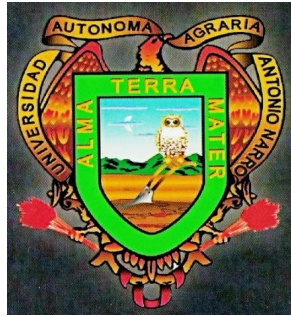


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN FEOZEM CALCÁRICO MÁS  
LOMBRICOMPOSTA CULTIVADO CON HORTALIZAS.**

**Por:**

**Oscar Ávila Peralta**

**Tesis**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**Ingeniero en Agrobiología.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila México.**

**Diciembre 2010.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UN FEOZEM CALCÁRICO MÁS  
LOMBRICOMPOSTA CULTIVADO CON HORTALIZAS.

TESIS

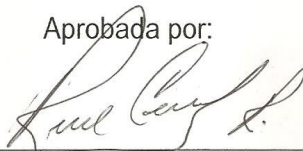
Por:

Oscar Ávila Peralta

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como  
requisito para obtener el título de:

Ingeniero en Agrobiología.

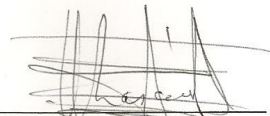
Aprobada por:



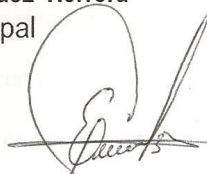
Ing. Rene de la Cruz Rodríguez  
Presidente del jurado.



Dr. Alejandro Hernández Herrera  
Asesor principal



Dr. Emilio Razcón Alvarado  
Sinodal



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo  
Coordinador de la División de Agronomía  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2010



División de Agronomía

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

Urbano Ávila Hernández

Elvira Peralta López

Por haberme dado la vida, y depositar su gran confianza en mi; siempre les estaré eternamente agradecido, por haber inculcado en mi la honradez, el trabajo arduo para poder salir adelante.

También quisiera ser hincapié en su constancia y liderazgo para poder sacar a flote a nuestra familia, y sobre todo por lo realistas que han sido conmigo y con mis hermanos.

### **A mis hermanos**

Blanca Ávila peralta

Celestino Ávila Peralta

Urbano Ávila Peralta

Vicente Saúl Ávila Peralta

Les deseo lo mejor en la vida para ustedes, ya que la vida es de retos y ojala que ustedes los puedan cumplir todos.

También decirles que en mi persona, tienen más que aun hermano, un amigo que siempre estará en la mejor disposición de ayudar.

## **A mi novia**

Norayma Isabel Pérez Roblero

Por haber depositado en mi su confianza compañía, y su apoyo incondicional.

Gracias de verdad.

## **A mis abuelitos**

Rafael Peralta

Margarita López

Celestino Ávila

Julia Hernández

Con cariño y todo respeto para ustedes por que ustedes fueron el inicio de mi existir como persona.

Finalmente quisiera agradecer a todas las personas que directamente o indirectamente fueron partícipes de este proyecto que en algún momento fue un sueño pero que ahora se convirtió en una realidad, consiente de los consejos de todos, que fueron para bien y que me ayudaron a llegar a mi meta. De verdad y de todo corazón muchas gracias.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi “**ALMA MATER**” estaré eternamente agradecido por haberme brindado la oportunidad de obtener un título profesional; que estoy seguro que si no fuera sido por la **NARRO** yo no hubiera podido obtener dicho título. En mi mente y mi persona siempre ira la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**.

Al **Doctor Alejandro Hernández Herrera**, por sus sabios consejos y también por ser el titular de mi tesis, por haberme brindado el apoyo durante todo este tiempo, y deseo con todo mi ser que el área orgánica siga funcionando y formando gente comprometida con el campo mexicano.

Al **Ingeniero Rene de la Cruz Rodríguez**, por su importantísimo apoyo, en la colaboración de este trabajo.

Al **Doctor Emilio Razcón Alvarado**, por su colaboración en la realización de esta investigación ya que fue uno de los primeros en empezar este trabajo junto con el Dr. Alejandro y además por su importante apoyo en la revisión de literatura de este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

TITULO	PÁGINA
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VI
INDICE DE CUADROS .....	VIII
ÍNDICE DE GRAFICAS .....	X
RESUMEN .....	XI
PALABRAS CLAVE: .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	1
HIPOTESIS .....	2
OBJETIVO .....	2
REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
Características generales de un feozem calcarico .....	3
Densidad aparente .....	3
Densidad de sólidos .....	5
Importancia de los abonos orgánicos .....	6
Efectos físicos de los abonos orgánicos sobre el suelo .....	8
Investigaciones realizadas utilizando humus de lombriz.....	11
MATERIALES Y METODOS .....	15
Tratamientos experimentales evaluados .....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18

**CONCLUSIONES ..... 27**  
**LITERATURA CITADA ..... 28**

## INDICE DE CUADROS

TITULO	PÁGINA
Cuadro 2.1 Diferencias entre un suelo natural y humus de lombriz para cultivo de plantas en macetas, todos los valores están expresados en porcentaje (%/ volumen)	12
Cuadro 2.2 Densidad aparente (Método del terrón parafinado)	13
Cuadro 2.3 Densidad real (método del picnómetro)	13
Cuadro 3.1. Tratamientos experimentales evaluados.	16
Cuadro 4.1 ANOVA (Da) de los tratamientos en estudio (Minitab Inc., 2004)	18
Cuadro 4.2 Comparación de medias de Da (g/cm <sup>3</sup> ) de los trat. Estudiados (Minitab Inc.2004)	19
Cuadro 4.3 Comparación del tratamiento H00-10 vs. Demás tratamientos Nivel de confianza = 99.43 %	20
Cuadro 4.4 Comparación del tratamiento H10-20 vs trat. Restantes.	21
Cuadro 4.5 Comparación de L. desgastada vs trat. restantes	22



**Cuadro 4.6 Comparación de L.orig. vs Suelo original (So) a dos profundidades.**

.....23

**Cuadro 4.7 ANOVA: Ds gm/cm<sup>3</sup> versus Tratamiento.**

..... 24

**Cuadro 4.8 Comparación de medias de los tratamientos basados en su desviación estándar**

.....24

## ÍNDICE DE GRAFICAS

TITULO	PÁGINA
<b>Grafica 4.1 Análisis de medias de <math>D_a</math> (g/cm<sup>3</sup>) con líneas promedio de referencia.</b> .....	<b>19</b>
<b>Grafico 4.2 Medias (<math>D_s</math> g/cm<sup>3</sup>) de los tratamientos en estudio con líneas de referencia</b> .....	<b>25</b>

## RESUMEN

Se establecieron tres parcelas de 1.2 m de ancho por 10 m de largo, en un Feozem calcárico (FAO-UNESCO, 1970) con un mínimo de 10 años sin laboreo y profundidad entre 20 y 30 cm. Sobre el suelo se adiciono una capa de 8 a 10 cm de lombricomposta en cada parcela, sembrándose varias especies de hortalizas en tres etapas y conforme a su época.

Seleccionándose al término de las tres etapas, tres sitios de muestreo por parcela, con iguales profundidades; las cuales fueron 00 – 10 cm (lombricomposta sobre suelo), H00 - 10 y H10 – 20 cm (suelo bajo lombricomposta). Así también, se muestreo el suelo original.

La lombricomposta mostró una influencia importante hacia una menor Da en el suelo. En la Ds se dio cierta influencia de la lombricomposta bajo las capas H00-10 y H10-20 cm del suelo.

**PALABRAS CLAVE:** Características físicas, Feozem, Lombricomposta, Hortalizas

## INTRODUCCIÓN

Actualmente resulta incomprensible una agricultura convencional basada en el uso intensivo de agroquímicos, afectan la biodiversidad del suelo, provoca efectos nocivos y serios trastornos del medio ambiente, por consiguiente las cosechas que se generan no son buenas. Para contrarrestar estos problemas, la agricultura orgánica constituye una alternativa favorable para sanear los efectos negativos ya expresados; contribuye a la economía de las personas que utilicen abonos orgánicos, esto es que disminuyen los costos de producción al bajar los precios de los abonos empleados.

Además gran parte de los suelos mexicanos requieren de aplicaciones de materiales que mejoren sus propiedades; uno de estos mejoradores es la lombricomposta. La aplicación de humus de Lombriz favorece las propiedades del suelo en forma integral, debido a que mejoran las propiedades físicas; retención de humedad, densidad aparente, difusión de agua, aire, drenaje, penetración y crecimiento de las raíces, formación de agregados, estructura y menor compactación.

En conjunto el uso de lombricomposta mejora las propiedades del suelo aumenta su productividad y sanidad, reduce la necesidad de fertilizantes y agua, y facilita las labores agrícolas, es por eso que en el presente trabajo

mostraremos y discutiremos los datos obtenidos en la aplicación de lombricomposta a un suelo Feozem calcárico cultivado con hortalizas.

### **HIPÓTESIS**

La aplicación de humus sólido mejora y mantiene las condiciones físicas del suelo.

### **OBJETIVO**

Conocer los valores de densidad aparente ( $D_a$ ), densidad de sólidos ( $D_s$ ), en un Feozem Calcárico tratado con lombricomposta después de tres ciclos con hortalizas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Características generales de un feozem calcárico

De acuerdo a López, F. (2003), la morfología que presentan, todos los suelos de este grupo, son un epipedon molico cuyo espesor varia entre 17 y 38 cm; los materiales parentales que presentan pueden ser calizas y lutitas. Presentan colores pardo grisáceo oscuro, tienen una estructura granular fina y poliédrica, texturas franco arcillo arenosa. Los contenidos de materia orgánica varían de bajos (1.5%) a altos (5%), son alcalinos de reacción violenta al ácido clorhídrico. El horizonte subsuperficial tiene un espesor muy variable que fluctúa entre los 38 y 108 cm. Estos suelos son altamente susceptibles a la erosión lo cual depende de la inclinación y de la cobertura vegetal que presentan. El uso que mayormente se aplica es la ganadería extensiva de caprinos.

### Densidad aparente

La densidad aparente del suelo ( $D_a$ ) es la relación entre la masa de los sólidos y el volumen total que estos ocupan, es decir, se incluye el espacio poroso existente entre las partículas sólidas.

Se calcula con la siguiente expresión.

$$D_a \frac{ms}{vt} = g \text{ cm}^{-3}$$

Esta propiedad del suelo puede presentar valores extremos. El valor varía de  $1.0 \text{ g/cm}^3$  en suelos arcillosos orgánicos y bien estructurados, hasta alrededor de  $1.8 \text{ g/cm}^3$  en suelos arenosos compactados.

Por otra parte existe una verdadera relación del valor de la densidad aparente con otras propiedades y características de los suelos; entre estas destacan la textura, el contenido de materia orgánica, la porosidad la compactación compresión, la conductividad térmica y la resistencia del suelo a la penetración. Desde el punto de vista agrícola, los valores bajos de densidad aparente se asocian con una condición general más apropiada para los cultivos, y las características del suelo mencionadas también toman valores más favorables para las plantas cultivadas y el manejo de cultivos.

Un incremento en el valor de densidad aparente se refleja en la disminución del espacio poroso y en el incremento de la conductividad térmica, de la compresión – compactación y de la resistencia del suelo a la penetración. Tal incremento de la densidad aparente puede ser causado por la reducción en el contenido de materia orgánica del suelo, por la degradación de los agregados o por la aplicación de una fuerza que reduzca el espacio poroso.

El dato de la densidad aparente puede ser utilizado, conociendo la clase textural del suelo, para descubrir problemas de compactación y tener una idea general de la condición agrícola del suelo. Además el valor de densidad aparente sirve para calcular masa de sólidos contenida en un suelo para una superficie y profundidad dada; sirve para calcular el espacio poroso del suelo para transformar contenidos de humedad expresados en forma volumétrica y viceversa, y también para calcular láminas de riego.

El valor de ( $D_a$ ) no es constante puede variar con el tiempo para un punto dado, especialmente en la capa arable y con la profundidad del suelo.

### **Densidad de sólidos**

La densidad de las partículas sólidas ( $D_s$ ) es la relación entre la masa de estas y el volumen que ocupan. Este concepto excluye el volumen del espacio poroso que existe entre las partículas sólidas.

Se calcula con la siguiente expresión

$$D_s = \frac{m_s}{v_s} = g \text{ cm}^{-3}$$

Conocer el valor de la densidad de partículas sólidas puede servir para tener una idea de los minerales que contiene el suelo, especialmente si se combina el conocimiento de esta propiedad con algunas otras como el color. Sirve además para interpretar mejor los datos de la densidad aparente del



suelo y para calcular el porcentaje de espacio ocupado por los poros en un suelo dado.

La Densidad de sólidos varía evidentemente con la proporción de los elementos que constituyen el suelo, en tanto tienen diferentes densidades. El cuarzo 2.6, los feldespatos 2.7 y la materia orgánica 1.5.

En general, la densidad de sólidos de los suelos que no poseen cantidades anormales de minerales pesados, está alrededor de 2.65 si los contenidos de materia orgánica no superan el 1%.

La densidad de sólidos se determina obteniendo el peso seco de la muestra de suelo y el volumen de los sólidos de la muestra. Eso último se realiza con un aparato denominado picnómetro, y el procedimiento significa la aplicación del principio de Arquímedes. Es decir, determina que volumen de agua desplazan los sólidos al ser sumergidos.

### **Importancia de los abonos orgánicos**

Los materiales orgánicos se derivan principalmente de residuos vegetales, pero también forman parte de ellos los excrementos y los despojos

de animales (Ignayieff 2000); se caracterizan por disponer diferentes sustancias nutritivas minerales e ingredientes orgánicos combustibles aunque la proporción de las sustancias nutritivas en ellos no son siempre, la óptima y precisa (Selke, 1968).

Los materiales orgánicos fueron los primeros productos que se utilizaron en la fertilización de los cultivos agrícolas. Aquí en México la importancia de estos materiales fue conocida por las culturas prehispánicas, ya que en el valle de México los aztecas formaban chinampas con suelos orgánicos, para obtener mejores cosechas.

A nivel mundial se están haciendo importantes esfuerzos para implementar prácticas de conservación de la fertilidad de los suelos y así estamos empezando a escuchar de los “cultivos orgánicos”, “alternativos”, “sustentables”, “biodinámicos”, “integrales” y otros similares, que pretenden en lo general disminuir o eliminar por completo la aplicación de pesticidas, herbicidas y fertilizantes químicos para aprovechar en cambio métodos benéficos y respetuosos de la naturaleza y el ambiente (Hanson y Cassman, 1994) (Citado por Capistran, *et al.*, 2001).

Deffis (1991); define el humus de lombriz como un producto, homogéneo y por regla general, de forma granulada, sin restos gruesos. Al mismo tiempo, es un producto húmico y cálcico; es un fertilizante químico por su aportación de microelementos al suelo.

Por su parte Orellana (1997); menciona que el valor de uso de los abonos orgánicos sobre las características de los suelos estriba fundamentalmente en los cambios que experimentan estos en sus propiedades físicas, químicas, biológicas y nutricionales.

### **Efectos físicos de los abonos orgánicos sobre el suelo**

Los microorganismos presentes en el humus de lombriz disuelven minerales en el suelo y contribuyen a la génesis edáfica: la materia orgánica del humus contribuye a la estabilidad de los agregados del suelo, mejorando la aireación, el contenido de humedad y la penetración radicular lo que favorece el cultivo de especies vegetales en general. La materia orgánica, al retener mayor cantidad de agua permite que esta no escurra sobre la superficie del suelo, evitando riesgo de erosión.

Clásicamente se ha señalado que los principales beneficios de los abonos orgánicos sobre el suelo son de tipo físico. Aunque no existe una cuantificación de los fenómenos, podría decirse que es un criterio mundialmente aceptado. En primer lugar por el efecto floculante y cementante de la materia orgánica no se duda del mejoramiento en la estructura, y por ende, de la disminución de la densidad aparente que puede ocasionarse a un suelo ante el uso abundante y continuo de abonos orgánicos.

De acuerdo a esto Bertsh (1995); menciona que los efectos nutricionales de estas condiciones se ven reflejadas en la mayor penetración radical y el mejor movimiento de aire, agua y nutrimentos.

Simpson (1991); por su parte asegura que el contenido en materia orgánica de un suelo es determinante en las necesidades de nutrimentos por influir en la capacidad de intercambio catiónico y en la capacidad del suelo para retener el agua. Los suelos que contengan una importante cantidad de materia orgánica (de 2.5 a 10%) estarán sometidos a un menor grado de lavado y retendrán en forma disponible mayor cantidad de nutrimentos que los suelos con bajo contenido de materia orgánica, circunstancias que determinaran que disminuyan las necesidades de nutrimentos.

Orellana (1997); menciona que los abonos orgánicos mejoran las propiedades físicas de los suelos, principalmente en lo que se refiere a la velocidad de infiltración, conductividad hidráulica, retención de humedad, densidad aparente y estabilidad de los agregados, y que los cambios en las propiedades físicas del suelo por efecto del uso de los abonos orgánicos en general son muy pequeños, y no es posible observar variaciones de los valores anteriores en uno o dos años de aplicación, si no después de varios años de aplicación.

Castellanos (2000), citado por Hernández *et al*, (2010); nos dicen al respecto que el humus de lombriz mejora las condiciones físicas del suelo en particular la estructura, considerada y el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelos. (Iskander, 2002), (Citado por Orellana. R 2008); también opina al respecto, y nos dice que las propiedades físicas son consideradas como las más importantes para un sustrato sobre todo cuando este se aplica como el caso de la lombricomposta, y va con el objetivo de mejorar propiedades físicas del suelo.

Según Pérez *et al*. (1989); (citado por Orellana. R, 2008); afirman que un sustrato debe absorber y almacenar una cantidad suficiente de agua, ser fácilmente penetrables por las raíces, y además no ser tan húmedo, ni tan seco, ni tan denso (impermeable). Por su parte Calderón (2003), esta de acuerdo con Pérez (1989), y además agrega que un sustrato debe ser liviano estar disponible y ser de bajo costo.

Por lo anteriormente planteado, el humus de lombriz mejora las propiedades físicas del suelo; toda aplicación de humus de lombriz esta directamente asociada a la capacidad de proveer agua aire al sistema radicular, y esto es por que el humus de lombriz esta constituido por partículas sólidas y genera poros que conforman el espacio poroso total, debemos considerar también que el humus de lombriz posee propiedades coloidales que al aumentar la porosidad y aireación del suelo contribuyen a la infiltración y retención del agua y el desarrollo radicular.

#### **Investigaciones realizadas utilizando humus de lombriz.**

Gallardo (2003); asegura que para tener un crecimiento adecuado y mejorar propiedades físicas al suelo en una maceta deberá tener las siguientes proporciones 15 % de suelo puro y 85% de poros (lombricomposta) y con esto se provoca poros adecuados para el buen desarrollo radical , generados por el humus de lombriz.

**Cuadro 2.1. Diferencias entre un suelo natural y humus de lombriz para cultivo de plantas en macetas, todos los valores están expresados en porcentaje (%/ volumen)**

Características	Suelo	Sustrato (humus de lombriz)
Material sólido	50%	15%
Espacio poroso total o porosidad total	50%	>85 %
Densidad	Pesado 1L = 1500 g	Liviano 1L = 50 a 400g
Capacidad de retención de agua	Mala 30 a 35 %	Muy alta 55-70 %

Obtenido de Gallardo 2003.

Orellana (2004); afirma que la mezcla de dos o mas componentes por lo general producen interacciones que hacen que las propiedades físicas de la mezcla final no sean la medida optima de las propiedades de los ingredientes. Por ello es necesario determinar en cada caso las propiedades de las mezcla resultantes. Una vez que estas se han determinado, los ajustes en las proporciones de los componentes de la mezcla pueden hacerse hasta encontrar los requisitos mínimos deseados. También hace notar que un mismo material o una misma mezcla no necesariamente deben tener siempre el mismo valor de la propiedad ya que ellos dependen de las condiciones y tiempos de elaboración.

Por su parte Ramírez (2010); evaluó la aplicación de Bocashi a un suelo de tipo andisol, las variables que midió fueron; Densidad aparente, Densidad real y estabilidad estructural, trabajo con 5 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, y obtuvo los siguientes resultados.

Para densidad aparente los mejores tratamientos fueron 3 y 4 con aplicaciones de 20 y 100 gramos de bocashi a macetas que tenían 1.5 kg de suelo degradado.

**Cuadro 2.2 Densidad aparente (Método del terrón parafinado)**

TRATAMIENTO	DENSIDAD APARENTE (g cm <sup>3</sup> )
T1	0.94
T2	0.90
T3	0.77
T4	0.82
T5	0.85

Para densidad real, obtuvo los mejores resultados en los tratamientos 1, 2, 3, con los siguientes valores.

**Cuadro 2.3 Densidad real (método del picnómetro)**

TRATAMIENTO	DENSIDAD REAL (g cm <sup>3</sup> )
T1	2.20
T2	2.26
T3	2.32
T4	2.42
T5	2.41



Para estabilidad estructural los mejores tratamientos fueron 2 y 3. Por lo tanto Ramírez (2010); afirma que la aplicación de abonos tipo Bocashi en el suelo modifico las propiedades físicas de este presentándose cambios en la densidad aparente, la densidad real, y estabilidad estructural al compararlas con el tratamiento testigo.

López, J (2001); realizo aplicaciones de estiércol de bovino, caprino, composta (hecha con productos biodegradables) y gallinaza en la producción de maíz. Esta aplicación le permitió afirmar, como lo hizo en su momento Castellanos (1980, 1982); que la capacidad de campo, humedad aprovechable y porcentaje de marchites permanente mostraron cambios en los valores antes y después de la aplicación; los valores después de la aplicación fueron 10 % mayores. Por lo tanto afirma que la humedad aumenta debido a prácticas de aplicación de abonos orgánicos, ya que disminuye la densidad aparente, se incrementa la porosidad y se modifica la estructura al mejorar la formación, todo ello influye en un aumento en la retención de humedad.

## MATERIALES Y METODOS

La siguiente investigación se llevo a cabo en una área aledaña al establo dentro del campus de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), con ubicación de latitud norte: 25°21'19.26", Latitud oeste; 101°01'54.85".

Se establecieron tres parcelas de 1.2 X 10 m en un suelo feozem calcárico con un mínimo de 10 años sin laboreo, profundidad entre 20 y 30 cm y pendiente critica sur Norte de 3 %. Las parcelas se delimitaron con madera de 20 cm de altura en tal forma de poder depositar sobre el suelo una capa de lombricomposta de 10 cm en cada una.

En estos espacios se sembraron tres etapas de especies de hortalizas conforme a su época, siendo estas: brócoli, repollo, cebolla, calabacita, acelga, lechuga, rabanito, tomate saladet y chile chilaca en cuadros de 1.20m de ancho y entre 3 a 5m de largo según la especie sin restricción de espacio (Jeavons,1991), cosechándose en su momento cada una y retirando los residuos sin hacer ningún movimiento de suelo mas que lo necesario para transplantar, las hortalizas del ciclo siguiente. Al término de las tres etapas se seleccionaron 3 sitios de muestreo de parcela obteniéndose de cada sitio muestras de los tratamientos H00 – 10, H10 – 20 y Lom. Desg. (Cuadro 3.1).

## Tratamientos experimentales evaluados

**Cuadro 3.1. Tratamientos experimentales evaluados.**

Tratamiento	Ubicación	Identificación (capas de muestreo)
T1	Suelo bajo lombricomposta	H00 – 10cm
T2	Suelo bajo lombricomposta	H10 – 20cm
T3	Capa 00–10cm de lombricomposta	Lomb. Desg.
T4	Lombricomposta original	Lomb. Orig
T5	Suelo original So 00 –10	So 00 – 10
T6	Suelo original So 10 – 20	So 10 – 20

Simbología: H00. Se refiere a la capa de muestreo, a 10 y 20 cm como se expresa.  
S00 suelo solo con capa de exploración a 10 y 20 cm

Así también se muestreo un montículo almacén de lombricomposta recién cosechada, en sus puntos: a nivel superficial, intermedio y central (**Lomb. Orig**).

Finalmente se muestreo el suelo original (sin capa de lombricomposta) en tres sitios y por capas de 10 cm, desde 00 a 20 cm de profundidad, (**So 00 – 10 y So 10 – 20**), y fuera del área lombricola.

Todos los tratamientos fueron con tres repeticiones. Las muestras fueron sacadas a la sombra y tamizadas en malla de 2 mm. La determinación de densidad aparente (**Da**) fue mediante el método de la probeta, y la densidad de sólidos (**Ds**) mediante Picnómetro. El análisis estadístico de los datos fue mediante el paquete para computadora Minitab, versión 14 para Windows (Minitab, 2004) y las diferencias significativas, analizadas mediante la prueba de Tukey (P 0.05 y 0.01).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la característica física **densidad aparente (Da)**, se observó que la lombricomposta influyó en los primeros 20 cm de profundidad del suelo aunque con mayor cambio en los primeros 10cm. Para la **(Ds)** solamente la lombricomposta presentó diferencia significativa (Little, 1978) respecto a los demás tratamientos.

**Densidad aparente (Da).** En la mayor parte de los ANOVA se reporta diferencia significativa entre tratamientos, observándose los pares de tratamientos H00-10cm y H10-20cm sin diferencia entre ellos pero diferentes a las lombricompostas y el otro par de tratamientos de suelo original (So 00-10 y So 10-20cm) también iguales entre ellos pero diferentes a las lombricompostas (Cuadro 4.1 y 4.2).

**Cuadro 4.1 ANOVA (Da) de los tratamientos en estudio (Minitab Inc., 2004)**

Fuente	DF	SS	MS	F	P
Tratamiento	5	0.38338	0.07668	39.89	0.000
Error	12	0.02307	0.00192		
Total	17	0.40644			

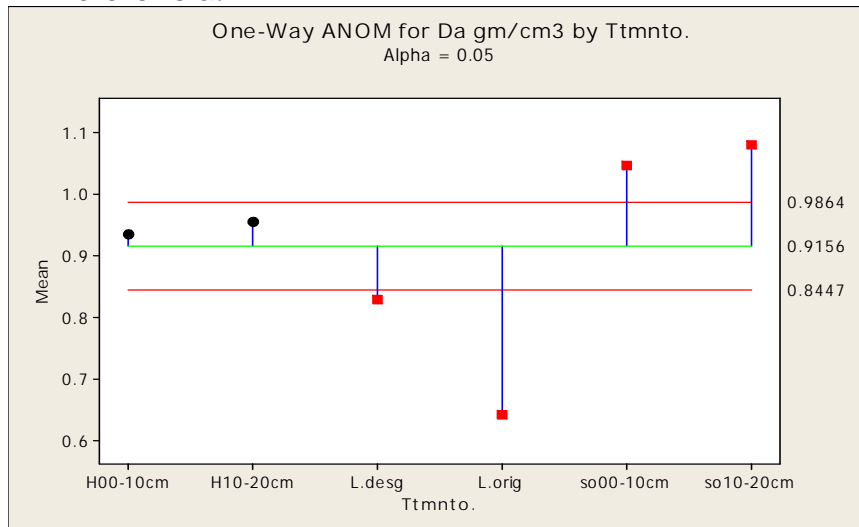
S = 0.04384 R-Sq = 94.32% R-Sq (adj) = 91.96%  
Individual 95% CIs Media basada en la Desv. Standart

**Cuadro 4.2 Comparación de medias de Da (g/cm<sup>3</sup>) de los trat. Estudiado (Minitab Inc.2004)**

Capa muestreada	N	Media	Desviación estándar
H00 – 10 cm	3	0.9367	0.0404
H10 – 20 cm	3	0.9567	0.0058
L. desg	3	0.8300	0.0265
L. orig.	3	0.6433	0.0321
So 00 – 10 cm	3	1.0467	0.0416
So 10 – 20 cm	3	1.0800	0.0800

Desv. Standart = 0.0438

**Grafica 4.1 Análisis de medias de Da (g/cm<sup>3</sup>) con líneas promedio de referencia.**



En las comparaciones por tratamientos individuales se observa que el tratamiento H00-10cm es diferente en **Da** respecto al tratamiento So 10-20cm sugiriendo que la capa de lombricomposta trabajada sobre el suelo, tiene influencia en la capa de suelo de So 00 a 10cm en las condiciones que se llevó a cabo el experimento (Cuadro 4.3 y Grafica 4.1).

**Cuadro 4.3 Comparación del tratamiento H00-10 vs. Demás tratamientos  
Nivel de confianza = 99.43 %**

Ttmnto	Fondo	Centro	Parte superior
H10-20cm	-0.10024	0.02000	0.14024
L.desg	-0.22690	-0.10667	0.01357
L.orig	-0.41357	-0.29333	-0.17310
So00-10cm	-0.01024	0.11000	0.23024
So10-20cm	0.02310	0.14333	0.26357
Ttmnto.	-----+-----+-----+-----+		
H10-20cm	(---*---)		
L.desg	(---*---)		
L.orig	(---*---)		
So00-10cm	(---*---)		
So10-20cm	(---*---)		
	-----+-----+-----+-----+		
	-0.30	0.00	0.30 0.60

El tratamiento H10-20cm es diferente al tratamiento So10-20 deduciéndose que la lombricomposta alcanzo a influir hasta la capa de 10 a 20 cm del suelo original (Cuadro 4.4, Grafica 4.1).

**Cuadro 4.4 Comparación del tratamiento H10-20 vs trat. Restantes.**

Ttmnto.	Fondo	Centro	Parte superior
L.desg	-0.24690	-0.12667	-0.00643
L.orig	-0.43357	-0.31333	-0.19310
So00-10cm	-0.03024	0.09000	0.21024
So10-20cm	0.00310	0.12333	0.24357

Ttmnto.	-----+-----+-----+-----+
L.desg	(---*---)
L.orig	(---*---)
So00-10cm	(---*---)
So10-20cm	(---*---)
	-----+-----+-----+-----+
	-0.30 0.00 0.30 0.60



En el Cuadro 4.5 se puede observar que no existe diferencia entre la lombricomposta desgastada y la lombricomposta original pero si se da diferencia cuando se compara con el suelo original (So) vs. sus dos profundidades (Grafica 4.1)

**Cuadro 4.5 Comparación de L. desgastada vs trat. restantes**

Ttmnto.	Fondo	Centro	Parte superior
L.orig	-0.30690	-0.18667	-0.06643
So00-10cm	0.09643	0.21667	0.33690
So10-20cm	0.12976	0.25000	0.37024
Ttmnto.	-----+-----+-----+		
L.orig	(---*---)		
So00-10cm	(---*---)		
So10-20cm	(---*---)		
	-----+-----+-----+		
	-0.30	0.00	0.30 0.60

El suelo original (So) en sus dos profundidades es diferente estadísticamente a la lombricomposta original en cuanto a **(Da)** y en las condiciones que se realizó el experimento (Cuadro 4.6 Grafica 4.1) En cuanto a la comparación entre las dos profundidades de suelo original (So) no se encontró diferencia estadística.

**Cuadro 4.6 Comparación de L.orig. vs Suelo original (So) a dos profundidades.**

Ttmnto.	Fondo	Centro	Parte superior
So00-10cm	0.28310	0.40333	0.52357
So10-20cm	0.31643	0.43667	0.55690

**Densidad de sólidos (Ds).** El ANOVA de **Ds** reporta diferencia entre tratamientos destacando solamente la lombricomposta original de los demás, sin encontrarse diferencias estadísticas entre los demás tratamientos (Cuadro 4.7 y Cuadro 4.8 ); sin embargo, observando la grafica de comparación de medias (Grafica 4.2) sobresale la influencia que tuvo la capa de lombricomposta aplicada sobre el suelo original ya que tiene mayor cantidad de sólidos en las capas H00-10cm y H10-20cm que estuvieron bajo la lombricomposta y hubo una contribución en la mineralización de las capas, (Reines 1998).

**Cuadro 4.7 ANOVA: Ds gm/cm<sup>3</sup> versus Tratamiento.**

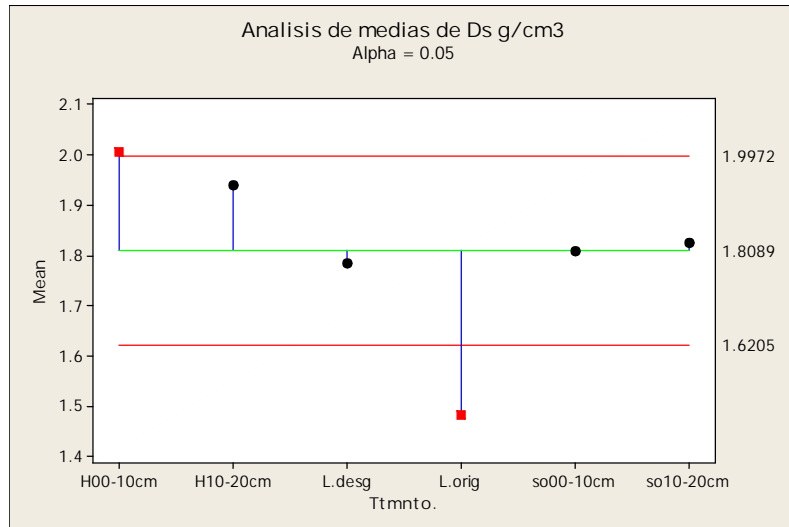
Fuente	DF	SS	MS	F	P
Tmto.	5	0.4893	0.0979	7.20	0.002
Error	12	0.1631	0.0136		
Total	17	0.6524			

S = 0.1166 R-Sq = 75.00% R-Sq(adj) = 64.59%

**Cuadro 4.8 Comparación de medias de los tratamientos basados en su desviación estándar**

CAPA MUESTREADA	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
H00 – 10 CM	3	2.0067	0.2026
H10 – 20 CM	3	1.9400	0.1212
L. desg.	3	1.7867	0.1102
L. orig	3	1.483	0.0153
So 00 – 10 cm	3	1.8100	0.0964
So 10 – 20 cm	3	1.8267	0.0643

**Grafico 4.2 Medias (Ds g/cm<sup>3</sup>) de los tratamientos en estudio con líneas de referencia**



Los datos, manifiestan que la densidad aparente si cambia en los primeros 10 cm y en menor grado en los 20 cm, por lo tanto se puede decir que la aplicación de humus de lombriz si mejora las condiciones físicas del suelo y esto repercute en el buen crecimiento de las plantas, por que aumenta la porosidad del suelo trabajado.

Ahora bien analizando la grafica (4.1) y observando específicamente la lombricomposta desgastada (puesta sobre el suelo ) y la original (recién cosechada) en cuanto a sus valores de densidad aparente, se concluye que cuando se almacena lombricomposta su densidad incrementa, que cuando

esta en forma original, por eso es importante aplicarla cuando se obtiene recientemente.

Los resultados obtenidos, en la investigación arrojaron mejorías en densidad aparente (**Da**) y densidad de sólidos (**Ds**), por lo tanto no nos salimos de los rangos que se manejan regularmente, por otros autores.

De acuerdo a esto. López. J (2001); encontró que la aplicación de compostas y estiércol de bovino en una producción de maíz mejoro las condiciones del suelo en cuanto a porosidad, humedad y por ende también la Densidad aparente, resultados que concuerdan con nuestra investigación. Castellanos, (2000) citado por Hernández, O (2010): afirman que el uso de abonos orgánicos mejoran las condiciones físicas del suelo en particular la estructura; considerada el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelos.

Ramírez. R (2010); encontró que la adición del abono orgánico tipo bocashi en un suelo tipo andisol, modificó las propiedades físicas de este presentándose cambios en la densidad aparente, la densidad real y la estabilidad estructural al compararlas con el tratamiento testigo.

Los autores anteriormente citados, también argumentan que se dan mejorías en porosidad, retención de humedad, textura, color etc.

## CONCLUSIONES

La lombricomposta aplicada en un espesor de 8 a 10cm en un suelo Feozem calcárico cultivado con tres etapas de diferentes hortalizas, mostró una influencia importante hacia una menor **Da** en el suelo. En la **Ds** solo se encontró diferencia estadística con la lombricomposta respecto a los demás tratamientos. Sin embargo si se dio una tendencia de influencia de la lombricomposta en cuanto a mineralización, bajo las capas H00-10 y H10-20cm del suelo.

## LITERATURA CITADA

- 1.- Ansorena M. J. 1994. Sustratos Propiedades y caracterización. Ediciones Mundi Prensa. 172 p.
- 2.- Díaz. E, (2002). Manual de Lombricultura una alternativa de producción. Producido por la agencia de desarrollo económico y comercio exterior, [versión electrónica]. Obtenido el 25 de septiembre de 2010 en la World Wide Web: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>
- 3.- Dirt, p. (1946). Abonos orgánicos (1<sup>ra</sup> edición). Buenos Aires, (pp 43-101).
- 4.- FAO – UNESCO, 1970. Unidades de Suelo de FAO-UNESCO. 74 p.
- 5.- Gallardo. C, (2003). Sustratos para las plantas, tipos y principales características. Universidad Nacional entre ríos, [versión electrónica]. Obtenido el 25 de septiembre de 2010 en la World Wide Web: [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/ENTRE\\_RIOS/58/macronutrientes%20en%20sustratos%20para%20plantas.pdf](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/ENTRE_RIOS/58/macronutrientes%20en%20sustratos%20para%20plantas.pdf)
- 6.- Hernández D, A, A, (2004). Efecto de dos abonos orgánicos en la producción de cilantro (*Coriandrum sativum L.*) Bajo condiciones de campo en Villaldama Nuevo, León. Tesis de licenciatura, UAAAN, México.
- 7.- Hernández. O, (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas- químicas y biológicas del suelo. Tecnociencia [revista electrónica], 4 (1) obtenido el 20 de septiembre de 2010 en la World Wide Web: [http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v4n1/data/Abonos\\_organicos\\_y\\_su\\_efecto\\_en\\_las\\_propiedades\\_fisicas\\_quimicas\\_biologicas\\_del\\_suelo.pdf](http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v4n1/data/Abonos_organicos_y_su_efecto_en_las_propiedades_fisicas_quimicas_biologicas_del_suelo.pdf)
- 8.- Jeavons J. 1991. Cultivo Biointensivo de Alimentos. Ecology Action Willits, Ca EEUU. 204 p.
9. - Little, T. M.; Jackson, H. F. 1978. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas. México. 270 p.

10.- López, F. (2003). Boletín de la sociedad geológica mexicana. Sociedad Geológica Mexicana, [versión electrónica], LVI, 1 obtenido el 20 de agosto de 2010 en la World Wide Web:

<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/epoca03/2003-56Lopez.pdf>

11.- López, J. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra Latinoamericana. [Versión electrónica] 19, 004. Obtenido el 5 de septiembre de 2010 en la World Wide Web: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57319401>

12.- Marie- Luise, k, (2005), Jardín y huertos biológicos, (1<sup>ra</sup> edición). España, pp. 92-94.

13.- Minitab Inc. 2004. Meet MINITAB, Versión 14 para Windows. 5, 1-12. Septiembre de 2003.

14.- Morales, E, M. (1997). El Ph y los materiales orgánicos. Tesis de licenciatura, Universidad autónoma Agraria Antonio Narro, México.

15.- Narro, F. E. (1994). Física de suelos con enfoque agrícola. México. Capitulo 3 pp. 48 - 51

16.- Orellana. R, (2008). Propiedades físicas de los sustratos, base de los sistemas agrícolas urbanos. Revista agrotecnia de Cuba, [versión electrónica]. Obtenido el 25 de septiembre de 2010 en la World Wide Web: [http://www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia\\_05\\_2008/agrot2005-1/CMAN49.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia_05_2008/agrot2005-1/CMAN49.pdf)

17.- Pérez, A, (2008). Caracterización física- química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en Republica Dominicana. J. Soil Sc, Plant Nutr [Versión electrónica], 8 (4). Obtenido el 20 de agosto del 2010 en la World Wide Web: <http://www.scielo.cl/pdf/racsuelo/v8n3/art02.pdf>

18.- Sandoval, M. (2010). Efecto de enmiendas con lodos urbanos y de salmonicultura en la estructura de un entisol y un alfisol en Chile. Agrociencia [versión electrónica] 44, 5, obtenido el 15 de octubre de 2010 en la World Wide: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2010/jul-ago/art-1.pdf>



19.- Seymour, J. (1980). El Horticultor autosuficiente. (1<sup>ra</sup> edic). España, pp.5-8

20.- Ramírez. R, (2010), evaluación de la aplicación del abono tipo Bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de Marinilla, Antioquia. Universidad Nacional de Colombia. [Versión electrónica]. Obtenido el 3 de octubre de 2010, en la World Wide Web:

[http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/rramirez/evaluacion de la aplicacion del abono tipo bocashi en las propiedades fisicas de un suelo degradado del municipio de marinilla, antioquia.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/rramirez/evaluacion_de_la_aplicacion_del_abono_tipo_bocashi_en_las_propiedades_fisicas_de_un_suelo_degradado_del_municipio_de_marinilla_antioquia.pdf)

21.- Reines, A., 1998. Lombricultura; Alternativa del Desarrollo Sustentable. Universidad de Guadalajara; CUCBA. 31 p.

22.- Yanelly, M. (2008). Determinación de algunas propiedades físico- químicas y biológicas del humus de lombriz en condiciones de la vaquería de la finca guayabal, san José de las lajas, la Habana, Cuba. [Revista electrónica]. **Revista Ciencias técnicas agropecuarias, 17**, (001).pp. 27-30.

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/932/93217106.pdf>