



UNIVERSIDAD DE GRANMA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS, BAYAMO, M.N.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

TRABAJO DE DIPLOMA

Titulo: Efectos de la cachaza combinada con fertilizantes minerales en algunos indicadores de rendimiento de el cultivo del plátano macho $\frac{3}{4}$ (*Musa spp*) y en la sostenibilidad del suelo.

Autores: José Reinaldo Bazurto Mendoza

Telmo Cuyo Changoluisa

Tutor: Prof. Tít. Addegunde González Rivas

Cotutores: Ing. Martha Travieso Torres.

MSc. Ernesto Gómez Buzón

Cuba- Ecuador

2011

PENSAMIENTO

El abono se puede traer de cualquier parte, el cultivo se puede producir según el suelo.

José Martí.

DEDICATORIA

A toda mi familia, en especial a mis padres Carlos y María, por darme la vida, que con tanto sacrificio y cariño me han guiado por el camino de la superación.

A mi esposa Susana, con todo el amor, que siempre me ha estado dando su apoyo constantemente en los buenos y malos momentos en la culminación de la tesis.

A mis dos hijos, John y Mayli, dos seres más apreciados que tengo en mi vida, siempre han estado dándome su apoyo con tanto sacrificio, para la culminación de la tesis.

A mis hermanos y sobrinos, siempre han estado dándome su apoyo en los momentos más difíciles que he tenido en toda mi carrera de estudio.

A la familia Miranda Cárdenas quienes me han apoyado y me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante y cumplir mi meta tan apreciada de culminar mi tesis.

Para todos ustedes pongo en este trabajo toda mi capacidad, mi cariño, sacrificio y respeto para dedicárselo.

TELMO CUYO

AGRADECIMIENTOS.

A Dios, a la Virgen de Agua Santa y al Niñito de Isinche, por haberme dado la inteligencia y sabiduría, que cada día de mi vida han estado guiándome para alcanzar mi meta de superación. A toda mi familia de forma general y en especial a mis padres, hermanos, esposa, mis dos hijos y sobrinos por su apoyo y confianza en todo momento y en la culminación de mi trabajo de tesis.

A la familia Miranda Cárdenas, que siempre me han estado dando su apoyo incondicional para la culminación de la tesis.

A la familia Jácome Chango, me han brindado su apoyo de confianza, en especial a mi amigo Fabián Jácome pues ha sido una de las personas que siempre me dado su apoyo que mis sueños se cumplan.

A mi tutor: Prof. Tit. Addegunde Gonzales Rivas por brindarme parte de su tiempo y ayudarme en la culminación de este trabajo.

A mis Cotutores, Ing. Martha Fravieso Torres y al Msc. Ernesto Gómez por su ayuda incondicional, por su paciencia y por guiarme en momentos difíciles.

A la Universidad de Granma M.N Bayamo-Cuba, por permitirme realizar la culminación de mi trabajo de tesis.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por tener convenio internacional y dar la apertura, de realizar nuestra tesis en el exterior.

A mis amigos en general que contribuyeron de una forma u otra para que la tesis sea una realidad.

Es imprescindible en cualquier obra humana la ayuda de múltiples colaboradores y el mínimo obsequio que se les podría atribuir es expresarles el más noble y sencillo agradecimiento.

TEL MD CUYO

DEDICATORIA

A mis dos hijos bellos y hermosos que la vida me ha regalado "Emily y José".

A mi esposa que siempre ha estado a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida.

A toda mi familia, en especial a mi madre "Angelina" quien con tanto sacrificio y cariño ha sabido guiarme por el camino correcto en la vida y superación.

A mi padre "José" por todo su apoyo y cariño que me ha brindado.

A mis hermanas: Marjores, Blanca, Mónica, y Viviana.

A mis sobrinos: Diana, Damiana, Valentín, Nicol, Frank, Joel, Aarón.

A mis suegros: "José y Vilma" que siempre han estado apoyándome en momentos difíciles de mi vida.

A J Luis fajardo técnico de la (CPA) Carlos Manuel de Céspedes quien me facilito una parte de la información.

Para todos ustedes pongo en éste trabajo toda mi capacidad, mi cariño, sacrificio y respeto para dedicárselos.

José Bazurto

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen de Agua Santa por haberme dado la inteligencia y la vida, y permitir que alcance mis logros propuestos

A mi tutor Ing. Addegunde González Rivas por su abnegada e incondicional ayuda brindada y su amor al trabajo que contribuyó a la excelencia de la investigación y desarrollo del mismo.

A mis cotutores: Ing. Martha Travieso Torres y MCS: Ernesto Gómez Buzón por ese apoyo brindado desde el primer día en que empecé con mi investigación dándome fuerzas y valor de manera incondicional para poder cumplir con mi sueño que e anhelado toda mi vida.

A la Universidad de Granma por la oportunidad brindada para que realice el presente trabajo investigativo, en especial al Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Dr. Juan J. Silva Pupo.

A mi esposa por haber estado cada minuto de mi vida pendiente de las cosas que he venido realizando en momentos difíciles de mi vida, y por comprenderme en todo este tiempo de trabajo que he tenido que ausentarme de su lado gracias, por verme apoyado en todo y en especial me ha dado dos hijos maravillosos "Emily y José" los cuales son mi vida.

A mi madre que ha estado siempre guiándome por el camino de bien, y permitir que sea cada día mejor.

A mi padre que de una u otra forma ha sido un pilar fundamental en todo el transcurso de mi carrera, ayudándome económicamente, moralmente y en muchas cosas que me han faltado ha estado sacrificándose para poder cumplir mis sueños que tanto he anhelado.

A mis hermanas por haber estado siempre pendiente de las cosas que he venido desempeñando en el transcurso de mi carrera.

A mis suegros por haber estado pendiente en todo lo que he necesitado, y querer que este trabajo lo realice de la mejor calidad.

A J Luis Fajardo Técnico de la (CPA) Carlos Manuel de Céspedes por brindarme su apoyo e incondicional en mi trabajo realizado.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi para permitir que mis sueños se cumplan de manera correcta y verme facilitado todo para poder ser lo que he anhelado.

José Bazurto

RESUMEN

Se estudió la cachaza como fuente de materia orgánica aislada y combinada con fertilizante mineral y su efecto sobre rendimiento del cultivo del plátano, clon macho $\frac{3}{4}$, sistema extradenso y su impacto sobre propiedades del suelo fluvisol, en áreas de la Cooperativa "La Aguada"; Mabay; Bayamo, provincia Granma. Se utilizó diseño completamente aleatorizado con seis tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos consistieron en 100 % de fertilización química (FQ); 75 % FQ + 25 % fertilización orgánica (FO); 50 % FQ + 50 % FO; 25 % FQ + 75 % FO; 100 % FO y un testigo absoluto. Se utilizaron semillas provenientes del área. Se tomaron muestras de suelos para análisis. Los datos fueron procesados por análisis de varianza clasificación doble y medias comparadas aplicando prueba múltiple de Tukey. Variables evaluadas fueron número de manos y dedos por racimo, diámetro y longitud de los dedos, peso de los racimos y rendimiento del cultivo y en suelo fueron densidad aparente, porosidad total y humedad higroscópica y un análisis agroquímico general. Se determinó que el empleo de materia orgánica contribuyó al incremento de los parámetros de rendimiento, igualado por el tratamiento con fertilización química. Hay impactos de los tratamientos aplicados en propiedades físicas y químicas del suelo recomendándose se valoren niveles críticos de potasio en suelos dedicados al cultivo con esta tecnología. Hubo impacto en uso de las combinaciones de cachaza y fertilización mineral con resultados en la mayoría de los indicadores económicos evaluados.

SUMMARY

It was studied the residues of sugar cane industry like source of isolated organic matter and combined with mineral fertilizer and their effect on yield of the banana male clone $\frac{3}{4}$ cultivation in extradenso system and its impacts about physical properties of fluvisol soil, in areas of the Cooperative "Aguada"; Mabay; Bayamo, Granma county. Design used was totally randomized with six treatments and three replications. The treatments consisted on 100% of chemical fertilization (FQ); 75% FQ + 25% organic fertilization (FO); 50% FQ + 50% FO; 25% FQ + 75% FO; 100% FO and an absolute witness. Seeds coming from the area were used. Samples of soils for analysis were taking. The data they were processed by analysis of variance double classification and compared stockings applying multiple test of Tukey. Evaluated variables were number of hands and fingers for cluster, diameter and longitude of the fingers, weight of the clusters and yield of the cultivation and in solis were apparent density, total porosity and humidity and an chemical general analysis. It was determined that the employment of organic matter contributed to the increment of the yield parameters, equaled by the treatment with chemical fertilization. There are impacts of the treatments applied in physical and chemical properties of the soil being recommended critical levels of potassium they are valued in soils dedicated to the cultivation with this technology. There was impact in use of the combinations of the residues of sugar cane industry and mineral fertilization with results in most of the evaluated economic indicators.

INDICE

1. Introducción.....	1-3
2. Revisión bibliográfica.	
2.1. Origen del plátano.....	3
2.2. Distribución taxonómica.....	3-4
2.2.1. Principales características del plátano clon Macho $\frac{3}{4}$	4
2.3. Material de propagación.....	5
2.4. Labores de cultivo.....	6
2.4.1. Control de malezas.....	6
2.4.2. Deshoje.....	6
2.4.3. Deshije.....	6
2.4.4. Despampane.....	6-7
2.4.5. Desmane.....	7
2.4.6. Riego.....	7
2.5. Tecnología extradenso.....	7
2.5.1. ¿Qué es la tecnología del plátano extradenso?.....	7-10
2.6. Producción mundial y nacional del plátano.....	11-11
2.7. Exigencias edafoclimaticas.....	11-12
2.8. Materia Orgánica. Importancia.....	12-14
2.8.1. Humus liquido. Metodologías empleadas en su obtención.....	14-16
2.8.2. Humus liquido y su aplicación foliar.....	16-21
2.9. Fertilizacion Orgánica.....	21
2.9.1. Utilización de los residuos de la agroindustria azucarera Como abonos.....	21-25
3. Materiales y Métodos.	
3.1. Localización del experimento.....	26
3.2. Esquema del diseño experimental y tratamientos utilizados.....	26-28
3.3. Principales variables climáticas.....	28
3.4. Material de plantación y atenciones culturales.....	28-30
3.5. Métodos de análisis de muestras suelos y materia orgánica.....	30-31
3.6. Variables evaluadas.....	31-35
3.7. Evaluación económica de los tratamientos.....	35-36
4. Resultados y discusión.	

4.1. Variables climáticas, Precipitación.....	37-39
4.2. Efecto de los tratamientos sobre algunas propiedades físicas del suelo.....	39-40
4.3. Efecto e impacto de los tratamientos, propiedades químicas del suelo.....	41-44
4.4. Caracterización microbiológica del humus de lombriz.....	44-45
4.5. Numero de dedos y manos por racimos.....	46-47
4.6. Longitud y diámetro de los dedos.....	47-49
4.7. Peso del dedo y del racimo.....	50-52
4.8. Relación masa / cascara.....	52-54
5. Valoración económica.....	54-55
6. Conclusiones.....	56
7. Recomendaciones.....	56
8. Bibliografía.....	57-62
9. Anexos.	



1. INTRODUCCION.

El plátano (*Musa sp. L*) constituye uno de los cultivos más importantes de las regiones tropicales a nivel mundial, al punto de que algunos países han basado su economía en el mismo, tanto por su valor nutritivo, por ser un producto muy apetecido en la alimentación diaria del ser humano y como fuente de exportación que genera riquezas (Balcazar,2001), y constituye un producto básico en la dieta de muchos países latinoamericanos, donde es cultivado por un gran número de pequeños y medianos productores (Chacón et al, 2008).

El empleo de fuentes alternativas de fertilizantes constituye una práctica muy antigua en África y Asia, donde el uso de estiércol (bovino y ovino), el abono verde, el mulch y los residuos caseros son las opciones más generalizadas (Swennen, 1990).

En las últimas décadas y por las exigencias contemporáneas caracterizadas por la demanda mundial de una producción más sana, el interés por esta temática ha ido en incremento progresivo, destacándose los países de la UPEB (Informe UPEB, 1994). En este sentido, Tarte (1994) señaló que la reducción del uso indiscriminado de agroquímicos nocivos al ambiente representa el principal blanco del cambio tecnológico en el camino hacia la producción de banano orgánico.

El incremento poblacional, y el consecuente incremento en la demanda de alimentos, requiere de soluciones innovativas que permitan altos rendimientos en menor superficie. Entre las posibilidades con futuro se encuentran los sistemas de cultivo en combinación de especies, cultivos intercalados y cultivos en altas densidades.

Como parte constitutiva de esta situación, las aplicaciones unilaterales altas y sistemáticas de fertilizantes químicos muy solubles, a tenor con las elevadas demandas de nutrimentos del banano y plátano, las bajas reservas nutricionales de los suelos bananeros cubanos y el comprobado impacto negativo de esta práctica que incrementa el contenido y concentración de sustancias de reconocido efecto genotóxico en las aguas freáticas y frutos; el deterioro progresivo del suelo unido a la carencia de yacimientos de fertilizantes químicos;



el considerable incremento de su precio en divisas en el mercado internacional; el grado de conciencia existente respecto a la urgente necesidad de implementar tecnologías más respetuosas del ambiente y de los recursos naturales, así como el carácter prioritario decisivo del banano y plátano en el Programa Alimentario Nacional, conforman el conjunto de razones que hacen del empleo de fuentes alternativas locales de fertilizantes una de las temáticas de mayor actualidad e importancia para Cuba en este cultivo.

En nuestras condiciones, a lo anterior se une las consecuencias del cambio climático que generan sequías mas prolongadas, que junto a los frecuentes huracanes que azotan a esta región del Caribe han obligado a la búsqueda de técnicas y alternativas de producción de plátanos y bananos que lo hagan más sostenibles y promuevan el rescate para el mercado cubano de clones de alta demanda popular.

Problema:

La carencia de fertilizantes químicos, severas sequías, presencia frecuente de ciclones y enfermedades generan bajos rendimientos en el plátano vianda y hay insuficiente oferta del mismo en los mercados cubanos a pesar de su alta demanda por la población.

Hipótesis:

El uso de fuentes combinadas de fertilización aplicadas en la siembra extra-densa del clon de plátano macho 3/4 en suelo aluvial permite alcanzar un incremento de los rendimientos y de la sostenibilidad del suelo.

Objetivo General:

Potenciar el incremento de los rendimientos del plátano macho 3/4 bajo el sistema de siembra de tecnología extradensos con el uso de la cachaza como alternativa de fertilización combinada.



Objetivos específicos:

- Evaluar la influencia de la cachaza en algunas características físicas y químicas de suelo aluvial.
- Evaluar el efecto de diferentes combinaciones de fertilización con cachaza en suelo aluvial sobre algunos parámetros productivos de plátano.
- Determinar el efecto económico del mejor tratamiento.

2. Revisión Bibliográfica

2.1. Origen del plátano.

El banano y el plátano tienen su origen en el Sureste Asiático, incluyendo el Norte de la India, Burma, Camboya y parte de la China sur, así como las Islas mayores de Sumatra, Java, Borneo, las Filipinas y Taiwán.

Las más antiguas referencias relativas al cultivo del plátano proceden de la India, donde aparecen citas en la poesía épica del budismo primitivo de los años 500-600 antes de Cristo. Otra referencia encontrada en los escritos del budismo Jataka, hacia el año 350 antes de Cristo, sugiere la existencia, hace 2,000 años, de una fruta tan grande como "colmillo de elefante".

Al África fue llevado desde la India, a través de Arabia, y luego rumbo al sur, atravesando Etiopía hasta el norte de Uganda aproximadamente en el año 1,300. El plátano fue llevado a las Islas Canarias por los portugueses después de 1,402 y de ahí paso al Nuevo Mundo, iniciándose en 1,516 una serie de introducciones de este cultivo. (INIFAP. 2006)

2.2. Distribución taxonómica.

Los plátanos son plantas comprendidas dentro de las monocotiledóneas.

Pertencen a la familia botánica Musáceae y ésta al orden Scitamineae.

La familia Musáceas está constituida por los géneros *Musa* y *Ensete*. El género *Ensete* se reproduce por semilla, es de uso ornamental y hábitat subtropical. El género *Musa* está formado por cuatro secciones: Australimusa, Callimusa, Rhodochlamys y Eumusa. (INIFAP. 2006)

El género *Musa* está constituido por cuatro secciones:



1. Australimusa, con un número cromosómico básico 10.
2. Callimusa, con un número cromosómico básico 10.
3. Rhodochlamys, con un número cromosómico básico 11.
4. Eumusa, con un número básico cromosómico 11.
 - La sección Eumusa es la más importante de todas las secciones, ya que ha dado origen a la inmensa mayoría de los plátanos comestibles.

A esta sección también pertenecen las especies *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* que son las más importantes porque por hibridación y poliploide dieron origen a los plátanos y bananos cultivados los cuales se clasifican modernamente en Grupos que indican la contribución genotípica y el grado de ploidía con que está constituido cada clon o cultivar (López , 1989)

2.2.1 Principales características del plátano clon Macho $\frac{3}{4}$, Subgrupo plantain (AAB)

Según Infomusa, (2000) este clon tiene:

- Hábito foliar: Normal
- Altura: 2.10-2.90m
- Color del pseudotallo: Verde
- Color de los frutos: Verde
- Posición de los frutos: Curvos hacia arriba
- Duración primer ciclo vegetativo (siembra-floración): 210-270 días.
- Duración primer ciclo productivo (floración-cosecha): 90-110 días.
- Peso neto del racimo (sin raquis): 3-4 Kg.
- Número de dedos por racimo 17.
- Sigatoca Negra: Susceptible.
- Mal de Panamá: Resistente.
- Nemátodos: Susceptible



2,3 Material de propagación.

El material de propagación constituye el punto de partida para lograr una buena plantación, el cual procederá de:

- Vitroplantas.

Las mismas se establecerán en viveros para su adaptación, se pueden plantar en bolsos de polietileno o bandejas u otras alternativas con sustrato de suelo (60%) + materia orgánica (40%). Para plantaciones tradicionales la altura de la planta para su transplante deberá estar entre 12-15 cm.

- CRAS (Centro de Reproducción Acelerada de Semilla).

Los calibres A, B Y C se fraccionan en 10-8, 8-6 y 6-4 partes, respectivamente, y los de calibre D se fraccionan generalmente en 2 y 3 partes. Las yemas con peso de 5g o menos se plantan sin fraccionar. La altura de la planta para su transplante deberá ser de 20cm, se dejara solo la hoja cigarro más 1 o 2 hojas picadas a la mitad en el momento de la plantación. Entre sus ventajas se destacan: alto coeficiente de multiplicación, rejuvenecimiento de los clones deteriorados por múltiples generaciones y caracterizado por su alto potencial de rendimiento; favorece la limpieza de enfermedades transmisibles por los cormos-semillas y permite propagar un nuevo clon en un menor tiempo.

- Viveros.

Para los sistemas extradenso se deben utilizar bolsas de polietileno u otras alternativas para plantar vitro plantas o yemas. Las plantas deben tener una altura de 20-30 cm.

Para el transplante. En caso de tener que plantar algún área para sistemas extradensos con material proveniente de cormos es requisito imprescindible realizar una clasificación de semilla (calibre C) para lograr la uniformidad en la plantación. Para siembras tradicionales cuando se utiliza como material de propagación el corno es necesario realizar la labor de mondado ligero con vista a eliminar raíces y partes dañadas por nemátodos o picudos. Los mejores calibres de corno-semilla son calibres: A, B y C, resultando B y C los mejores.



2,4 Labores de cultivo.

2.4.1-Control de malezas:

Según FAO (1991) las labores de cultivo se pueden realizar manualmente (guataca); mecanizada (tiller, cultivadores de tracción animal, etc.), con una frecuencia de 7 días y con empleo de herbicidas (Glyphosate 36% a razón de 6 L /ha, Gesapax 80% a razón de 3-3,5 Kg. /ha, Diuron80% a razón de 4-5 Kg. /ha, Gramoxone a razón de 1-3 L/ha, Gramoxone + Reglone a dosis entre 1+1-1,5+1,5 Kg./ha, Leopald 1,5-2 L /ha contra Sorghum halepense), en la línea de siembra. Además, se puede utilizar cobertura muerta tales como paja de arroz, paja de caña, restos de cosecha de tabaco, etc. en el hilo del surco.

2.4.2 Deshoje.

Se debe realizar una poda sistemática en hojas colapsadas amarillas secas. En aquellas que presentan afectaciones por Sigatoca se elimina la parte que presente daños por los últimos estadios del hongo (parte necrosada).

2.4.3 Deshije.

Para los clones del subgrupo Cavendish se debe realizar la conducción a un portador (madre, hijo, nieto (sistema escalera)), manteniendo la línea plantón.

Para los clones: FHIA-18, FHIA-02 Y FHIA-01, se realizará la conducción a un portador y el mejor hijo, para incrementar el número de racimos en el primer año. Cuando el mejor hijo se encuentra en la línea de conducción, quedará sólo en el plantón; de encontrarse en otra posición, se dejará el portador y el mejor hijo en la posición que este, pero ciego. Para los plátanos y bananos en sistema extradenso no se realizara conducción, se eliminaran todos los hijos desde el inicio, quedando la planta madre.

2.4.4 Despampane.

En los bananos se ejecuta cuando existe una separación entre la última mano y la bellota de 15-20cm. Se debe eliminar conjuntamente con la pámpana la mano falsa del racimo para mejorar la calidad del dedo, para los burros se debe



despampanar cuando la separación entre la última mano y la bellota sea de 15-20cm.

2.4.5 Desmane.

Para los plátanos vianda FHIA se recomienda eliminar las dos últimas manos para mejorar la calidad de los dedos. Si se desea obtener mayor calidad los mejores resultados se obtienen si se eliminan 3 manos en aquellos racimos que presentan 8 o más manos.

2.4.6 Riego.

Los tres sistemas de riego más utilizados son: riego por gravedad, aspersión y localizado. Para los sistemas de riego por gravedad y aspersión se recomienda la aplicación de 4-5 riegos/mes en los suelos Ferralíticos rojos y nunca menos de 3 para los suelos oscuros. En caso del sistema localizado (micro jet aéreos y terrestres) es necesario planificar riegos diarios 2-3 horas.

2,5 Tecnología extradenso.

2.5.1 ¿Qué es la tecnología del plátano extradenso?

La tecnología generada para el cultivo de plátano en altas densidades constituye una alternativa rentable para el agricultor.

Belalcazar (1995) desde Colombia ha planteado que. tradicionalmente el plátano se ha manejado como un cultivo perenne, con diferentes arreglos de plantas de acuerdo a las zonas agroecológicas y a los objetivos del productor. La siembra en altas densidades considera a la plantación como un cultivo anual (o de un solo ciclo), debido a que se elimina la plantación una vez que se hace nuevamente con cormos nuevos. Se ha comprobado que el mantener la plantación por más de un ciclo no es económico. Normalmente esta es la parte de la nueva tecnología más difícil de introducir entre los productores porque aparentemente no se justifica el eliminar una plantación en pie y porque además esta forma de manejo difiere completamente del manejo tradicional de plátano.

Diferentes estudios realizados en condiciones semi - comerciales concuerdan con los resultados de estudios en parcelas experimentales. El incremento en el



número de plantas por hectárea tiene influencia directa en los factores de crecimiento y en el rendimiento total y un efecto inverso en la producción por planta y en el porcentaje de plantas cosechadas (Belalcazar, 1995; Cayón et al., 1995).

El análisis de los resultados de diversos estudios demuestra que el incremento en la duración del ciclo vegetativo es compensado con rendimientos mayores. Los rendimientos significativamente más altos compensan por los meses extras (de 3 a 6) que el agricultor tiene que esperar cuando usa densidades de 3333 y 5000 plantas por hectárea, en comparación con las densidades normales de 1000 plantas por hectárea

De esta forma, la tecnología consiste en obtener altas producciones en pequeñas áreas con el uso de marcos de plantación eficientes y una exquisita tecnología y agrotecnia (Álvarez, 2003; MINAG, 2005).

Las particularidades asociadas a esta tecnología según (Álvarez, 2003), son:

1. Altas densidades de plantación según el clon utilizado y el sistema de riego empleado.
2. Utilización del doble surco.
3. Siembra en todos los meses.
4. Se utilizan pequeñas parcelas.
5. Se utilizan cualquiera de las diferentes técnicas de riego (gravedad, localizado, maquina pivote central, aspersion, otros métodos artesanales para pequeñas parcelas como huertos, patios, etc.).
6. No intercalar cultivos durante todo el ciclo.
7. Utilización de altas dosis de materia orgánica.
8. El material de siembra será procedente de vitroplantas o yemas que se sembraran en bolsas plásticas, yaguas de plátano u otro recipiente.
9. No realizar la siembra utilizando semillas de forma directa, ya que es imposible alcanzar por este método la uniformidad necesaria en el desarrollo de las



plantas, alcanzar como mínimo el 90% de plantas con racimo y una cosecha a los 45 días.

10. No es necesario el uso de producto químico para el control de malas hierbas, y plagas como los nemátodos, picudos, así como del uso fungicidas químicos para el control de la Sigatoka negra.

11. Se obtiene un alto índice de semillas por plantas, que quintuplica a las que se obtienen por métodos convencionales.

12. No se efectúa selección de hijo ni conducción.

13. No se realizan resiembras.

14. Se hace un uso más racional de suelo.

15. No se demanda de fuerza de trabajo especializada.

16. La cosecha se realiza entre 1.5 y 2 meses.

Para el sistema extradenso se utilizan diversos marcos de plantaciones en los que encontramos algunos como los que se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1. Marcos de plantaciones más utilizadas bajo el sistema de siembra extradenso.

Método	Distancia	Densidad	Conducción	Área vital
Doble hilera	3 x 2 x 1m	4000 plantas/ha	Planta madre sola	2.5
Doble hilera	3 x 2 x 1,2m	3333 plantas/ha	Planta madre sola	3.0
Doble hilera	3 x 2 x 1,4m	2875 plantas/ha	Planta madre sola	3.5



De tener que plantar algún área para sistema extradenso con material proveniente de cormos, es requisito imprescindible realizar la misma con " semilla calibre C, para lograr la uniformidad en la plantación (MINAG, 2004).

Tabla 2. Calibres recomendados para la plantación en el sistema extradenso.

Calibres	Pesos (Kg)	Nº de fracciones
A	≥ 2.72	10-8
B	1.81- 2.72	8-6
C	0.9 – 1.81	6-4
D	0.5- 0.9	2-3
Yemas	≤ 0.5	Sin fraccionar

2, 6 Producción mundial y nacional del plátano.

El banano se cultiva en más de 120 países en casi 10 millones de hectáreas, con una producción anual de 95 millones de toneladas métricas. En el mundo en vías de desarrollo los bananos representan el cuarto cultivo en importancia después del arroz, trigo y maíz, donde casi el 90% se cultiva por pequeños agricultores para el consumo casero y comercio local. (Musa Doc 2004)

Según datos de la FAO para América Latina y El Caribe en los años 1998 a 2002 los principales productores de plátano eran Colombia, Perú y Ecuador, países que junto a Costa Rica, coloca mayormente sus productos en el mercado estadounidense, que es el segundo mejor comprador por volúmenes (INIFAP. 2006).



En Cuba el área ocupada por el cultivo del plátano supera las 150 miles de hectáreas y la producción total asciende, aunque no satisface las demandas de este producto agrícola. Los recientes Lineamientos Económicos aprobados en el VI Congreso PCC (2011) señalan la prioridad uno en la producción de alimentos y los bananos y plátanos constituyen un renglón de importancia del programa alimentario nacional debido a su capacidad de producir todos los meses del año; su elevado potencial productivo; arraigado hábito de consumo y diversidad de usos. Granma es la tercera provincia cubana de más tierra sembrada con el sistema extradenso.

2,7 Exigencias edafoclimáticas.

Exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura media de 26- 27 °C, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la latitud 30 a 31° norte o sur y de los 100 a 200 m de altitud. Son preferibles las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos y regables. En las cuencas del Mediterráneo es posible su cultivo, pero no para producir frutas selectas. La temperatura media anual oscila entre los 14 y 20°C y donde las temperaturas invernales no desciende por debajo de 2°C. El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18°C, se producen daños a temperaturas menores de 13°C y mayores de 45°C en condiciones tropicales (INIFAP. 2006)

La luz no tiene tanto efecto en el desarrollo de la planta como en condiciones subtropicales, cuando disminuye la intensidad de luz se alarga el ciclo vegetativo, pero si influye en el desarrollo de los hijuelos. Los efectos del viento pueden variar, provocar una transpiración anormal debido a la reapertura de los estomas hasta la laceración de lámina foliar. (Benalcázar, 2001)

Los efectos principales de las condiciones meteorológicas desfavorables son: roturas o desarraigo de falso tallos por las tormentas, en especial los ciclones tropicales, la reducción del crecimiento de las plantas y de la formación defectuosa de los racimos a consecuencias de temperaturas bajas en latitudes subtropicales, el daño mecánico causados por granizo y la quemadura foliar por el rayo (CIAT, 2002).



Los plátanos se cultivan con éxito en suelos de muy diversos orígenes, con buena estructura física y como rasgo común es que los suelos tengan buen drenaje y buen contenido de materia orgánica

Uno de los cultivos más compatibles con el calor cubano es el plátano, que requiere más de 25 grados Celsius para desarrollarse y crecer. Por debajo de esa cota, la planta entra en letargo. Sin embargo, el promedio de lluvias, alrededor de 1200 milímetros anuales, no satisface las necesidades hídricas de los bananos, que demandan unos 2000 milímetros de precipitaciones cada año. Sin riego, en seco, los platanales sufren, sobre todo en aquellas zonas del país menos favorecidas por el régimen de lluvias de un país que ya siente los efectos del cambio climático, al presentar sequías cíclicas.

Sólo 27 por ciento del área platanera del país dispone de sistemas de irrigación, lo cual convierte a este cultivo en un alimento que está a expensas del comportamiento climático.

Otro de los inconvenientes de los platanales de Cuba es, que los suelos deben ser enriquecidos con altas dosis de nitrógeno, fósforo y potasio para que las plantas brinden racimos con dedos gruesos, pues de lo contrario se obtiene más cáscara que masa. (Álvarez, 2003 y García et al, 2005).

2. 8 Materia Orgánica .Importancia

La materia orgánica es de vital importancia para los suelos, ya que mejora la agregación de las partículas, la absorción del agua, el contenido de aire y disminuye el escurrimiento superficial (Bellapart, 1996), facilitando el laboreo y el desarrollo radicular (Honorato, 1993). A la vez, aumenta la capacidad de intercambio catiónico y la resistencia a los cambios de pH de los suelos (Honorato, 1993; Guerrero, 1996; Bollo, 1999). La materia orgánica también es importante en el desarrollo y en las transformaciones que realizan los organismos en el suelo (Guerrero, 1996) y favorece el control biológico de plagas y enfermedades. Además de sus efectos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, la materia orgánica es un material fertilizante de acción lenta (Bellapart, 1996; Bollo, 1999) y da origen a ciclos biológicos de nutrientes en el suelo.



Un buen contenido de materia orgánica en el suelo según Gómez et al (2000), compensa situaciones adversas (intensas lluvias, períodos de intensas sequías, fluctuaciones desfavorables de la temperatura, entre otros), promoviendo un mayor número de raíces y hace a la planta más eficiente; señalando que en las producciones desarrolladas en Cuba con una aplicación de 30 t ha^{-1} ($3,0 \text{ Kg.m}^2$) de materia orgánica en siembra (tomate), se han obtenido excelentes resultados productivos.

Martínez et al (2003), señalan que los principales efectos sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, son:

Propiedades físicas:

- Mejora la estructura del suelo, principalmente a través de la formación de agregados estables.
- Disminuye la densidad aparente del suelo, por tener una menor densidad que la fracción mineral.
- Aumenta la porosidad del suelo, mejorando su aireación, penetración y retención de agua.
- Reduce los efectos negativos de la acción mecánica del paso de maquinaria sobre el suelo, por ser menos compactable que el constituyente mineral.
- Contribuye al aumento de la conductividad hidráulica del suelo como consecuencia de los espacios vacíos que se forman en la interfase entre las partículas orgánicas y minerales.
- Contribuye a reducir las pérdidas de suelo por erosión gracias a su capacidad de cohesionar las arcillas.
- Favorece el mantenimiento de temperaturas constantes en el suelo, al tener una conductividad térmica más baja que la fracción mineral.

Propiedades químicas:

- Influye directamente en la disponibilidad de nitrógeno, ya que la mayor parte de este elemento se encuentra almacenado en el suelo en forma orgánica.



- Mejora la nutrición fosfórica de las plantas ya que favorece el desarrollo de microorganismos fosfolubilizadores que actúan sobre los fosfatos insolubles en el suelo.
- Mejora la disponibilidad de micronutrientes para las plantas (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre).
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico en los suelos, particularmente en aquellos con bajo contenido en arcilla.
- Favorece indirectamente la absorción de nutrientes por las plantas, acidificando ligeramente el medio.
- Contribuye a la absorción de moléculas de agua, por el elevado número de grupos funcionales que posee (carboxílicos, hidroxílicos, aminoacídicos, amídicos, cetónicos y aldehídicos).

Propiedades biológicas:

- Estimula el desarrollo y la actividad de los microorganismos del suelo ya que constituye su principal fuente de energía y nutrientes.
- Favorece la presencia de lombrices y otros organismos que contribuyen a mejorar la estructura del suelo.
- Puede limitar el desarrollo de microorganismos patógenos, directamente o favoreciendo el desarrollo de antagonistas.
- Puede proporcionar actividad enzimática y por tanto facilitar la hidrólisis de moléculas de cadena larga, haciendo disponibles algunos nutrientes para las plantas.
- Juega un papel importante en la absorción de sustancias reguladoras del crecimiento y de los plaguicidas aplicados al suelo.
- Puede servir de soporte de diversos microorganismos de interés agrícola, como los fijadores simbióticos y no simbióticos de nitrógeno,
- fosfolubilizadores, hongos vesículo-arbusculares y agentes de control biológico.

2, 8,1 Humus líquido. Metodologías empleadas en su obtención.

Es imprescindible utilizar el humus de lombriz terminado y elaborado bajo techo, para evitar las pérdidas de los principales elementos nutritivos solubles que se produce por el arrastre de las lluvias



1. Para la elaboración se mezcla una parte de humus en cinco (1:5) partes iguales de agua, agitamos hasta diluirlo en el agua, este proceso se repite durante las siguientes 48 horas. Se deja reposar para que los sólidos se precipiten y no interfieran si deseamos regar por aspersión. Al hacer dicha dilución es necesario cuidar que el agua no contenga cloro. (Reinés et al, 2006).
2. A un tanque de 55 galones se le agrega el 50% de humus de lombriz y el resto de agua, la mezcla se revuelve bien por una semana, tratando que la mayor parte del humus se diluya en el agua. El resultado (previo decantación de los residuos sólidos) se cuela en una malla para su posterior aplicación a razón de 2 litros del caldo por mochila de 16 litros, con la consecuente incorporación del agua faltante. (MINAG 2004).
3. Se mezcla una parte de humus de lombriz en ocho de agua (1:8).
4. Otro método empleado es el que realizan algunos productores de América Latina y España; al hacer uso del líquido obtenido del drenaje (producto del agua que se le aplica a la lombricultura) de las camas en que se realiza la producción de humus de lombriz, con su posterior disolución en un 50% con agua al ser aplicado a los cultivos (Anon, 2009).

En Cuba en los últimos años ha ganado adeptos esta variante conocida vulgarmente como “el lixiviado”, aunque debe ser tratada con cautela y genera hoy en día controversia.

En primer lugar, el nombre de humus de lombriz líquido es incorrecto, debiendo ser lixiviado del proceso de lombricultura (en inglés "tea worms" o "leachates from vermicomposting process" (Bollo, 1999 y Anon, 2009)

Anon, (2009) defiende que debe ser así, porque el humus en sí se refiere a una materia orgánica, de consistencia sólida, elaborada a partir de los residuos o deyecciones de micro o macro organismos, siendo la parte fundamental de los suelos fértiles y por otra parte, al lavar el módulo para obtener el lixiviado, se arrastran productos que no son propiamente del humus, sino de la comida que se le da a las lombrices, la cual en muchos casos no ha sufrido un proceso de fermentación o de compostaje y pueden existir patógenos que pueden transmitir al cultivo, sobre todo, si son hortalizas de hojas, potenciales fuentes de



enfermedades. Las bacterias del género salmonella y coliformes, son las probables responsables de estos desórdenes.

El género *Salmonella* es un complejo género bacteriano que incluye dos especies, *S. enterica* y *S. bongori*. A su vez *S. enterica* se subdivide en 6 subespecies diferentes (Brenner *et al.*, 2000). De todas ellas tan solo una, *S. enterica* tiene como hábitat natural el intestino del hombre y los animales domésticos y es responsable de la totalidad de las infecciones en estos hospedantes,

En el ámbito de la medicina humana y la salud pública, la salmonelosis es reconocida en la gran mayoría de los países como una de las principales causas de gastroenteritis humana vehiculada por alimentos (Rodríguez *et al.*, 2006 y García-Feliz, *et al.*, 2007)

A pesar de esto, los resultados de este lixiviado son muy buenos, al aplicarlo como abono foliar en diferentes diluciones o puro, de acuerdo al cultivo a tratar, como nutriente edáfico alrededor de las plantas, (Bollo, 1999 y Anon, 2009).

El problema de este producto radica en el fabricante, que a veces aumenta las cantidades de agua para obtener mayores volúmenes para vender en el mercado, en detrimento de la calidad del humus sólido que queda en el cantero y con el peligro potencial ya referido de la presencia de patógenos, si el sustrato usado como alimento es muy fresco (Anon, 2011), por lo cual es conveniente hacer conteos microbiológicos y de caracterización a este lixiviado.

5. Disolver 75 g de vermicompost o humus de lombriz en 500 ml de agua común de forma fraccionada, agitando durante 5 minutos y colando la mezcla obtenida al cabo de las 24 horas por un filtro de 0,5 mm; para su posterior aplicación a razón de 2 L/m² del producto en semilleros de tomate y cebolla, aplicados siete días después de la germinación. (Font *et al.*, 2003).

2, 8,2 Humus líquido y su aplicación foliar.

Haq & Mallarino (2000) y Fernández (2003), plantean que el humus líquido es un abono formulado a partir del humus, que no sustituye a los fertilizantes, sino que



es un complemento de éstos, favoreciendo su absorción y utilización por parte de la planta.

Chen (1996) publicó una serie de artículos en los que mostraba que el humus en soluciones nutritivas estimulaba el crecimiento de varias especies de plantas, considerando que el humus actuaba como hormonas de crecimiento de las mismas a las cuales llamó “auximonas”. Añade Chen (1996), que en numerosos estudios sobre el efecto del humus en el crecimiento de las plantas se han obtenido incrementos en la longitud de las raíces y estimulación del desarrollo de las raíces secundarias; y que con soluciones nutritivas de sustancias húmicas se puede estimular el crecimiento del tallo y de las raíces.

Carrión (1999); considera que los ácidos húmicos ejercen una acción estimulante que se debe a la liberación de los elementos minerales que lo constituye; y plantea que entre las funciones fundamentales del humus está el abastecimiento de sustancias orgánicas con carácter de auxinas, fomentando así el crecimiento.

Arzola y Fundora (1992), explican que las aspersiones foliares consisten en la aplicación de soluciones nutritivas en forma de gotas finas sobre las plantas, para que las tomen por sus órganos aéreos y de esta forma, lograr una rápida absorción de los nutrientes que permitan corregir rápidamente el elemento. Según Reinés et al (2006), existen tres derivados del humus en forma líquida, que generalmente las personas les reconoce como “humus líquido”; siendo totalmente diferentes, tanto por el método utilizado en su obtención, como por los contenidos químicos que poseen: humus líquido (derivado de procesos físicos - químicos a los que se le somete el humus de lombriz), lixiviado de humus (líquido producto del drenaje de regadío en las áreas de producción del humus de lombriz, (pobre en ácidos húmicos y fúlvicos) y solución de humus (disolución del humus en agua, con un porcentaje medio de constituyentes que está en dependencia de la proporción y el tiempo empleado).

Carrión (1999), reporta que la aplicación de humus, por vía foliar a bajas concentraciones, como estimulador de la producción temprana, ha producido aumentos de los rendimientos hasta un 14% en tomate fuera de época.



Xavier et al (1994), obtuvieron resultados positivos en el crecimiento de las plantas y en los rendimientos, así como en cosechas tempranas al aplicar humus por vía foliar en el tomate, coincidiendo con tales resultados en diversos cultivos Carrión (1999), en berenjena; Bon Ano (2002), Olivero (2005) y Suárez (2007), en tomate.

Fernández (2003), comprobó la existencia de incrementos en la producción de materia seca aérea y radical, así como el contenido de clorofila en los tejidos de las plantas, favoreciendo la eficiencia de los fertilizantes en un 20, 4 y 50% para nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, pudiendo reducir la dosis en los fertilizaciones minerales, señalando Kaviraj & Sharma (2003) que aplicados al suelo o a la planta actúan como racionalizadores de los fertilizantes ya que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales.

En el plátano (clon FHIA-21), Romagoza (2010) evaluó la incidencia que tiene en los rendimientos diferentes dosis de humus de lombriz bajo el esquema extradenso sobre un suelo Vertisuelo, reportando que los tratamientos más eficaces fueron la aplicación de humus foliar (lixiviado) a razón de 64 y 94 mochilas/ha, ya que con ellos obtuvieron los mayores rendimientos y ganancias lo cual puede generar una reducción del uso de fertilizantes químicos y contribuye a el sostén de la producción agrícola del plátano.

Castillo (2010) evaluó sobre un suelo Vertisuelo el efecto de la combinación de fertilizantes químicos, orgánicos y biológicos sobre el rendimiento del plátano fruta FHIA-18 y determinó la combinación más efectiva entre NK 100%; NK 50% + micorriza + 2 kg de abono vacuno; micorriza + 2 kg de abono vacuno; y el testigo absoluto; para satisfacer las necesidades del cultivo, concluyendo que la combinación de NK 50% + micorriza + 2 kg de abono vacuno arrojó el mejor resultado entre todos los tratamientos seguido por NK 100% en las variables de rendimiento evaluadas y que se podía tener una reducción en el uso de fertilizantes minerales y contribuir a la sostenibilidad de las producciones plataneras.



FERTILIZACIÓN NITROGENADA.

Nitrógeno (N)

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes para la nutrición del cultivo de banano y plátano ya que generalmente se encuentra en cantidades tan pequeñas en el suelo que no supe las necesidades de la planta, por lo que se debe incluir en todo programa de fertilización.

El nitrógeno es fundamental para el desarrollo de la planta, ya que participa en la estructura de la molécula proteica, además se encuentra en la molécula de ácidos nucleicos (ARN- ADN), esenciales para la proteína. El nitrógeno aumenta el tamaño de la célula y ocasiona que las hojas sean más suculentas y menos ásperas. Investigación conducida en Costa Rica por varios años demostró que con dosis de 320 kg N/ha/año se obtuvo la mayor productividad y rentabilidad (Herrera, 1989).

El suministro excesivo de nitrógeno origina el color verde oscuro de la hoja, la susceptibilidad de la planta a los vientos, la apertura anormal de las manos, el aumento de las dimensiones de los pedicelos, que favorece el desgrane y el desequilibrio entre N y K que da origen a la pulpa amarilla, provocan la formación de hojas muy grandes y de paredes tan finas que la hacen ser más susceptibles al ataque de insectos y hongos. (López, 1989 y García et al, 2005).

La aplicación de dosis de nitrógeno depende de las exigencias del cultivo, de las pérdidas a que está expuesto el nitrógeno y a los bajos niveles de materia orgánica en los suelos, constituyendo el principal elemento en el crecimiento de la planta.

FERTILIZACION FOSFORICA.

Fósforo (P)

El fósforo es otro elemento importante en el cultivo debido a que estimula el desarrollo del sistema radicular, aunque las necesidades en el plátano son bajas y ello permite realizar aplicaciones a largo plazo, en vista de no tener perdidas en el momento de la cosecha y evitar el agotamiento del suelo (Herrera, 1989).

Es poca la información disponible de la respuesta del cultivo de banano a dosis y fuentes de P.



Solís y López, (1994) no hallaron respuesta a la aplicación de 400 kg de P/ha/año en suelos volcánicos con un contenido de 12 mg/L de P en el suelo, siendo roca fosfórica y superfosfato triple las fuentes utilizadas.

En Cuba, García et al (2005) reportan falta de respuesta a los fertilizantes fosfóricos en las zonas orientales del país a pesar de un régimen muy deficiente sin ninguna correlación entre el P del suelo y el de la planta.

FERTILIZACION POTASICA.

Potasio (K)

El potasio es considerado el nutrimento de mayor importancia para el cultivo de plátano y banano debido a que es el elemento que la planta requiere en mayor cantidad.

Una ventaja importante del manejo de la fertilización potásica es que el suelo puede suplir cantidades altas del elemento. Sin embargo, como las necesidades de K son muy altas, la fertilización con él se hace indispensable en el manejo del cultivo. (Herrera, 1989 y García et al, 2005).

El potasio ejerce una influencia decisiva en el peso del racimo, en producir número de manos, dedos, longitud y diámetro del fruto, porque interviene en la fotosíntesis, el metabolismo proteico y de carbohidratos, y las dosis se determinan por altas exigencias del cultivo y los altos contenidos de Ca y Mg en el suelo que bloquean el potasio en la planta (Suquilanda, 1995).

García et al (2005) han reportado que para las condiciones medias de Cuba el balance nutricional del sistema suelo-planta evidenció que extracciones de potasio (400-900 kg/ha) fueron entre 2-3 veces superiores a las del nitrógeno (150-400 kg/ha) y que aproximadamente el 66% del N y el 60% del K extraído se restituyen al suelo con los residuos y otra parte no pequeña de las mismas se exportan con el racimo (34-40%) y resumen que en la práctica, la obtención de rendimientos elevados y estables en un fondo agrotécnico adecuado depende de dos factores claves como el riego y la fertilización armónica con nitrógeno y potasio, en dosis que oscilan en correspondencia con las reservas del suelo, entre 75-200 gr del primero y 400- 1000 g activos del segundo por unidad de producción, destacando que la absorción y eficiencia fisio-bioquímica del potasio está muy condicionada al antagonismo K-Ca-Mg, a nivel suelo-raíz,



transcurriendo óptimamente cuando el K representa entre 10-15% de K + Ca + Mg en suelos ferralíticos y 5% en los pardos, aluviales y vérticos cuyo comportamiento diferencial está ligado al tipo y calidad de la arcilla. Estas condiciones garantizan una nutrición potásica óptima de la planta (K al 50% de K + Ca + Mg en el tejido).

2.9 Fertilización orgánica.

En varios experimentos realizados en diferentes partes del mundo, se ha evidenciado que el uso de abonos orgánicos puede mejorar la estructura del suelo y el contenido de nutrientes, lo que permite disminuir la erosión, mejorar la alimentación de las plantas y estabiliza el pH del suelo, lográndose una sustitución parcial de nutrientes provenientes de fertilizantes químicos.

2. 9.1 Utilización de los residuos de la agroindustria azucarera como abonos orgánicos.

Uno de los residuos de la industria azucarera más investigado y utilizado en Cuba como abono orgánico es la cachaza (torta de filtro). Existen informes de su utilización, sobre todo en el cultivo de la caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), desde el año 1917 hasta la fecha. Este abono también ha dado buenos resultados en otros cultivos. Posee un alto valor fertilizante, destacándose por el elevado contenido de fósforo, calcio, nitrógeno y en menor proporción de potasio y por lo general contiene más del cincuenta por ciento de materia orgánica. La disponibilidad de la cachaza estará en dependencia de la caña que se muele, constituyendo del 3 al 4% del peso de ésta. En caña de azúcar puede sustituir todo el fertilizante químico (tabla 3) durante tres años en suelos arenosos y en suelos arcillosos hasta cinco años cuando se emplean dosis de 120 a 160 t/ha y 180 a 240 t/ha respectivamente; y se puede reducir la dosis en 1/3 - 1/4 si se aplica localizado. Cuando se aplicó cachaza, los rendimientos aumentaron como promedio entre 10-20 t/ha/año en comparación con el tratamiento donde solo se aplicaron fertilizantes minerales (Arzola et al., 1990).



Tabla 3. Potencial de cachaza expresado como fertilizante en Cuba con una zafra de ocho millones de toneladas de azúcar (Arzola et al., 1990)

Nutrientes	t	Fertilizante	t
N	19 000	Urea	41 300
P (P ₂ O ₅)	23 250	Superfosfato simple	119 230
K (K ₂ O)	5 200	KCl	8 750
Ca (CaO)	44 250	CaCO ₃	83 500

Lo utilizable agrícolamente de la caña de azúcar es el tallo, en el cual se acumula sacarosa en el período de maduración.

La cachaza es el residuo en forma de torta que se elimina en el proceso de clarificación del jugo de caña y durante la fabricación del azúcar crudo, y constituye el 17 por ciento de residuos por el uno por ciento de azúcar cristalizada (ICIDCA. 1993).

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 (Arzola, Blanco y Martín, 1996).

Su composición química es muy variable por depender de muchos factores.

Tabla 4. Composición química de la cachaza procedente de diferentes centrales azucareros cubanos (% base seca). (Tomado de Arzola, 1990, y modificado por González et al, 2011)



Procedencia	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
C.G. Moncada	2.38	2.95	0.46
C.U. Proletaria	2.20	3.44	0.45
C.J. Reyes	3.28	2.56	0.45
C.B. Juarez	3.08	4.26	0.60
C. Guatemala	3.50	4.20	0.40
C. A .Maceo	2.4	2.45	0, 48
C. A. Colina	0,62	0,034	0,38

Sulroca, (1995), plantea que la cachaza representa alrededor de 3 % de la caña molida y que su composición media por toneladas es de 4,1kg de nitrógeno; 3, 7 kg de P_2O_5 ; 1, 2kg de K_2O ; 200 kg de materia orgánica y 0, 75 m³ de agua.

Un aspecto importante a considerar con vista a la utilización de la cachaza, es que se emplee principalmente en aquellos lugares donde los factores edáficos limitan el rendimiento del cultivo, y sean los que se modifiquen en un sentido favorable mediante su aplicación (Arzola, Blanco y Martín, 1996).

Existen factores agroindustriales que son determinantes en la composición de la cachaza tales como:

- tipo de suelos,
- variedad de caña,
- clima,



- tipo de cosecha (manual, máquina)

La incorporación al suelo generalmente aumenta los contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo asimilable, calcio cambiante y en los cultivos agrícolas provoca aumento de rendimiento y calidad de los mismos.

Según Arzola *et al.*, (1990) la cachaza mejora la estructura superficial del suelo; aumenta su infiltración; es fuente de fósforo (P), potasio (K), nitrógeno (N) y materia orgánica que al descomponerse da anhídrido carbónico (CO_2) y después ácido carbónico, aumentando la solubilidad del carbonato de calcio (CaCO_3) presente en el suelo, aportando así calcio (Ca).

El mayor limitante que se plantea para el uso de la cachaza en los suelos son los grandes volúmenes que es necesario emplear y la alta relación C/N de esta, lo que altera el funcionamiento biológico del suelo de ser utilizada directamente, provocando bloqueo del nitrógeno con la consecuente afectación del cultivo, sobre todo si estos son de ciclo corto (Calderón y col 2003 y Morales y col, (2004).

Al salir del central, la cachaza posee una humedad alrededor de 70%, color gris verdoso, pH ácido o en ocasiones muy básico, con un contenido de elementos nutritivos variable (Martínez y col, 2003). Desde el punto de vista biológico presenta una gran riqueza microbiana que lo diferencia del resto de los residuales, lo que está favorecido por la humedad y el contenido de calcio, este último reconocido como activador biológico (Gandarilla y col, 1998).

La cachaza debe ser secada al sol (dos días) esparciéndola en alturas de 3-4 cm de espesor para que no sufra auto combustión, y se airee debido a sus características esponjosas. La cachaza debe ser incorporada (manual o mecanizada), bien mezclada durante la preparación de la tierra. Durante su envejecimiento la cachaza tiene pocos cambios en su composición elemental, por lo que este es el mejor momento para ser usada como fertilizante, si previamente se tiene en cuenta el pH del suelo y sus constituyentes, así como la composición de la misma (Bejotte, 1988).

Al aplicarse cachaza en el cultivo de la piña (*Ananas comosus*) resultó ser superior a la gallinaza, la turba o el bagacillo, obteniéndose buenos resultados



con dosis de 80 t/ha que permite sustituir todo el fertilizante mineral fosforado, 90% del nitrógeno y 40% del potasio (Treto et al., 1992). En árboles jóvenes de cítricos logró cubrir durante cuatro años el 70% de las necesidades nutricionales, duplicando la producción de los tratamientos sin fertilización. Además, en viveros, cuando se utilizó como patrón el naranjo agrio (*Citrus aurantium*) se obtuvieron resultados satisfactorios con una mezcla de 50% de suelo ferralítico rojo y 50% de cachaza sin necesidad de aplicar fertilizante mineral, adelantando el crecimiento en 30 días con respecto a los que crecieron en suelo solo. Se han informado resultados muy positivos en otros cultivos como café (*coffea arábica*), hortalizas, arroz (*Oryza sativa*), así como vegetales en organopónicos (Peña et al., 1995).



3. Materiales y métodos

3.1 Localización del experimento.

El trabajo experimental se desarrolló desde Mayo/2010 hasta Abril/2011 en áreas de la cooperativa de producción agropecuaria (CPA) “Carlos Manuel de Céspedes” perteneciente al Consejo Popular de la comunidad “La Aguada”, municipio de Bayamo, que limita al norte con el poblado Mabay, al sur con el Entronque de Bueycito, al este con la Unidad Experimental de Jucaibama y al oeste con la CPA Primer Soviet de América. El suelo predominante es del tipo fluvisol (Hernández, et al, 1999)

3.2 Esquema del diseño experimental y tratamientos utilizados.

El experimento consistió en evaluar el efecto de diferentes combinaciones de fertilización (mineral y orgánico) en el cultivo del plátano macho $\frac{3}{4}$ bajo un diseño completamente aleatorizado con 6 tratamientos y 3 replicas.

Tratamientos:

- I. 100 % de fertilización química (FQ)
- II. 75 % FQ + 25 % fertilización orgánica (FO)
- III. 50 % FQ + 50 % FO
- IV. 25 % FQ + 75 % FO
- V. 100 % FO
- VI. Testigo(0 % FQ y 0 % FO)

En el área experimental se establecieron los 6 tratamientos, distribuidos cada uno en 3 hileras de 180 m de longitud bajo la tecnología extradenso. Por cada tratamiento se dejaron 2 plantas como efecto de borde y para la fertilización química (FQ) se aplicó N en forma de urea (46 % N) y el K con portador KCl (60 % K_2O) fraccionados en 4 aplicaciones de N inorgánico a los 45, 90, 135 y 180 días y 2 aplicaciones de potasio a los 45 y 135 días posteriores a la plantación. A todas las plantas en estudio se les aplicó antes de la siembra 6 kg de cachaza



(FO) por planta y posterior a ella la FO fue distribuida en dos aplicaciones (45 y 135 días), según los tratamientos.

La cachaza es del CAI "Arquímedes Colina" y la caracterización de este material se muestra en la tabla 5

Tabla 5. Caracterización de la cachaza del CAI "Arquímedes Colina"

pH	MO	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Cloruros	Relación
	%	%	%	%	%	%	%	%	C/N
8,5	17,5	9,57	0,62	0,034	0,38	0,9	0,76	2,91	15,43

Los cálculos para elaborar las normas de aplicación se realizaron en base a las dosis de 278, 1 kg de N, 70,2 kg de P₂O₅ y 623, 4 kg de K₂O según recomienda el Instructivo Técnico (MinAgri, 2008), y se distribuyeron acorde a la tabla No. 6. De cada tratamiento (90 plantas) se escogieron 3 por replicas para un total de 9 plantas/tratamiento para la evaluación de las variables.



Tabla .6. Normas de aplicación/planta de fertilización química y orgánica.

Tratamientos	Norma de urea/planta	Norma de KCl/planta	Norma de cachaza/planta
I. 100% FQ	45 g	156 g	0
II. 75% FQ + 25% FO	34 g	117 g	1, 5 kg
III. 50%FQ + 50% FO	22,5 g	78 g	3, 0 kg
IV 25%FQ +75 % FO	11,25 g	39 g	4, 5 kg
V 100% FO	0	0	6, 0 kg

La cantidad total por tratamiento de FQ y FO aplicada se refleja en el anexo I.

3, 3 Variable climática.

Se analizaron los datos de las precipitaciones de la zona de los últimos veinte años y se reflejan medias por épocas.

3. 4 Material de plantación y atenciones culturales.

El material de plantación utilizado fue cormos con calibre C obtenidos de áreas cercanas de la empresa (Fig. .1). El clon empleado fue Macho $\frac{3}{4}$ utilizándose como tecnología de siembra el sistema extradenso con marco de plantación de 3 x 2 x 1,2 equivalente a 3333 plantas/ha y espacio vital de 2,5m², (Fig. 2)



Fig. 1. Material de plantación, cormos de “Calibre C” (peso promedio de 0.9 – 1.81 kg)

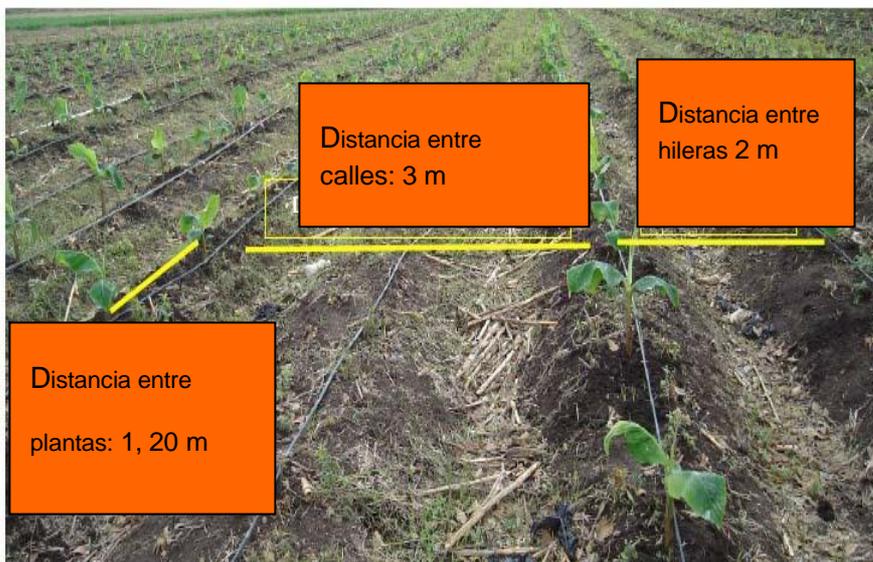


Fig. 2 .Marco de plantación, densidad total de 3333 plantas /ha

Las atenciones culturales se brindaron según el instructivo técnico del MiNAG (2008) para plátano extradenso.

Se regó con micro jet aéreo (fig. 3), a razón de un riego semanal durante dos horas en toda la etapa, no faltando la humedad mínima necesaria a las plantas, estando, el área libre de plantas indeseables y las labores se realizaron con tracción animal.



Fig.3 .Sistema de riego micro jet del área experimental

En primavera, semanalmente, y durante los primeros 6 meses de desarrollo del cultivo, se aplicó lixiviado de humus de lombriz al área foliar a razón de dos litros de caldo (previamente preparando una mezcla de 50% de agua y 50% de lixiviado) para una mochila de capacidad de 16 litros.

3.5 Métodos de análisis de las muestras suelos y materia orgánica empleados.

Las muestras de suelos del área experimental se tomaron a la profundidad de 20 cm para análisis físicos y químicos. (fig. 4)

De cachaza se tomó una muestra de 1kg.

Del suelo, la densidad aparente se determinó mediante el método de cilindros de borde cortante, la densidad real por el método de matraz aforado, índice de plasticidad por Atterberg, humedad higroscópica por el método de gravimetría por volatilización y la porosidad total por cálculo.



Fig. 4. Toma de muestras de suelo y determinaciones de algunas propiedades físicas



Las determinaciones de pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, calcio, magnesio, sodio, valor S (CCB) y valor T (CCC) del suelo, se hicieron con la metodología que tiene establecido el Laboratorio Provincial de Suelos, Granma del Ministerio de la Agricultura de Cuba (1992) que básicamente consiste en secado de las muestras al aire, molinado y pase por tamiz de 1 mm, homogeneización y conservación. De esta muestra base, se hicieron las determinaciones:

- pH se determina potenciométricamente
- conductividad eléctrica por conductimetría,
- materia orgánica por incineración,
- el calcio y el magnesio mediante el método complexométrico,
- sodio y potasio por fotometría de llama,
- fósforo por colorimetría

3,6 Variables evaluadas:

- . Suelos:
 - Densidad aparente
 - Densidad real
 - Porosidad total
 - Índice plástico
 - Análisis agroquímico general.

Se realizaron en el comienzo del experimento y después de la cosecha.

. Caracterización microbiológica del lixiviado de humus (“*tea worms*”).

- Se tomaron muestras (250 ml) de lixiviado de el área de lombricultura de la CPA (fig. 5) y por el método de diluciones seriadas se determinó el número de unidades formadoras de colonias por mililitro (# ufc/ml).



Fig. 5. Toma de muestras del lixiviado de humus en la CPA

- Otro lote de muestra (250 ml) de lixiviado fue sometido a análisis para identificar presencia ó no de salmonella y coliformes

El aislamiento e identificación de *Salmonella entérica* en las muestras se llevó a cabo siguiendo la norma ISO 657:2002 (Microbiology of foods and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection of *Salmonella spp*) ligeramente modificada y adaptada a las condiciones particulares de trabajo. Este protocolo incluye tres etapas bien diferenciadas: preenriquecimiento, enriquecimiento selectivo y crecimiento en agar selectivo y diferencial. De cada placa sospechosa se recogió una única colonia que fue identificada mediante la prueba del indol (Harvey y Price, 1980). (Anexo II)

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Veterinaria, Universidad de Granma.

. Cosecha:

- Peso del racimo (kg)
- Número de manos por racimo
- Número de dedos por racimo
- Longitud del dedo (cm)
- Diámetro del dedo (cm)
- Peso del dedo (gr)
- Relación pulpa/ cáscara

Métodos de evaluación de las variables del rendimiento.

- Para las variables número de manos por racimo y de dedos por racimo; peso del dedo, diámetro y longitud de los dedos se escogieron 9 racimos por tratamientos.
- Para el cálculo del peso de cáscara por dedos y peso de la masa por dedos se escogieron 9 dedos por tratamientos y las determinaciones se efectuaron usando balanza analítica en el Laboratorio del CAI “Arquímedes Colina. (Fig. 6)



Fig. 6. Laboratorio del CAI “Arquímedes Colina.

- Peso promedio del racimo (Kg): Para determinar esta variable se separaron las manos de los racimos seleccionados, eliminando el raquis y para ello se utilizó un cuchillo afilado para evitar daños a los frutos. El pesaje se realizó utilizando una romana de plato, en el almacén de la CPA. (Fig. 7)



Fig. 7. Almacén de la CPA



- Número de manos por racimo: Se realizó por conteo en los racimos seleccionados por tratamiento.
- Número de dedos por mano: Para este indicador se seleccionó la segunda mano de los 9 racimos seleccionados.
- Diámetro de los dedos (cm): Se determinó midiendo el diámetro del fruto, de la segunda mano de los racimos seleccionados, por la parte central del mismo, utilizando para ello un Pié de Rey.
- Longitud de los dedos (cm): Se registró, por medio de una cinta métrica la longitud del fruto desde el punto de inserción del pecíolo con el tallo hasta el ápice en el campo (Fig. 8). Se determinó en la misma muestra que para el indicador antes descrito.



Fig. 8 Registro de largo de los dedos

- Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$): Se determinó mediante el pesaje de los 9 racimos seleccionados por tratamiento (similar al indicador 1). Luego se calculó la producción obtenida en el área (Kg) se calculó el equivalente a 1 ha y luego se transformó a t.
- Relación pulpa/ cáscara. Con el fin de determinar el desarrollo fisiológico del plátano al momento de la cosecha se llevó a cabo la evaluación de esta variable. Para ello se pesó el dedo medio de la penúltima mano con la cáscara y luego se pesó la cáscara sola y se le



halló la relación, usando balanza analítica en el Laboratorio del CAI “Arquímedes Colina (Fig. 9 y 10).



Los resultados experimentales se procesaron empleando el Paquete Estadístico Profesional Statistic (2000). En los casos que el análisis de varianza dio diferencias para tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey.

3,7 Evaluación económica de los tratamientos.

Para determinar la factibilidad de la aplicación de los tratamientos evaluados se realizó un análisis económico teniendo en cuenta los siguientes indicadores:

- Costo de producción (C_p): Gastos incurridos durante el proceso productivo.

$$C_p = \text{Gastos.}$$

- Valor de la producción (V_p^*): Beneficios que se obtienen de la comercialización del producto.

$$V_p^* = \text{Producción} \times \text{precio de venta.}$$

- Ganancia (G): La diferencia existente entre lo producido y lo gastado en el proceso.

$$G = V_p^* - C_p$$

- Costo por peso (C/P): Relación entre el costo de producción y el valor de la producción.

$$C/P = C_p / V_p^*$$



-- Rentabilidad (R): Es la relación existente entre la ganancia y lo gastado por 100.

$$R = (G/Cp) \times 100$$

Vp* El valor de la producción (Vp*) se determinó considerando los precios actuales según la escala del Listado de Precios Oficial para la Comercialización de Productos Agropecuarios del Cuatrimestre Enero-Abril 2011 aprobados por el CAP (Consejo de Administración Provincial del Poder Popular) de la provincia de Granma, Cuba, para el plátano (Población MAE: 3.00 \$/Kg que equivale a 3000.00 \$/t).

4. Resultados y discusión.

4.1. Variable climática. Precipitación

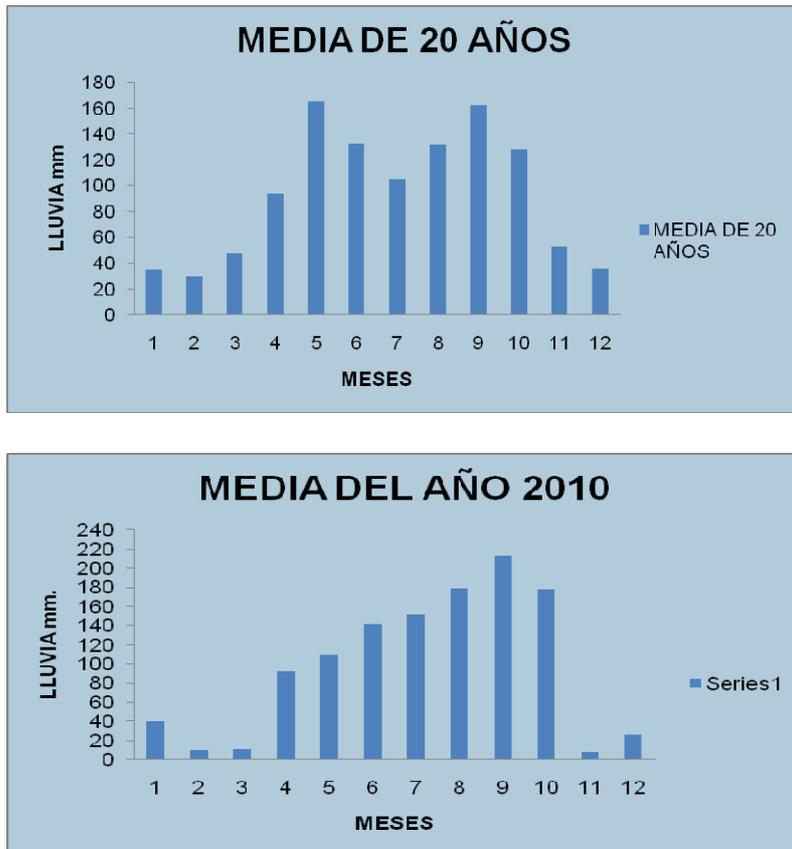


Figura 11. Valores medios de la precipitación en la zona de estudio

(Datos suministrados por el INRH, Provincia, Granma, 2011)

La figura anterior muestra el comportamiento de las precipitaciones en la zona de estudio y se evidencia que un parámetro climático tan importante para el cultivo del plátano como es la lluvia ha tenido cambios al evaluar a las medias mensuales de 20 años (1990-2010) con las del año 2010.



Es de gran interés apreciar los cambios en los niveles de lluvia caída en los siguientes meses:

Tabla.7 comparativa de precipitación en etapas

Meses	Precipitaciones promedios (mm)	
	1990-2010	Año 2010
Marzo	47,18	10,7
Abril	93,3	91,3
Mayo	165,34	109,1
Noviembre	52,9	7,8
Media del periodo total	1117,8	96,52

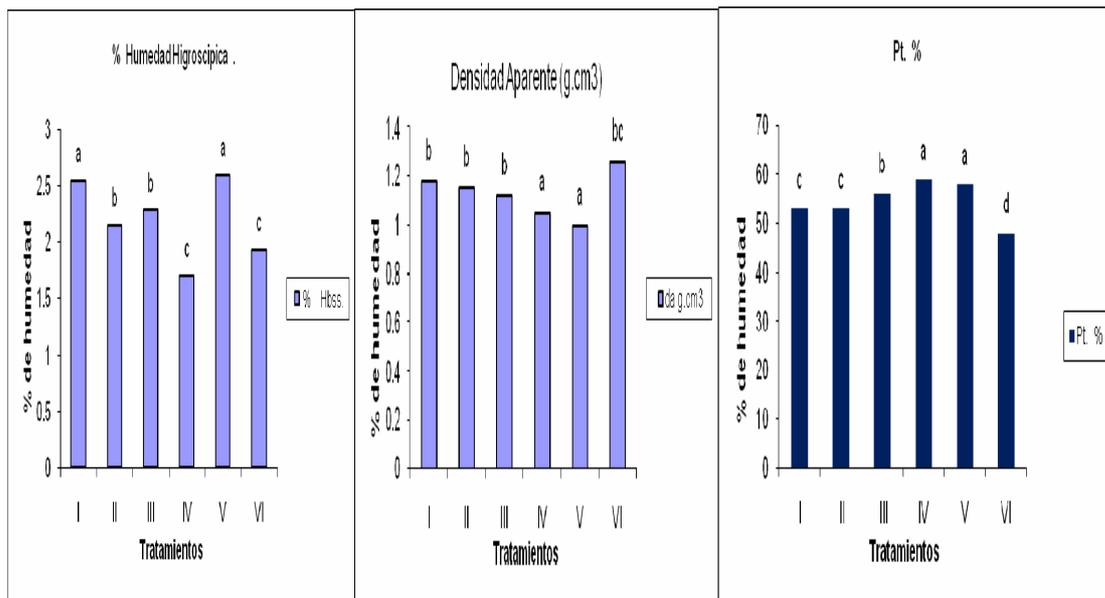
Lo anterior refleja que los cambios climáticos asociados están generando distorsiones en los patrones de distribución de la lluvia y aunque no tenemos datos actuales de temperatura, humedad y radiación solar para la zona de estudio, se sabe que los patrones de estos valores medios se ven influenciados también. Las temperaturas medias históricas oscilan entre 22, 5 y 27, °C, con máximas entre 29 y 33, 4 °C y mínimas entre 15.4 y 24 °C .

El efecto de los cambios de temperatura medias máximas y mínimas no debe ser un factor que afecte el desarrollo de este cultivo (García y Guijarro, 2005), porque exige de un clima cálido y una constante humedad en el aire con temperatura media de 26 – 27 °C, lluvias prolongadas y regularmente distribuidas aunque la necesidad de agua de este cultivo si es de alta demanda.



Sin embargo, el promedio de lluvias en 20 años para la región de estudio fue de 1117, 8 mm que no satisface las necesidades hídricas de los bananos, que demandan unos 2000 milímetros de precipitaciones cada año y en el año 2010 la media fue apenas de 96,52mm. Sin riego, en secano, los platanales sufren, sobre todo en aquellas zonas del país menos favorecidas por el régimen de lluvias y ya se siente los efectos del cambio climático, al presentar sequías cíclicas. A lo anterior se le suma que sólo el 27 por ciento del área platanera del país dispone de sistemas de irrigación, lo cual convierte a este cultivo en un alimento que está a expensas del comportamiento climático, y por ello cualquier acción de corte agroecológico tendente a preservar la humedad del suelo debe potenciarse.

4,2 Efecto de los tratamientos sobre algunas propiedades físicas del suelo



ES \pm 0,01 CV (%) 1,13

ES \pm 0,01 CV (%) 1,12

ES \pm 0,02 CV (%) 4,12

Tratamientos: I. 100% FQ; II. 75% FQ + 25% FO; III. 50%FQ + 50% FO; IV.25%FQ +75 % FO; V. 100% FO, VI. 0 % FO y % FQ. FQ = fertilización química con NK FO = fertilización orgánica

Figura 12. Efecto de los tratamientos sobre las propiedades físicas del suelo

En la figura 12 se aprecia el efecto ejercido por los diferentes tratamientos sobre las propiedades físicas del suelo.



En propiedades tan importantes para el suelo y el desarrollo del cultivo como humedad higroscópica, densidad aparente y porosidad total el tratamiento V (100% de cachaza) supera al testigo en todas las propiedades evaluadas y al resto de los tratamientos exceptuando al tratamiento I (100 % fertilización mineral, FQ) para la humedad que la iguala, y al IV y III (75 y 50 % cachaza) para la densidad aparente que la iguala también. La porosidad total brinda los mejores resultados para los tratamientos IV y V que superan estadísticamente al resto.

Es evidente que la aplicación de materiales orgánicos contribuyen a crear un mejor espacio poroso en el suelo y a la retención de mayor humedad lo cual influye favorablemente al desarrollo de las raíces y a un abastecimiento mejor del agua, posibilitando con ello una mayor eficiencia del agua, máxime cuando los niveles de precipitación en el área han estado deficitarios y el riego aplicado fue de mantenimiento mínimo.

Resultados similares han sido reportados por Díaz et al (2006) quienes al evaluar el efecto del humus y combinaciones órgano-minerales sobre las propiedades físicas de un suelo inceptisol en un sistema de siembra extradenso de la variedad de banano FHIA-18 encontraron efectos favorables del humus en propiedades tales como permeabilidad, agregados estables en agua y factor Estructura. Estos autores indican que cuando la permeabilidad es próxima a 2, los suelos tienden a manifestar un buen estado estructural, aumentando la humedad para el límite inferior de plasticidad, lo que tiende a igualar la capacidad de campo (Cairo y Fundora, 1994) por lo que existe mayor posibilidad de almacenamiento de agua y de disponibilidad para las plantas. Nuestros resultados coinciden a pesar de trabajar sobre un suelo aluvial de textura arcillo arenoso, donde cobra mas importancia cualquier aumento en su capacidad de almacenamiento de humedad. Asimismo, las aplicaciones de materiales orgánicos al suelo evitan el encostramiento en superficie y ejercen un efecto muy positivo sobre la estructura del suelo (Pagliai *et al.*, 2004), aspecto observado en nuestras condiciones de trabajo.



4,3 Efecto e impacto de los tratamientos en las propiedades químicas del suelo

Tabla 8 Efecto de los tratamientos con aplicaciones de cachaza y NK en las propiedades químicas del suelo

Trat	pH (KCl)	MO (%)	P ₂ O ₅ (mg/100gsuelo)	K ₂ O	Ca	Mg	K	Na	CCB	SST (%)
					(cmol(+) kg ⁻¹)					
I	6,49	1,40	+ 40	+100	18,3	1,8	3,2	0,4	23.7	0,067
II	6,51	1,68	+ 40	35,6	15,4	1,8	1,4	0,6	19.2	0,070
III	6,46	1,87	+ 40	29,55	15,4	2,2	0,5	0,3	18.4	0,050
IV	6,14	1,98	37,85	27,2	12,9	1,2	0,6	0,4	15.1	0,079
V	5,29	2,52	32,49	23,47	17,88	1,3	0,4	0,4	19.9	0,054
VI	6,76	1,40	4,7	6,75	13,3	2,3	0,3	0,3	16.2	0,107

Tratamientos: I. 100% FQ; II. 75% FQ + 25% FO; III. 50%FQ + 50% FO; IV.25%FQ +75 % FO; V 100% FO, VI. 0 % FO y % FQ.

FQ = fertilización química con NK

FO = fertilización orgánica con cachaza

Tabla 9. Impacto del fertilizante químico solo y combinado con cachaza sobre las propiedades del suelo fluvisol

Tratamientos	pH (KCl)	MO (%)	P ₂ O ₅ (mg.100g ¹ suelo)	K ₂ O	CCB (cmol(+)kg ⁻¹)	SST (%)
Al inicio del experimento						
VI *	6,2	1,59	17,95	37,35	-	-
Al inicio de la cosecha(11 meses después)						
VI	6,76	1,40	4,7	6,75	16.2	0,107
III.	6,46	1,87	+ 40	29,55	18.4	0,050
I.	6,49	1,40	+ 40	+100	23.7	0,067
V	5,29	2,52	32,49	23,47	19.9	0,054

* Fecha de análisis: 6/6/2010



La tabla 8 refleja las propiedades químicas del suelo días antes del comienzo de la cosecha y la tabla 9 fue elaborada en base a la anterior para evaluar el impacto ejercido por algunos tratamientos seleccionados sobre estas propiedades,

Se aprecia que la salinidad no constituye un problema.

Los valores de pH del suelo no han tenido cambios de consideración y es adecuado para el cultivo.

El principal impacto es en los contenidos de materia orgánica que se elevan en el tratamiento V (100% FO) (categoría de media) debiendo ser consecuencia de la cachaza aplicada, con una disminución en el testigo (tratamiento VI) y en el I (100 % FQ), que se evalúan de baja

En cuanto a los contenidos asimilables de P_2O_5 y K_2O se refleja drástica disminución de los mismos en el testigo, (11 meses después), indicativo de que sin una aplicación de fuentes alternativas de nutrientes para este suelo, deben proseguir disminuyendo los rendimientos por el hecho de que el potasio parece estar cerca o por debajo de su nivel crítico, dando un alto contenido en los tratamientos I, II y III y satisfactorio para el tratamiento IV y V.

En cuanto a los cationes cambiables (tabla 9) es lógico que los mayores incrementos en potasio se presenten en el tratamiento I y II por ser a los que se le aplicaron mayores dosis de fertilización mineral con KCL.

En relación a la problemática del potasio para este cultivo se han referido diversos autores. Espinosa et al (2002) han planteado que los requerimientos nutricionales del plátano cultivado en altas densidades son, obviamente, mayores comparados con aquellos de siembras convencionales y de hecho los bajos rendimientos esperados con siembras convencionales, particularmente después de la primera cosecha, rara vez justifican la utilización de fertilizantes.

Belalcazar (1995) ha conducido experimentos en plátano en altas densidades en diferentes suelos, ubicados en las principales zonas plataneras de Colombia, y ha demostrado que existe una buena respuesta a la aplicación de N, K y S. Sin embargo, la magnitud de la respuesta no es uniforme en todos los suelos indicando que la misma depende del contenido inicial de nutrientes en el suelo.

Si bien en Cuba se determinaron los índices críticos de potasio en suelos y foliar para plátano y banano en los años 80 del pasado siglo, ello se hizo para



condiciones de densidades tradicionales de siembra (García, et al, 1975; Guijarro et al; 1980, MINAG, 1978) y no se han desarrollado actualmente suficientes investigaciones de estos índices críticos para siembras de extradensos, aunque Belalcazar (1995) señala que no es conveniente recomendar una dosis general de nutrientes para obtener rendimientos altos en plátano de alta densidad, y que se puede recomendar aplicación de nutrientes de forma más eficiente y económica utilizando el análisis de suelo y para lograrlo es importante calibrar el análisis de suelo con el cultivo en estudio y hallar el nivel crítico.

El nivel crítico es aquel contenido de un nutriente en particular determinado por el análisis, sobre el cual no existe respuesta a la aplicación del nutriente. Valores inferiores del nivel crítico indican la necesidad de aplicar el nutriente y para esto se correlaciona el contenido del nutriente en el suelo con el rendimiento del cultivo en ese mismo suelo. El nivel crítico de un nutriente cambia con el suelo y con el cultivo

En condiciones colombianas, datos de investigación en plátano de alta densidad sugieren que el nivel crítico de K es de 0.29 meq/100 g de suelo ($\text{cmol}^{(+)} \text{kg}^{-1}$) si este nutriente es extraído con acetato de amonio y el nivel crítico de K para banano utilizado en la mayoría de los países productores es 0.5 meq/100g de suelo en extracción con bicarbonato de sodio (López y Espinosa, 1995). Si asumimos ambos métodos de análisis para interpretar los resultados expuestos en la anterior tabla 10 de nuestro trabajo acerca del impacto, se aprecia que el tratamiento VI (testigo) al inicio de la cosecha, está por ambos métodos de análisis por debajo del nivel crítico de potasio en el suelo y que cualquier cosecha posterior que se implante debe traer considerables mermas en los rendimientos.

Asimismo, se interpreta que para los tratamientos III y V los valores del nivel crítico están satisfechos para 0,29 meq/100 g de suelo (extracción con acetato de amonio) y en el límite del índice del nivel crítico de 0.5 meq/100g de suelo (extracción con bicarbonato de sodio). El hecho de tener niveles críticos diferenciados obedece a que el plátano extrae de 210 a 280 kg de K_2O /ha y el banano de 600 a 700 (Espinosa et al, 2001)



Lo anterior permite recomendar la necesidad de comenzar a evaluar los niveles críticos de este elemento para los diferentes suelos de la provincia, particularizando los oscuros plásticos, aluviales y pardos por ser los que más abundan, aspecto que se justifica por ser esta la provincia que ocupa el tercer lugar en la implantación de esta tecnología extradensa .

A su vez, el uso de las cenizas por su alta riqueza en potasio debe constituir una alternativa a priorizar en su uso, combinada con otras diferentes fuentes orgánicas que deben seguirse estudiando.

4,4 Caracterización microbiológica del humus de lombriz

Los resultados del análisis microbiológico para bacterias del lixiviado reflejan la presencia de $5 \cdot 10^4$ UFC/mililitro, que se eleva hasta $5 \cdot 10^8$ UFC/mililitro, producto de la población de hongos y actinomicetos. Aunque en nuestro trabajo no evaluamos estas poblaciones de microorganismos en el suelo, se puede inferir que las presentes en el lixiviado debe producir un enriquecimiento de valor medio en el suelo, como consecuencia de su aplicación semanalmente y durante seis meses, en cuanto al incremento de la actividad biológica del suelo, lo que cobra importancia dadas las características del tipo de suelo (fluvisol) caracterizado por tener bajos niveles de materia orgánica.

En la actualidad, los factores biológicos se han convertido en criterios importantes para valorar el manejo de los suelos, de tal forma que se crea la necesidad de orientar la producción agrícola hacia nuevas tecnologías fundamentadas en la recuperación de los suelos mediante un manejo agroecológico sostenido (Acuña et al, 2006) y entre estos factores, quizás los componentes biológicos sean los últimos que se han tomado en cuenta en investigación y producción de los cultivos, aceptándose hoy que la actividad de los microorganismos no solo es un factor clave en la fertilidad del suelo, sino que también lo es en la estabilidad y funcionamiento de ecosistemas naturales como los agro ecosistemas (Trasar et al., 2000).

A su vez, los test de identificación sobre la presencia de salmonella sp ó bacterias de tipo coliformes dieron negativos , lo cual es favorable y evidencia que el lixiviado aplicado no es trasmisor potencial de enfermedades por estas especies, aspecto que si bien no era probable para el cultivo en estudio porque el



lixiviado se aplicó durante los 6 primeros meses, si potencialmente lo pudo haber sido para las hortalizas de hojas que se cultivan y consumen en el área, fundamentalmente en las escuelas primarias de la localidad de “La Aguada”, sometidas a la aplicación también de este lixiviado.

Las siguientes imágenes reflejan la información obtenida del Laboratorio de microbiología, Facultad Veterinaria, UDG, y muestran los resultados en placas petri de las siembras hechas para la identificación de las bacterias antes señaladas.



Figura 13. Placas de lectura de identificación de bacterias.

La ausencia de colonias negras sobre fondo rojo violeta y la ausencia de colonias amarillas sobre fondo amarillo evidencian la no presencia de bacterias del tipo salmonella sp y coli sp (Ver anexo I), con predominio de otras enterobacterias (colonias incoloras sobre fondo rojo).



4,5 Número de dedos y manos por racimo

Tabla 10 Cantidad de dedos por racimo

Tratamientos	Medias
I	24,56 ^{ns}
II	22,78 ^{ns}
III	23,78 ^{ns}
IV	22,44 ^{ns}
V	25,78 ^{ns}
VI	22,44 ^{ns}

CV (%) = 11,48

$X \pm EE = 23,63 \pm 1,19$

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas para el 0,05 por ciento de probabilidad aplicando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey. Tabla 11 Número de manos por racimo

Tratamientos	Medias
I	5,00 ^{ns}
II	5,00 ^{ns}
III	5,00 ^{ns}
IV	5,00 ^{ns}
V	5,11 ^{ns}
VI	4,78 ^{ns}

CV (%) = 4,53

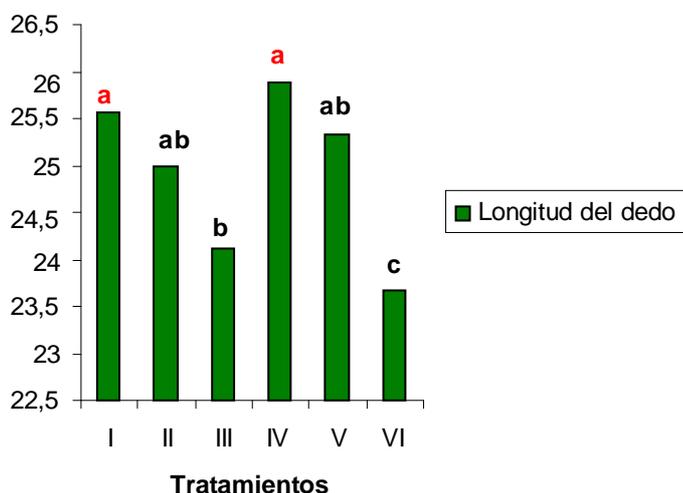
$X \pm EE = 4,98 \pm 0,33$

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas para el 0,05 por ciento de probabilidad aplicando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey.



Los tratamientos aplicados no hicieron variar significativamente la cantidad de manos y cantidad de dedos al no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, y al parecer éste es un comportamiento típico de este clon, no siendo así en otros clones del grupo plantain. Serrano (2006) plantea que el comportamiento del clon Macho $\frac{3}{4}$ y Cemsa $\frac{3}{4}$ en cuanto al número de dedos es diferente del FHIA 21, ya que en aquellos el número de dedos de las primeras manos es superior al de las últimas, con una diferencia que oscila entre 3 y 5 dedos, similar a nuestros resultados con el cual coincide Villavicencio (2009) que tampoco encontró en plátano macho $\frac{3}{4}$ con tecnología extradenso diferencias ni en el número de dedos ni de manos.

4,6 Longitud y diámetro de los dedos.

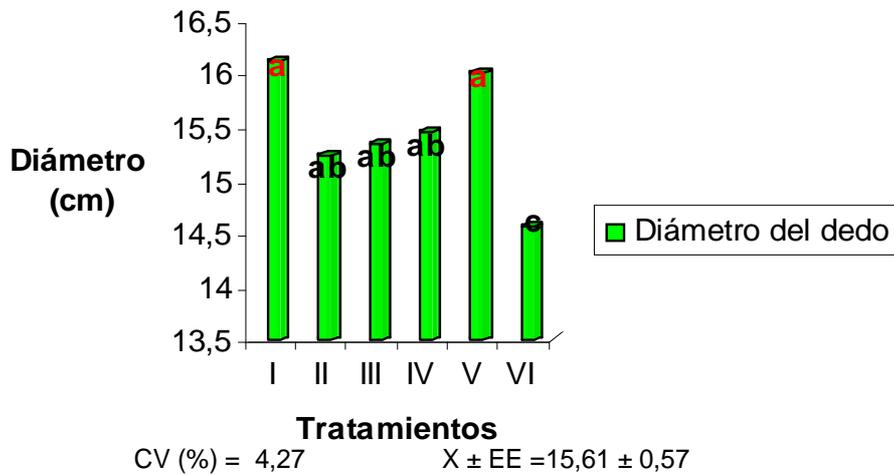


CV (%) = 5,18

$X \pm EE = 24,93 \pm 1,25$

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas para el 0,05 por ciento de probabilidad aplicando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey.

Figura.1 Longitud de los dedos.



Medias con letras diferentes indican diferencias significativas para el 0,05 por ciento de probabilidad aplicando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey

Figura2. Diámetro de los dedos

Para la longitud de los dedos la aplicación de los diferentes tratamientos produjo variaciones significativas, los tratamientos I y IV lograron los dedos con las mayores longitudes, aunque sin diferencias significativas al comprobarse con los tratamientos II, III, y V, los dedos más cortos se alcanzaron en el tratamiento V I (Testigo) que fueron superados por el resto de los tratamientos.

A su vez, la respuesta del diámetro del dedo a la aplicación de los diferentes tratamientos arrojó diferencia significativa, mostrando un patrón de respuesta similar a la variable longitud del dedo, los mejores resultados lo alcanzan los tratamientos I y V, mientras que los dedos más delgados correspondieron al tratamiento VI (testigo).

La variable diámetro del dedo es un componente importante del rendimiento, el diámetro comienza su crecimiento en grosor desde que este queda al descubierto y termina cuando se cosecha el racimo. Si las condiciones de humedad y temperatura son idóneas el ritmo de crecimiento del grosor de los plátanos es aproximadamente 1mm por semana, su incremento en grosor significa decenas de t/ha de ahí la importancia de este componente. Si se deja engrosar demasiado, este por cualquier contacto ya sea por un instrumento de trabajo o por la mano del



cosechero, incluso con el roce de las hojas es capaz de provocar una rajadura longitudinal a la corteza, desechándose para su comercialización.

Braide y Wilson (1980) utilizaron tratamientos de mezcla de fertilizantes químicos y abonos orgánicos, de cenizas con respecto al testigo sin aplicación en el crecimiento y rendimiento del plátano Cuerno (AAB), y buscando una explicación al fenómeno lo vincularon a que el efecto físico y químico de la aplicación conjunta de materia orgánica y fertilizante mineral desempeña un papel clave en el desarrollo radicular (formación de raíces secundarias y terciarias) con una probable repercusión en el proceso fisiológico, se aprecia que los mejores resultados lo arrojó el tratamiento con aplicación de mezcla de fertilizantes químicos y orgánicos alcanzando mayor diámetro del fruto, mayor número de fruto por mano y de racimo alcanzando el rendimiento más elevado.

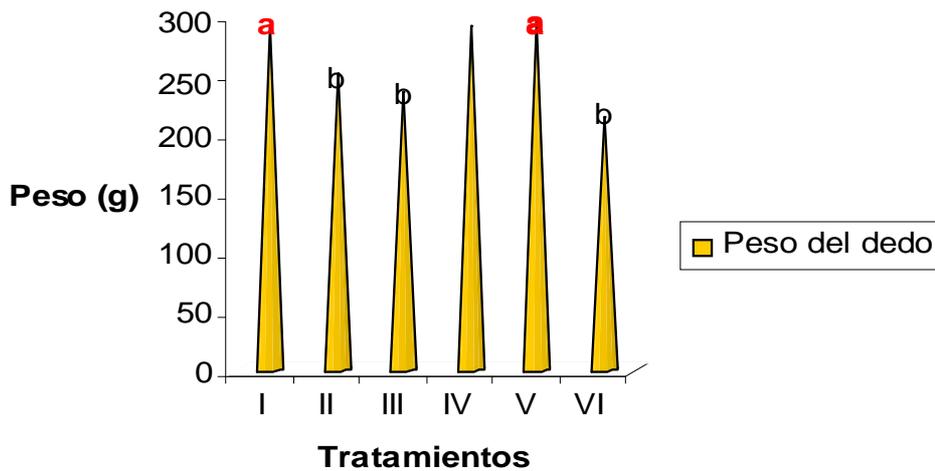
Sweneen (1984) obtuvo para este clon resultados similares y explica que si se tiene en cuenta la acción multifacética beneficiosa de la materia orgánica sobre las propiedades del suelo, su enriquecimiento nutritivo al interactuar con los fertilizantes químicos y la protección, en estos últimos, de pérdidas improductivas a través de la formación de complejos órgano-minerales, incrementando su disponibilidad para la planta.

Otro beneficio de la materia orgánica es el mejoramiento del régimen nutricional del suelo y estado nutricional de la planta respecto a nitrógeno y Potasio, elementos claves de la nutrición del banano y plátano, vinculados a la síntesis proteica y de carbohidratos promotores del crecimiento, desarrollo y formación del racimo.

En nuestro caso los tratamientos de mejor resultado en estas variables de rendimiento coinciden con aquellos en que las propiedades físicas evaluadas, tales como densidad aparente, porosidad y humedad giroscópica tuvieron mejor comportamiento y las variables de impacto en las propiedades químicas del suelo (tabla 10) fueron también las de mejor comportamiento, evidenciando que no solo basta con la aplicación de nutrientes por vía química, sino que todas las labores en función de conservar al suelo se reflejan en indicadores claves de los rendimientos. En condiciones de Cuba han reportado similares resultados Díaz, et al(2006) y Romagoza (2010).



4,7 Peso del dedo y del racimo

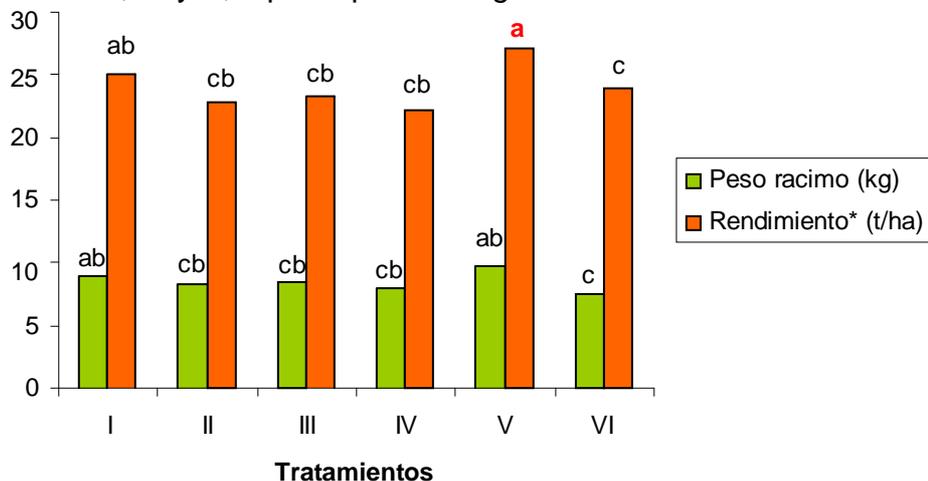


CV (%) = 10,60 $X \pm EE = 261,78 \pm 3,11$

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas para el 0,05 por ciento de probabilidad aplicando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey

Figura3. Peso del dedo

Los 6 tratamientos aplicados se comportaron estadísticamente diferentes en la variable peso de los dedos, los dedos con mayor peso se lograron en los tratamientos I, IV y V, I que superaron significativamente a los tratamientos II, III, y



*CV (%) = 8,62 $X \pm EE = 8,47 \pm 1,25$

*CV (%) = 5,3 $X \pm EE = 4,17 \pm 1,19$

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas para el 0,05 por ciento de probabilidad aplicando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey.

Figura.1 Peso del racimo y rendimiento



Para el peso del racimo se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, los racimos con un mayor peso se alcanzaron en el tratamiento I y V y el tratamiento V superó a los tratamientos II, III, IV y VI y el I superó al VI. Para esta variable los racimos con un menor peso lo obtuvo el tratamiento VI (Testigo). El peso promedio del racimo es la base de los rendimientos productivos y depende en gran medida de una correcta fertilización desde la plantación hasta los 4.5 meses (Álvarez, 2003). Resultados significativos en el incremento del peso promedio de los racimos planta han sido obtenido por otros autores como Espinal (1999) en el Estado de Tolima, Colombia al trabajar la fertilización orgánica en el plátano Cachaco, con el empleo de 14, 37 Kg de estiércol bovino, comparado con la fertilización química (250 g de potasio). Bolaño et al, (2002) trabajando con el clon dominico hartón y empleando diferente tipos de fertilizantes (químico, biológico y orgánico), obtuvieron los mayores rendimientos con los combinaciones, fertilizantes químico + fertilizante orgánico y fertilizante químico + fertilizante biológico, coincidiendo con los alcanzados en esta investigación. En Cuba en las primeras experiencias de siembra del sistema extradenso en el municipio Quivi can, provincia Artemisa, se obtuvieron rendimientos de 20 t/ha⁻¹ con tecnología extradensa y Benítez (2010) al evaluar la aplicación aislada de cachaza y su combinación en el rendimiento del plátano del clon macho $\frac{3}{4}$ bajo esta misma tecnología alcanzaron rendimientos con promedios superiores a las 23 t/ha. En nuestra investigación el mejor tratamiento (V) alcanzó rendimientos de 27,10 t/ha con el 100 % de fertilización orgánica que superó en mas de 7 toneladas al testigo. Estos resultados se deben en gran medida a los efectos que provocan estas fuentes sobre las propiedades de los suelos y en el aporte que ejercen a la planta al proporcionarles nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo.

En el caso de la cachaza, presenta aproximadamente un 25% de materia seca y la usada en nuestro caso presenta una muy favorable relación C/N que incide en su rápida mineralización y permite explicar los resultados alcanzados en rendimiento del cultivo y al mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo lo hacen mas sostenible para posteriores producciones de este cultivo. Este material contiene muchos de los coloides de la materia orgánica originalmente dispersos en el jugo, conjuntamente con aniones orgánicos e



inorgánicos que precipitan durante la clarificación. Otros compuestos no azúcares son incluidos en esos precipitados. Físicamente esta enmienda es un material esponjoso, amorfo, de color oscuro a negro, que absorbe grandes cantidades de agua. La cachaza generalmente es rica en fósforo, calcio y nitrógeno y pobre en potasio y la aplicada en nuestra se asemeja a los valores medios reportados. Como enmienda, incrementa temporalmente la capacidad de intercambio catiónico del suelo, por la producción de humus; aumenta el contenido o la capacidad de retención de humedad del mismo y durante su descomposición se produce gran cantidad de CO₂, que al transformarse en H₂CO₃, junto con otros ácidos de origen orgánico, disolverían los nutrientes insolubles en suelos de pH alcalino (Zerega, 1993). Las altas extracciones que del potasio hace este cultivo aconsejan que se estudien otras fuentes más ricas en potasio para lograr mayor residualidad de su empleo.

4,8 Relación masa/ cáscara

Tabla 16 Peso cáscara (g)

Tratamientos	Medias
I	109,95 ^a
II	104,53 ^{abc}
III	91,46 ^{cb}
IV	107,36 ^{ab}
V	108,8 ^a
VI	88,25 ^c

$$C \quad V(\%) = 12,00 \quad X \pm EE = 101,74 \pm 2,87$$

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas para el 0,05 por ciento de probabilidad aplicando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey



Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el peso de la cáscara, los frutos donde se encontró mayor peso fue en los tratamientos I y V, seguidos muy de cerca por los tratamientos IV, II y III, los frutos con una menor proporción de cáscara con relación a su peso se encontraron en el tratamiento VI.

Tabla 17 Peso masa (g)

Tratamientos	Medias
I	177,16 ^a
II	170,96 ^a
III	142,21 ^b
IV	182,70 ^a
V	184,87 ^a
VI	125,94 ^b

C V(%) = 9,83

X ± EE = 163,97 ± 4,15

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas para el 0,05 por ciento de probabilidad aplicando la prueba de comparación múltiple de medias Tukey

Los 6 tratamientos ensayados resultaron estadísticamente diferentes con relación al peso de la masa, los frutos con una mejor proporción de masa con relación al peso se concentraron en los tratamientos I, II, IV y V, cuyo comportamiento fue significativamente superior a los tratamientos III y VI.

El peso de la masa y la cáscara tiene como finalidad determinar el grado de formación del plátano en el momento de la cosecha, y se aprecia que los tratamientos difieren. A pesar de ello el grado de formación del fruto fue adecuado y ello se deduce de la relación masa/cáscara, la que siempre está por encima de la unidad, incluso por encima de 1,5, lo que muestra que la



masa era muy superior a la cáscara y que el fruto se cosechó con una madurez fisiológica adecuada, y se destacan por estas relaciones los tratamientos IV y V con valor de 1,70; el II con 1,64, el I con 1,61, siendo el testigo (VI) el único por debajo de 1,5 con 1,43.

5. Valoración económica.

En la comercialización de este cultivo los precios varían en función de la calidad del producto, variando desde \$ 3, 00/kg si corresponde a la primera categoría, \$ 1, 60/kg si corresponde a la segunda categoría y \$ 1, 20 si es de tercera categoría y considerando los diferentes porcentajes de calidades alcanzadas por tratamientos se hizo la valoración económica. (Norma cubana 2006)

Al valorar los resultados para una hectárea se observa de la valoración económica que se muestra en la tabla 18 que el tratamiento V (100 % FO) fue el de mayor ganancia y a su vez el de menos costo por peso con una mayor rentabilidad. Aunque las rentabilidades de los demás tratamientos son buenas, las ventajas de este tratamiento V con relación a el mejoramiento y/o conservación de las propiedades del suelo lo convierte en la mejor alternativa, dado el hecho que lo hace mas sostenible.

Hay que destacar que en todos los tratamientos donde se emplea la cachaza, ya sea sola o combinada con fertilización química se obtienen ganancias superiores al testigo (0 % de FO y FQ) . El costo por peso de los tratamientos es relativamente bajo, es decir que para producir un peso se invierte de \$ 0.20 - \$ 0.26 pesos, esto se debe a que los precios del mercado son relativamente altos, por la misma razón el costo por peso es bajo, también

Resultados similares han reportado al utilizar otras fuentes orgánicas combinadas con cenizas de central azucarero y fertilización química Villavicencio, (2008), Benítez (2009),



Tabla 18 Valoración económica

Rendimiento/ tratamientos	I.100% FQ	II.75%FQ +25%FO	III.50%FQ +50% FO	IV.25%FQ +75% FO	V.100% FO.	VI. Test
Costo producción/ha	17175.06	17071.59	16968.13	16864.67	16771.2	16761.2
Valor de la producción	76762, 3	69923,01	71362,84	67943,19	83151,7	63493,65
Ganancia	59047,24	52851,42	54394,54	51078,52	66380,5	46732,45
Costo/peso	0, 22	0, 24	0, 23	0, 25	0, 20	0, 26
Rentabilidad (%)	343,8	309, 6	320, 6	302, 9	395, .8	278, 81



6. Conclusiones:

- La aplicación de cachaza, sola o en combinación con fertilizantes químicos, demostró ser una alternativa viable, como variante para la fertilización del cultivo del plátano, en el clon Macho 3/4 en las condiciones de producción evaluadas, al favorecer la productividad de este importante cultivo.
- El impacto de los tratamientos con cachaza en el mejoramiento de propiedades físicas y químicas del suelo le agregan a éste valor de sostenibilidad.
- El lixiviado de humus de lombriz aplicado cumple los requisitos microbiológicos para su uso.
- Los mejores resultados productivos se obtuvieron cuando se aplicó, como alternativa de fertilización en las variables evaluadas, el 100 % de fertilización orgánica y el 100 % de fertilización química.
- Se alcanzaron indicadores económicos favorables con la aplicación de las alternativas para la fertilización del cultivo, que contribuyen al logro de una eficiencia tanto productiva como económica de la unidad.

7. Recomendaciones

- Evaluar otras combinaciones de abonos orgánicos cercanas a la localidad e incorporar la ceniza por su alta riqueza en potasio como variantes que permitan continuar elevando la producción de este cultivo en la C P A
- Evaluar la variante que provocó una mejor respuesta (Trat. V) en otros clones establecidos en la localidad.
 - Evaluar los contenidos de potasio en el suelo y foliar en los principales suelos de la provincia con la tecnología extradenso que posibilite el establecimiento de los niveles críticos y recomendaciones de manejo de la fertilización potásica.



8. Bibliografías

- Acuña; O., Peña; W.; Serrano, L.; Rosales; F. ; Delgado E. ; Trejos, E. y Segura, A. 2006 La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. En: XVII Reunión Internacional de la asociación para la cooperación y las investigaciones sobre banano en el caribe y la América tropical, Santa Catarina, Brasil, 2006
- Anon, 2009. Peligros del lixiviado. Revisado en: 28/3/2011. Disponible en: <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/13040.html> (2009).
- Arzola, N. y Fundora, O. (1992): "Suelo planta y abonado". Edición Pueblo y Educación. 420p.
- Arzola, N., C. Blanco y J. Martín. Mayores ganancias mediante el empleo de cachaza en los cañaverales. Cuba & Caña, enero – abril 1996.
- Arzola, N.; V. Paneque; H. Battle; L. Morejón; C. Alfonso y G. Hernández. 1990. La cachaza como enmienda orgánica y fertilizante para la caña de azúcar. Folleto divulgativo del INCA. La Habana.*
- Bejotte, M. Composición mineral de la cachaza. Ciencias de la agricultura. No. 34 – 35, 1988
- Belalcazar, S. L. El cultivo de plátano en el trópico. Instituto colombiano Agropecuario; 2001, p113.
- Belalcazar, S. 1995. Cultivo del plátano en altas densidades, una nueva opción. Informaciones Agronómicas 20: 1-4.
- Bellapart, C. (1996): Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones Mundi – Prensa. Barcelona, España. 298p.
- Bollo, E. (1999): Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi – Prensa. Barcelona, España. 150p.
- Bolaños, B. M. M. 1998. El papel del componente bioorgánico en la fertilización de lossuelos. En: Memorias Seminario Internacional sobre producción de plátano, Armenia (Colombia).



Bon Ano, Mineiro (2002): Influencia de algunos bioestimuladores en indicadores crecimiento y rendimientos del tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL.).

Biblioteca Universidad de Granma, (UDG), MES p: 1- 9.

Brenner F.W., Villar R.G., Anglo F.J., Taxe R., Swaminathan B. (2000). Guest Commentary: *Salmonella* Nomenclature. *Journal of Clinical Microbiology*, 38: 2465-2467.

Cairo, P y Fundora, O. Edafología. Editorial Pueblo y Educación. 1994. pp. 85-87

Calderón, F. E; col (2003): Los residuales orgánicos y su efecto en el comportamiento de la lombriz *Eisenia foetida*. II Congreso Internacional y VIII Congreso Nacional de Ciencias Ambientales. Santiago de Querétaro, Qro. Pp. 56-57.

Carrión, O. (1999): "Influencia del humus de lombriz en aspersión foliar en el requerimiento agrícola de la berenjena (*Solanun melongena*. Lin.). Tesis de Maestría., Biblioteca Universidad de Granma, (UDG), MES, Cuba

Castillo, R. A. (2010). Efecto de la combinación de fertilizantes químicos, orgánicos y biológicos sobre el rendimiento del plátano fruta FHIA-18 en un suelo vertisuelo del Municipio Río Cauto. Trabajo Tesis de Diploma, Biblioteca Universitaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sub sede: Río Cauto, Universidad de Granma, 49 pp.

Chen, Yona (1996): Organic matter reactions involving micronutrients in soil and their effect on plant. In: Humic substances in terrestrial ecosystems. Piccolo, A. (Eds) Elsevier, Amsterdam, p 507 –530.

CIAT. 2002. Cassava and tropical fruit pathology. Integrated pest and disease management in major agroecosystems. Annual Report 2002. P. 159-162

Dexter, A. R. (2002): "Soil structure: the key to soil function". *Adv. GeoEcology* (35): 57-69.

Díaz, B.; Armario, D.; Rodríguez, Alianny; Cairo, P.; Portieles, J: M; Rodríguez, Oralía; Dávila, A.; Jiménez, R.; Abreu, Inés; Torres, P.; Triana, O.; y Gálvez, R. (2006) Efecto del humus y combinaciones órgano-minerales sobre el rendimiento de la variedad de banano FHIA-18 y las propiedades físicas de un suelo inceptisol en un sistema de siembra extradenso. *Centro Agrícola*, año 33, no. 3, jul.-sep., 2006



- Espinosa, J.; Belalcazar, S.; Chacón, A.; y Diomara Suárez (2002) Fertilización del plátano en densidades altas. Instituto de la Potasa y el Fósforo, INPOFOS
- Fernández, M. (2003). Evaluación Agronómica de Sustancias Húmicas Derivadas del Humus de Lombriz, Facultad de Agronomía y Forestal, Universidad Católica de Chile, 52p.
- Font, Lisbet; R. Caballero; J. Gandarilla; A. Francisco y P. Chaveli, (2003): Método práctico para la obtención y aplicación de humus de lombriz en disolución como fitoestimulador en cultivos hortícolas Instituto de Suelos. Dirección Provincial MINAG, Camagüey. . Revista Centro Agrícola, No. 4, año 30, oct.-dic., 2003
- Gandarilla, J; Martínez Rodríguez, F. (1998): Manual de uso y manejo del humus de lombriz. Instituto de Suelos. La Habana. Cuba.
- García, R., Guijarro, R y Díaz, B. 1975. Modificaciones del estado nutricional del banano por efecto del K en suelos rojos de Cuba. Relación con el rendimiento y control de la fertilidad. Cultivos Tropicales, Año 1, No. 1, pp 9-22
- García-Feliz, C., Collazos, J. A., Carvajal, A., Vidal, A. B., Aladueña, A., Ramiro, R., de la Fuente, M., Echeita, M. A., Rubio, P., 2007. *Salmonella enterica* infections in Spanish swine fattening units. Zoonoses and Public Health, 54: 291-300.
- Gómez, Z. (2000): Abonos Orgánicos. Santiago de Cali: Feriva, 19-68p.
- González, R, A, Travieso, T, M; Cuyo, T y Basurto, J., 2011. Composición química de la cachaza procedente de diferentes centrales azucareros cubanos, incluido el A. Colina (% base seca). (Tomado y modificado de Arzola, 1990)
- Guijarro, R.; Díaz, B. y García, R. 1980. Comparación de diferentes métodos de muestreo foliar en el cultivo del plátano. Cultivos tropicales, Año 2, No. 1, pp 59-67
- Haq, M & Mallarino, A. (2000): Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. Agron. J. 92:16-24.
- Harvey, R.W.S. & Price, T.H., (1980). *Salmonella* isolation with Rappaport's medium after pre-enrichment in buffered peptone water using a series of inoculum ratios. J. Hyg., 85: 125-128.



- Honorato, R. (1993): Manual de edafología. Editorial Universitaria S.A. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. 193p.
- Infoagro. Con frutas tropicales y plátano. Revisado en: 28/3/2011
Disponible en: <http://WWW.Infoagro.htm>. 2008
- INIFAT. Oferta tecnológica de banano y plátano para América Latina y el Caribe. 2006. pp.30.
- Kaviraj, P & Sharma, S. (2003). Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology*, 90, p.169-173.
- Lineamientos Económicos, Sociales y Políticos. 2011. Sexto Congreso PCC, Cuba. Editora Política, La Habana, Cuba, 45 pp.
- Martínez, F. et al. (2008): Producción de humus de lombriz a partir de la cachaza”. *Revista de Agricultura Orgánica. ACTAF*. Año 14, No. 1, 2. La Habana, Cuba.
- Martínez, Rodríguez, F. y Col (2003): Lombricultura. Manual Practico. Instituto de Suelos. MINAG. La Habana. Cuba. 99 pp.
- MINAGRI (2004): Plegable sobre Humus líquido. Tecnología de obtención y aplicación. Grupo Técnico de Biofábricas y Plátanos. 67p.
- MinAgri, 1978. La fertilización según el servicio agroquímico. Metodología de trabajo. Dirección General de Suelos y Fertilizantes, Cuba, 1978.
- MINAGRI. Instructivo técnico para el cultivo del plátano. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, Ciudad de La Habana. 2008
- Morales, A. y Calero, B. (2008) La lombriz de tierra y la práctica de la lombricultura en Cuba”. *Revista Agricultura Orgánica*, Año 14, No. 1, SSN 1028 2130. Patrocinada por ACTAF, Ayuda Popular Noruega. La Habana, p. 37
- Morales, A; B. Calero; F. Martínez; M. Rodríguez & A. Gómez. (2004): Calidad biológica en humus de lombriz a partir de diferentes mezclas de sustratos orgánicos. En Congreso Científico del INCA (14:2004, nov. 9-12, la Habana). Memorias. CD-ROM. Instituto nacional de Ciencias Agrícolas, 2004. ISBN 959-7023- 27-X



Norma cubana n 429: c (2006) Plátano— ESPECIFICACIONES, Banana
Specifications ICS: 67.080 1. Edición Mayo 2006

Olivero, Y. (2005): Efecto del ácido salicílico y el humus líquido sobre el comportamiento fisiológico del tomate, var. Vyta. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma. Bayamo M.N., Cuba

Pagliai, M.; N. Vignozzi y s. Pellegrini (2004): "Soil structure and the effect of management practices". *Soil & Tillage Research* (79): 131- 143.

Peña, E.; Miriam Carrión y R. González. 1995. La cachaza como sustrato en organopónicos. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programa y Resúmenes, La Habana, 17-19 mayo, 111p
Reinés, M.; C. Rodríguez; O. Carrillo; A. Loza; S. Contreras (2005): "Nuevos avances en la biotecnología de la lombricultura". Formato Digital. Facultad de Biología. Universidad de la Habana. La Habana, Cuba

Revisado en: 3/4/2011. Disponible en: <http://opciones.cubaweb.cu>. 2007.sistema extradenso

Rodriguez, A., Pangloli, P., Richards, H.A., Mount, J.R., Draughon, F.A., 2006. Prevalence of Salmonella in diverse environmental farm samples. *J. Food. Prot.* 69, 2576-2580.

Romagoza, S. I. (2010). Influencia de diferentes dosis de humus en el rendimiento de el plátano (FHIA – 21) bajo el esquema extradenso. Trabajo Tesis de Diploma, Biblioteca Universitaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sub sede: Río Cauto, Universidad de Granma, 38 pp.

Suárez, Y. (2007): Influencia de diferentes dosis de humus de lombriz líquido en la producción de tomate sobre un suelo Fluvisol. Tesis de diploma. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma. Bayamo M. N., Cuba

Sulroca, D. F. (1995). Los fertilizantes orgánicos de la agroindustria cañera. Cañaveral (CU): 17 24, Enero Marzo.

Trasar, M. C.; Leirós, M. C.; Gil, F. 2000. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid



zone (Galicia, NW Spain): specific parameters. *Soil Biology & Biochemistry* 32:

747-755.

Treto, Eolia; Margarita García; R. Brunet; J. Herrera; J. Kessel; R. Gómez; R. Iglesias y H. Santana. 1992. Nutrición y fertilización de la piña, 20 años de investigación en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. *Cultivos Tropicales*. 13(2-3): 5-59.

Zerega, L; (1993). Manejo y uso Agronómico de la Cachaza en Suelos Cañameleros. *Rev. Caña de Azúcar*, Vol. 11 N o 2.

9.Anexos.

Anexo I

Norma total de FQ y FO aplicada por tratamiento por hectarea.

*Tratamientos	Fondo (t/ha)	FO** (t/ha)	Σ FO (t/ha)	FQ*** (t/ha)
I	20	0	20	1,6
II	20	5	25	1,2
III	20	10	30	0,8
IV	20	15	35	0,4
V	20	20	40	0
VI	20	0	20	0

*Tratamientos: I. 100% FQ; II. 75% FQ + 25% FO; III. 50%FQ + 50% FO; IV.25%FQ +75 % FO; V. 100% FO, VI. 0 % FO y % FQ.

** FO = fertilización orgánica con cachaza (caracterización en tabla 6 del presente trabajo).

***FQ = fertilización química con NK en base a urea (46 % N) y KCL (60 % K₂O)

Anexo II

AISLAMIENTO BACTERIOLÓGICO DE SALMONELAS A PARTIR DE MUESTRAS DE LIXIVIADO DE HUMUS DE LOMBRIZ.

FASE 1: Preenriquecimiento no selectivo en agua de peptona tamponada



Fase II: Enriquecimiento selectivo en caldo Rappaport-Vassiliadis



Fase III: Incubación en medio selectivo y diferencial (agar xilosa-lysina-tergitol 4 o XLT-4)

❖ Pasos secuenciales para la identificación de las bacterias presentes

