

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERIA



**Efecto en el corto plazo de labranza convencional, mejoradores
de suelo en micro nutrientes (Cu, Fe y Zn).**

POR:

JAVIER DE LA CRUZ VICENCIO.

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECANICO AGRICOLA.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2012

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGENIERIA

Efecto en el corto plazo de labranza convencional, mejoradores de
suelo en micro nutrientes (Cu, Fe y Zn).

Por:

Javier de la Cruz Vicencio

Tesis

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

INGENIERO MECANICO AGRICOLA

Aprobado por el comité de Tesis

Asesor principal:




Dr. Martin Cadena Zapata

Coasesor



Dr. Santos Gabriel Campos Magaña

Coasesor



M.C. Tomas Gaytan Muñiz

Coordinador de la división de ingeniería



M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2012

INDICE DE CONTENIDO	
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
I - INTRODUCCION	1
1.1- Generalidades.....	1
II - OBJETIVO GENERAL.....	2
2.1- Objetivo específico	2
III - HIPÓTESIS.....	2
IV - REVISION DE LITERATURA	3
4.1- Sistemas de labranza.....	3
4.2- Labranza Convencional.....	4
4.2.1- Efectos de la labranza convencional	5
4.3- Efecto de los sistemas de labranza sobre la incorporación y descomposición de los residuos.....	6
4.4- Efecto de los mejoradores orgánicos sobre los suelos agrícolas.....	7
4.4.1- Abonos orgánicos.....	8
4.4.2- Estiércoles	9
4.4.3- Composta	9
4.4.4- Alga enzimas	9
4.4.5- Micorrizas.	10
4.5- Ventajas de la incorporación de la materia orgánica en el suelo.	11
4.6- Manejo de los micronutrientes del suelo.	12
4.6.1- Hierro (Fe)	12
4.6.2- Cobre (Cu).....	14
4.6.3- Zinc (Zn)	15
4.7- Métodos para la determinación de Fe, Cu y Zn.	17
V - MATERIALES Y METODOS.....	18
5.1- Localización del sitio experimental.....	18

5.1.1- Clima	18
5.1.2- Geología.....	19
5.1.3- Vegetación	19
5.1.4- Suelo.....	19
5.2- Metodología	19
5.2.1- Materiales.....	22
5.2.3- Procedimiento.....	22
VI - RESULTADOS Y DISCUSIONES	25
6.1- Analisis de Cu a la profundidad de 0 a 15cm	25
6.2- Analisis de Fe a la profundidad de 0 a 15cm	27
6.3- Analisis de Zn a la profundidad de 0 a 15cm	28
6.4- Analisis de Cu a la profundidad de 15 a 30 cm.	30
6.5- Analisis de Fe a la profundidad de 15 a 30cm	31
6.6- Analisis de Zn a la profundidad de 15 a 30 cm.	33
VII- CONCLUSIÓN	35
VIII - LITERATURA CITADA.....	36
IX - ANEXOS	45
7.1- Programación para R en Cu de 0 a 15 cm.	45
7.2 - Programación para R en Fe de 0 a 15 cm.	48
7.3 - Programación para R en Cu, Fe y Zn de 15 a 30cm.	53

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y la fortaleza necesaria para salir adelante.

A mi “ALMA TERRA MATER” por haberme brindado la oportunidad de pasar a formar parte de ella, por aprender y de formarme como profesionista.

Al Dr. Martin Cadena Zapata por haberme brindado su amistad, la oportunidad y por su gran apoyo para realizar este trabajo.

A todos los maestros de la Universidad los cuales se encargaron de guiarme por el camino del aprendizaje, agradezco infinitamente por todo el apoyo moral y de estudio que me brindaron al trasmitirme su conocimiento y experiencias propias, las cuales formaron las bases de mi formación profesional.

A todo el personal del Departamento de Maquinaria Agrícola por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera por corregirme y ubicarme al Ing. Héctor Uriel Serna Fernández, Ing. Juan Antonio Guerrero Hernández, Ing. Juan Arredondo Hernández, Ing. Blanca Elizabeth de la Peña Casas, Ing. Jesús R. Valenzuela García, Ing. Rosendo González Garza, Ing. Jorge Alberto Flores Berrueto, Dr. Martín Cadena Zapata, Dr. Santos Gabriel Campos Magaña.

A McCORMICK Tractores de México S. DE R.L. DE C.V por haberme dado la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales, al Gerente del área de servicio Ing. Marco A. Herrejón García, a los ingenieros mecánicos, Rodrigo Medina, Iván y marco, al encargado del área de garantías, Gerardo delgado y a los encargados del área de refacciones, Luis y Ricardo, por todo el apoyo y conocimiento que ellos me transmitieron cuando forme parte del equipo de trabajo.

A mis amigos: Mc. Ezequiel Oviedo, Ing. Luis Alberto, Ing. José Joel López Patricio, Ing. Oscar Nahúm Ramos, Ing. Samuel piña, Ing. Iván isaí López, Ing. Aquiles López, Ing. Ángel Valencia, Daniel, Pedro Morales, José Manuel, Pablo Agavo, Joaquín Gallardo, Mario Adolfo, Marco Antonio, Eduardo Resendiz,

Javier Luna, José Tomas Alcocer, Diego Cruz Solís, David Morales. Por su amistad y apoyo brindado durante mi estancia en la universidad.

A mis compañeros de la generación CXII: Alexander Bonifaz, Víctor Hugo Avendaño, Oscar Álvarez, Eduardo Engracia, Paul Gómez, Jesús Gutiérrez, Abelardo Hernández, Juan Antonio López, Jonni Ver López, Ariel Méndez, Edgar Osorio, Juan Carlos Rodríguez, Andi Gadiel Salazar, Luis Santiago, Víctor Torres, Candelario Zapata.

A Zulivet Hernández Juárez por todo el apoyo que me ha brindado desde que la conocí y hasta la fecha al aguantarme y dejarme estar a su lado, por todos los momentos de felicidad y tristeza que pasamos juntos, igualmente a toda su familia, su padre, Leonardo, su madre, María Alberta, sus Hermanas Pola y pita.

A todas las personas que me asistieron en saltillo. Por estar siempre al pendiente y abrirme las puertas de sus hogares sin conocerme agradezco infinitamente eso apoyo que siempre me dieron.

DEDICATORIA

A mis padres

Brígida Vicencio Antonio.

Y

Ezequiel de la Cruz Cruz.

Gracias por haberme dado el regalo mas valioso que es “la vida” por haberme formado como un hombre de bien, humilde y sencillo pero en especial a mi madre por haberme dado todo el amor y cariño que siempre me brindo incondicionalmente, al dirigirme y guiarme por el camino del bien con sus consejos y regaños los cuales siempre estarán presentes en mi mente y que de una u otra manera siempre fueron pensando en mi bienestar los cuales me ayudaron a sobresalir en mi vida cotidiana. Es cierto no existen padres perfectos pero no pude haber tenido unos mejores que ustedes y que a pesar de las indiferencias que existieron entre ustedes nunca dejaran de ser unas personas a las cuales admiro y amo por el solo hecho de ser mis padres. Por haber tenido siempre la confianza en mí y con mucho cariño para ti mamá porque fuiste y serás mi gran ejemplo siempre. Con todo el cariño del mudo porque eres el ser que más admiro respeto y amo, que Dios te bendiga te cuide y mantenga a mi lado mucho más tiempo.

A mis tíos:

Guadalupe

Damián

Virginia

Gonzalo

María

Enedino

Florinda

Tomas

Elia

Tomas

Florinda

Marcelino

Catarina

Gerardo

Por brindarme siempre un apoyo incondicional desde el primer momento en el cual yo les informe que me venía a estudiar a saltillo, porque siempre me impulsaron a salir adelante y seguir estudiando, por estar en las buenas y malas decisiones, en momentos triste y agradables de mi vida, por formar parte de mi educación ya que fueron personas que siempre estuvieron al pendiente de mi en muchos aspectos moral, económico y emocional. Los quiero mucho y gracias porque ustedes también son parte de este proyecto.

A mis compañeros de cuarto.

Porque fueron para mí como una familia, ya que siempre estuvieron en esos momentos de diversión y tristezas, todos formaron parte de mi persona, porque todos me enseñaron algo de cada uno de los lugares de donde son originarios, los cuales con humildad y sencillez siempre te dieron la mano cuando estabas tirado. Gracias amigos, compañeros y hermanos, siempre los llevare conmigo porque ha sido la etapa más bonita de mi vida haberme encontrado con ustedes, que Dios los bendiga y les deseo lo mejor.

“GRACIAS A TODOS”

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ácidos diluidos, agua y otros compuestos empleados en el análisis de suelo para la extracción de micronutrientes.....	16
Cuadro 2. Análisis de varianza para Cu a la profundidad de 0 a 15 cm.....	24
Cuadro 3. Comparacion de medias para Cu a la profundidad de 0 a 15 cm.....	24
Cuadro 4. Análisis de varianza para Fe a la profundidad de 0 a 15 cm.....	26
Cuadro 5. Comparación de medias para Fe a la profundidad de 0 a 15 cm.....	26
Cuadro 6. Análisis de varianza para Zn a la profundidad de 0 a 15 cm.....	27
Cuadro 7. Comparación de medias para Zn a la profundidad de 0 a 15 cm.....	28
Cuadro 8. Analisis de varianza para Cu a la profundidad de 15 a 30 cm.....	29
Cuadro 9. Comparación de medias para Cu a la profundidad de 15 a 30 cm...	29
Cuadro 10. Análisis de varianza para Fe a la profundidad de 15 a 30 cm.....	30
Cuadro 11. Comparación de medias para Fe a la profundidad de 15 a 30 cm..	31
Cuadro 12. Análisis de varianza para Zn a la profundidad de 15 a 30 cm.....	32
Cuadro 13. Comparación de medias para Zn a la profundidad de 15 a 30 cm..	32

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1.- Ciclo del hierro en el suelo (Adaptada de Murad y Fischer, 1988)...	13
Figura 2. Deficiencia de Fe en caña de azúcar: clorosis uniforme en las hojas (Orlando Filho et al., 1994).....	13
Figura 3. Deficiencia de Cu en caña de azúcar: hojas encurvadas (Orlando Filho et al., 1994).....	14
Figura 4. Deficiencia de Zn en soja: clorosis internerval (Borkertetal1994).....	16
Figura 5. Esquema del arreglo experimental.....	20
Figura 6.Espectrofotómetro de absorción atómica.....	21
Figura 7. Grafica de Comparacion de medias para Cu a la Profundidad de 0 a 15 cm.....	25
Figura 8. Grafica de Comparacion de medias para Fe a la Profundidad de 0 a 15 cm.....	27
Figura 9. Grafica de Comparacion de medias para Zn a la Profundidad de 0 a 15 cm.....	28
Figura 10. Grafica de Comparacion de medias para Cu a la Profundidad de 15 a 30 cm.....	30
Figura 11. Grafica de Comparacion de medias para Fe a la Profundidad de 15 a 30 cm.....	31
Figura 12. Grafica de Comparacion de medias para Cu a la Profundidad de 15 a 30 cm.....	32

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó con el objetivo de determinar y generar información sobre los efectos que presentan los mejoradores orgánicos de suelo (**ALGAENZIMS, MIYAORGANIC Y MICORRIZAS**) en conjunto con la disponibilidad de micro nutriente (**HIERRO, COBRE Y ZINC**) en un suelo arcilloso.

Se realizó la preparación del sitio experimental con Labranza Convencional (LC) y se trabajó con 9 parcelas de 40m X 12m, cada una de ellas dividida en 4 subparcelas, en las cuales se aplicaron los 3 mejoradores orgánicos y se dejó una subparcela como testigo, a la cual no se le aplicó ningún tipo de mejorador de suelo, utilizando una dosis de aplicación de 1kg/ha para Micorriza, 1lts/ha de Alga enzimas y 3Ton/ha en composta.

Se estableció un cultivo para todos los tratamientos y al final del ciclo del cultivo se tomaron muestras de suelo a profundidades de 0-15 y de 15 a 30 cm, en todas las parcelas incluyendo al testigo, se prepararon las muestras y fueron llevadas a los laboratorios para determinar el contenido de cada micro nutriente.

Se analizaron y compararon todos los datos de los mejoradores y el testigo en el software R versión 2.13.1, dentro de las cuales no se encontraron diferencias significativas en cuanto al contenido de micronutrientes.

Palabras claves: Mejoradores orgánicos de suelo, micronutrientes, labranza convencional.

I - INTRODUCCION

1.1- Generalidades

El suelo es un sistema complejo en el cual se originan reacciones físicas, químicas y biológicas. La fertilidad química es la que define la importancia de la reserva y disponibilidad de los elementos asimilables donde el suelo debe de mantener una reserva de estos permitiendo su utilización por la planta, así como cubrir las necesidades microbianas sin que se produzcan pérdidas.

La fertilidad del suelo es la capacidad de este para mantener un nivel de producción aceptable y de calidad, conservando un estado de alta estabilidad frente a procesos que implican su degradación dentro de condiciones locales ambientales, socioeconómicas y culturales. (Labrador, 2001).

Se entiende por degradación del suelo cualquier proceso que conduzca a una reducción gradual o acelerada, temporal o permanente, de su capacidad productiva, o al incremento de los costos de producción. La degradación no solo depende de la intervención del hombre, sino del clima y de la naturaleza de los suelos, (Pla, 1989).

Existen muchos procesos de degradación del suelo por actividades agrícolas, frecuentemente interactuantes, se les puede agrupar en seis categorías:

1. Erosión hídrica
2. Erosión eólica
3. Exceso de sales
4. Degradación química
5. Degradación física
6. Degradación biológica.

El uso de mejoradores orgánicos de suelo como complemento o en algunos casos sustitución del laboreo mecánico contribuye al manejo sostenible del suelo; la materia orgánica afecta las propiedades físicas y químicas del suelo entre otras: estructura del suelo, la capacidad de almacenamiento de agua, diversidad y actividad de organismos en el suelo (Bot y Benítez, 2005).

II-OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de los mejoradores orgánicos en la fertilidad del suelo en cuanto a la disponibilidad de micronutrientes a mediano plazo en un suelo arcilloso.

2.1- Objetivo específico

Determinar el efecto inmediato (uno a dos ciclos de cultivo) de los mejoradores de suelo orgánicos en el contenido y disponibilidad de micronutrientes.

III- HIPÓTESIS

Cualquier sistema de labranza en manejo integrado con un mejorador orgánico de suelo mantiene valores adecuados de los nutrientes.

IV- REVISION DE LITERATURA

4.1- Sistemas de labranza

Un sistema de labranza o preparación de suelo consiste en diferentes formas de manipular este recurso, sea de manera manual o mecánica, con el propósito de obtener buenas condiciones para el desarrollo de los cultivos. Sin embargo, el efecto benéfico o perjudicial de la labranza depende del tipo de implementos utilizados y de la intensidad con que se emplean

Los objetivos principales de la labranza del suelo son:

(1) Preparación de la cama de semillas, otorgándoles a estas condiciones favorables para la germinación, un desarrollo del sistema radicular y crecimiento de las plántulas del cultivo.

(2) Acondicionamiento del suelo, permitiendo los procesos físicos, químicos y biológicos que incrementan los contenidos de materia orgánica.

(3) Exponer el material orgánico descompuesto en la superficie del suelo, mejorando la estructura de la capa arable, la aireación, la infiltración del agua, la penetración radicular y la resistencia a la erosión, además de controlar insectos dañinos.

(4) Control de malezas, eliminando las especies que compiten con el cultivo por agua, luz, nutrientes y espacio edáfico (RELACO, 1998; Acevedo y Martínez, 2003).

En general, y como objetivo final, se busca que las acciones e implementos de labranza provoquen cambios en las condiciones físicas del suelo que favorezcan la producción agrícola, a través de mejorar la emergencia de plántulas y obtener así un buen desarrollo radicular, además de mejorar el incremento de infiltración de agua en el perfil de suelo, su drenaje interno,

controlarla erosión, entre otras. Otro objetivo de la labranza es su utilización para el control de malezas y/o incorporación de residuos vegetales al suelo (RELACO, 1998)

Las labranzas del suelo influyen sobre la mayor o menor incorporación de materia orgánica, el grado de compactación, la aireación y la mineralización, produciendo cambios en el corto o largo plazo, los cuales deben ser medidos a fin de detectar pautas de manejos equivocadas y planificar su corrección. Los distintos sistemas de labranza producen diferentes efectos en el suelo, a través de un mayor o menor movimiento del mismo y de la ubicación en la que se dejan los residuos del cultivo (Costantini *et al.*, 1999).

El mejoramiento de la condición física del suelo con la labranza puede generalmente durar unos días o meses y no en todas las condiciones ambientales se logran los objetivos de la misma; se realiza cada ciclo de cultivo lo que resulta en alta intensidad de labranza mecánica convencional con lo que se incrementa el riesgo de degradación del suelo por erosión hídrica, eólica y por compactación en algunos entornos (Choudhary *et al* 1997, Lal *et al* 2004, Hamza y Anderson, 2005). La degradación tiene que ver con la disminución de la materia orgánica por la intensidad de laboreo.

4.2- Labranza Convencional.

Se refiere a un conjunto de operaciones realizadas para preparar una cama de siembra para un cultivo dado y en una región determinada, de acuerdo a las costumbres, tradiciones o conocimientos precedentes (RELACO, 1998). La labranza convencional, consiste en la inversión de la capa superficial del suelo haciendo uso de arados y sucesivos rastrajes (Rosas, 2001; Acevedo y Martínez, 2003)

Por otra parte, la labranza convencional en varios países de América Latina ha adquirido una connotación de agresividad con el medio, al introducir tractores y equipos de labranza de mayor tamaño y sofisticación que acortó los tiempos de

laboreo, permitiendo no sólo extender la frontera agrícola, sino también elevar la frecuencia en el uso de las herramientas (RELACO,1998).

La labranza convencional es desarrollada sin adoptar nuevas prácticas o nuevos aportes tecnológicos, siguiendo la habitual rutina tradicional y usando implementos agresivos que invierten el suelo, con un consiguiente alto costo operativo (arado de vertedera y arado dediscos), generando así, la destrucción y pérdida progresiva del recurso suelo (Venegas, 1990).

La labranza convencional generalmente provoca un rápido descenso en la Materia Orgánica del Suelo (MOS), y en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, sellado y encostrado, compactación, escorrentía y erosión. Aunque la pérdida de materia orgánica, el sellado y encostrado, así como la erosión son los principales factores que contribuyen a la degradación del suelo en el período de cultivo, la pérdida de nutrientes puede ser el problema más importante a largo plazo (RELACO, 1998).

4.2.1- Efectos de la labranza convencional

Los patrones de mecanización desarrollados en los sistemas convencionales de labranza, sobre todo las rastras de discos, provocan la degradación del suelo y aceleran la oxidación de la materia orgánica, ocasionan además la aparición de capas de suelo pulverizado en la superficie para procurar una “cama apropiada” para las semillas y capas endurecidas en niveles más profundos, principalmente por la presión que ejercen los implementos. Estas capas contribuyen a aumentar la degradación del suelo, limitando la penetración de las raíces, del agua y del aire, restringen la zona de nutrición de las plantas y por ende, disminuyen la capacidad productiva de los suelos e incrementan los requerimientos de potencia (y el consumo de combustible) de las maquinas encargadas de preparar los suelos. Las prácticas agrícolas con el uso intensivo de la maquinaria y bajos ingresos de la materia orgánica provocan deterioro de la estructura del suelo y su compactación (Barzegar et al., 2000).

Según, Guérif et al. 2001, los sistemas de labranza influyen directamente en el contenido de la materia orgánica del suelo y la estabilidad de los agregados.

Dimanche y Hoogmoed 2002, encontraron que las gradas de discos causan excesiva pulverización y formación de sello bajo la lluvia

4.3- Efecto de los sistemas de labranza sobre la incorporación y descomposición de los residuos.

La descomposición de los residuos orgánicos está regulada por una serie de factores que determinan el tipo de descomposición y de humus que se forma (Cairo y Fundora, 1994). Entre estos factores tenemos el tipo de residuo orgánico, la reacción del suelo, la temperatura, la relación agua-aire y el tipo de microorganismo que actúa en el proceso, por lo que resulta muy importante el tamaño a que son triturados y la profundidad de su enterramiento.

Según Guérif et al. (2001) la labranza tiene efectos directos e indirectos en la descomposición de los residuos. La labranza afecta directamente la fragmentación y distribución de los residuos, e indirectamente las condiciones ambientales en las cuales estos se descomponen. Las operaciones de labranza interactúan con el clima (lluvias, régimen térmico. Etc.) Para determinar las subsecuentes condiciones del suelo en las cuales estos procesos ocurren, y crea una estructura específica de la cama de siembra que afecta las propiedades físicas alrededor de los residuos.

La elección de prácticas eficientes de labranza requiere la consideración de los factores biofísicos relacionados con la descomposición de los residuos, la forma en que la estructura determina las condiciones físicas del suelo y como las operaciones de labranza actúan sobre la estructura del suelo y la distribución de los residuos de cosecha.

Según Muzilli. Et al 1980, las propiedades físicas afectadas por la incorporación de materia orgánica son la estructural, la capacidad de retención de agua, la consistencia y la densidad, otras propiedades como la porosidad, la aireación, la conductividad, la hidráulica y la infiltración están ligadas a las modificaciones de la estructura. Sin embargo este efecto depende circunstancialmente de la calidad y cantidad de materia orgánica incorporada, de los factores climáticos y de las características del suelo.

Las estrategias del manejo de cultivo tales como las prácticas de labranza y rotación de cultivos pueden modificar la MOS. La labranza continua causa una disminución en la MOS (Dalal y Mayer, 1986; Doran, 1987) debido a una aceleración de la descomposición de residuos de cultivos incorporados dentro del suelo (Balesdent *et al.*, 1990).

Sin embargo, varios estudios han reportado que la reducción de la intensidad de la labranza puede disminuir o prevenir la pérdida de MOS (Six *et al.*, 1998). El tipo y el grado de la labranza afecta la distribución vertical de MOS (Doran, 1987) ya que la labranza rompe el suelo y entierra los residuos de planta.

De acuerdo a Doran (1980) y Follet (2001) el mantenimiento de los residuos de cultivos sobre la superficie con la siembra directa modifica el ambiente físico, químico y biológico; por lo tanto, se esperan bajo estas condiciones grandes cambios en MOS, incluyendo la masa microbiana (Spedding *et al.*, 2004).

Con labranza convencional, de acuerdo a Mikha y Rice (2004) y Rice *et al.* (1987) el incremento en las fracciones activas de MOS son consecuencia de una disminución de la tasa de recambio.

4.4- Efecto de los mejoradores orgánicos sobre los suelos agrícolas.

El uso de mejoradores orgánicos de suelo como complemento o en algunos casos sustitución del laboreo mecánico contribuye al manejo sostenible del suelo; la materia orgánica afecta las propiedades físicas y químicas del suelo

entre otras: estructura del suelo, la capacidad de almacenamiento de agua, diversidad y actividad de organismos en el suelo (Botta y Benítez, 2005).

De acuerdo con Bronick y Lal (2005), cualquier práctica de manejo en que se evite el corte y manipulación del suelo y se promueva su productividad, resultará en una mejora de su agregación y su desarrollo estructural.

El uso de mejoradores orgánicos de suelo (incorporación de materia orgánica) mantiene una buena estabilidad de agregados y por lo tanto buena estructura y porosidad (Cooperband, 2002; Bronick and Lal, 2005). El uso de mejoradores de suelo puede ser una buena alternativa para disminuir el uso de energía o sustituir el laboreo mecánico para obtener una buena estructura del suelo.

4.4.1-Abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos se han utilizado desde tiempos remotos en todas las civilizaciones del mundo, siempre con buenos resultados, permitiendo la producción de alimentos en cantidades suficientes (Guerrero, 1993). Peña et al. (1988) asegura que los residuos orgánicos al ser aplicados al suelo mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas, resolviendo el problema de la fertilidad del suelo, además de aumentar la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos.

Los materiales orgánicos se comportan como fertilizantes completos, aportan macro y micro elementos, por el alto contenido de materia orgánica que presentan mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y el rendimiento de los cultivos (Gandarilla, 1988). Jeavons, (1991) plantea que el abonado orgánico es una de las prácticas más importante para mantener un suelo productivo. Mayea (1993) afirma que esto es posible porque los ácidos orgánicos del abono trabajan sobre los nutrientes del suelo, lo solubilizan y hacen asequible a las plantas. También, Alvarez et al. (1995) señala que los abonos pueden ser transformados a biofertilizantes de alta calidad nutritiva, por la acción de los microorganismos.

4.4.2-Estiercoles

Yagodin (1986) plantea que los estiércoles son ricos en micro flora aportando gran cantidad de microorganismos y, Szegi (1988) afirma que al aplicar abono produce cambios en las propiedades del suelo, que transforman los procesos biológicos profundamente e intensifican la actividad biológica y que ocurra mejor aprovechamiento de los nutrientes por las plantas.

4.4.3- Composta

Por otra parte, Ramón et al. (1987) y Pronatura (1987) consideran que el humus de lombriz mejora la estructura, la textura y la capacidad de retención de humedad del suelo. También, Caballero et al. (1993, 1994, 1995 y 1996), señalan incrementos de los rendimientos del ají chay, tomate y plátano burro en suelos Pardos sin Carbonatos de Camagüey al aplicar 4-6 t/ha de humus de lombriz. Resultados satisfactorios reportan Pérez y Rodonet, (1985), Pacheco et al. (1993) y Pérez et al. (1997), al estudiar distintas fuentes de residuales orgánicos, ya que aumentaron los rendimientos del cultivo y mejoraron las propiedades del suelo.

4.4.4- Alga enzimas

Senn (1987) reporta que la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micro nutrimentos que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Crouch y Van Staden, 1992).

Las algas marinas se aplican en la agricultura tal cual, en forma de harina, de extractos y de polvos solubles. Si los derivados son elaborados en la forma apropiada, los organismos vivos que contienen se conservan en estado viable y se propagan por un tiempo donde se aplican potenciando su acción, lo que hace posible la aplicación de dosis muy bajas (Blaine et al., 1990; Crouch y Van Staden, 1992).

Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas. Su uso es ya común en muchos países del mundo y, a medida que esta práctica se extienda, irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así la agricultura sustentable.

Las enzimas tienen la facultad de provocar y activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo (Small y Green, 1968).

4.4.5- Micorrizas.

El proceso por el cual el hongo coloniza la raíz va a dar lugar a una estructura tridimensional que conecta la planta con los micro hábitats del suelo, más eficaz que la propia raíz para extraer nutrientes y agua del mismo. El establecimiento de la micorriza da lugar a cambios en la fisiología de la planta hospedadora, lo cual permite que las plantas micorrizadas se desarrollen mejor y muestren un nivel de resistencia/tolerancia a los estreses ambientales (Jeffries et al., 2003; Barea et al., 2005a).

En resumen y de acuerdo con la información recientemente revisada (Jeffries et al, 2003; Lum&Hirsch, 2003; Rillig, 2004; van der Heijden, 2004; Govindarajulu et al ., 2005; Barea et al., 2005a), las micorrizas realizan las siguientes acciones en los sistemas suelo planta:

- Mejoran el enraizamiento de las plantas,

- Incrementan el suministro de nutrientes a las plantas,
- Mejoran la estructura del suelo,
- Protegen a la planta frente a estrés biótico y abiótico,
- Favorecen la diversidad de las comunidades de plantas y la sucesión vegetal.

4.5- Ventajas de la incorporación de la materia orgánica en el suelo.

La materia orgánica del suelo se encuentra estrechamente relacionada con la productividad agrícola de este y las mejores condiciones físicas, químicas y microbiológicas para los cultivos son generalmente encontradas en suelos de alto contenido de materia orgánica. El origen de la materia orgánica es finalmente de las plantas y en pequeña proporción otros organismos como algunas algas y bacterias capaces de sintetizar productos orgánicos a partir de elementos inorgánicos y compuestos simples. Los materiales orgánicos producidos por las plantas son utilizados por una gran variedad de seres vivos y depositados en el suelo. (Narro 1986).

El empleo de materias orgánicas en agricultura, como método de mantenimiento y recuperación de la fertilidad de los suelos, es conocido desde tiempos pasados.

El descubrimiento de los abonos minerales, inicialmente probados sobre terrenos empobrecidos en elementos minerales, pero generalmente bien provistos de materia orgánica, llevo a la creencia de que su uso podría sustituir a los aportes orgánicos, con la evidente ventaja en el manejo de menores cantidades de un producto, además, menos oneroso.

4.6- Manejo de los micronutrientes del suelo.

Cobre, hierro, manganeso y zinc son 4 metales esenciales para el crecimiento vegetal. A pesar de las pequeñas cantidades requeridas por las plantas, los suelos agrícolas suelen ser deficitarios en uno o más micronutrientes de forma que su concentración en los tejidos de los vegetales cae por debajo de los niveles que permiten un crecimiento óptimo. Un problema ampliamente extendido en suelos carbonatados de ambientes áridos y semiáridos es la clorosis férrica, causada por deficiencias de hierro (Martínez, 2000). Las deficiencias de Cu y Mn en cultivos han tomado mayor relevancia a partir de los estudios sobre los parámetros que controlan su solubilidad en el suelo. Aún así, las deficiencias de Fe y Zn son el mayor problema a escala global (Alloway, 1995).

La naturaleza del suelo juega un papel fundamental en la disponibilidad de los micronutrientes. Las tres causas de deficiencia de los micronutrientes son:

- a)- Baja concentración de un elemento en el suelo.
- b)- Presencia de una forma química que no puede ser utilizada por la planta.
- c)- Efecto antagónico entre distintos elementos.

Estas causas están relacionadas con las propiedades del suelo, por ejemplo el pH elevado de los suelos ocasiona la retención de estos elementos, fijándolos en formas no disponibles para las plantas (Fancelli, 2006). El contenido total de un nutriente en el suelo no siempre se relaciona con la fertilidad química pero es un indicador a utilizar para tener una aproximación de la riqueza potencial del elemento (Ratto, 2006).

4.6.1- Hierro (Fe)

El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre después de Si, O y Al, representa el 5,1% de su peso total, su contenido en suelo se

estima en un 3,8% (Lindsay, 1978). La mayoría del hierro se presenta en las estructuras cristalinas de numerosos minerales. Al igual que para el resto de nutrientes el punto de partida del Fe en el suelo son los minerales primarios (Fig.1), que incluyen silicatos ferro magnéticos, como olivino, augita, hornablenda y biotita; estos minerales junto con las biotitas constituyen la mayor fuente de hierro en las rocas ígneas. A partir de la meteorización de los minerales primarios se libera Fe soluble a la disolución, que podrá ser utilizado por los organismos, unirse a distintos ligados orgánicos, o bien ser transformado a minerales secundarios tales como sulfuros, carbonatos, minerales de arcilla, pero fundamentalmente óxidos e hidróxidos de distinta composición y grados de cristalización, que serán los que controlen principalmente la solubilidad de este elemento en el suelo (Murad y Fischer, 1988; Lindsay, 1979).

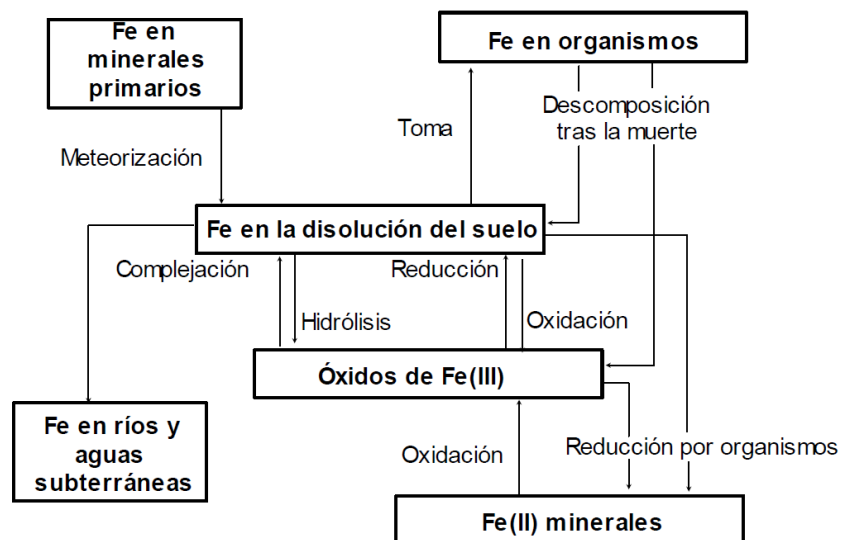


Figura 1.- Ciclo del hierro en el suelo (Adaptada de Murad y Fischer, 1988).



Figura 2.Deficiencia de Fe en caña de azúcar: clorosis uniforme en las hojas (Orlando Filho et al., 1994).

4.6.2- Cobre (Cu)

Reilly y Reilly (63) encontraron que niveles altos de cobre en el suelo no impiden ni la entrada ni el acumulo de hierro en la parte aérea de *Becium* aunque si impidieron el acumulo del hierro en los cloroplastos y provocaron una disminución en la producción de clorofila. Los autores suponen que el cobre en esta especie interfiere con la permeabilidad de las membranas de los cloroplastos, limitando la entrada y transporte a estos orgánulos celulares.

Hallsworth et al. (31) encontraron que las altas cantidades de cobre no produce un aumento en el contenido de este elemento en la parte aérea de leguminosas forrajeras, pero las raíces si muestran ese incremento.

Ellos notaron que solo una parte del cobre absorbido pasa a la parte aérea y que dentro de la raíz unacuarta parte del cobre absorbido se encuentra dentro en los espacios libres y el resto absorbido en la superficie de la raíz sin participar en el metabolismo



Figura 3.Deficiencia de Cu en caña de azúcar: hojas encurvadas (Orlando Filho et al., 1994).

4.6.3- Zinc (Zn)

El zinc fue descubierto por Sommer y Lipman (1926) como elemento esencial para las plantas. El zinc es, según Bertsch (1995), uno de los 16 nutrimentos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas, es clasificado como un micro nutrimento ya que la planta lo requiere en pequeña cantidad como catalizador del metabolismo, pero además es esencial, pues el suministro limitado o pobre reduce el rendimiento y la utilización por el cultivo de otros elementos como el nitrógeno, aplicado con los fertilizantes. Savithri y Sree (1990) manifiestan que el zinc es el micro nutrimento que se absorbe en primera instancia por los cultivos y Schütte (1966) y Tandon (1991) añaden que incluso se puede producir la muerte de las plantas en condiciones de extrema deficiencia.

Investigadores como Yoshida (1981) citado por Muñiz et al. (1984), Castellanos y García(1985), señalan que son variados los síntomas de deficiencias de este micro nutrimento y se pueden presentar en diferentes órganos estando ambas cosas, la sintomatología y el lugar de aparición, en dependencia de la severidad de la carencia y de la edad del cultivo.

INPOFOS (1995) hace un resumen de los síntomas de deficiencia:

- Plantas pequeñas
- Áreas de color verde claro entre las nervaduras de las hojas nuevas
- Hojas pequeñas
- Entrenudos cortos
- Fajas anchas de color blanco en cada lado de la nervadura central en el maíz y el sorgo.



Figura 4.Deficiencia de Zn en soja: clorosis internerval (Borkertetal1994)

4.7- Métodos para la determinación de Fe, Cu y Zn.

Cuadro 1. Ácidos diluidos, agua y otros compuestos empleados en el análisis de suelo para la extracción de micronutriente.

Solución extractora	Relación suelo-sol.extrac.	Tiempo de agitación	Referencias
HCl 0.1N	1:4	5 min	Wear y Evans 1968
HCl 0.05 N, H ₂ SO ₄ 0.025N	1:4	15 min	Wear y Evans 1968
HCl 0.1N	1:25	12 h -30 min	Trierweiler y Lindsay, 1969
HCl 0.6N , AlCl ₃ 0.05N	1:5	5 min	Mehlichy Browling, 1975
HCl 0.025N, NH ₄ F 0.03N (bray p ₁)	1:5	15 min	Randall et al, 1976
HCl 0.1N*	1:5	15 min	Randall et al, 1976
HCl 0.05N, H ₂ SO ₄ 0.025N	1:4	5 min	Shuman et al, 1980
HCl 0.01N, NH ₄ F 0.015N, HOAc 0.2N			Shuman et al, 1980
NH ₄ Cl 0.2N (Mehlich)	1:8	5min	
H ₂ O	1:10	30 min	Sherman et al, 1942
H ₂ O	1:4	4 h	Parker, 1972
H ₃ PO ₄ 0.1N*	1:5	15 min	Randall et al, 1976
Mg (NO ₃) 0.5 N*	1:5	15 min	Randall et al, 1976
Mg (NO ₃) ₂ 1N	1:5	15 min	Randall et al, 1976
HNO ₃ : HCl (1:3)	1:12	30 min	Van Loon y Lichwa, 1973

*Estos extractantes han sido usados para evaluar el contenido de micro nutrientes en suelos con alto contenido de material orgánica (> 6% M.O.)

V- MATERIALES Y METODOS.

5.1- Localización del sitio experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Campo Experimental “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

La universidad se encuentra ubicada en el kilómetro 7 de la carretera Saltillo- Concepción del Oro, Zacatecas, geográficamente entre los 25°23' de latitud norte y 101°02' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altitud de 1743 msnm . Fisiográficamente el área se encuentra ubicada entre la Sierra de Zapaliname y la Sierra de la Cuchilla Calabacilla, la mayor parte del paisaje está constituido por valle intramontano medio presentando un relieve casi uniforme.

5.1.1- Clima

El clima que se presenta, de manera predominante de acuerdo a la clasificación de Koeepen modificado por Enriqueta García (1975) es:

Bso k (x') (e)

Dónde.

Bso = Es el más seco del grupo de los climas secos con un coeficiente de $P/t < 22.9$.

P/t = Relación de precipitación y temperatura.

k = Templado con verano cálido, temperatura media Anual fluctúa entre 12° y 18° el mes más frío entre -3°C y el más caliente es de 18°C.

x = Región de lluvia intermedio entre verano e invierno.

e = Extremos con oscilaciones entre 7° y 14°C.

La temperatura media anual es de 19.8°C con fluctuaciones entre la media mensual de 11.6°C como mínima y 21.7°C como máxima. La época de lluvias, se desarrolla en los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, siendo el mes de Junio y Julio los meses más lluviosas la precipitación media anual es de 455 mm. Los vientos prevalecientes tienen una dirección de noreste con una Velocidad de 22.5 km/ hrs. (Dpto. de Agro meteorología UAAAN).

5.1.2- Geología

En el área de estudio se encuentran suelos de origen aluvial, provenientes de los materiales como arenisca y caliza que al ser acarreados en épocas anteriores siendo depositados en la geoforma valle.

5.1.3- Vegetación

La vegetación es muy variada. En las partes altas de la sierra abundan los pinos, pinabetes, encinos y cedros. En las partes bajas hay mezquites, huizaches, yuccas, nopales, magueyes, cactus, gobernadoras, y lechuguillas.

Otras plantas que crecen son: orégano, árnica, albahaca, cedro, nogal, fresno, álamo, peyote, biznaga, cenizo,

5.1.4- Suelo

Según Uvaldo 1985 son suelos Xerosolos Háplicos claro-rojizo de textura arcillosa y con espesor mayor de un metro, asociados con suelos oscuros y profundos de textura similar a los anteriores, pero con mayor contenido de materia orgánica, denominados como Feozem calcáreo (HCl) dando en su conjunto la unidad cartográfica llamada xerosol Háplico asociado con FEOZEM calcáreo de textura arcillosa (XH +Hc/3).

5.2- Metodología

El experimento se llevó a cabo en los meses de Enero a Septiembre del 2011, el seis de Enero se realizó la preparación del sitio experimental con labranza

convencional, aplicando en la semilla el mejorador de suelo Micorriza durante la siembra, para el día 24 del mismo mes se aplicaron los demás mejoradores: composta y alga enzimas. Quedando una subparcela sin aplicación de algún mejorador orgánico, la cual sirvió como testigo.

Para la aplicación de los mejoradores de suelo: Micorriza, Composta Myorganic y Alga enzimas, se realizó un diseño experimental de bloques al azar, con 9 parcelas de 40m X 12m y en cada una de ellas dividida en subparcelas, usando una dosis de aplicación de 1kg/ha para Micorriza, 1lts/ha de Alga enzimas y 3Ton/ha en composta.

Se tomaron muestras al final de la cosecha en profundidades, de 0-15 y de 15 a 30 cm, en todas las parcelas incluyendo al testigo.

Posteriormente se prepararon las muestras y fueron llevadas a los laboratorios del departamento de suelos que son: química de suelos y vinculación.

Se analizaron y compararon todos los datos de los mejoradores y el testigo en el software R versión 2.13.1

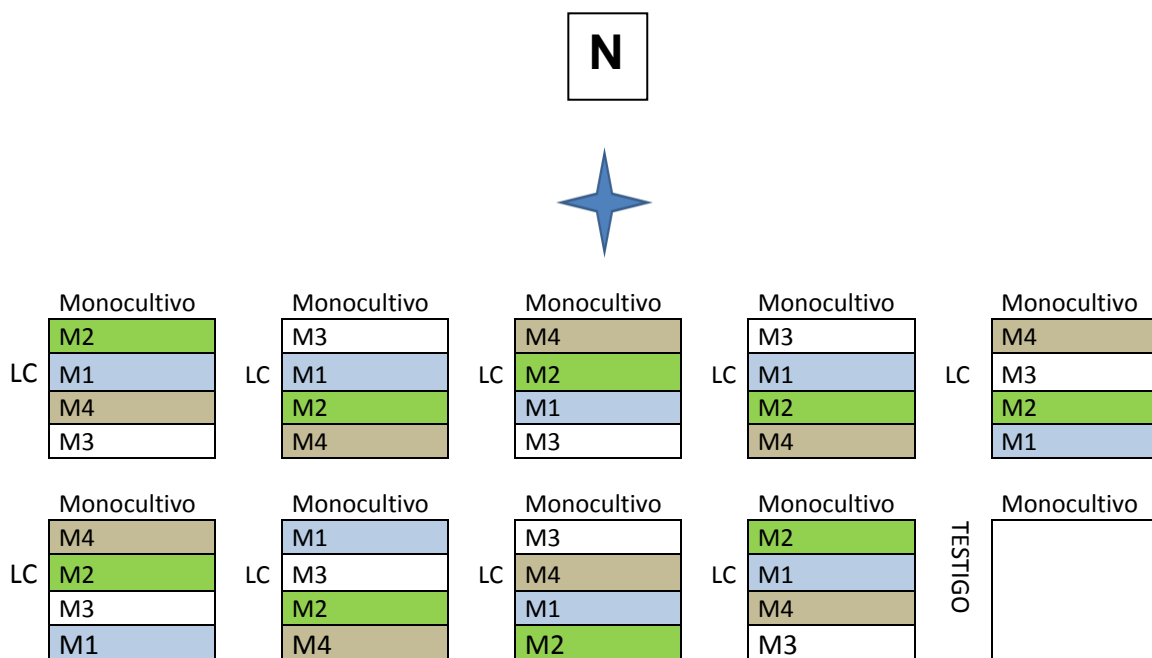


Figura 5. Esquema del arreglo experimental.

Se trabajara en lotes de 40m X 12m con cuatro tratamientos, incluido el testigo de labranza (figura 5).

Donde:

M1 = Micorrizas

M2 = Myorganic.

M3 = Testigo.

M4 = Alga enzima.

Para le determinación del Cu, Fe y Zn es por medioácidos diluidos en agua (Wear y Evans, 1968).

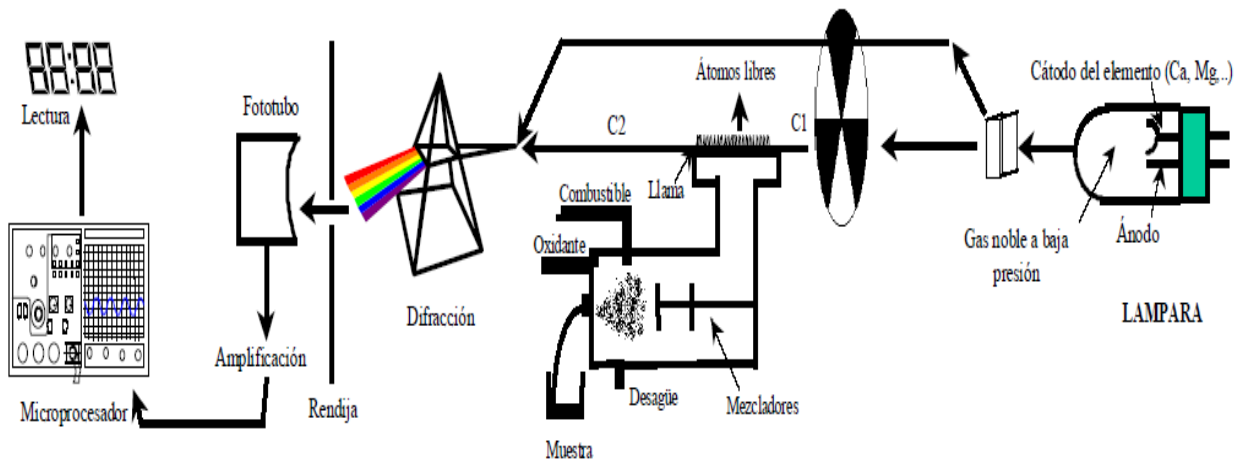


Figura 6. Espectrofotómetro de absorción atómica.

5.2.1- Materiales

1. Solución extractora (HCl 0.05N Y H₂SO₄ 0.025N)
2. 1 gr de suelo (previamente secado y tamizado a 2 mm.)
3. Matraz Erlenmeyer de 50 ml.
4. Vasos precipitados de 100 ml.
5. Recipientes de plástico aproximadamente de 50 ml. con taparrosca para depositar el material filtrado.
6. Agitador oscilatorio.
7. Papel filtro.
8. Espectrofotómetro de absorción atómica
9. Lámparas de cátodo hueco para medir los micro elementos.

5.2.3- Procedimiento

Se utilizó el método de ácidos diluidos en agua (Wear y Evans, 1968). Se utilizaron dos ácidos como solución extractora: HCl (ácido clorhídrico) 0.05 N, H₂SO₄ (ácido sulfúrico) 0.025N teniendo una relación de suelo – solución extractora de 1:4, con un tiempo de agitación de 15 min.

1. Se deposita el gr de suelo en el matraz Erlenmeyer posteriormente se le agregan 10 ml. de la solución extractora.
2. Se coloca dentro del agitador oscilatorio en un periodo de 15 minutos.
3. Se deposita el papel filtro en forma de cono dentro del vaso precipitado, se deposita el material previamente agitado y se deja reposar en un periodo de 12 horas.
4. Se guardan el material filtrado en los recipientes de plástico de 50 ml.
5. Finalmente se llevan las muestras obtenidas a leer en el aparato espectrofotómetro de absorción atómica.

Para determinar la cantidad de la solución extractora se realizaron las siguientes operaciones:

Caso 1

HCl primero se tuvo que sacar el peso molecular

H = 1 Cl = 35.453

La suma = 36.453 gr.

Como sabemos:

$$1N \xrightarrow{\text{.....}} 36.453 \text{ gr.}$$

$$0.05 \xrightarrow{\text{.....}} X \text{ gr.}$$

$$X = \frac{(36.453 \text{ gr})(0.05N)}{1} = 1.82226 \text{ gr.}$$

$$V = \frac{P}{\varphi}$$

$$V = \frac{1.82226}{1.19} = 1.53 \frac{ml}{lt}$$

Caso 2

H₂SO₄ primero se tuvo que sacar el peso molecular

H=1 S=33.07 O= 16

La suma

98.07 gr.

$$1N \xrightarrow{\hspace{2cm}} 98.07 \text{ gr.}$$

$$0.025 \xrightarrow{\hspace{2cm}} X.$$

$$1\text{mol} \longrightarrow 1N \longrightarrow 98.08$$

$$\frac{1}{2}$$

$$0.5 \text{ mol} \longrightarrow 0.5 N \longrightarrow 49 \text{ gr.}$$

$$X = \frac{(0.025)(49)}{1} = 1.225 \text{ gr.}$$

$$V = \frac{P}{\varphi}$$

$$V = \frac{1.225 \text{ gr.}}{1.84 \text{ gr}} = 0.665 \frac{\text{ml}}{\text{lt}}$$

VI - RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1- Analisis de Cu a la profundidad de 0 a 15cm

En la tabla de analisis de varianza nos muestra que existe diferencias significativas entre la repeticiones, sin embargo en los tratamientos no existe diferencias.

Cuadro2.Tabla de analisis de varianza a la profundidad de 0 a 15 cm. para cobre (Cu).

	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr (>F)
Repetición	1	0.035042	0.035042	17.315	0.000233***
Tratamiento	3	0.002222	0.000741	0.366	0.777992
Residuos	31	0.062736	0.002024		

Signif. Codes: 0 `****` 0.001 `***` 0.01 `**` 0.05 `.` 0.1 `` 1

Teniendo una media general de 0.066, con coeficiente de variacion de 67.4%

Al hacer el análisis de prueba de comparacion multiples de medias obtenemos los siguientes resultados.

Cuadro 3.Comparacion de medias para Cu a la Profundidad de 0 a 15 cm.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.		
Grupos	Tratamientos	Medias
a	M2	0.07777778
a	M3	0.06666667
a	M4	0.06666667
a	M1	0.05555556

Por la general no nos sale diferencias significativas entre tratamientos, en otras palabras no hay ni existe diferencias estadísticas.

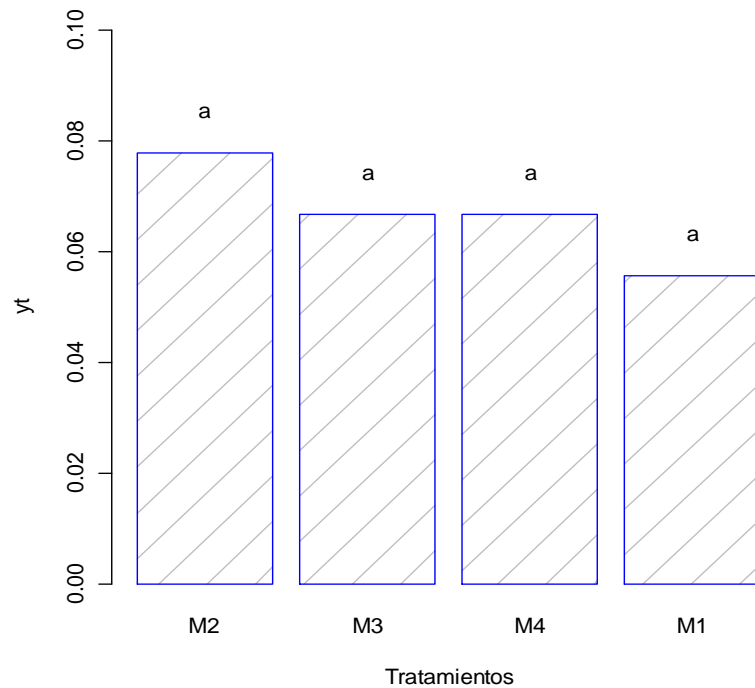


Figura 7. Grafica de Comparacion de medias para Cu a la Profundidad de 0 a 15 cm.

Al graficar los valores de los datos se puede observar cómo se comporta el elemento disponible para la planta, se muestra ligeramente más disponible M2 (Myorganic), mientras que M3 y m4 (testigo y alga enzimas se comportan de la misma forma, mientras que Micorrizas es la que tiene menos disponible el elemento para la planta.

6.2- Analisis de Fe a la profundidad de 0 a 15cm

En la tabla de análisis de varianza no existe diferencia significativa teniendo una media general de 0.15 y un coeficiente de variación del 70%

Cuadro 4. Tabla de análisis de varianza para Fe a la profundidad de 0 a 15 cm.

	DF	Sumade cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr (>F)
Repetición	8	0.148889	0.018611	1.5581	0.1900
Tratamientos	3	0.073333	0.024444	2.0465	0.1341
Residuos	24	0.286667	0.011944		

Al realizar la prueba de Tukeyde comparación de media podemos observar que no existe diferencia significativa por lo que al graficarlo no podemos observar algunas diferencias numéricas.

Cuadro 5. Comparación de medias para Fe ala Profundidad de 0 a 15 cm.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.		
Grupos	Tratamientos	Medias
a	M2	0.2333333
a	M1	0.1333333
a	M4	0.1333333
a	M3	0.1222222

Numéricamente el tratamiento con Myorganic (M2) es el que muestra una diferencia ante las demás teniendo mayor disponibilidad que el resto de los tratamientos para el elemento de Fe, M1 y M4(Micorriza y alga enzima) presentan un comportamiento igual, mientras que el testigo presenta una disponibilidad menor que el resto.

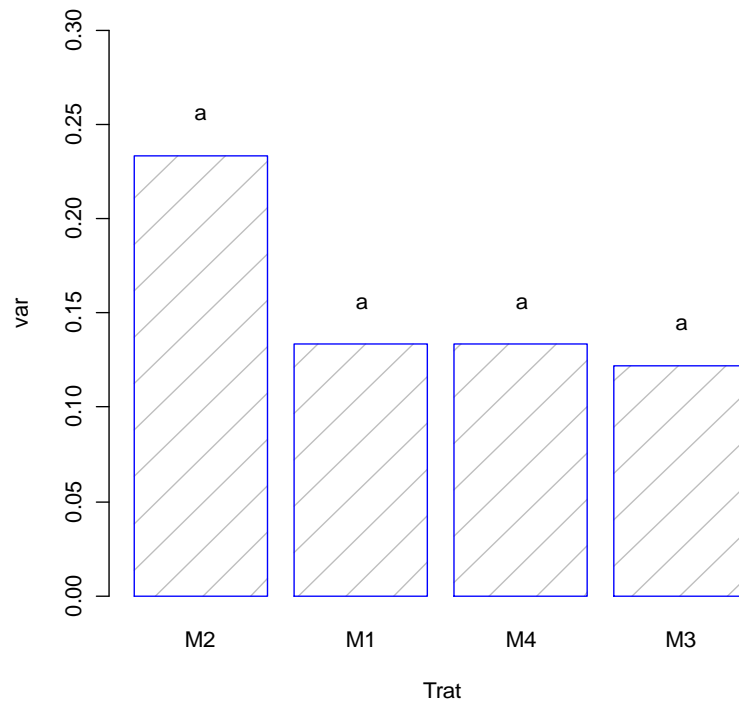


Figura 8. Grafica de Comparacion de medias para Fe a la Profundidad de 0 a 15 cm.

6.3- Analisis de Zn a la profundidad de 0 a 15cm

Para el análisis de varianza no existe diferencia, todas son iguales.

Con una media general igual a 1 y un coeficiente de variación de $1.4e-4$.

Cuadro 7. Análisis de varianza para Zn a la profundidad de 0 a 15 cm.

	DF	Sumade cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr (>F)
Repetición	8	1.7538e-33	2.1922e-34	1	0.4613
Tratamientos	3	6.5770e-34	2.1922e-34	1	0.4098
Residuos	24	5.2613e-33	2.1922e-34		

Al realizar las pruebas de medias no tenemos diferencias significativas.

Cuadro 8. Comparación de medias para Zn a la Profundidad de 0 a 15 cm.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes		
Grupos	Tratamientos	Medias
A	M1	0.1
a	M2	0.1
a	M3	0.1
a	M4	0.1

Al hacer el grafico se puede ver que no existe diferencia estadística ni numéricamente.

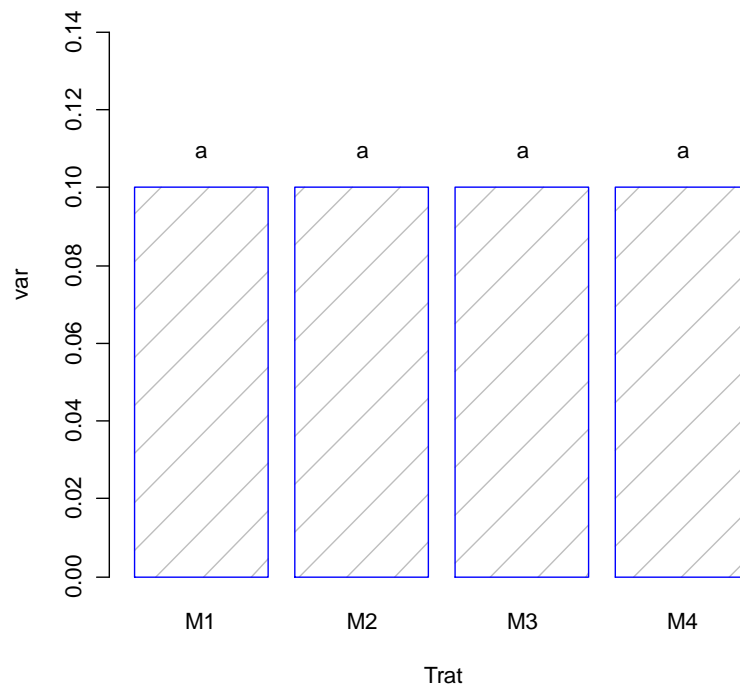


Figura 9. Grafica de Comparacion de medias para Zn a la Profundidad de 0 a 15 cm.

6.4- Analisis de Cu a la profundidad de 15 a 30cm.

Para esta profundidad la tabla de varianza nos indica que no existe diferencia sigficativa entre los mejoradores y el testigo, teniendo una media general de 0.67 y un coeficiente de variacion de 47.2%

Cuadro 9. Analisis de varianza para Cu a la profundidad de 15 a 30 cm.

	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr(>F)
Repeticion	1	0.054000	0.054000	59.3150	1.095e-08 ***
Tratamiento	3	0.000833	0.000278	0.3051	0.8215
Residuos	31	0.028222	0.000910		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '\$'

Al hacer el análisis de medias podemos ver que todos los tratamientos se comportan de la misma forma en otras palabras no existe diferencias

Cuadro 13.Comparación de medias para Cu a la Profundidad de 15 a 30 cm.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes		
Grupos	Tratamientos	Medias
a	M1	0.06666667
a	M3	0.06666667
a	M4	0.06666667
a	M2	0.05555556

Al graficarlo solo el tratamiento M2 (Myorganic) es el que para este elemento numéricamente es inferior y los tres tratamiento no existe diferencia es igual que la del testigo (M3).

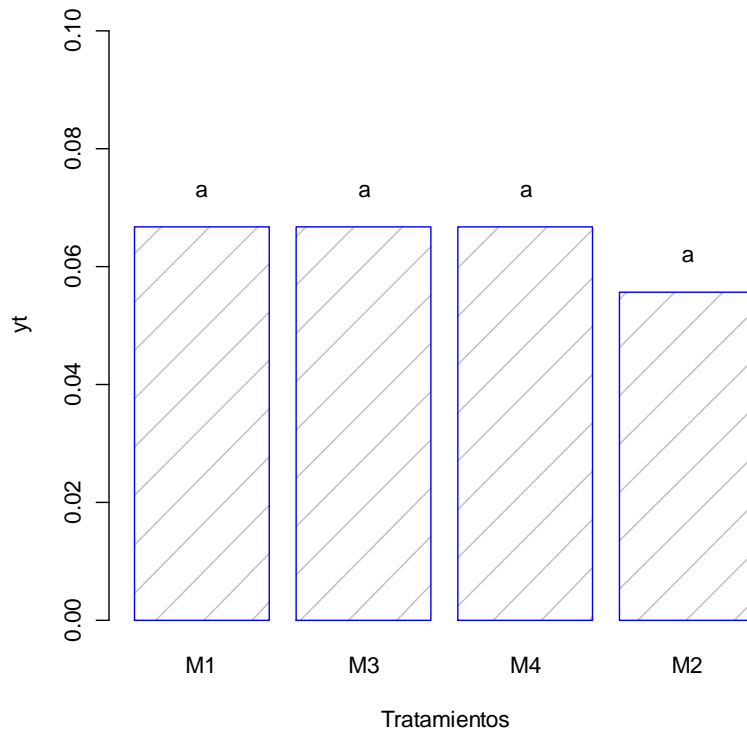


Figura 10. Grafica de Comparacion de medias para Cu a la Profundidad de 15 a 30 cm.

6.5- Analisis de Fe a la profundidad de 15 a 30cm

En el cuadro del análisis de varianza podemos ver que existen diferencias significativas entre las repeticiones pero en tratamientos no lo existe.

Cuadro 11. Análisis de varianza para Fe a la profundidad de 15 a 30 cm.

	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de medias	F-Valor	Pr (>F)
Repetición	1	1.7884	1.78838	11.8778	0.001654 **
Tratamientos	3	0.2195	0.07317	0.4859	0.694513
Residuos	31	4.6675	0.15056		

Signif. Codes. 0 `****` 0.001 `***` 0.01 `**` 0.05 `.` 0.1 `\$

Cuadro 12. Comparación de medias para Fe a la Profundidad de 15 a 30 cm.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.		
Grupos	Tratamientos	Medias
a	M4	2.180605
a	M2	2.145952
a	M3	2.062503
a	M1	1.979053

Al hacer las pruebas de comparación múltiples de media no existe diferencia significativa en los tratamientos pero al graficar los datos podemos ver una ligera variación entre los tratamiento para este caso M4 y M2 (alga enzimas y myorganic) numéricamente son iguales mientras que M1 (Micorrizas) es el que presenta menor disponibilidad de este elemento para la planta.

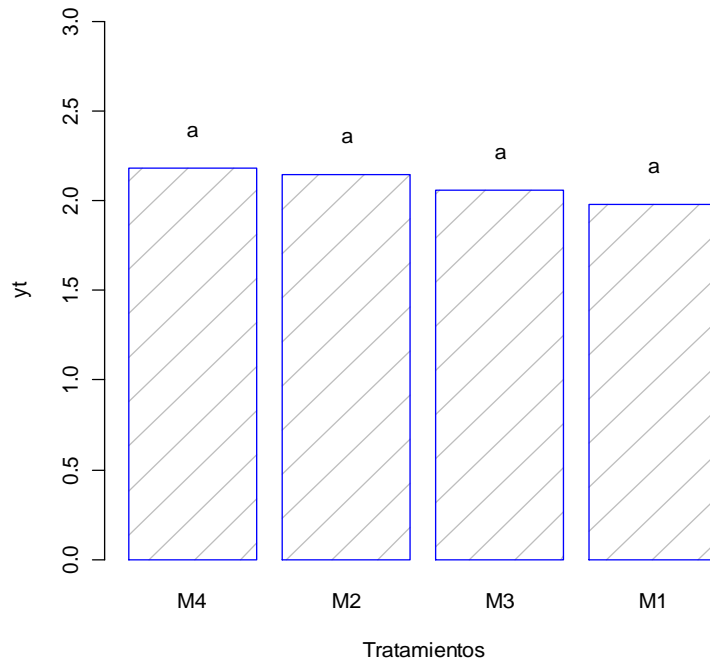


Figura 11. Grafica de Comparacion de medias para Fe a la Profundidad de 15 a 30 cm.

6.6- Analisis de Zn a la profundidad de 15 a 30cm.

En el cuadro de análisis de varianza nos indica que no existen diferencias significativas en tanto las repeticiones y tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de varianza para Zn a la profundidad de 15 a 30 cm.

	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de medias	F-Valor	Pr (>F)
Repetición	1	5.261e-34	5.2613e-34	2.5135	0.1230
Tratamientos	3	6.577e-34	2.1922e-34	1.0473	0.3855
Residuos	31	6.489e-33	2.0932e-34		

Cuando se realiza la prueba de comparación múltiple de media tenemos como resultado que la disponibilidad de este elemento es igual por lo que no existen diferencias entre ellas.

Cuadro 14. Comparación de medias para Zn a la Profundidad de 15 a 30 cm.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.		
Grupos	Tratamientos	Medias
a	M1	0.1
a	M2	0.1
a	M3	0.1
a	M4	0.1

Por último la grafica solo nos indica que no existieron diferencias entre el testigo y los tratamientos por lo que podemos concluir que todos los tratamientos son iguales.

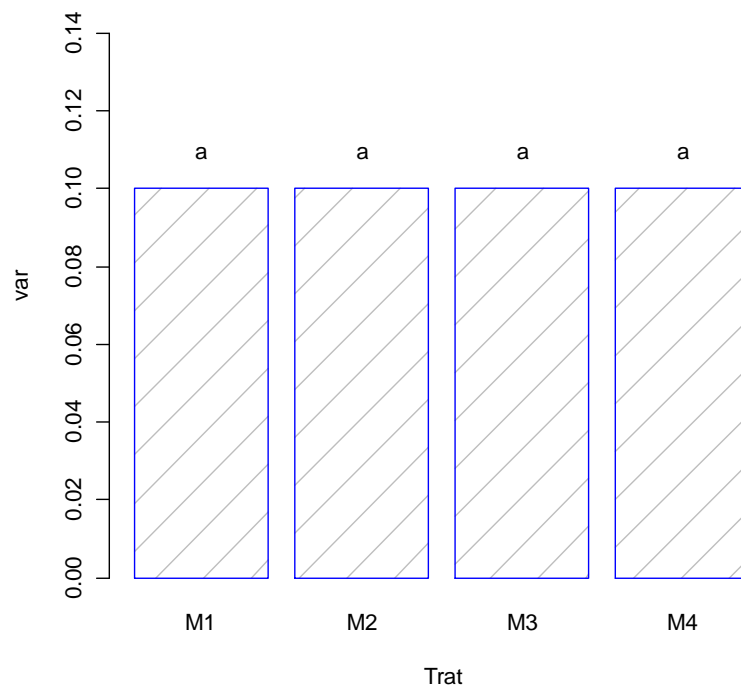


Figura 12. Grafica de Comparacion de medias para Zn a la Profundidad de 15 a 30 cm.

VII- CONCLUSIÓN

Estadísticamente comparando los 3 mejoradores orgánicos de suelo (Alga enzimas, Micorrizas y Myorganic), junto con el Testigo no se encuentran diferencias en cuanto a la disponibilidad de nutrientes en el corto plazo.

El mejorador Myorganic es el que presenta mayor contenido para la disponibilidad de Cobre (Cu) y Hierro (Fe) en el análisis de la primera capa de suelo que es a una profundidad de 0 a 15 cm. Mientras que para la disponibilidad del micro elemento Zinc (Zn), los 3 Mejoradores (Alga enzimas, Myorganic y Micorrizas) junto con el Testigo no presentan diferencias numéricas, es decir, presentan la misma disponibilidad de este micro elemento.

Para la profundidad de 15 a 30 cm. los mejoradores de suelo Alga enzimas, Micorrizas y el Testigo presentan la misma disponibilidad del micro elemento Cobre (Cu).

Mientras que para la disponibilidad de Hierro (Fe), a esta profundidad es el mejorador Alga enzimas el que presenta mayor disponibilidad de este elemento. Para el elemento Zinc (Zn), los 3 mejoradores junto con el testigo se comportan de la misma manera teniendo el mismo contenido de este elemento.

VIII- LITERATURA CITADA

- Acevedo, E. y Martínez E. 2003. Sistema de Labranza y Productividad de los Suelos. En Acevedo, E. (Editor). Sustentabilidad en Cultivos Anuales: Cero Labranza, Manejo de Rastrojos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Serie Ciencias Agronómicas N° 8. Santiago, Chile. pp: 13-27.
- Alloway, B. J.: 1995, 'Soil Processes and the Behaviour of Heavy Metals', in B. J.
- Alloway (ed.), *Heavy Metals in Soils*, Blackie Academic and Professional, London, U.K., pp. 11–37, 354.
- Álvarez, M.; M. García y E. Treto: Los abonos verdes una alternativa natural y económica para la agricultura. Revisión bibliográfica. *Cultivos Tropicales*. INCA. 16(3), 1995: 9-24.
- Balesdent J, Mariotti A, Boisgontier D (1990) Effect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from ¹³C abundance in maize fields. *J. Soil Sci.* 41: 584-596.
- Barzegar, A.R., M.A. Asoodar y M. Ansari (2000). Effectiveness of sugarcane residue incorporation at different water contents and the Proctor compaction loads in reducing soil compactibility. *Soil & Tillage Research* 57: 167-172.
- BERTSCH, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, ACCS. 164 P.

- Borkert, C.M.; Yorinori, J.T.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; SFREDO, G.J. 1994. Seja o Doutor da sua Soja. Arquivo do Agrônomo/Informaciones Agronómicas, Piracicaba, n. 66, junho. 16 p.
- Bot, A y J. Benítez. 2005. The Importance of soil organic Matter. Key to drought-resistant soil and sustained food and production. FAO Soils Bulletin 80. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 2005.
- Bronick, C. J., and R. Lal. 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma 124: 3–22.
- Caballero, R. J. Gandarilla; D. Pérez y M. Sánchez: El Humus de Lombriz una Alternativa en la Fertilización Mineral del Tomate en un Suelo Pardo sin Carbonato. I Taller Nacional sobre Desertificación; 1995: 56.
- Caballero, R. J. Gandarilla; O. Pacheco; D. Pérez y M. Sánchez: El Humus de Lombriz, una Alternativa en la Fertilización Mineral del Ají Chay, en un suelo Pardo sin Carbonatos. III Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo; 1993: 52.
- Caballero, R.; J.E. Gandarilla; D. Pérez y D. Rodríguez: Uso del humus de lombriz en la fertilización de las hortalizas en huertos intensivos. XI Seminario Científico del INCA. Programas y Resúmenes. Nov. 17-20. 1998: 210.
- Caballero, R.; J.E. Gandarilla; D. Pérez y M. Ruiz: Uso del residual de biogás como abono en una secuencia de cultivos hortícolas. I. Suelos. Est.

Exp. de Suelos y Fert. Escambray. Resúmenes. IV Seminario Científico. 1997:8.

Cabaneiro, A.: Influencia de la adición de materiales orgánicos residuales en las propiedades físicas, químicas (especialmente acidez) y biológicas del suelo. Memoria interna. CSIC, Santiago. 1982.

Cairo. C. P. y O. Fundora. 1994. Edafología. Ed Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana: 475 p.

Castellanos, M. y M. García. 1985. "Estudio preliminar de las variaciones de la concentración por órgano del Fe, Mn, Cu, y Zn en el cultivo del arroz, var J-104

Cooperband, L. 2002. Building soil organic matter with organic amendments. Center for Integrated Agricultural Systems. University of Wisconsin-Madison.

Costantini, A., Cosentino, D., Fertig, M., AláRué, M.1999. Dinámica de las fracciones carbonadas en un ciclo de cultivo de maíz bajo tres sistemas de labranza. *AgriculturaTécnica* (Chile). 59 (1): 45-50

Crouch, L. y J. van Staden. 1992. Evidence of the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Department of Botany, University of Natal, Republic of

Dalal RC, Mayer RJ (1986) Longterm trend in fertility on soil under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. I. Overall I changes in soil properties and trends in winter cereal yields. *Aus. J. Soil Res.* 24: 265-279.

- Dimanche, P.H., Hoogmoed, W.B. 2002. Soil tillage and water infiltration in semi-arid Morocco: the role of surface and sub-surface soil conditions. *Soil & Tillage Research*. 66, 13-21
- Doran JW (1980) Microbial changes associated with residue management with reduced tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*44: 765-771.
- Doran JW (1987) Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soils. *Biol. Fertil. Soil* 5: 68-75. durante la etapa febrero - julio 1983". *Cultivos Tropicales* 7 (4): 83 - 91.
- Fancelli, AL. 2006. Micronutrientes en la fisiología de las plantas. Pp. 11-27. *En: M Vázquez (ed). Micronutrientes en la agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires, Argentina.*207pp.
- Follet RF (2001) Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. *Soil Till. Res.* 61: 77-92.
- Gandarilla, J. E. 1988. Empleo del estiércol vacuno para mejorar un suelo improductivo de la provincia de Camaguey- Cuba. Tesis enviada a la A.C.Hungría para el grado de Doctor en Ciencias. p. 9 –10.
- Govindarajulu M, Pfeffer PE, Jin H, Abubaker J, Douds DD, Allen JW, Bücking H, Lammers PJ, Shachar-Hill Y. (2005). Nitrogen transfer in the arbuscularmycorrhizal symbiosis. *Nature*435 :819-823
- Guérif, J., et al. 2001. A review of tillage effects on crop residue management, seedbed conditions and seedling establishment. *Soil&TillageResearch*. 61, 13-32.

Guerrero, B.: Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Lima. RRAA. 1993: 20.

HALLSWORTH, E. G., et al. Studies the nutrition of the forage legumes V. The effect of variations in copper supply on the concentrations of copper, manganese and iron present in *T. subterraneum* grown in sand culture. *Plant and Soil* 22 (3).323-335.1965.

Hamza , M. A.; W. K. Anderson : “Soil compaction in cropping system”, *Soil and tillage research*, 82: 121-145, 2005

INPOFOS. Instituto de la Potasa y el Fósforo. 1995. “Esa es la ley – Las plantas

Jeavons, J: Cultivo Biointensivo de Alimentos, México. 1991: 204.

Jeffries P, Gianinazzi S, Perotto S, Turnau K, Barea JM.2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology and Fertility of Soil* 37,1–16.

LABRADOR MORENO, J.2001.El manejo del suelo en agricultura ecológica. En *La práctica de la agricultura y la ganadería ecológicas*. Ed. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.

Labrador, J., 2001. La materia orgánica en los agro sistemas. Ediciones mundi prensa, (2ed), Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España, pp. 152 – 180.

Lal, R. 2004a. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security.

LINDSAY, W. L. 1979. Chemical equilibria in soils. Ed. John Wiley and Sons. N. Y. ISBN: 0- 471-02704-9

Lum MR, Hirsch AM.(2003). Roots and their symbiotic microbes: Strategies to obtain nitrogen and phosphorus in a nutrient-limiting environment. *Journal of Plant Growth Regulation*. 21:368-382

M. A. Choudhary, R. Lal and W. A. Dick. 1997. Long-term tillage effects on runoff and soil erosion under simulated rainfall for a central Ohio soil. *Soil and tillage Research* 42:175-184

Martinez, C. E. & Motto, H. L. (2000): Solubility of lead, zinc and copper added to mineral soils. *Environmental Pollution* 107: 153-158.

Mayea, S. S: Instructivo para la elaboración de compost (Biotierra) a partir de desechos de la agricultura mediante el uso de inóculos microbianos. 1993: 14

Mikha M, Rice CW (2004) Tillage and manure effects on soil and aggregate associated carbon and nitrogen. *SoilSci.Soc. Am. J.* 68: 809-815.

Muñiz, O., R. Sanzo, H. Irigoyen, R. Beltrán, N. Capó, N. Arozarena y M. Hernández. 1984. "Diagnóstico y corrección de deficiencias de zinc en suelos arroceros." *Cultivos Tropicales* 6 (1): 101-109.

MURAD, E.; FISCHER, W. R. 1988. The geobiochemical cycle of iron. In *Iron in soils and clay minerals*. (J. W. Stucki, et al. Eds). D. Reidel Publishing Company: 1-18 pp.

Muzilli, O., M. Vieira & M. Parra. 1980. Adubação verde. pp. 76-93. *In: Manual Agropecuario para o Paraná, Capítulo 3, Fundação Instituto*

Agronómico do Paraná. Londrina, PR, Brasil. necesitan zinc.”
Informaciones Agronómicas sobre Nutrientes para los Cultivos. Nutri
– Verdades No. 8. Pleg.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. 1994..Seja o Doutor do
seuCanavial. Arquivo do Agrônomo. Informaciones Agronómicas,
Piraci-caba, n. 67, setembro 12 p.p. 35 - 40.

Peña, E: Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana.
Modalidad: Organopónicos y Huertos intensivos. INIFAT- UNICA.
1998: 27

Pimentel A, López J. 1989. Proyecto técnico de Conservación de Suelos S/R
Borges Lote 2 La Victoria. En: Emp. Inv. Recursos Hidráulicos.
Camagüey. 17p.

Ratto, SE. 2006. Los micro elementos en el sistema productivo del área
pampeana. Pp. 79 112. *En: M Vázquez (ed). Micronutrientes en la
agricultura. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos
Aires, Argentina.207pp.*

REILLY, A. y REILLY, C. Copper-induced chlorosis in *Beciumhomblei* (De Wild.)
DuvignPlancke. *Plant and Soil* 38: 671-674. .1973.

RELACO (Red latinoamericana de labranza conservacionista).1998. Los diez
primeros años de actividades 1987 –1997. Vol. 1 y 2. 1998.
Consultado: 20 de abril de 2001.

<<http://www.soft-eventos.com.br/relaco/historico1.pdf>>

<<http://epagri.rct-sc.br/relaco/historico2.pdf>>

Rillig MC.(2004). Arbuscularmycorrhizae and terrestrial ecosystem processes.
*EcolLett*7:740-754

- Rosas, A.2001. Efecto de distintos sistemas de labranza sobre las actividades biológicas de un suelo Ultisol de la IX Región. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera.Temuco, Chile. 94 p
- Savithri., P. y U. S. Sree Ramulu.1990. "Effect of continuous application of micronutrient to each of 15 crops on the available micronutrients status of soils and
- Schütte, K. 1966. "La biología de los elementos traza. Su papel en la nutrición". Ed. Revolucionaria. La Habana. 290 p.Science 204: 1623-1627.
- Seen, T. L. 1987. Seaweed and plant growth. Traducido al español por Benito Canales Lopez. Crecimiento de alga y planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA.
- Six J, Elliott ET, Paustian K, Doran JW (1998) Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. *Soil Sci.Soc. Am. J.* 62: 1367-1377.
- Small, W.L. y E.R. Green. 1968. Biología. Editado en español por Publicaciones Culturales, S.A. de C.V., México, vigésima segunda edición.
- Sommer AL, Lipman CB. EVIDENCE ON THE INDISPENSABLE NATURE OF ZINC AND BORON FOR HIGHER GREEN PLANTS. *Plant Physiol.* 1926 Jul;1(3):231–249.South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. The Netherlands.
- Spedding TA, Hamel C, Me - huys GR, Madramootoo CA (20 04) Soil microbial dynamics in maize -growing soil under different tillage and residue management systems. *Soil Biol. Biochem.*36: 499-512.

- Szegi, J.: Cellulose Descomposition and Soil Fertility. Akadémiai Kiadó. Budapest; 1988: 10-12.
- Tandon, H. L. 1991. "Secondary and micronutrients in agriculture". Guide- book-cum-Directory. 2nd edition. Fertilizer and Consultation Organization. New Delhi. India .122 p.
- Van der Heijden MGA.(2004). Arbuscularmycorrhizal fungi as support systems for seedling establishment in grassland. *Ecology Letters*7:293-303
- Venegas, C. 1990. Labranza conservacionista. Una tecnología que llegó a la IX Región para quedarse. Investigación y Progreso Agropecuario. IPA Carillanca. (Chile) 9 (4): 3-10.
- Yagodin, B.A.: Agroquímica II. Editorial Mir Moscú; 1986: 70-75.yields of crops". 14 th International Congress of SoilScience. Transaction. Kyoto.

IX - ANEXOS

7.1- Programación para R en Cu de 0 a 15 cm.

Cuadro 21. Datos acomodados para Cu en Excel.cvs.

TRAT	REPETICION	RESP
M1	1	0
M1	2	0
M1	3	0
M1	4	0
M1	5	0.1
M1	6	0.1
M1	7	0.1
M1	8	0.1
M1	9	0.1
M2	1	0.2
M2	2	0
M2	3	0
M2	4	0
M2	5	0.1
M2	6	0.1
M2	7	0.1
M2	8	0.1
M2	9	0.1
M3	1	0
M3	2	0
M3	3	0
M3	4	0.1
M3	5	0.1
M3	6	0.1
M3	7	0.1
M3	8	0.1
M3	9	0.1
M4	1	0
M4	2	0
M4	3	0.1
M4	4	0
M4	5	0.1
M4	6	0.1
M4	7	0.1
M4	8	0.1
M4	9	0.1


```
#####  
  
rm(list=ls(all=TRUE))  
  
# Llamando tabla de datos  
  
dato<-read.csv("C:/CU.csv")  
  
attach(dato)  
  
fix(dato)  
  
  
  
# Prueba de normalidad  
  
library(nortest)  
  
hist(ESP)  
  
  
  
# Análisis de varianza  
  
# Análisis de varianza  
  
model<-aov(ESP~REPETICION+TRAT)  
  
anova(model)  
  
# Media general  
  
mean(ESP)  
  
  
  
# Coeficiente de variación (%)  
  
df<-df.residual(model)  
  
MSerror<-deviance(model)/df
```

```
CV=100*sqrt(MSError)/mean(RES)
```

```
CV
```

```
# Prueba de comparación múltiple de medias
```

```
# Método de diferencia mínima significativa
```

```
comparison<- HSD.test(RES,TRAT,df,MSError, group=TRUE,main="Prueba  
de Tukey")
```

```
bar.group(comparison,ylim=c(0,.10),density=4,border="blue",ylab="yt",  
xlab="Tratamientos")
```

7.2 - Programación para R en Fe de 0 a 15 cm.

Cuadro 22.Datos acomodados para Fe en Excel.cvs.

Trat	Rep	Var
M1	r1	0.2
M1	r2	0.2
M1	r3	0.2
M1	r4	0.1
M1	r5	0.1
M1	r6	0.1
M1	r7	0.1
M1	r8	0.1
M1	r9	0.1
M2	r1	0.2
M2	r2	0.2
M2	r3	0.5
M2	r4	0.1
M2	r5	0.1
M2	r6	0.7
M2	r7	0.1
M2	r8	0.1
M2	r9	0.1
M3	r1	0.2
M3	r2	0.2
M3	r3	0.1
M3	r4	0.1
M3	r5	0.1
M3	r6	0.1
M3	r7	0.1
M3	r8	0.1
M3	r9	0.1
M4	r1	0.2
M4	r2	0.2
M4	r3	0.2
M4	r4	0.1
M4	r5	0.1
M4	r6	0.1
M4	r7	0.1
M4	r8	0.1
M4	r9	0.1

```

#####

>rm(list=ls(all=TRUE))

> # Llamando tabla de datos

>dato<-read.csv("C:/fe1.csv")

>attach(dato)

> # Análisis de varianza

>model<-aov(var~Rep+Trat)

>anova(model)

> # Media general

> mean(var)

> # Coeficiente de variación (%)

>df<-df.residual(model)

>MSerror<-deviance(model)/df

> CV=100*sqrt(MSerror)/mean(var)

> CV

> # Prueba de comparación múltiple de medias

> # Método de Tukey

>library(agricolae)

>comparison<- HSD.test(var,Trat,df,MSerror, group=TRUE,main="Prueba de
Tukey")

```

Cuadro 23. Datos acomodados para Cu en Excel.csv.

TRAT	REPETICION	RESP
M1	R1	0.1
M1	R2	0.1
M1	R3	0.1
M1	R4	0.1
M1	R5	0.1
M1	R6	0.1
M1	R7	0.1
M1	R8	0.1
M1	R9	0.1
M2	R1	0.1
M2	R2	0.1
M2	R3	0.1
M2	R4	0.1
M2	R5	0.1
M2	R6	0.1
M2	R7	0.1
M2	R8	0.1
M2	R9	0.1
M3	R1	0.1
M3	R2	0.1
M3	R3	0.1
M3	R4	0.1
M3	R5	0.1
M3	R6	0.1
M3	R7	0.1
M3	R8	0.1
M3	R9	0.1
M4	R1	0.1
M4	R2	0.1
M4	R3	0.1
M4	R4	0.1
M4	R5	0.1
M4	R6	0.1
M4	R7	0.1
M4	R8	0.1
M4	R9	0.1

```

#####

rm(list=ls(all=TRUE))

# Llamando tabla de datos

dato<-read.csv("C:/ZN.csv")

attach(dato)

# Análisis de varianza

model<-aov(ESP~REPETICION+TRAT)

anova(model)

# Media general

mean(ESP)

# Coeficiente de variación (%)

df<-df.residual(model)

MSerror<-deviance(model)/df

CV=100*sqrt(MSerror)/mean(ESP)

CV

# Prueba de comparación múltiple de medias

# Método de Tukey

```

```
library(agricolae)
```

```
comparison <- HSD.test(RESP,TRAT,df,MSerror, group=TRUE,main="Prueba  
de  
Tukey")bar.group(comparison,ylim=c(0,.15),density=4,border="blue",ylab="var",  
xlab="Trat")
```

7.3 - Programación para R en Cu, Fe y Zn de 15 a 30cm.

Cu

Cuadro 24. Datos acomodados para Cu en Excel.cvs.

TRAT	REPETICION	RESP
M1	1	0
M1	2	0
M1	3	0.1
M1	4	0
M1	5	0.1
M1	6	0.1
M1	7	0.1
M1	8	0.1
M1	9	0.1
M2	1	0
M2	2	0
M2	3	0
M2	4	0
M2	5	0.1
M2	6	0.1
M2	7	0.1
M2	8	0.1
M2	9	0.1
M3	1	0
M3	2	0
M3	3	0
M3	4	0.1
M3	5	0.1
M3	6	0.1
M3	7	0.1
M3	8	0.1
M3	9	0.1
M4	1	0
M4	2	0
M4	3	0
M4	4	0.1
M4	5	0.1
M4	6	0.1
M4	7	0.1
M4	8	0.1
M4	9	0.1


```

#####

rm(list=ls(all=TRUE))

# Llamando tabla de datos

dato<-read.csv("C:/CuB.csv")

attach(dato)

# Análisis de varianza

# Análisis de varianza

model<-aov(ESP~REPETICION+TRAT)

anova(model)

# Media general

mean(ESP)

# Coeficiente de variación (%)

df<-df.residual(model)

MSerror<-deviance(model)/df

CV=100*sqrt(MSerror)/mean(ESP)

CV

# Prueba de comparación múltiple de medias

# Método de diferencia mínima significativa

comparison<- HSD.test(ESP,TRAT,df,MSerror, group=TRUE,main="Prueba
de Tukey")

```

```
bar.group(comparison,ylim=c(0,.10),density=4,border="blue",ylab="yt",
xlab="Tratamientos")
```

Cuadro 25. Datos acomodados para Fe en Excel.csv.

TRAT	REPETICION	RESP
M1	1	0.2
M1	2	0.2
M1	3	0.1
M1	4	0.1
M1	5	0.1
M1	6	0.1
M1	7	0.1
M1	8	0.1
M1	9	0.1
M2	1	0.2
M2	2	0.2
M2	3	0.2
M2	4	0.2
M2	5	0.1
M2	6	0.1
M2	7	0.1
M2	8	0.1
M2	9	0.1
M3	1	0.2
M3	2	0.2
M3	3	0.1
M3	4	0.1
M3	5	0.1
M3	6	0.2
M3	7	0.1
M3	8	0.1
M3	9	0.1
M4	1	0.2
M4	2	0.2
M4	3	0.1
M4	4	0.1
M4	5	0.1
M4	6	0.4
M4	7	0.1
M4	8	0.1

M4	9	0.1
----	---	-----

```
# Llamando tabla de datos

dato<-read.csv("C:/FeB.csv")

attach(dato)

# Prueba de normalidad

library(nortest)

hist(Resp)

#Transformacion.

x=sqrt(Resp/100)

yt=asin(x)*180/pi

ad.test(yt)

# Análisis de varianza

model<-aov(yt~REPETICION+TRAT)

anova(model)

# Media general

mean(yt)

# Coeficiente de variación (%)

df<-df.residual(model)

MSerror<-deviance(model)/df

CV=100*sqrt(MSerror)/mean(yt)
```

CV

```
# Prueba de comparación múltiple de medias
```

```
# Método de diferencia mínima significativa
```

```
comparison<- HSD.test(yt,TRAT,df,MSerror, group=TRUE,main="Prueba de  
Tukey")
```

```
bar.group(comparison,ylim=c(0,3),density=4,border="blue",ylab="yt",  
xlab="Tratamientos")
```