

**RESPUESTA DE LA PALMA DE ACEITE (*Elaeis guinensis*) A LA
APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN PREVIVERO**

BERNABÉ ROCHELS BURGOS

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN DE CULTIVO PERENNES INDUSTRIALES
VALLEDUPAR,
2010**

**RESPUESTA DE LA PALMA DE ACEITE (*Elaeis guinensis*) A LA
APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN PREVIVERO**

BERNABÉ ROCHELS BURGOS

Trabajo presentado como requisito para optar al título de
Especialista en Cultivos perennes Industriales

Director:

JAIME TORRES BAZURTO

Ingeniero Agrónomo, M.Sc.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN DE CULTIVO PERENNES INDUSTRIALES
VALLEDUPAR,
2010**

Nota de aceptación

Jaime Torres Bazurto
Universidad Nacional de Colombia

AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo no se habría podido preparar sin la generosa colaboración de muchas personas y organizaciones a quienes expreso mi agradecimiento.

Deseo extender un especial reconocimiento a Eileen Meléndez Gil, en particular a Palmas Montecarmelo S.A., Julio Posso, Coordinador Agronómico, Armando López, Administrador Plantación y Hernan Lacouture Gerente, por el voto de confianza y apoyo incondicional, así mismo a todo el cuerpo de docentes de la universidad Nacional de Colombia que contribuyeron al desarrollo de este posgrado.

Y por supuesto a mi fiel escudero el Ingeniero Oscar Villamizar.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. JUSTIFICACIÓN	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 GENERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1 FUENTES DE RESIDUOS ORGÁNICOS	13
4.2 ACTIVIDAD AGROINDUSTRIAL	14
4.3 INDUSTRIA ACEITERA Y GRANOS OLEAGINOSOS	15
4.4 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS	16
5. MATERIALES Y MÉTODOS	20
5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	20
5.2 MATERIALES	20
5.3 MATERIALES DE CAMPO	24
5.4 MATERIALES DE LABORATORIO	24
6. METODOLOGÍA	25
6.1 MUESTREO	25
6.2 VARIABLES EVALUADAS	25
6.3 ANÁLISIS DE DATOS	26
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
7.1 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS	27
8. CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	9
ANEXOS	35

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Subproductos derivados de la Palma de aceite (<i>E. guinensis</i>) (Peláez, 2004)	16
Figura 2. Diagrama de flujo del procesamiento de los subproductos de la palma de aceite para producir compost certificado y de calidad (Peláez, 2004).	18
Figura 3. Altura de la planta para cada tratamiento	27
Figura 4. Numero de hojas/plántula para cada tratamiento	28
Figura 5. Área Foliar para cada tratamiento	28
Figura 6. Numero de raíces/plántula para cada tratamiento	29
Figura 7. Peso seco total de la plántula para cada tratamiento	29
Figura 8. Distribución del peso seco para cada órgano evaluado de la plántula para cada tratamiento	31

RESUMEN

La agroindustria de la palma genera subproductos agroindustriales los cuales son aprovechables. Esto ha influenciado el uso de estos como fertilizantes para el cultivo, que aportan una serie de nutrientes mediante la mineralización. Actualmente, se ha dicho mucho a cerca del benéfico de aplicar biofertilizantes, pero poco se ha estudiado acerca de los efectos de estos en cultivos de palma en la etapa de previvero. En este sentido se estudio la respuesta de la palma de aceite a la aplicación de biofertilizantes en previvero.

El estudio se ubico en Palmas Montecarmelo, a 89 msnm, en el corregimiento de Llerasca a 18 Km. de la cabecera municipal. Las coordenadas geográficas son 9°53'32" Latitud norte y 73°18'08" Latitud este, se conto con cuatro ensayos descritos así, tratamiento 1, suelo con compost al 7,5 %, tratamiento 2, suelo con compost al 5 %, tratamiento 3, suelo con compost al 2,5 % y un tratamiento testigo, sembrados con treinta semillas de material *Elaeis guinensis* (DxP) cada uno en bolsas de previvero, se evaluaron variables morfológicas, altura de planta, numero de hojas, numero y longitud de raíces, diámetro de bulbo, además de materia seca.

Aplicando una metodología analítica (ANOVA), con un diseño completamente aleatorizado, se examino cada variable. Los resultados indican que las variables: altura de plántula, numero de hojas, área foliar y numero de raíces, no tienen diferencia significativa entre los tratamientos. Sin embargo, el peso seco presento diferencias estadísticamente entre los diferentes tratamientos. El tratamiento de mayor valor fue 2.5% compost (3.73 gramos), seguido por 5% compost (3.23 gramos). El tratamiento de menor peso fue el testigo (1.76 gramos). Indicando esto que el mejor balance de bases del compost y suelo fue el de 2,5 %.

ABSTRACT

The palm agro-industry generates a number of agro-products which are usable. This has influenced significantly the use of these materials as a nutritional base for the cultivation, which provide a series of nutrients to the soil by mineralization. Today, much has been said about the benefit of applying bio-fertilizers, but little has been studied about the effects of these crops palm prenursery stage. In this sense, study the response of oil palm to the application of biofertilizers in prenursery.

The studio is located in Palmas Montecarmelo, 89 m, in the village of Llerasca 18 km from the municipal seat. The geographical coordinates are $9^{\circ} 53'32''$ north latitude and $73^{\circ} 18'08''$ latitude east, had four tests described so a treatment, soil with compost 7.5%, treatment 2, soil with compost to 5% treatment 3, soil with compost to 2.5% and a control treatment, seeds sown with thirty guineensis *Elaeis* material (DxP) each prenursery bags, morphological variables were evaluated, plant height, number of leaves, number and length Root, bulb diameter, in addition to dry matter.

Applying an analytical methodology (ANOVA), with a completely randomized design, each variable was examined. The results indicate that the variables: seedling height, number of leaves, leaf area and number of roots, no significant difference between treatments. However, the present dry weight differences between different treatments. The treatment was 2.5% higher value compost (3.73 grams), followed by 5% compost (3.23 grams). The lighter treatment was the control (1.76 grams). Indicating that the best balance of compost and soil bases was 2.5%.

INTRODUCCIÓN

“La productividad agronómica depende en gran medida del manejo eficiente del suelo y la nutrición vegetal. Las plantas, además de necesitar condiciones climáticas ideales que faciliten su crecimiento, requieren tanto de un medio para su soporte físico y anclaje del sistema radical, como de la provisión de agua y elementos esenciales”. Sin embargo, los suelos varían considerablemente en sus potenciales (químicos, físicos y biológicos) para retener y suministrar el agua y los nutrientes requeridos por las plantas. De acuerdo a lo anterior el manejo de los suelos y la nutrición vegetal estarán dirigidos a modificar el régimen nutricional de las plantas y a mejorar la capacidad del suelo para asegurar el abastecimiento de estos elementos esenciales. Por lo cual, el rendimiento del cultivo depende de la interacción de todos los factores de crecimiento y desarrollo de las plantas, condiciones ambientales, enmiendas químicas o orgánicas, el tipo de suelo y su correspondiente manejo, para lograr un nivel de productividad sostenible de cualquier sistema de agrícola (Jaramillo, 2002).

Los residuos orgánicos ocupan en el mundo un lugar prioritario desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo. Constituyen entre el 30 y el 65 % de los residuos domiciliarios, según lugar y clima, más del 85% de los residuos considerados agrícolas y un porcentaje no despreciable de residuos industriales, fundamentalmente vinculados a las agroindustrias (Peláez, 2004).

1. JUSTIFICACIÓN

Es importante establecer la cantidad apropiada de biofertilizante que ofrezca la mejor alternativa de balance nutricional y que puedan traducirse en un mejor aprovechamiento de este tipo de materiales, disminución en el uso fertilizantes edáficos mientras las palmas se encuentren en fase de previvero y vivero, y a la vez se convierta en un proceso amigable con el medio ambiente. Además, que este biofertilizante produce una serie de efectos beneficiosos sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas, no sólo a través de la suplencia de nutrimentos, sino además por sus efectos favorables sobre las propiedades físicas (tiende a mejorar la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua), químicas (aumenta la capacidad de intercambio catiónico, mejora la capacidad amortiguadora de pH) y biológicas del suelo (por ser fuente de nutrimentos y energía para los microorganismos). Disminuyendo la aplicación de fertilizantes sintéticos y no causando contaminación de las aguas subterráneas o ríos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de biofertilizantes aplicados en previvero a la palma de aceite

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el comportamiento de las palmas en fase de previvero mediante la medición del crecimiento en su parte aérea y radicular.
- Determinar el mejor biofertilizante por medio de su efecto en el desarrollo de palmas en fase de previvero.
- Determinar la mejor dosis de biofertilizante a aplicar en palmas en fase de previvero.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En cualquier etapa del cultivo de la palma de aceite la nutrición adecuada se basa en suministrar los nutrientes adecuados en forma balanceada para su eficiente desarrollo, crecimiento y producción. La fertilización en la etapa previvero y vivero constituye una de las fases mas criticas para cultivos perennes como la palma de aceite, ya que obtener plantas vigorosas para llevar a sitio definitivo nos dará la confianza de comenzar proyectos productivos. Mucho se ha dicho a cerca de lo benéfico que resulta la aplicación de biofertilizantes a los cultivos pero poco se ha estudiado acerca de los efectos de estos en cultivos de palma en etapa de previvero. Con este estudio se pretende evaluar los efectos de biofertilizantes sobre palma aceitera en previvero con el propósito de ajustar su aplicación y no generar desbalances a nivel edáfico y foliar que pueden terminar por generar deficiencias de algún nutriente.

4. MARCO TEÓRICO

Dar una respuesta a los residuos agrícolas, significa reducir sustancialmente el volumen de lo que consideramos residuos, la fracción orgánica de los mismos será materia prima de los procesos de compostaje.

El compost es un material al que se llega por biotecnologías de bajo coste, que nos permite mantener la materia orgánica dentro del ciclo natural, no incinerándola ni "ensilándola", con difícil y cara recuperación, como sería el caso de los rellenos sanitarios. Es un mejorador de suelos, sumamente útil en el combate a la erosión, en la mejora de los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos. Su producción trae beneficios directos e indirectos si consideramos los beneficios en la producción, la mano de obra que ocupa su procesamiento, las posibilidades de obtener producciones ambientalmente sanas, la disminución de materia a eliminar y su valor como elemento formativo ambiental (Julca, *et al.*, 2006).

Residuos orgánicos: se refiere a todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan naturalmente durante el "ciclo vital", como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos (OPS, 1999).

4.1 FUENTES DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Actividad agropecuaria. En esta actividad, se generan una gran variedad de residuos de origen vegetal y animal. Los residuos vegetales están integrados por restos de cosechas y cultivos (tallos, fibras, cutículas, cáscaras, bagazos, rastrojos, restos de podas, frutas, etc., procedentes de diversas

especies cultivadas. El contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo dependiendo de varios factores. Características de las especies cultivadas, ciclo del cultivo, tiempo de exposición a los factores climáticos, manejo, condiciones de la disposición, etc (Jaramillo, 2002).

Entre los residuos animales, se incluyen excrementos sólidos y semisólidos (estiércoles) y líquidos purines. Desechos de faena, cadáveres, sobrantes de suero y leche, etc. Los estiércoles y purines son los residuos que presentan mayor interés por la concentración espacial que alcanzan en producciones como la lechera, avicultura, entre otros y por el impacto ambiental negativo que producen en la mayoría de los casos (Julca, *et al.*, 2006).

Estiércoles: “es una descripción general de cualquier mezcla de heces, orines y desperdicios”. La composición físico-química del estiércol varía de una producción agropecuaria a otra, dependiendo entre otros factores del tipo de ganado, de la dieta, y de las condiciones bajo las cuales se produce el estiércol (Jaramillo, 2002).

Purines: a diferencia de los estiércoles los purines tienen un alto contenido de agua, por lo que son manejados como líquidos (Jaramillo, 2002).

4.2 ACTIVIDAD AGROINDUSTRIAL

Existe una gran diversidad de residuos generados en la actividad agroindustrial. Las características cuantitativas y cualitativas de los mismos dependen de numerosos factores, entre otros:

- Características de las materias primas
- Procesos de industrialización
- Intensidad de la producción
- Características de los productos obtenidos

Muchos residuos de las actividades agroindustriales son reutilizados a través de alternativas que se aplican desde hace ya algunos años, con menos o mayor grado de eficacia. Para otros residuos agroindustriales aún no existen alternativas de transformación en insumos útiles dentro de un marco económico viable (Torres, *et al.*, 2004).

4.3 INDUSTRIA ACEITERA Y GRANOS OLEAGINOSOS

Se procesan granos de girasol, soja, colza y lino. Los residuos generados son diversos: cáscara, fibras, efluentes líquidos, etc. En general son residuos que contienen 30 a 50% de proteína, 15 a 30% de celulosa y bajo contenido en agua. El residuo más conocido en esta industria es la “torta”, generado por la extracción de aceite a la que se someten los granos en la prensa hidráulica. Las tortas y harinas de extracción, así como otros derivados de la industria aceitera, contienen un importante valor proteico y energético (Torres, *et al.*, 2004).

Otros subproductos de la palma de aceite son: raquis picado, lodos, cuesco, cenizas y tierras filtrantes (figura 1).

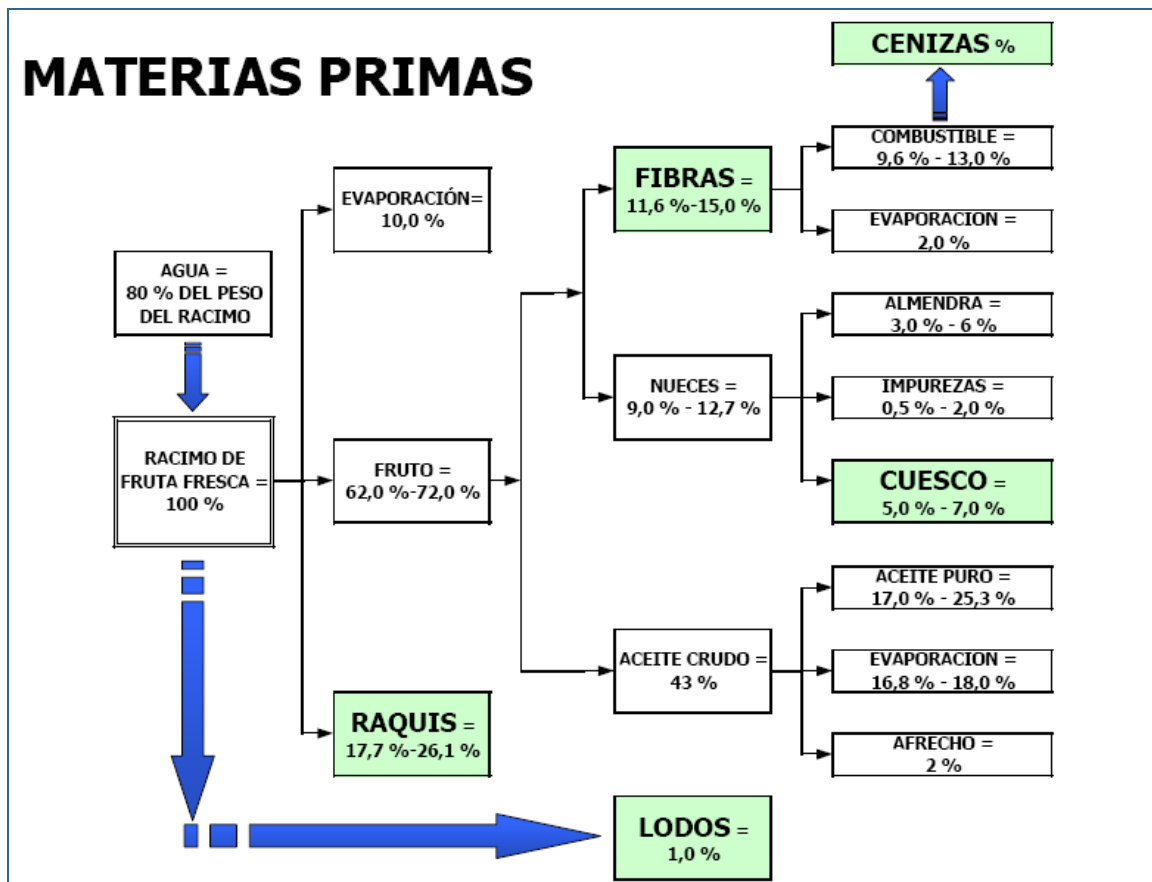


Figura 1. Subproductos derivados de la Palma de aceite (*E. guinensis*) (Peláez, 2004)

4.4 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos en insumos útiles a los sectores productivos es una opción con posibilidades, en la medida que las alternativas surjan como consecuencia de un diagnóstico objetivo de la problemática ambiental de cada sector. Las alternativas seleccionadas, deben ser adecuadas técnicamente a las características locales, viables económicamente y sustentables ecológicamente. Sobre estas bases es posible validar, adecuar y promover tecnologías de alternativa que representen una solución efectiva y ajustada a cada realidad (Peláez, 2004).

Las alternativas que se han manejado con mayor o menor resultado para la reutilización y/o reconversión han sido:

Los residuos como fuente de alimento animal

- Los residuos como fuente energética
- Los residuos orgánicos como fuente abonos

Este último, genera un impacto en la preservación del medio ambiente. De ahí radica su importancia para buscar fuentes de fertilización orgánica en la agricultura.

Los abonos orgánicos o bioabonos, “son aquellas sustancias o compuestos de origen biógeno vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos”. La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonado orgánico. En esta categoría se puede incluir los *abonos verdes*. Si bien potencialmente, la incorporación al suelo de residuos orgánicos puede llegar a tener algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos, no en todos los casos esto se cumple e inclusive el efecto puede ser perjudicial. Cuando incorporamos residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación al suelo, el orden natural, conlleva a que se cumplan los procesos de mineralización. Es frecuente, que para que esta serie de procesos se cumplan, se produzca un alto consumo de oxígeno e inclusive si los materiales aportados no tienen una buena relación carbono/nitrógeno se agoten inicialmente las reservas de nitrógeno del suelo. En algunos casos, se terminan favoreciendo los procesos anaerobios, con la consiguiente acidificación, movilización y pérdidas de nutrientes. En resumen, los procesos de estas prácticas son incontrolables por lo que los resultados finales quedan en muchos casos librados al azar (Jaramillo, 2002).

Parece entonces razonable, que para aprovechar el potencial que los desechos orgánicos tienen como abonos, estos deben pasar por un proceso previo antes de su integración al suelo, de forma tal que, el material que definitivamente se aporte, haya transcurrido por los procesos más enérgicos de la mineralización, se presente desde el punto de vista de la biodegradación de la forma más estable posible, y con los macro y micro nutrientes en las formas más asimilables posibles para los productores primarios. Una de las técnicas que permite esta biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el *Compostaje* y el producto final es conocido como *Compost* (Jaramillo, 2002).

Este proceso se puede llegar a implementar en todas las extractoras de palma de aceite mediante alguna metodología que sea viable económica y ambientalmente como la que se presenta en la figura 2.

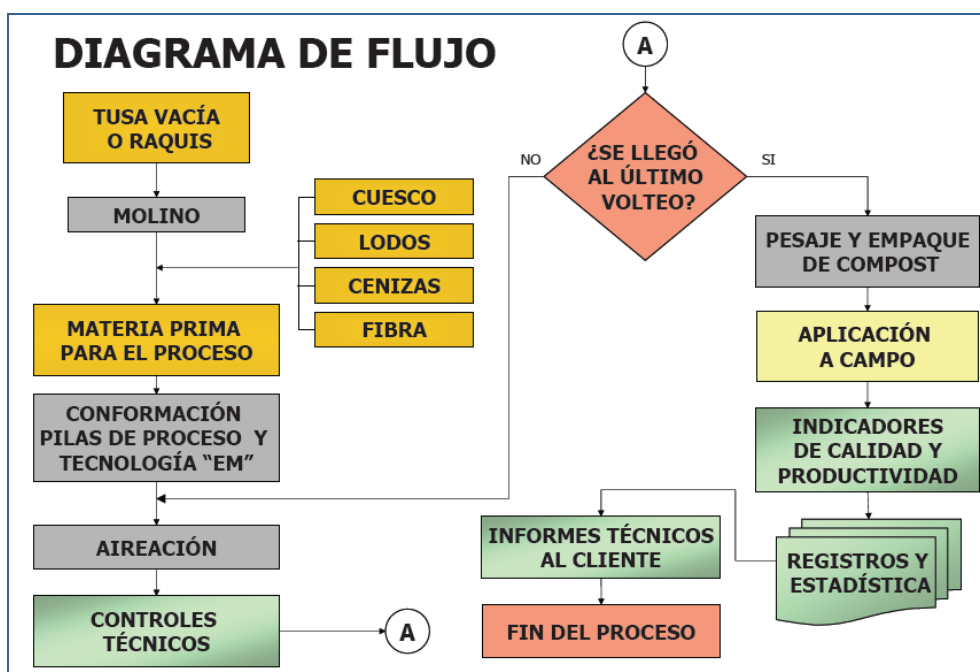


Figura 2. Diagrama de flujo del procesamiento de los subproductos de la palma de aceite para producir compost certificado y de calidad (Peláez, 2004).

Una etapa fundamental para el desarrollo productivo de plantas de palma de aceite es la de previvero. Sin embargo, debido a baja necesidad nutricional no se deben realizar aplicaciones edáficas de fertilizantes químicos. Sin embargo, si se desea obtener plantas vigorosas, una alternativa es la aplicación en el suelo de enmiendas orgánicas. Debido a que generan beneficios tanto económicos como biológicos en esta etapa del cultivo. De ahí, la necesidad de evaluar una dosis ideal para aplicar en los previveros teniendo en cuenta los análisis de suelos, el tipo de enmienda orgánica y la variedad (Franco, 2003).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El estudio se realizó en la plantación Palmas Montecarmelo, a 89 msnm, ubicada al margen derecho del río Casacará en el corregimiento de Llerasca a 18 Km. de la cabecera municipal. Las coordenadas geográficas son 9°53'32" Latitud norte y 73°18'08" Latitud este, las características climáticas generales son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	RANGO
Precipitación media anual	1200mm
Temperatura media anual	28°C
Humedad relativa	70%
Horas de brillo solar año	2500

5.2 MATERIALES

Se evaluó un (1) fertilizante orgánico, compostado cuyas características se muestran en la tabla 1, el cual se aplicó en 4 concentraciones diferentes (0%, 2.5% y 7.5%) en bolsas de previvero, las cuales utilizaron 2000 gr de mezcla. La mezcla se realizó calculando las necesidades de material compostado para cada uno de los tratamientos, luego se pesó el suelo, las cantidades de compost y se realizó la mezcla con una pala obteniendo una mixtura lo más homogénea posible y en la cual jugó un papel fundamental el contenido mínimo de

humedad de los materiales, luego de elaborado el material se procedió al llenado de las bolsas, 30 por cada tratamiento.

Como material vegetal se utilizaron 120 semillas de material Dami las Flore (DxP), las cuales se seleccionaron de acuerdo a los siguientes criterios:

Tamaño: la plúmula tiene una longitud vertical de 1.5 centímetros, mientras la radícula puede alcanzar 2 centímetros.

Color: la plúmula y la radícula deben tener un color blanco cremoso brillante mientras el cuesco es negro brillante.

Posición y orientación: la plúmula y la radícula están alineadas en un eje vertical; la plúmula es recta, mientras que la radícula pueda presentar curvatura irregular a lo largo de la misma. (UNIPALMA, 2001).

Tabla 1. Composición química del compost

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO ANALÍTICO
Humedad	56,3	%	Gravimétrico (NTC 5167)
Cenizas	22,6	%	Gravimétrico (NTC 5167)
Perdidas por volatilización	21,1	%	Gravimétrico (NTC 5167)
Carbono orgánico oxidable	10,2	%	Walkley-Black (NTC 5167)
pH (pasta de saturación)	7,85		Potenciómetro
Densidad (Base seca - 20°C)	0,35	g/c. c.	Gravimétrico (NTC 5167)
Conductividad eléctrica	5,8	dS/m	Conductímetro
Retención de humedad	85,3	%	Gravimétrico (NTC 5167)
Cap. Intercambio cationico	27	(me/100 g)	Volumétrico (NTC 5167)
C/N	24		

Nitrogeno orgánico	0,47	%	Micro Kjeldhal (NTC 5167)
Fosforo total	0,37	%	Colorímetro (NTC 5167)
Potasio total	0,81	%	Abs. Atómica (NTC 5167)
Calcio total	1,24	%	Abs. Atómica (NTC 5167)
Magnesio total	0,54	%	Abs. Atómica (NTC 5167)
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO ANALÍTICO
Azufre total	0,08	%	Turbidímetro (NTC 5167)
Hierro total	0,54	%	Abs. Atómica (NTC 5167)
Manganeso total	143	p.p.m	Abs. Atómica (NTC 5167)
Cobre total	18	p.p.m	Abs. Atómica (NTC 5167)
Zinc total	41	p.p.m	Abs. Atómica (NTC 5167)
Boro total	19	p.p.m	Colorímetro (NTC 5167)
Sodio	0,03	%	Emisión de llama (NTC 5167)
Residuo insoluble en acido	19,2	%	Gravimétrico (NTC 5167)

En total fueron 4 tratamientos (tabla 2) con tres repeticiones cada uno, para obtener un total de 36 unidades experimentales por todo el experimento. Además, se realizó el análisis químico del suelo utilizado en el experimento (tabla 3).

Tabla 2. Diferentes dosis del compost y el testigo con sus respectivas replicas (3).

Compost			Testigo
T1	T2	T3	T4
2,5%	5 %	7,5%	0 %

Tabla 3. Análisis de suelos para el caso del sustrato utilizado en el experimento.

Parámetro	Valor	Parámetro
pH	6,7	V. V.
CE (dS/m)	0,21	USDA en el manual 60 de 1960
MO (%)	0,92	Walkler Black
P (ppm)	12,61	Bray II
Ca (meq/100 g)	5,58	NH ₄ OAc -1N-pH 7
Mg (meq/100 g)	1,36	NH ₄ OAc -1N-pH 7
K (meq/100 g)	0,13	NH ₄ OAc -1N-pH 7
Na (meq/100 g)	0,16	NH ₄ OAc -1N-pH 7
CIC (meq/100 g)	12,58	Volumétrico
Saturación Ca	77,14	%
Saturación Mg	18,86	%
Saturación K	1,8	%
Saturación Na	2,21	%
B (ppm)	0,23	Hunter (Colorimetría)
Cu (ppm)	0,57	DTPA-TEA
Fe (ppm)	43,98	DTPA-TEA
Mn (ppm)	4,72	DTPA-TEA
Zn (ppm)	0,65	DTPA-TEA

5.3 MATERIALES DE CAMPO

Compost 50 kilogramos

Suelo 200 kilogramos

Equipo transporte de biofertilizante (tractor, camión)

Supervisores de campo.

Bolsas plásticas 150 bolsas de previvero

Baldes

Materiales de oficina

5.4 MATERIALES DE LABORATORIO

Balanza

Horno de secado

Computador

Pie de rey

6. METODOLOGÍA

6.1 MUESTREO

El compost que se utilizó en el experimento se mezcló (2.5%, 5%, 7.5% “compost” y testigo sin compost) en el sitio donde está ubicado el vivero. Mediante la ayuda de 2 palas. Además, en este sitio se llenaban las bolsas del previvero.

Se tomaron 3 puntos de muestreo durante toda la etapa de previvero. Estos se espaciaron irregularmente en el tiempo. 1° muestreo (15 dde), 2° muestreo (30 dde) y 3° muestreo (45 dde) ,

Muestreo Vegetal: Por cada unidad experimental se tomaban 3 plantas de forma aleatoria en los surcos destinados para tal objeto. Estas se extraían desde la raíz, se retiraba el suelo circundante y posteriormente se empacaron en bolsas plásticas de forma individual. En total se colectaban 3 plantas por tratamiento es decir, 9 plantas por cada uno de los muestreos. Estas muestras se llevaron al laboratorio de suelos de Palmas Montecarmelo para el procesamiento de variables morfológicas y el secado de las plantas en horno a 60°C hasta peso constante. Posteriormente se pesó cada planta.

6.2 VARIABLES EVALUADAS

En el laboratorio de suelos de Palmas Montecarmelo, se determinó a cada una de las plantas las siguientes variables morfológicas: peso seco planta (raíces, bulbo y área foliar), altura de la planta, número de hojas, diámetro bulbo, número de raíces y longitud de raíces.

6.3 ANÁLISIS DE DATOS

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA). El análisis estadístico se realizó con el programa SAS 9.0. En la evaluación de los tratamientos sobre las variables morfológicas. Para el caso de las variables de peso seco que fueron estadísticamente significativas se analizaron con la prueba de comparación múltiple de Tukey.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 PARÁMETROS MORFOLÓGICOS

Altura de Planta. Según el análisis estadístico no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la variable altura. Por lo cual, se puede deducir que al aplicar este tipo de compost no genera efectos sobre esta variable.

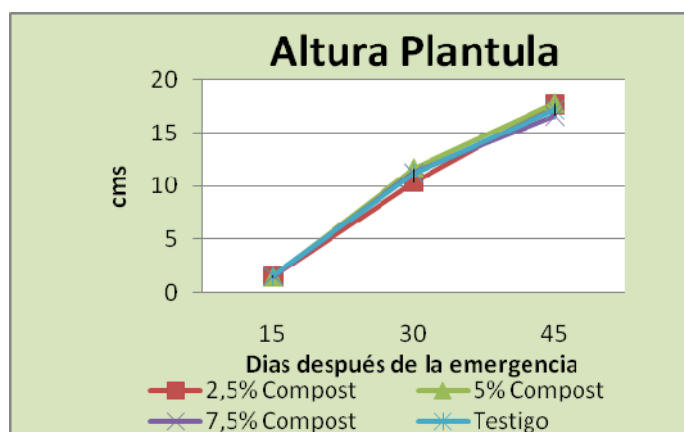


Figura 3. Altura de la planta para cada tratamiento

Numero de Hojas. Para la variable número de hojas no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos. Sin embargo, hubo una leve diferencia en el ultimo muestreo entre los tratamientos 5% compost, testigo contra los tratamientos 2.5% y 7.5% compost. Esta diferencia estaba alrededor de una hoja.

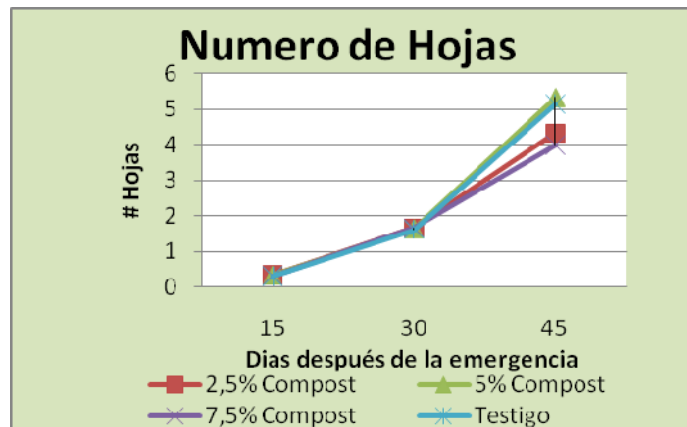


Figura 4. Numero de hojas/plántula para cada tratamiento

Área Foliar. La variable área foliar me genera la vigorosidad de la planta. Para este caso no hubo diferencia estadística entre los diferentes tratamientos. Sin embargo, en el ultimo muestreo (45 dde) me produjo mayor área foliar para los tratamientos 5% compost y testigo (23.4 cm²).

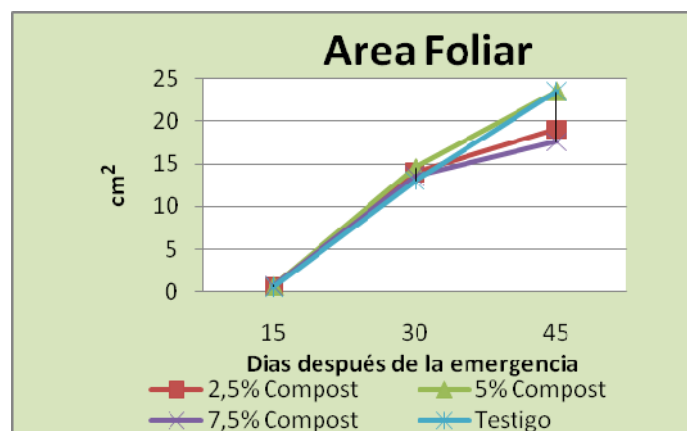


Figura 5. Área Foliar para cada tratamiento

Numero de raíces. La cantidad de raíces, es un indicador del crecimiento y desarrollo de plantas (Bernal, 2001). Además, muestra la rapidez en el crecimiento. Es el órgano que permite realizar la absorción de nutrientes. Por consiguiente a mayor numero de raíces (pelos radicales), mayor absorción de nutrientes. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos.

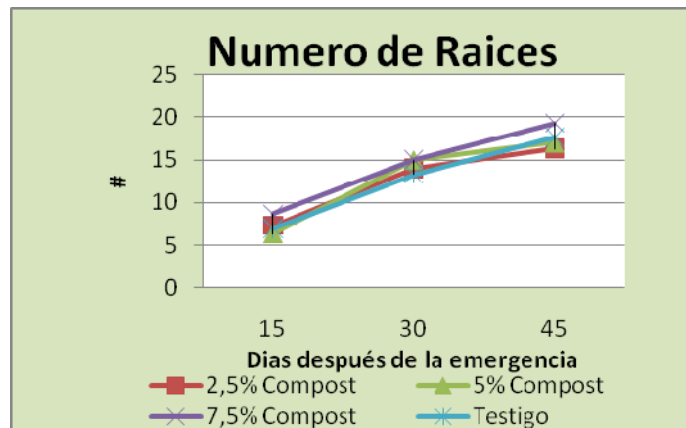


Figura 6. Numero de raíces/plántula para cada tratamiento

Materia seca. La variable peso seco presento diferencias estadísticamente entre los diferentes tratamientos (Anexo 1). El tratamiento de mayor valor fue 2.5% compost (3.73 gramos), seguido por 5% compost (3.23 gramos). El tratamiento de menor peso fue el testigo (1.76 gramos). Esta variable me indica la capacidad de producir carbohidratos.

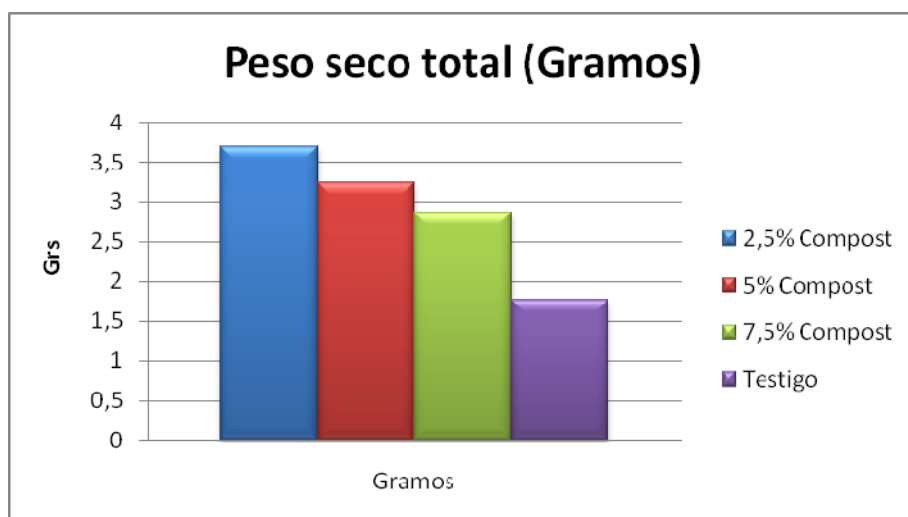


Figura 7. Peso seco total de la plántula para cada tratamiento

Cabe aclarar que hasta la realización del presente escrito no se encontró en la revisión de literatura un trabajo donde se hubiesen realizado mediciones similares y que pudieran contrastarse con lo encontrado en este trabajo

Distribución del peso seco en los diferentes órganos evaluados. Para el caso de la distribución de materia seca entre los 3 órganos (hojas, raíces y bulbo), se determinó que la mayor traslocación de carbohidratos fue para las hojas, presentando alrededor del 48.5% del peso seco total de la planta para los tratamientos.

El tratamiento que mayor acumulación de materia seca presentó en las hojas fue 5% compost (1.8 gramos) y el de menor acumulación fue el testigo (0.7 gramos). Para el caso de la raíz el de mayor peso fue el 2% compost (1.23 gramos) y el menor fue el testigo (0.5 gramos).

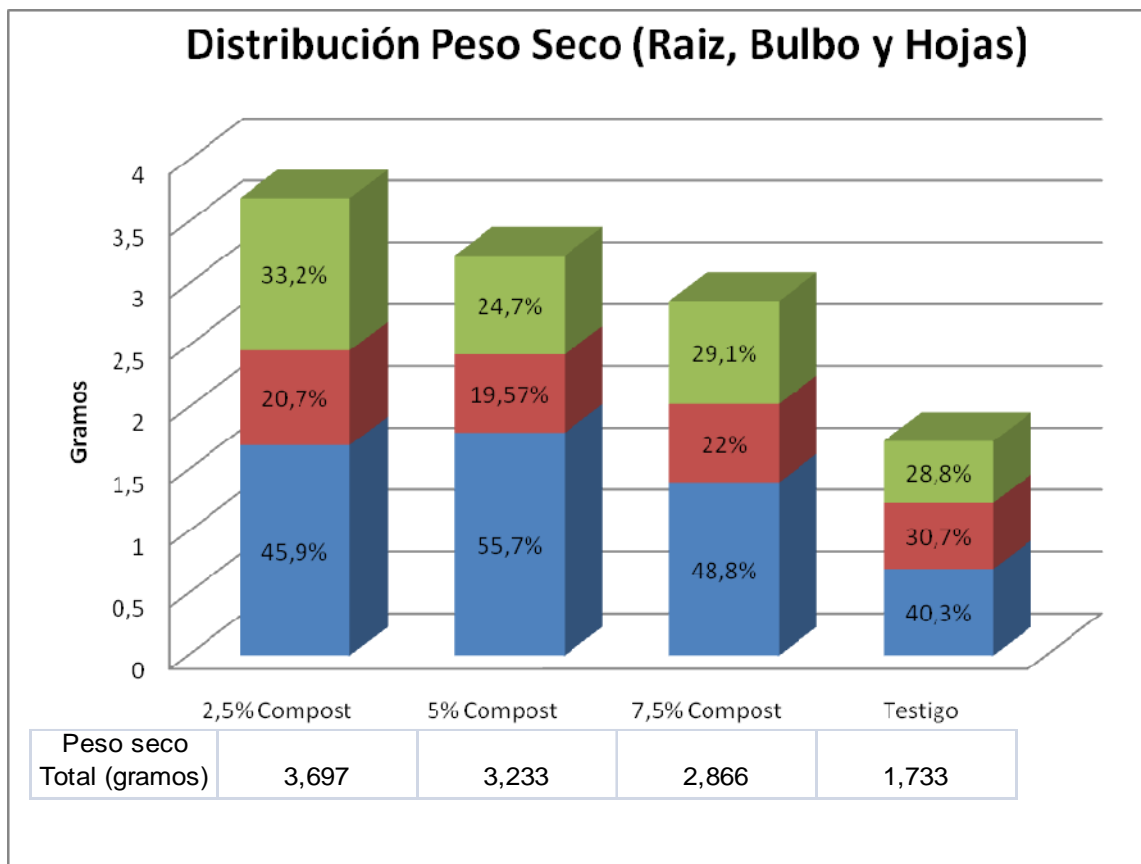


Figura 8. Distribución del peso seco para cada órgano evaluado de la plántula para cada tratamiento

Para el caso de comparar estos resultados de peso seco con información recolectada no fue posible ya que los experimentos que se han llevado a cabo sobre esta temática no han determinado un rango crítico para esta variable. Sin embargo, podemos concluir que la dosis de compost que genera las mejores condiciones químicas y físicas en el suelo para generar un adecuado crecimiento y desarrollo de las plántulas de palma fue el tratamiento 2,5% de compost. Esto se debe a que esta dosis de compost produce, un balance de nutrientes en el suelo que le permiten a la planta estar realizando una alta tasa de fotosíntesis y de asimilación de nutrientes, produciendo carbohidratos para las funciones de crecimiento y desarrollo de la planta.

8. CONCLUSIONES

Para la plantación Palmas Montecarmelo, se concluye que la dosis de compost que genera mayor crecimiento y desarrollo de plántulas es 2.5% compost.

Los tratamientos empleados no mostraron efecto sobre los parámetros morfológicos medidos, en razón a su baja variación en el tiempo que se expresó en no significancias estadísticas.

Dado que las hojas fueron los órganos que acumularon la mayor cantidad de la materia seca se concluye que durante la etapa de previvero las plántulas traslocan la mayor parte de nutrientes a las hojas. Siendo este órgano esencial para la fotosíntesis y respiración por parte de la planta.

9. RECOMENDACIONES

Se sugiere, para efecto de comprobar los resultados obtenidos sobre las variables morfológicas para el presente ensayo, repetirlo pero hasta el trasplante a sitio definitivo para obtener mayor información y así poder determinar si realmente puede haber efecto de los tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

Bernal, F. (2001). El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Santafé de Bogotá: CENIPALMA, 101-103.

OPS. (1999). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos, 69.

Franco, P. N. (2003). Manejo de viveros de palma de aceite. Manual técnico. Santafé de Bogotá: CENIPALMA, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, pp.10-55.

UNIPALMA (2001). Instrucciones para siembra de semilla de palma de aceite. Departamento de servicios agronómicos. Publicado en el mes de julio.

Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 619

Julca, A., Meneses, L., Blas, R. y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. IDESIA (Chile), 24(1), 13

Pelaez, Carlos. (2004). Compostaje y uso en previvero de subproductos de la palma de aceite. AMBISA, 37.

Torres, R., Acosta, A. y Chinchilla, C. (2004). Proyecto comercial de compostaje de los desechos agroindustriales de la palma aceitera. Revista Palmas 25(2), 377-387.

ANEXO 1

ANÁLISIS DE DATOS PARÁMETROS MORFOLÓGICOS

20:23 Friday, February 12, 2010 1

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
tratamiento	4	1 2 3 4

Number of observations 36

20:23 Friday, February 12, 2010 2

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: num_hojas num hojas

Sum of					
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.4166667	0.4722222	0.11	0.9527
Error	32	135.3333333	4.2291667		

Corrected Total 35 136.7500000

R-Square Coeff Var Root MSE num_hojas Mean

0.010360 91.39972 2.056494 2.250000

Source DF Anova SS Mean Square F Value Pr > F

tratamiento 3 1.41666667 0.47222222 0.11 0.9527

20:23 Friday, February 12, 2010 3

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: area_foliar area foliar

Sum of

Source DF Squares Mean Square F Value Pr > F

Model 3 29.141111 9.713704 0.12 0.9502

Error 32 2684.371111 83.886597

Corrected Total 35 2713.512222

R-Square Coeff Var Root MSE area_foliar Mean

0.010739 77.80148 9.158963 11.77222

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tratamiento	3	29.14111111	9.71370370	0.12	0.9502

20:23 Friday, February 12, 2010 4

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: grosor_bulbo grosor bulbo

Sum of Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.03638889	0.01212963	0.42	0.7421
Error	32	0.93111111	0.02909722		
Corrected Total	35	0.96750000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	grosor_bulbo Mean
0.037611	27.29265	0.170579	0.625000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tratamiento	3	0.03638889	0.01212963	0.42	0.7421

20:23 Friday, February 12, 2010 5

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: altura altura

Sum of Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.338611	0.446204	0.01	0.9987
Error	32	1534.824444	47.963264		
Corrected Total	35	1536.163056			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	altura Mean
0.000871	69.50651	6.925552	9.963889

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tratamiento	3	1.338611111	0.44620370	0.01	0.9987

20:23 Friday, February 12, 2010 6

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: num_raices num raices

Sum of Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	18.9722222	6.3240741	0.27	0.8440

Error 32 739.7777778 23.1180556

Corrected Total 35 758.7500000

R-Square Coeff Var Root MSE num_raices Mean

0.025005 36.74999 4.808124 13.08333

Source DF Anova SS Mean Square F Value Pr > F

tratamiento 3 18.97222222 6.32407407 0.27 0.8440

20:23 Friday, February 12, 2010 7

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for num_hojas

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 32

Error Mean Square 4.229167

Critical Value of Studentized Range 3.83162

Minimum Significant Difference 2.6266

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
A	2.4444	9	2
A			
A	2.4444	9	4
A			
A	2.1111	9	1
A			
A	2.0000	9	3

20:23 Friday, February 12, 2010 8

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for area_foliar

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	32
Error Mean Square	83.8866
Critical Value of Studentized Range	3.83162
Minimum Significant Difference	11.698

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
----------------	------	---	-------------

A	12.900	9	2
---	--------	---	---

A

A	12.344	9	4
---	--------	---	---

A

A	11.233	9	1
---	--------	---	---

A

A	10.611	9	3
---	--------	---	---

20:23 Friday, February 12, 2010 9

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for grosor_bulbo

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	32
Error Mean Square	0.029097
Critical Value of Studentized Range	3.83162
Minimum Significant Difference	0.2179

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
A	0.67778	9	2
A			
A	0.62222	9	3
A			
A	0.60000	9	1
A			
A	0.60000	9	4

20:23 Friday, February 12, 2010 10

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for altura

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	32
Error Mean Square	47.96326
Critical Value of Studentized Range	3.83162
Minimum Significant Difference	8.8454

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
----------------	------	---	-------------

A	10.278	9	2
---	--------	---	---

A

A	9.967	9	4
---	-------	---	---

A

A	9.811	9	1
---	-------	---	---

A

A	9.800	9	3
---	-------	---	---

20:23 Friday, February 12, 2010 11

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for num_raices

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	32
Error Mean Square	23.11806
Critical Value of Studentized Range	3.83162
Minimum Significant Difference	6.141

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
A	14.333	9	3
A			
A	12.778	9	2
A			
A	12.667	9	4
A			
A	12.556	9	1

ANEXO 2

ANÁLISIS DE DATOS PARÁMETROS PESO SECO

20:56 Friday, February 19, 2010 1

The ANOVA Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
tratamiento	4	1 2 3 4

Number of observations 12

20:56 Friday, February 19, 2010 2

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: peso_seco_total peso seco total

Source	Sum of		Mean Square	F Value	Pr > F
	DF	Squares			
Model	3	6.10916667	2.03638889	90.51	<.0001
Error	8	0.18000000	0.02250000		

Corrected Total 11 6.28916667

R-Square Coeff Var Root MSE peso_seco_total Mean
 0.971379 5.187320 0.150000 2.891667

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tratamiento	3	6.10916667	2.03638889	90.51	<.0001

20:56 Friday, February 19, 2010 3

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: peso_seco_hojas peso seco hojas

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2.22000000	0.74000000	49.33	<.0001
Error	8	0.12000000	0.01500000		
Corrected Total	11	2.34000000			

R-Square Coeff Var Root MSE peso_seco_hojas Mean
 0.948718 8.748178 0.122474 1.400000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tratamiento	3	2.22000000	0.74000000	49.33	<.0001

20:56 Friday, February 19, 2010 4

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: peso_seco_bulbo peso seco bulbo

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.08250000	0.02750000	2.54	0.1299
Error	8	0.08666667	0.01083333		
Corrected Total	11	0.16916667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	peso_seco_bulbo Mean
0.487685	16.22077	0.104083	0.641667

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tratamiento	3	0.08250000	0.02750000	2.54	0.1299

20:56 Friday, February 19, 2010 5

The ANOVA Procedure

Dependent Variable: peso_seco_raiz peso seco raiz

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.66916667	0.22305556	10.29	0.0040
Error	8	0.17333333	0.02166667		
Corrected Total	11	0.84250000			

R-Square Coeff Var Root MSE peso_seco_raiz Mean
 0.794263 17.84194 0.147196 0.825000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
tratamiento	3	0.66916667	0.22305556	10.29	0.0040

20:56 Friday, February 19, 2010 6

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for peso_seco_total

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	8
Error Mean Square	0.0225
Critical Value of Studentized Range	4.52880
Minimum Significant Difference	0.3922

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
A	3.7000	3	1
B	3.2333	3	2
B			
B	2.8667	3	3
C	1.7667	3	4

20:56 Friday, February 19, 2010 7

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for peso_seco_hojas

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II

error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	8
Error Mean Square	0.015
Critical Value of Studentized Range	4.52880
Minimum Significant Difference	0.3202

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
A	1.8000	3	2
A			
B A	1.7000	3	1
B			
B	1.4000	3	3
C	0.7000	3	4

20:56 Friday, February 19, 2010 8

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for peso_seco_bulbo

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II

error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
-------	------

Error Degrees of Freedom	8
Error Mean Square	0.010833
Critical Value of Studentized Range	4.52880
Minimum Significant Difference	0.2721

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
A	0.76667	3	1
A			
A	0.63333	3	3
A			
A	0.63333	3	2
A			
A	0.53333	3	4

20:56 Friday, February 19, 2010 9

The ANOVA Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for peso_seco_raiz

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II

error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	8

Error Mean Square	0.021667
Critical Value of Studentized Range	4.52880
Minimum Significant Difference	0.3849

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	tratamiento
A	1.1667	3	1
A			
B A	0.8333	3	3
B A			
B A	0.8000	3	2
B			
B	0.5000	3	4

ANEXO 3

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO CON LAS DIFERENTES DOSIS DE COMPOST



PROVIDENCIA S.A. E.S.P.

Resultado Análisis de suelos

Fecha: Diciembre 18 de 2009

DESTINATARIO: **BERNABE ROCHELS BURGOS**

%	pH	CEa	MO	P											
	V:V	dS/m	W.B	Bray II	Ca	Mg	K	Na	CIC	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Clasif.
	1:1		%		meq/100 g					ppm				Tex.	
Testigo	7,4	0,41	1,36	31,51	6,13	1,27	0,18	0,28	14,68	0,42	0,56	21,37	1,47	0,63	F
2,5	7,5	0,55	1,26	77,79	7,09	1,71	0,44	0,34	14,86	0,71	0,59	21,99	1,73	0,98	F
5,0	7,6	0,72	1,72	140,90	7,78	1,89	1,11	0,42	15,68	1,02	0,74	18,75	1,71	0,96	F
7,5	7,6	0,89	1,98	192,54	8,69	2,16	1,98	0,46	12,70	1,34	0,70	16,32	1,55	1,03	F