

DINÁMICA Y TASAS DE CRECIMIENTO, MORFOLOGÍA Y RENDIMIENTO DEL BANANO 'FHIA 18' EN ALTAS DENSIDADES FERTILIZADO CON ALTERNATIVAS CONSERVACIONISTAS.

Autores: Danneys Armario Aragón¹, Sinesio Torres García², Bladimir Díaz Martín², Alianny Rodríguez Urrutia², Joaquín Machado de Armas², Ernesto Espinosa Cuellar¹, Alberto Espinosa Cuellar¹, Yoel Beovides García¹, Osvaldo Triana Martínez, Lourdes¹ Cabrera Tamayo¹

1-Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba, danneys@inivit.cu

2- Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas (UCLV)

INTRODUCCION

En los países en vías de desarrollo de las zonas del trópico y sud-trópicos los plátanos y bananos (*Musa* sp.), se ubican en el cuarto renglón entre los alimentos de gran demanda, dependiendo de ellos más de 400 millones de personas (Lerma *et al.*, 2002).

Las estadísticas mundiales referidas a la producción de frutas indican que el banano ocupa el segundo lugar en importancia, siendo la India el país de mayor producción con unas 16 millones de T/año. Es la fruta de mayor consumo per cápita en países como Argentina y en EE.UU. El banano tiene un alto contenido de vitaminas (A, B6 y C) y minerales (Ca, P), pero es particularmente conocido por su altísimo contenido de potasio (K) (370 mg/100 g de pulpa) haciendo del consumo de esta fruta una forma muy agradable de satisfacer los requerimientos diarios de K en la dieta humana (2000 – 6000 mg K/día).

En Cuba se reportan alrededor de 4,7 millones de hectáreas (MMha) con pérdida de materia orgánica y 3,0 MMha afectadas en la fertilidad (MINAG, 2001). Actualmente, más del 40% de los suelos presentan afectaciones por erosión y si se refiere a la erosión potencial, ese porcentaje se eleva hasta 56% (Colectivo de Autores, 2010). Valores alarmantes si se toma en cuenta además, que la reacción en cadena que se produce con esta situación, causa una reducción significativa de los rendimientos.

El cultivo del banano es de gran interés, por lo que es considerado de gran importancia en el programa alimentario nacional, así como las medidas de mejoramiento de los suelos dedicadas a este.

El objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica y tasas de crecimiento, morfología y rendimiento del banano 'FHIA 18' en altas densidades fertilizado con alternativas conservacionistas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Instituto de Investigaciones en Viandas tropicales (INIVIT) en el municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara. En un suelo Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 1999). Se desarrolló en condiciones de campo, a partir de cormos previamente calibrados, cada tratamiento contó con 64 plantas evaluables.

Tratamientos

1-T – Testigo

2- C₅- (5 Kg de Ceniza)

3- Cz₆+NPK₂₅+Cz₃ 6kg Cachaza + 25%NPK +3Kg Cachaza aplicada a los 6 meses)

4- NPK₁₀₀ (control)

5- Cz₁₈ (18kg Cachaza)

6- Cz₁₄+NPK₂₅+C₅ 14kg Cachaza + 25%NPK +5 Kg Ceniza

7- Cz₁₀+NPK₂₅+C₅ 10kg Cachaza + 25%NPK +5 Kg Ceniza

8- Cz₆+NPK₂₅+C₅ 6kg Cachaza + 25%NPK +5 Kg Ceniza

Cinética del crecimiento de la biomasa de las plantas: determinado a través del pesado de la biomasa total en los diferentes periodos durante todo el ciclo productivo, con el empleo una balanza electrónica *Mettler*.

Niveles de masa seca en los diferentes órganos de la planta:

Calculado a través de la formula: $\%MSc = \frac{PSc}{PFc} \times 100$

% MSc : Por ciento de materia seca

PFc: Peso fresco en la cáscara

PSc: Peso seco en la cáscara

Tasa de crecimiento relativo (TCR): cambio en peso seco por unidad de peso seco presente por unidad de tiempo, determinado a través de la fórmula:

$$TCR = \frac{P2 - P1}{t}$$

TCR: Tasa de crecimiento relativo

P2: Peso seco alcanzado por la biomasa al culminar el ciclo que se evalúa

P1: Peso seco inicial con que cuenta la biomasa de la planta al comenzar el ciclo que se evalúa

Los análisis químicos de MO se realizaron por Walkley – Black y P_2O_5 y K_2O por Oniani (Fundora y Yepis 2000) en el Laboratorio Provincial de Suelos de Villa Clara y en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) en la Universidad Central de las Villas (UCLV).

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro réplicas, se aplicaron pruebas, tanto paramétricas como no paramétricas en dependencia de la homogeneidad de las muestras.

Análisis económico

Para la valoración económica, se empleó la clasificación de los frutos en cada una de las categorías según se establece en las Normas de Calidad vigentes actualmente para la compra tanto a productores como a entidades productivas (MINAGRI, 2005) y se aplicaron las fórmulas siguientes (Zumaquero, 2002).

$$I = P \times Pv$$

$$G = I - Ct$$

$$C/\$ = Ct / I$$

$$C/t = Ct / P$$

I: Ingreso

P: Producción

Pv: Valor de la producción

Ct: Costo total

G: Ganancia

C/\$: Costo por peso

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto a la dinámica del incremento de peso seco en plantas de bananos (Figura 1) se observó que en todos los tratamientos utilizados a partir de las 11 semanas se produjo incremento de estos valores, de forma más notable a partir de las 15 semanas hasta las 32 semanas. A su vez los tratamientos controles sin fertilizar (serie 1) y fertilizados con ceniza (serie 2) quedaron por debajo en valores de masa seca formada en cada etapa con respecto a los tratamientos en los que se aplicó la combinación con cachaza.

En la figura 1 se observa un incremento en el contenido de materia seca en el tiempo, donde se muestra que durante las primeras 11 semanas de sembrado el plátano la producción de materia seca es baja y a partir de este momento se producen incrementos importantes, de forma más notable a partir de las 15 semanas. El crecimiento en las primeras 15 semanas (etapa I) fue lento, acelerándose después hasta la semana 32 (etapa II) aproximadamente, y luego vuelve a disminuir la tasa de crecimiento entre la semana 32 y 55 (etapa III).

Lo anterior obedece a que durante las primeras 15 semanas después de la siembra la planta esta pasando por el proceso de establecimiento (brotación) y transformación (organogénesis). A partir de la semana 15 el crecimiento se acelera, debido a que la planta cuenta con una mayor

área foliar fotosintéticamente activa con lo cual, se produce una mayor producción de fotoasimilados (*MusaDoc*, 2004) (*Cayón et al.*, 2004).

A su vez, probablemente esto obedezca, al aceleramiento del ritmo de crecimiento cuando la planta se prepara para ingresar a un estado de mayor actividad fisiológica como es el caso de la fase reproductiva. En trabajos realizados por *Nalina et al.* (2006) observaron, que las secciones del meristemo apical en plantas provenientes de cultivo de tejido mostraron estructuras vegetativas hasta 170 días después de la siembra en el campo, mientras que las provenientes de cormos tardaron hasta los 187 días con respecto a la siembra.

Estos resultados pueden estar relacionados con el volumen de materia orgánica aplicada por planta en el momento de la siembra y por la composición de ésta, fundamentalmente por el alto contenido de Magnesio (0,35%) y Nitrógeno que contiene la cachaza utilizada, este último elemento, con un gran protagonismo en la formación de la masa seca de la planta y tiene una marcada participación como activador de las enzimas que intervienen en la síntesis de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) a partir de los nucleótidos polifosfatados, que a su vez son reconocidos por su incidencia en la síntesis de glúcidos y en la síntesis de ATP (*Vázquez y Torres*, 1995).

A su vez otro de los componentes más abundantes en la cachaza es el Carbono (31,80%) elemento fundamental en todos los compuestos orgánicos, como parte indispensable de la cadena que los conforman (*Fundora et al.*, 1979)

En trabajos realizados anteriormente en el cultivo de la malanga (*Vázquez y Torres*, 1995), fertilizada con tres niveles de Nitrógeno, se detectó que existe una fuerte influencia en la cantidad añadida al suelo sobre la acumulación de materia seca en la planta, aspecto motivado a que se trata de un elemento plástico que forma parte de los aminoácidos, las proteínas y gran cantidad de compuestos que participan en el alargamiento celular y la acumulación de materia seca.

No obstante, es de destacar que en mayor o menor grado, todos los elementos influyen en la síntesis de proteínas, alargamiento celular y por tanto, una nutrición equilibrada proporciona una mayor producción y acumulación de materia seca en determinadas etapas del ciclo del cultivo (*Vázquez y Torres*, 1995)

En trabajos realizados por *Molina* (1993) encontró que el índice de crecimiento absoluto (I.C.A) en plantas de fresa fue muy bajo en las primeras nueve semanas, probablemente por ser un período donde la planta inicia apenas la extensión de su sistema radicular, así mismo indica que a partir de ese momento ese indicador aumenta considerablemente hasta las etapas de floración y fructificación.

Por su parte, *Barceló* (1980) observó que en una planta joven el aumento significativo de la masa, visto a través del aumento en los puntos de crecimiento, trae consigo un aumento del área fotosintética de ésta, llegando a la conclusión, que con el incremento del potencial de crecimiento se produce un aumento de la masa de la planta.

A su vez, se ha demostrado, que el suplemento de Nitrógeno se encuentra presente en la cachaza entre un 6 a 12 % (*Valiño*, 2000). Este elemento está estrechamente relacionado con el crecimiento de las plantas y la producción de materia vegetal, además de estabilizar el carbono en el suelo por largo plazo (*Devlin*, 1982; *Paustian et al.*, 1997).

Estos resultados representados en la figura 1 se ajustan al modelo matemático logístico expresado a través de la ecuación $y=a/(1+b*\exp(-cx))$. Este modelo matemático, ha sido empleado por otros autores para evaluar las características del desarrollo de las plantas del banano 'Prata Uno' y 'FHIA-01' durante el primer ciclo de producción (*Maia et al.*, 2009).

A su vez, los valores obtenidos en cada evaluación realizada muestran una alta correlación ($r=99$) entre los procedentes de la masa seca formada y los incrementos del número de semanas en que permanecen las plantas en el campo después de realizada la siembra, independientemente de la fertilización realizada.

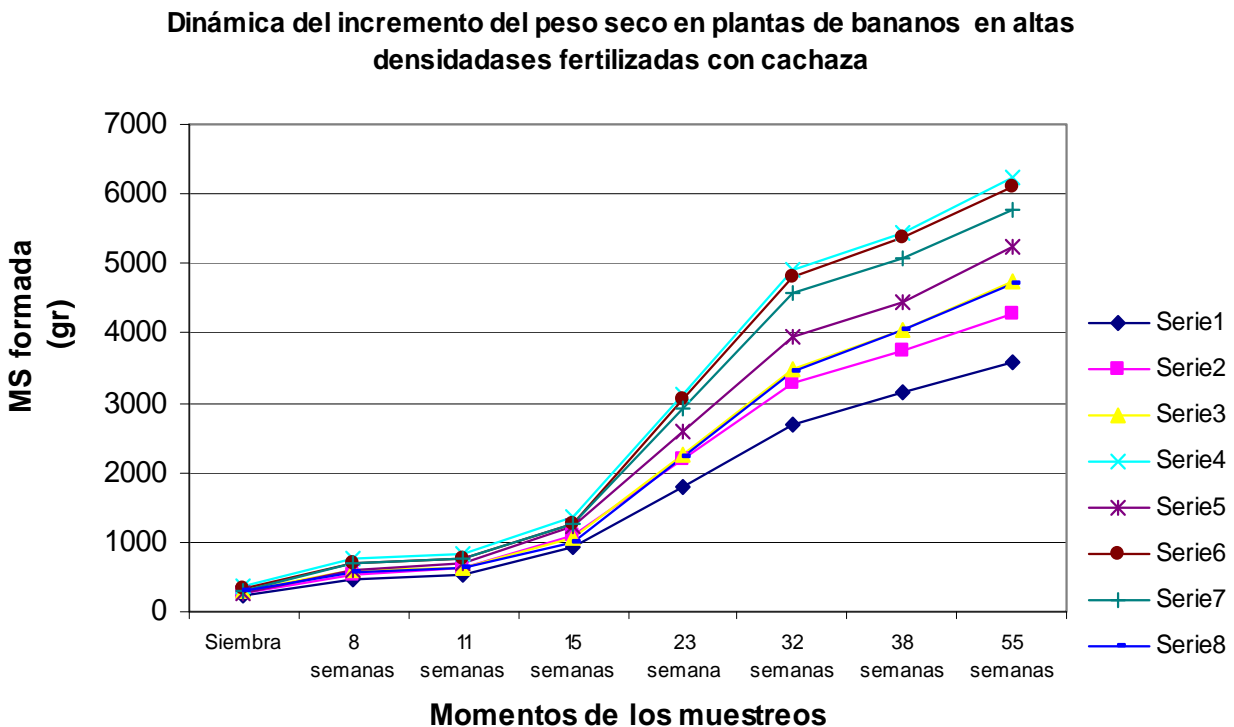


Figura 1. Dinámica del incremento de peso seco en plantas de bananos plantadas en altas densidades y fertilizadas de forma órgano-mineral con el empleo de la cachaza.

En la figura 2 se puede observar que las tasas de crecimiento relativo de materia seca en el tiempo (g/días) tienen un comportamiento similar a lo observado en los valores de peso seco, en donde se aprecian bajos niveles de producción de este indicador en la planta durante las primeras 11 semanas después de la siembra. Igualmente, a partir de este momento se producen incrementos importantes de producción de materia seca en el tiempo hasta un valor máximo (alrededor de la semana 32) y luego comienzan a decrecer estos valores, debido entre otras causas a que en esta etapa se detiene la emisión de nuevas hojas.

El hecho que se produzca un ligero aumento de los valores a las ocho semanas de realizada la plantación, se encuentra estrechamente vinculado, a la reservas presente en el cormo y que la planta utiliza en función de la formación de las primeras raíces y hojas emitidas, órganos que serán posteriormente los que tendrán la mayor responsabilidad con los rendimientos de la planta (*MusaDoc*, 2002).

En cultivos perennes, como en este caso del banano, la fotosíntesis se lleva a cabo en estratos acumulados de hojas que se sobreponen sombreándose unas a otras; de esta manera, la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) incidente es absorbida a medida que atraviesa las capas de las hojas aprovechándose la mayor parte de ella, mientras que las hojas inferiores, por recibir menos radiación solar, presentan tasas de fotosíntesis más bajas, quedando demostrado, que el grado de absorción de la RFA incidente, depende de las distancia entre surcos y plantas y del arreglo de siembra (Cayón *et al.*, 2004).

En investigaciones realizadas por Cayón *et al.* (2004) en el género *Musa* observaron que, en una planta totalmente expuesta a la luz la tasa de fotosíntesis máxima de una hoja joven es de 20 días, la cual se reduce al quedar sombreada por las nuevas hojas. A su vez, se ha observado, la gran importancia que reviste para el correcto desarrollo fisiológico de la planta una duración de 60

días de actividad fotosintética de cada hoja, pues de esta forma no se producen alteraciones en ella desde el punto de vista productivo.

Las tasas de crecimiento relativo son un valor constante, pero disminuyen con el tiempo, lo que se debe a que no todo el tejido formado presenta igual capacidad de crecimiento ni todos tienen la capacidad para realizar fotosíntesis. A su vez se hacen mayores las dificultades de aprovisionamiento de sustancias nutritivas por parte de la planta ya que las distancias a recorrer, desde los órganos absorbentes a los órganos asimiladores y a los lugares de utilización son cada vez mayores (Vázquez y Torres 1995).

Los bananos se caracterizan por pertenecer al grupo de las C_3 o ciclo de Calvin desde el punto de vista fotosintético, esto significa que gastan más sustancias por efectos oxidativos. De esta forma, existe una asimilación neta menor de los fotosintatos, por lo que gran parte de las sustancias elaboradas por el aparato fotosintético serán consumidas en procesos respiratorios.

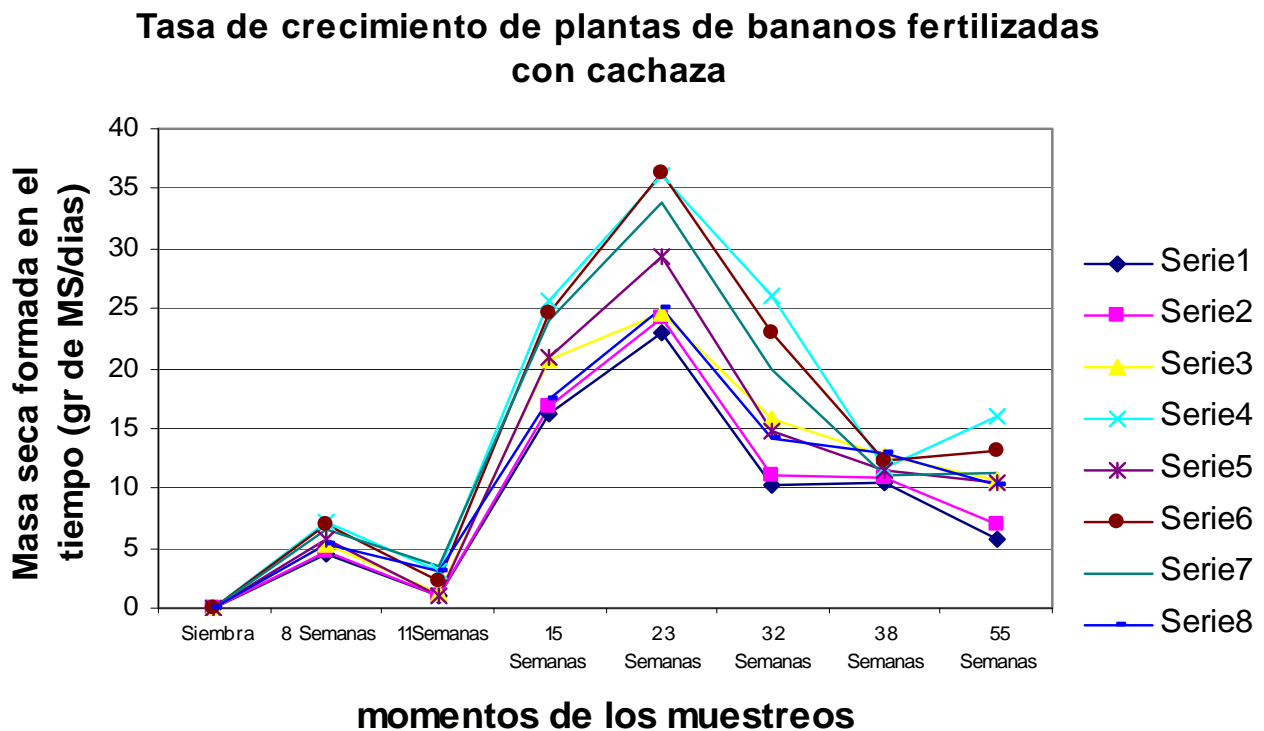


Figura 2 Comportamiento de la tasa de crecimiento en plantas de bananos plantadas en altas densidades y fertilizadas de forma órgano-mineral con el empleo de la cachaza.

En la tabla 1 se observa que con la aplicación de la combinación de 14 Kg de Cachaza + 25 % de NPK +5% Kg de Ceniza (6) las plantas muestran el mayor peso fresco en todos los órganos que la componen, sin mostrar diferencias significativas en cuanto al peso del pseudotallo con los tratamiento 4 y 7; éste último a su vez, sin diferencias estadísticas en cuanto al peso fresco del fruto y la pámpana con el tratamiento 6.

Son varios los autores que dan a conocer la importancia que reviste para el pronóstico de los rendimientos, la presencia de grandes perímetros del pseudotallo (Guijarro y García, 1977, Simmonds, 1980) resultado que se relaciona con las plantas mejor nutridas durante todo su ciclo vegetativo.

Por su parte, en cuanto al área foliar autores como Álvarez (1997) y Pino (1996) coinciden en señalar la importancia de culminar el ciclo vegetativo con no menos de ocho hojas por planta,

para que de esta forma, la planta cuente con un área fotosintética activa que le permita alcanzar rendimientos acordes con las potencialidades del clon.

Esto confirma que los mayores pesos frescos de los diferentes órganos se encuentran estrechamente vinculados a correctos estados nutricionales de la planta. Este es un aspecto en el que también coinciden Mahalaskshmi *et al.* (2003), al plantear que los frutos con mayor peso fresco se corresponden con aquellos tratamientos que mantienen un buen estado nutricional durante todo su ciclo vegetativo.

Tabla (1). Peso fresco al finalizar el ciclo productivo alcanzado por cada órgano de las plantas de bananos plantadas en altas densidades y fertilizadas con diferentes combinaciones órgano-minerales con el empleo de la cachaza

Trat.	ST	TV	RD	Fruto	Hojas	Pámpana	Cormo
	(gr)						
1	5594,00 d	3063,50d	155,75e	11777,50e	7594,62e	1371,00e	5906,62f
2	5788,00d	3288,00d	166,625e	11367,50e	8652,12d	1446,37d	6147,50e
3	12543,50bc	4132,50c	217,87c	13485,00cd	11481,25c	1693,00c	9395,75d
4	14390,00a	5557,50ab	230,75c	14257,50bc	12334,87b	1752,00b	10249,50c
5	11743,00c	4506,50c	198,62d	13060,00d	11490,87c	1617,37d	8740,37d
6	14753,50 a	5806,00a	266,50 a	15837,50 a	13291,75 a	1798,25 a	10864,25 a
7	14870,50 a	5218,50b	252,00b	15057,50ab	12483,37b	1770,25 ab	10426,00 b
8	13039,00b	3158,50d	198,75d	13777,50cd	11628,12c	1698,12 c	9484,87d
ES(±)	229,28	129,96	3,24	195,40	82,35	8,78	36,38

*Prueba realizada por Dunnet C

(a,b,c)medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Tukey HSD a ($p<0,05$)

T – Testigo sin fertilizante: Cz – Cachaza: C- Ceniza.

Análisis del efecto de los tratamientos sobre las propiedades químicas del suelo utilizado.

La materia orgánica presentó el valor más bajo, con el empleo de una total fertilización química (NPK 100 %), en cambio en aquellos tratamientos donde se abonó con la combinación que incluyó la cachaza, los valores de materia orgánica se incrementaron significativamente.

En los tratamientos estudiados los valores de P_2O_5 y K_2O asimilables se encuentran en la categoría de muy altos (Tabla 2), teniendo en cuenta los criterios de Fundora y Yepis (2000). En el caso del tratamiento con ceniza se observaron incrementos en los niveles de potasio con respecto al testigo sin fertilizar (Vázquez y *et al.*, 1994).

Los mayores valores de masa seca se observan en los tratamientos 4 y 6, resultados que difiere significativamente del resto de los tratamientos. Por su parte, en los tratamientos testigo (1) y fertilizado con ceniza (2) muestran los valores más desfavorables en cuanto a este indicador.

Con el tratamiento que emplea 14 Kg de cachaza más el 25% de NPK y 5 Kg de ceniza (6) se alcanzó el mayor rendimiento (60,19 t/ Ha).

A cerca del tema referente a los niveles críticos externos y su efecto en los pesos de los frutos, existen varias hipótesis que confirman una estrecha relación entre la fertilidad del suelo con los rendimientos obtenidos en plantaciones de bananos (Van Asten, 2004).

Resultado que se encuentra estrechamente vinculado a los valores correspondiente a la pendiente de la curva perteneciente a cada tratamiento (figura 1), existiendo entre ambos, una alta correlación ($r=95$) lo cual demuestra, que en la medida que el ritmo de crecimiento describa una pendiente más pronunciada, los valores de rendimientos serán mayores.

Tabla 2. Efecto de las aplicaciones de ceniza, cachaza y NPK y en las propiedades químicas del suelo y rendimientos por planta y superficie.

Tratamiento	Indicadores químicos de fertilidad en el suelo			Indicadores de rendimientos	
	MO (%)	P ₂ O ₅ (mig, 100g ⁻¹)*	K ₂ O (mig, 100g ⁻¹)*	Rend masa seca (g)	Rend, (t/Ha)
1- T	1,82 a	58,95 b	29,57 b	14975,70 e	44,76 e
2- C ₅	1,82 a	52,56 b	56,81 b	15685,10 e	45,56 e
3- Cz ₆ +NPK ₂₅ +Cz ₃	1,29 b	80,00 a	26,09 b	16936,10 d	51,26 cd
4- NPK ₁₀₀	1,21 b	80,00 a	100,00 a	17105,90 a	54,19 bc
5- Cz ₁₈	2,42 a	69,35 b	60,35 b	18665,60 c	49,63 d
6- Cz ₁₄ +NPK ₂₅ +C ₅	2,60 a	80,00 a	100,00 a	21329,70 a	60,19 a
7- Cz ₁₀ +NPK ₂₅ +C ₅	2,73 a	80,00 a	100,00 a	22355,57 b	57,19 ab
8- Cz ₆ +NPK ₂₅ +C ₅	2,80 a	80,00 a	96,81 a	22959,80 bc	52,36 cd
ES ±	0,036	0,802	1,968	202,128	0,64

*Prueba realizada por Dunnet C

(a,b,c) medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Tukey HSD a (p<0,05)

ANALISIS ECONOMICO

En la tabla 3 se observa que el tratamiento 6 muestra los mayores ingresos dando lugar a un incremento de la ganancia por hectárea en \$ 8 888,78 con respecto al testigo no fertilizado y en relación al empleo de la dosis al 100% NPK que crece en \$ 6 930,00.

Tabla 3. Efecto de la fertilización conservacionista sobre los Indicadores económicos fundamentales

Tratamientos	Costos Totales	Ingresos Totales	Ganancia	Costo / Peso = Cost.Total/ Ing.
1-T	7933,58*	33078,24	25144,66	0,24
2- C ₅	8115,10	33696,00	25580,90	0,24
3- Cz ₆ +NPK ₂₅ +Cz ₃	9825,28	37879,92	28054,64	0,26
4- NPK ₁₀₀	12938,64	40042,08	27103,44	0,32
5- Cz ₁₈	9243,10	36672,48	27429,38	0,25
6- Cz ₁₄ +C ₅ +NPK ₂₅	10445,28	44478,72	34033,44	0,23
7- Cz ₁₀ +C ₅ +NPK ₂₅	10141,28	42288,48	32147,20	0,24
8- Cz ₆ +C ₅ +NPK ₂₅	9837,28	38694,24	28856,96	0,25

CONCLUSIONES

1. A partir de las 15 semanas hasta las 32 semanas se producen los cambios fisiológicamente más notables en la producción de masa seca e incremento de la tasa de crecimiento relativo de las plantas de bananos independientemente de la fertilización realizada, con los valores más altos cuando se emplea 100% NPK (4) y con la aplicación de 14 Kg de Cachaza + 25 % de NPK +5% Kg de Ceniza (6).
2. Con la aplicación de 14 Kg de Cachaza + 25 % de NPK +5% Kg de Ceniza (6) se logran los mayores pesos frescos en todos los órganos de la planta, rendimientos de masa seca y producción por hectáreas.
3. La utilización de una adecuada fertilización órgano-mineral contribuye a la conservación y fertilidad de los suelos.

4. Las curvas de crecimiento de las plantas con pendientes más pronunciadas coinciden con los mayores valores de rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez J. 1997. Introducción, evaluación, multiplicación y disseminación de los híbridos FHIA en Cuba. *INFOMUSA* 6(2): 10-14.

Armario D., Rodríguez S., Espinosa A., Torres S., Triana O., Cabrera L., Rafael P. 2007. Una alternativa fitotécnica aplicable a sistemas extradensos de bananos. Sitio WEB de la FAO (<http://bva.fao.cu/>).

Cayón G., S. 2004. Ecofisiología y Productividad del plátano (*Musa* AAB Simmonds). XVI Reunión Internacional ACORBAT. Publicación Especial. Disponible on line: http://musalit.inibap.org/pdf/IN050648_es.pdf

Fundora, O. Yepis O. 2000. Ahorro de fertilizantes en empresas de cultivos varios y la limitación de contaminación ambiental. XIII Forum Municipal de Ciencia y Técnica. Villa Clara.

Hernández, A., Pérez, J.M. y Bosch, I. D. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ciudad de la Habana.

Mahalaskshmi, M;N. Kumar y K. Soorianathasundaram. 2003. Efecto de la fertirrigación e irrigación sobre el rendimiento de las plantaciones del cv, Robusta sembrado a alta densidad. *INFOMUSA* 12(1): p.42 -44.

Musa Doc, 2004. International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP, Montpellier, France. ISBN: 2 – 910810 – 69 – 0.

Paustian, K., H.P. Collins, and E.A. Paul. 1997. Management controls on soil carbon. p. 39-41, Chpt. 2 in: E A. Paul, K. Paustian, E. T. Elliot, C.V. Cole (eds.) *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*, CRC press, Inc.

Pino J.A. 1996. Manejo sostenible para el combate de la Sigatoka negra. Informe de investigación. INIVIT. Cuba.

Simmonds N. W. 1980. Los plátanos. Editorial Cubana. 531p.

Van Asten P. J. A., C. S. Gold, S. H. Okech, S. V. Gaidashova, W.K. Tushemereirwe y D. De Waele. 2004. Problemas de la calidad de los suelos en los sistemas de África Oriental y su relación con otros factores de pérdida de rendimiento. *INFOMUSA* 13(2) pp. 20-23.

Vázquez, Edith y Torres, S. 1995. Fisiología Vegetal. Editorial pueblo y Educación. Ciudad de la Habana.

Vázquez, Y. *et al.*, 1994. La ceniza como mejoradora de la fertilidad de los suelos cañeros en la provincia de Villa Clara. FCA. UCLV.

Vilariño, R. Susana, 2000. Alternativas para el mejoramiento de los suelos pardos con carbonato con el uso de minerales naturales y abonos orgánicos. T. M; UCLV.

Zumaquero, P. O, 2002. Economía agropecuaria y desarrollo rural. Conferencia en: Maestría en Agricultura Sostenible. UCLV. Curso 2001-2002.