola al suelo con la grada ligera a razón de 10 tn en todos los experimentos.

La tercera en la etapa de ahijamiento mezclada con fósforo y nitrógeno, la mezcla se realizó manual de la siguiente forma:

3 tn de material orgánico con 0.055 tn de nitrógeno y 0.055 tn de fósforo.

El nitrógeno y el fósforo se aplicó el 50% que se aplica por el método convencional, es decir, aplicado a una dosis de 1.5 tn por caballerías se aplicaría 0.055 tn por ha.

La cuarta en el punto de algodón mezclada con potasio y nitrógeno la mezcla se realizó manual de la siguiente forma:

3 t de material orgánico con 0.11 tn de nitrógeno y 0.011 t de potasio.

El nitrógeno y el potasio es aplicado a una dosis de 1.5 t por caballerías que se aplicaría 0.11 t por ha.

Se realizaron 2 aplicaciones foliares a los 3 experimentos con baifolán mezclado con los fungicidas de forma preventiva .

La primera mezclada con Eminente Pro a los 35 días de germinado el cultivo.

La segunda mezclada con amistar cuando el 10% de las paniculas habían emergidos.

En el testigo utilizado se realizaron 4 aplicaciones de nitrógeno de la siguiente forma:

La primera aplicación de nitrógeno a los 10 días de germinado las plantas de forma manual a razón de 0.08 t por ha.

La segunda aplicación en la etapa de ahijamiento mezclada con fósforo a una dosis de 0.09 t por ha de cada fertilizante.

La tercera aplicación en el punto de algodón o cambio de primordio mezclada con potasio a razón de 0.09 t por ha de cada fertilizante.

La cuarta aplicación de nitrógeno cuando el 10% de las espigas habían emergidos a razón de 0.08 t por ha.

3.2.6- Control Fitosanitario

La eliminación de las plantas indeseables se realizó cuando las plantas tenían la edad de 25 días de germinado, con el herbicida selectivo Pastoral.

Como se realizó un buen saneamiento las plagas y enfermedades se comportaron por debajo de los umbrales económicos y no se hizo necesario aplicación de químicos en excesos, aunque se realizó una aplicación de *Metarhizium Anisopliae* para controlar de forma preventiva los ataques del picudo acuático (*Lissorhoptrus Brevirostris*) en su estadio larval, se aplicaron 2 fungicidas de amplio espectro para la protección de las plantas.

3.2.7-Cosecha

Se realizó dentro de los parámetros correspondientes de humedad (21-25%) sin atrasos con la cosechadora moderna del tipo L-517.

3.3- Experimentos

Exp 1 Cachaza procedente del CAI Uruguay Municipio de Jatibonico.

Exp 2 Compost del centro de compostaje de la UBPC A. Las Nuevas.

Exp 3 Humus de lombriz procedente del centro de Lombricultura de la UBPC-A Las Nuevas.

Exp 4 testigo.

3.3.1- Composición de los materiales utilizados

Abono orgánicos utilizados	PH	CE	%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%MO	%C
Cachaza	7.5	1.05	2.23	2.51	0.41	1.56	2.08	42.25	24.51
Compst	7.7	1.65	2.11	1.71	0.93	0.39	1.77	37.45	25.12
Humus de Lombriz	7.4	2.60	3.38	1.80	0.45	0.29	2.11	38.95	22.59

3.4 Dosis utilizadas por partidas en cada hectárea sembrada.

Partidas	U/M	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4
Semilla	qq	3.0	3.0	3.0	3.5
Nitrógeno	t	0.08	0.08	0.08	0.09
Fósforo	t	0.055	0.055	0.055	0.09
Potasio	t	0.11	0.11	0.11	0.09
Material orgánico	t	10	10	10	0
Combustible	L	270	220	220	150
Agua de riego	m ³	724	724	724	924
Metarhizium	L	10	10	10	10
AMISTAR	L	0.5	0.5	0.5	0.5
Eminente Pro	L	0.7	0.7	0.7	0.7

3.5 Características del suelo utilizado.

Los suelos Gley Vértigo Típico clasificados según (FAO/UNESCO, 1988) Rhodic Eutrastos (Soil Taxonómica, 1992), (Hernández *et al.*, 1999), presentan las siguientes características generales:

- Presenta un perfil ABC, el proceso principal de formación es la arcilla.
- Existe un predominio de materiales arcillosos del tipo 1:1, caolinítico, con una porosidad total de 54,0-62,0%.
- La materia orgánica alcanza valores bajos de 1.05%.
- Se localizan en relieve llano o terrazas planas.
- Presenta un mal drenaje, tanto interno como externo.
- La capacidad de intercambio catiónico alcanza valores de hasta 23,0 cmol⁽⁺⁾ Kg. de suelos.
- El pH en H₂O y KCl es de 6.1 a 6.89 respectivamente.
- Relaciones moleculares: Ca/Mg (1,0-3,0) y Relación C/N (9,0 -11,0).
- Contenido de P₂ O₅ es de 8.1%. Categoría P₂.
- Contenido de K₂O es de 16.24%. Categoría K₂.

Según noveno cartograma agroquímico CAI Sur del Jíbaro. Marzo, (2005).

3.6- Evaluación de los indicadores mofofisiológicos de las plantas.

Se evaluó (germinación, ahijamiento, altura de las plantas, longitud y cantidad de raíces adventicias). Por el método establecido en el Instructivo Técnico del arroz. Según (colectivo de autores 2000).

Germinación (%): Esta se realizó de forma diagonal con marcos de 0.25 m comenzando a 25 m del canal de riego y terminando a 25 m del canal de drenaje, se tomaron 10 muestras en marcos de 0,25 m, se obtiene la media de la sumatoria de todas las muestras y el resultado es multiplicado por 4.

Ahijamiento (Hijos): se tomaron 10 muestras al azar se cuentan la cantidad de hijos por plantas y se dividen entre el total de muestras contadas y se obtienen la cantidad de hijos por plantas en los marcos colocados en diagonal.

Altura (cm): se midió la altura de las plantas con una cinta métrica en los marcos colocados en diagonal, cuando estas habían emitido la hoja bandera.

Longitud de las raíces (cm) se extrajeron 10 plantas a lazar en los marcos colocados por experimentos y se midió la longitud de las raíces con una cinta métrica.

Cantidad de raíces adventicias (uno) de las plantas extraídas se realizo un conteo manual y se sacó la media por plantas.

3.7- Evaluación de los indicadores de rendimiento de las plantas.

Se evaluaron tallos fértiles, números de espigas por metros cuadrados, granos llenos por espigas, granos vanos por espigas, peso de mil granos, rendimiento por hectáreas, rendimiento industrial. Por el método establecido en el Instructivo Técnico del arroz según (colectivo de autores 2000).

Tallos fértiles (Tallos): cuando la planta se encuentra en el cambio de primordio o principio de embuchamiento esta toma una forma redonda y se dice en términos vulgares que la planta está preñada, entonces al igual que el ahijamiento se cuentan en los marcos colocados la cantidad de tallos fértiles por plantas y se obtiene la media de la cantidad de muestras contadas.

Números de panículas por metros cuadrados (Panículas): se realizó en los marcos de 0.25 m a partir de que el total de las espigas hallan emergidos y después se divide el resultado entre 10, se obtiene la media y esta se multiplica por 4.

Granos llenos y vanos por panículas (Granos): se tomaron un total de 10 espigas al azar en distintos puntos trazados y se cuentan la cantidad de granos llenos en cada espiga se suman todos los granos y se divide entre 10.

Peso de mil granos llenos (g): se contaron 1000 granos enteros y sanos y se llevan al laboratorio donde son pesados en una balanza.

Rendimiento por hectáreas estimado (t): después de obtener cantidad de espigas por metros cuadrados, cantidad de granos llenos por espigas y el peso de mil granos, obtenemos la cantidad de arroz que se cosechara en un m² y lo multiplicamos por 10000 m² que tiene una ha, si la operación se realizó en quintales lo llevamos a toneladas dividiendo por 21.74, y tenemos un estimado bastante real de las tn a obtener.

Rendimiento por hectáreas real (t): Una vez realizada la cosecha y trasladado el arroz a la industria es pesado y facturado en la misma.

Resultados y Discusión

4.1- Tabla 1

Comportamiento de la germinación por experimentos.

Experimentos	Fecha de siembra	Fecha de germinación	Tiempo en germinar la semilla (Días)
Cachaza	10/1/11	17/1/11	7
Compost	10/1/11	17/1/11	7
Humus	10/1/11	16/1/11	6
Testigo	10/1/11	19/1/11	9

Como se puede observar en la tabla anterior todos los experimentos germinaron primero que el testigo, siendo con el uso del humus donde más rápido ocurrió esta, debido a que en esta terraza el suelo tuvo mayor retención de humedad y mejor aireación, es decir, el suelo se encontraba en óptimas condiciones para la germinación sin tener que usar el agua de riego, sin embargo el testigo necesitó que se efectuara un segundo riego de agua para su germinación.

4.1.1- Tabla 2

Comportamiento de la población e hijos por plantas.

Experimentos	Plantas por m ² Primer conteo de Población	Plantas por m ² Segundo conteo de Población	Cantidad de hijos por plantas
Cachaza	150	146	3.5
Compost	154	152	3.3
Humus	157	157	3.7
Testigo	135	125	2.3

Como se puede observar en la tabla 2 el testigo solo alcanzó 135 plantas por metros cuadrados, siendo superado por los demás experimentos montados, siendo con la aplicación de el humus de lombriz donde se obtuvo una cantidad mayor de plantas por metros cuadrados, además no todos los experimentos mantuvieron el número de plantas logradas. En el experimento montado con el humus de lombriz se mantuvo la misma cantidad de plantas por metros cuadrados y el estado vegetativo de las plantas se encontraba en óptimas condiciones, no siendo así en el testigo donde la afectación se hace notable y se pierde alrededor de un 8% de la población lograda. Lo mismo ocurre en la cantidad de hijos por plantas donde todos los experimentos superaron al testigo incidiendo la mayor cantidad en el experimento montado con el Humus.

4.2- Tabla 3 Comportamiento de los indicadores morfofisiológicos de las plantas

Experimentos	Altura de las plantas (cm.)	Longitud de las raíces (cm.)	Cantidad de raíces por plantas(Una)
Cachaza	96.1	17	231
Compost	94.2	18	227
Humus	107.6	24	265
Testigo	85.5	15	187

Como se puede observar en los tres indicadores morfofisiológicos evaluados de las plantas todos los experimentos superaron al testigo destacándose la aplicación de Humus que superó con creces a los demás.

4.3 - Tabla 4 Comportamiento de los tallos fértiles y espigas por metros cuadrados por experimentos.

Experimentos	Cantidad de tallos fértiles por plantas	Cantidad de espigas por metros cuadrados
Cachaza	1.8	263
Compost	1.8	277
Humus	1.9	301
Testigo	1.4	188

Como se puede apreciar en la tabla 4 los tallos fértiles en todos los experimentos que se montaron superan al testigo y todos superan la media del método convencional que se encuentra en alrededor de 1.6, excepto el testigo que solo alcanzó 1.4 hijos por plantas, en el experimento con humus se logra el mayor número de hijos. Entonces si tenemos mayor población y mayor cantidad de tallos fértiles en los experimentos con componentes orgánicos se puede observar también que aumenta la cantidad de panículas por metros cuadrados, componente este de gran importancia para el rendimiento agrícola de la futura cosecha.

4.3.1- Tabla 5 Comportamiento de la cantidad y llenado de los granos por experimentos.

Experimentos	Cantidad de granos totales por espigas	Cantidad de granos llenos por espigas	Cantidad de granos vanos por espigas
Cachaza	76	66	10
Compost	85	76	9
Humus	87	78	9
Testigo	63	52	11

En la tabla anterior se aprecia que el llenado de los granos en cuanto al vaneo se comportó bastante estable, aunque todos los experimentos alcanzan valores por debajo del testigo, no siendo así en cuanto al número de granos llenos donde todos los experimentos superan al testigo y vuelve a ser el uso del humus donde se alcanzan los valores más altos.

4.4- Tabla 6 Peso de mil granos por experimentos.

Experimentos	Peso de mil granos(g)
Cachaza	29.11g
Compost	29.41g
Humus	29.43g
Testigo	29.01g

Como se observa en la tabla anterior todos los experimentos superan al testigo en cuanto al peso del grano factor este decisivo en los rendimientos tanto agrícola como industrial, alcanzándose el mejor resultado en la aplicación del humus.

4.5-Tabla 7

Rendimiento por ha en cada experimento.

Experimentos	Rendimiento en tn por ha Estimado	Rendimiento En qq Caballería Estimado	Rendimiento en tn por ha Real	Rendimiento en qq por Caballería Real
Cachaza	5.05	1473	4.85	1415
Compost	6.19	1805	5.94	1733
Humus	6.90	2013	6.62	1931
Testigo	2.85	831	2.74	799

Rendimiento = Panículas por m² x granos llenos por paniculas /1000 x peso de mil granos/460g x 10000 m² /100

El resultado lo da en qq/ha y se lleva a tn/ha dividiendo por 21.74.

Testigo $188 \times 52 = 9776/1000 = 9.77 \times 29.04 = 283.72 / 460 = 0.62 \times 10000$
 $= 62000/100 = 62 \text{ qq}/21.74 = 2.85 \text{ tn/ha}$
 $= 62\text{qq} \times 13.42 \text{ ha} = 831 \text{ qq/cab.}$

Como era de esperar los indicadores anteriores reflejaban que los mayores rendimientos agrícolas serian para los experimentos a base de humus y compost, aunque los demás experimentos todos superan al testigo.

4.6- Tabla 8**Gastos por hectáreas en moneda nacional por experimentos.**

Partidas	U/M	Cachaza	Compost	Humus	Testigo
Preparación de tierra	\$	1250	1250	1250	1100
Semillas	\$	115.50	115.50	115.50	115.50
Nitrógeno	\$	43.75	43.75	35.00	70.00
Fósforo	\$	32.00	32.00	32.00	64.00
Potasio	\$	15.00	15.00	15.00	30.00
Metarhizium	\$	100.00	100.00	100.00	100.00
Pastoral	\$	37.42	37.42	37.42	37.42
Combustible	\$	135.00	110.00	110.00	75.00
Agua	\$	3620	3620	3620	4620
Amistar	\$	17.49	17.49	17.49	17.49
Eminente Pro	\$	7.91	7.91	7.91	7.91
Material orgánico	\$	660.00	220.00	1400	_____
Transportación	\$	275.00	275.00	275.00	200.00
Alimentación	\$	165.00	165.00	165.00	120
Fuerza de trabajo	\$	600.00	600.00	700.00.	450.00
Cosecha	\$	438.80	538.00	593.20	247.60
Total	\$	7072.8	7147.1	8473.5	7254.9

4.7- Tabla 9

Comparación económica entre experimentos.

Experimentos	Rendimiento t/ ha	Producción qq	Precio de venta	Ingresos totales \$	Gastos totales \$	Rentabilida d \$
Cachaza	4.85	105.4	150.00	15810	7072.8	8737
Compost	5.94	129.1	150.00	19365	7147.0	12218
Humus	6.62	143.9	150.00	21585	8473.5	13112
Testigo	2.74	59.5	150.00	8925	7254.9	1670
Total 4 Ha	5.04	437.9	150.00	65685	29948.2	35737

Como se puede observar en la tabla anterior los resultados arrojados por los experimentos de materiales orgánicos obtienen mejores resultados económicos que el alcanzado por el testigo, siendo el de mejores resultados el experimento realizado con el humus de lombriz.

Conclusiones.

1. Con el empleo de los abonos orgánicos se obtuvieron resultados sobresalientes tanto para el cultivo, el suelo, como para el hombre.
2. Se logró ahorro en el empleo de fertilizantes químicos, protección al entorno y el medio ambiente, elevación de los rendimientos agrícolas e industriales del cultivo y una disminución considerable de los costos, al compararlo con el método convencional.
3. Se demostró que la aplicación de humus de lombriz logró mejores resultados en todos los indicadores evaluados.

Recomendaciones

1. El extensionismo de esta experiencia como medio de capacitación para los demás productores, con el objetivo de contribuir a mejorar las condiciones agro productivas y geneticas de los suelos de la arrocera.
2. Que otros productores que se encuentran en la misma situación, apliquen esta experiencia como una alternativa para contribuir a desarrollar en el municipio una agricultura más sana, ecológica y sostenible.
3. Aplicación del humus de lombriz para alcanzar mejores resultados productivos.

Bibliografía

Alef, K. 1995. Soil respiration. En: Alef, K.; P. Nannipieri (Eds.). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press. Harcourt Brace & +company, Publishers. p. 214-217.

Alfonso, I y C. Carrobello. 2002. Una mirada hacia abajo. Revista Bohemia .No 13. p. 24-32.

Altieri, M.A. 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. Agricultura Técnica (Chile).54 (4): p. 371 – 386.

Antunez, C. 1999. Efecto del residual sólido de café sobre las propiedades de un suelo. Trabajo Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuaris de Montaña. UCLV. 70 pp.

Arzola, N. 1968. Utilización de la cachaza en el cultivo de la caña de azúcar. Academia de Ciencias de Cuba. (10).

Ascanio, N. 2004. Reseña del uso y manejo agroecológico de los suelos, situación actual. Disponible en: www.gacicuba.net [Consulta 5 de diciembre 2005].

Astier, Marta. 2002. Hacia la recuperación de la Vida en el suelo. Revista LEISA: Revista de Agroecología. Hacia la recuperación de la vida en el suelo. Vol. 18. No 3. p. 4 – 50.

Bandinck, A.K. y R.P. Dick. 1999. Field management effects on soil enzyme activities. Soil Biology and Biochemistry 31(11): p.1471-1479.

Benítez, J.R. 2004. Manejo Integrado del Suelo y Agua para un desarrollo agrícola sostenible en América Latina. Revista de Agroecología, LEISA. Editorial LEISA. Lima Perú. Vol.19, No 4. p. 4-5.

Cabrera, I. 1988. Un útil trabajador subterráneo: La lombriz de tierra. Ed. Científico-Técnica. La Habana. p. 2-40.

Cabrera, M. T. 1998. Estudios de lá aplicación de diferentes fuentes minerales y compost en un suelo ferralítico rojo. Informe: Trabajo Temático Productivo. #119. Sector II Empresa Geominera del Centro. p. 46-52.

Cairo, P. 1992. Relaciones entre la materia orgánica y las propiedades estructurales de los suelos. Centro Agrícola, 9 (2)..

Cairo, P y O, Fundora. 1995. Edafología. La Habana. Pueblo y Educación. 476 pp.
Cairo, P; J. Machado; P. Torres; Inés Abreu. 1995. Utilización del carbonato de calcio como mejorador de las propiedades agrofísicas de los suelos de mal drenaje. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Libro de resúmenes: p. 6-7..

Cairo, P; J, Machado; P, Torres. 2000. Minerales naturales alternativos, su uso en el mejoramiento de los suelos degradados. Informe final de Proyecto Territorial. CITMA. Villa Clara.

Cairo,P. 2000a. Compartimiento de la roca fosforica como mejoradora de suelos. Comunicación personal.

Cairo,P. 2000b .Alternativa para el mejoramiento de los suelos para el cultivo de la caña .Revista Agricultura Orgánica . Artículo. p.23 -55.

Castro,P. 1990. Efecto combinado de drenaje topo y la cachaza en el mejoramiento de los Suelo Oscuro Plásticos en relación con la producción de caña.TD. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central de las Villas.

Craul, P. J. 1997. Compost in urban soil design. BioCycle Northeast Conference, Albany, New York.

Dittoh, SAA. 2000. Manejo sostenible de la fertilidad del suelo: Lecciones aprendidas de la investigación en acción. Revista LEISA. Perú. #1-2, 15:p. 51-52.

Domínguez, L. 2002. Estudio de lagunas alternativas para el mejoramiento y conservación de los suelos Ferralíticos rojos de Montaña. Tesis de Diploma. Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray. UCLV.

FAO. 2001. La vida en los suelos. Disponible en: www.fao.org. [Consulta 9 de Abril 2006].

Filip, Z.K.1998.Soil quality assessment: an ecological attempt using microbiological and biochemical procedures. *Advances in Genecology* 31:21-27

Flores, O. 2000. Ahorro de fertilizantes en la Empresa de

Cultivos Varios y disminución de la contaminación ambiental. XIII Forum Municipal de Ciencia Técnica. Santa Clara.

González, A. y O. Morejón. 2002. Experiencias en el uso del humus sólido y líquidos en la agricultura. Memoria del II Encuentro de Investigadores en Agricultura Orgánica.

Guerrero, V. 1999. Fertilidad, Conservación y Manejo del suelo .Manual para promotores comunitarios. Centro de Capacitación Femenina.

Gupta, V.V y J.J Germida. 1988. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. *Soil Biology and Biochemistry* 20, 777-786.

Jaramillo, D.F. 2002. Introducción a la Ciencias del Suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia .613pp.

Jiménez, A.J. 1986. Estúdio de la influencia de la aplicación en la cachaza sobre alguna propiedades químicas y físicas de los suelos Oscuros Plásticos en función del tiempo de aplicación. Trabajo de Diploma . Facultad de Ciencias Agropecuarias .

Kolmans, E. Y D. Vázquez.1996. Manual de agricultura Ecológica: Programa Agroecológico. Campesino a Campesino. ANAP. Villa Clara. 12 – 59 pp.

Labrador, J. 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. Editorial Mundi Prensa. Madrid. España.

Lalande, R.; B. Gagnon ; R.R. Simard; D. Côté. 2000. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure application in a long-term field trial. *Can. J. Soil Sci.* 80:263-269.

Leon, G.J. 2003. Manejo ecológico de un suelo Pardo Grisacio (inseptisol) degradado . Tesis presentada en opción al título de Master en Agricultura Sostenible. Universidad Central de las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

López, G; E. Fuentes; H. Vázquez.1981. Resumen sobre los elementos fundamentales que deben ser redactados en cada epigrafe del informe de suelo por municipio a escala 1:25 000. Dpto de Suelo y Agroquímica. Dir.Nac.de suelos y fertilizantes. MINAGRI.

Lupi, Ana María; R, Fernández; Marta Conti.2002. Calidad del Suelo como Respuesta a la Aplicación de Prácticas de Implantación Forestal – 2002. Disponible en: elsitioagricola.com. [consulta 17 de enero de 2006].

Magdoff, F. 1997."Calidad y manejo del suelo "Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y desarrollo. Grupo Gestor Cubana de Agricultura Orgánica. La Habana. Cuba 211pp.

Manso, Rafaela. 2006. La Agricultura en Cuba. Disponible en: www.radiohc.cu. [Consulta 9 de abril 2006].

Manso, Rafaela. 2006. La erosión en los suelos cubanos. Disponible en: www.rhc.cu [Consulta 17 de enero 2006].

Mora, C.E.; L.M. Turk; H.D.Fath.1962. Edafología .Fundamentos de la ciencias del suelo 3^{ra} edición. Compañía Editorial Continental, S.A.Mexico, 612pp.

Montesino, C. 1998. La fertilización en la Agricultura orgánica. Revista chile agrícola 235: 247 – 251pp.

Martínez. J, Socorro, Muñis. O, Hernandez. D, y Cabello. R. 2001. Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz

Pascual, J.; C. García; T. Hernández; M. Ayuso. 1997. Changes in the Microbial activity of an arid soil amended with urban organic wastes. Biol. Fert. Soils. 24:429-434.

Pascual, J. A. 1996. Efectividad de los residuos orgánicos en la mejora de la calidad de suelos áridos: aspectos biológicos y bioquímicos. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia (España). 428 p.

Pereira, S. y D. Stentiford. 1992. A low cost controlled Windrow system. *Acta Horticultural* (302), 141 -152 pp.

Philipps, L. 2002. Nitrogen Losses. *Revista Ecology and Farming*. IFOAM. Germany. No.29:10.

Picolo, G.A.; Lgioffré.; C. Pascali.; O.S. Heredia; E. Ciarlo. 2002. Fracciones de fósforo orgánico edáfico en agroecosistemas. Estación Experimental Agropecuaria Cerro. Informe Técnico. N° 77. INTA, Argentina, 11p.

Pimentel, D.; C. Harvey; P. Resosudarmo; K. Sinclair; D. Kurz; M. McNair; S. Crist; L. Shpritz; L. Fitton; R. Saffouri; R. Blair. 1995. Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267, 1117-1123. Disponible en: www.ecaf.org. [Consulta 5 de diciembre 2006].

Primavesi, Ana. 1996. Recuperación del suelo. *Revista Hoja a Hoja*. CETEC. Paraguay.

Rodríguez, Martha. 2003. Alternativas para el mejoramiento de los suelos Ferralíticos rojos con el uso de minerales naturales y abonos orgánicos. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV.

Rodríguez, P.A. 2002. Características químicas y microbiológica del humus de lombriz obtenido de diferentes residuales orgánicos. 2do. Congreso Internacional Virtual Agropecuario CIVA. Del 24 al 28 junio.

Vicente, C. 2003. Origen de la materia orgánica.

Zérega, L y M. Adams. 1991. Efectos de la cachaza y el azufre sobre un suelo Salino-Sádico del Estado Carabobo bajo condiciones de invernadero. *Revista Caña de azúcar* Vol. 9(02): 110-126. Disponible en: www.ceniap.gov.ve .[Consulta 28 de Enero 2006].

Zerega, L. 1993. Manejo y uso agronómico de la cachaza en suelos cañameleros. *Revista Caña de azúcar* Vol. 11. No 2. Disponible en: www.ceniap.gov.ve . [Consulta 9 de Abril 2006].

Anexos

Anexo 1 Tablas del Comportamiento de la población por experimentos.

Tabla 1 Primer conteo de población

Experimentos	Cantidad de plantas germinadas por metros cuadrados										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	37	39	41	36	35	38	39	37	36	38	150
Compost	38	42	39	41	36	35	42	39	39	35	154
Humus	37	39	38	37	41	38	39	40	40	43	157
Testigo	35	33	36	35	29	35	30	35	37	33	135

El cálculo se realizó sacando la media de la sumatoria de todos los puntos y multiplicándola por 4.

Ejemplo: $35 + 33 + 36 + 35 + 29 + 35 + 30 + 35 + 37 + 33 = 338/10 = 33.8 \times 4 = 135.2$

Tabla 2 Segundo conteo de población

Experimentos	Cantidad de plantas por metros cuadrados										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	36	37	39	36	34	36	39	36	34	37	146
Compost	38	42	39	41	36	35	42	39	39	35	154
Humus	37	39	38	37	41	38	39	40	40	43	157
Testigo	32	31	33	32	27	34	29	31	34	30	125

El cálculo se realizó sacando la media de la sumatoria de todos los puntos y multiplicándola por 4.

Ejemplo: $32 + 31 + 33 + 32 + 27 + 34 + 29 + 31 + 34 + 30 = 313/10 = 31.3 \times 4 = 125.2$

Tabla 3

Experimentos	Numero de hijos por plantas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3.5
Compost	4	3	3	4	4	3	3	2	4	3	3.3
Humus	4	3	4	4	3	5	4	3	3	4	3.7
Testigo	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2.3

El calculo se realizo sacando la media de la sumatoria de todos los puntos.

Ejemplo: Testigo $3 + 2 + 2 + 2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2 = 23/10 = 2.3$

Anexo 2 Comportamiento de los indicadores morfó fisiológicos de las plantas.

Tabla 4

Experimentos	Altura de las plantas (cm)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	96	98	95	99	97	95	92	96	94	99	96.1
Compost	94	93	99	98	97	93	94	90	95	89	94.2
Humus	110	105	104	108	111	104	107	109	105	112	107.6
Testigo	83	87	89	82	90	85	86	80	91	82	85.5

Tabla 5

Experimentos	Longitud de las raíces (cm.)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	14	15	18	19	17	20	16	17	18	16	17
Compost	17	16	18	20	18	19	17	17	18	20	18
Humus	28	23	25	24	20	26	22	24	25	23	24
Testigo	17	13	16	14	16	18	13	15	14	14	15

Tabla 6

Experimentos	Cantidad de raíces por plantas(Una)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	227	233	230	228	229	229	231	234	233	236	231
Compost	230	229	225	223	231	229	227	226	224	226	227
Humus	270	281	260	258	273	259	275	250	269	255	265
Testigo	188	189	185	186	185	189	191	185	189	183	187

En los 3 casos (Altura de la planta, longitud de las raíces y cantidad de raíces adventicias) se sacó la media de las 10 plantas tomadas por experimentos.

Anexo 3 - Comportamiento de los indicadores de rendimiento agrícola de las plantas.

Tabla 7

Experimentos	Cantidad de tallos fértiles por plantas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	1	2	2	1	1	2	2	1	3	3	1.8
Compost	2	2	1	1	1	2	3	2	2	2	1.8
Humus	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1.9
Testigo	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1.4

El cálculo se realizó sacando la media entre los 10 puntos observados y después es dividida por 4.

Ejemplo: Testigo $1 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 1 = 14/10 = 1.4$

Tabla 8

Experimentos	Cantidad de espigas por metros cuadrados										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	57	69	62	67	60	69	65	68	69	71	263
Compost	71	72	68	69	67	73	71	65	70	66	277
Humus	73	78	76	72	78	75	74	70	79	78	301
Testigo	47	51	51	46	42	44	43	50	44	52	188

El cálculo se realizó sacando la media entre los 10 puntos observados y después es multiplicada por 4.

Ejemplo: Testigo $47 + 51 + 51 + 46 + 42 + 44 + 43 + 50 + 44 + 52 = 470/10 = 47 \times 4 = 188$.

Tabla 9

Experimentos	Cantidad de granos llenos por espigas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	66	70	68	62	64	69	68	60	65	70	66
Compost	81	78	74	73	75	71	70	79	77	82	76
Humus	77	83	79	78	76	80	79	81	74	75	78
Testigo	49	53	53	50	54	52	51	50	57	52	52

Se cuentan los granos llenos en 10 espigas se va registrando, se suman todas las espigas y después se saca la media dividiendo entre 10.

Tabla 10

Experimentos	Cantidad de granos vanos por plantas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cachaza	8	7	8	11	10	9	10	12	9	13	10
Compost	8	8	7	11	10	11	7	9	7	8	9
Humus	7	8	7	7	12	8	9	8	7	9	9
Testigo	11	10	9	11	13	13	11	10	12	13	11

De igual forma que el anterior se cuentan los granos vanos en 10 espigas se va registrando, se suman todas las espigas y después se saca la media dividiendo entre 10.

Para obtener los granos totales por plantas se suman los llenos y los vanos y se realiza el mismo procedimiento.