



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA**

**Evaluación de los ME (microorganismos eficaces) sobre los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del suelo en la producción de maíz.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**

**BIÓLOGO.**

**Autor:**

**JOSÉ ANTONIO MONSALVE RIQUETTI**

**Directora:**

**RAFAELLA ANSALONI**

**CUENCA, ECUADOR**

**2015**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mi familia que me ha soportado todas mis cosas y tonterías por lo cual les agradezco con todo mi corazón.

### **AGRADECIMIENTO**

A todos los profesores de mi escuela especialmente a Rafa por darme una mano gigante en la elaboración de este proyecto.

## RESUMEN

Monsalve Riquetti, iv

### EVALUACIÓN DE LOS ME (MICROORGANISMOS EFICACES) SOBRE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ.

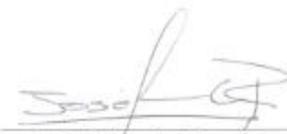
#### RESUMEN

Los suelos de nuestra región presentan baja fertilidad y una marcada degradación, debido al mal manejo y sobre explotación de suelo agrícola. El objetivo de estudio es demostrar la eficiencia de los microorganismos eficaces (ME) para mejorar las características de los suelos y su productividad. Para ello se realizó un cultivo de maíz, utilizando el sistema de bloques completos al azar, fueron 6 tratamientos y cada uno de ellos con 4 repeticiones, estos tratamientos utilizaron los ME, en combinación con las agriculturas tradicional, orgánica y natural.

Los datos de las propiedades químicas, físicas y microbiológicas del suelo fueron medidos antes de la siembra y después de la cosecha. Los datos físicos y productivos del maíz fueron medidos durante el periodo de cultivo. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, los resultados indican que existe un efecto positivo de los ME en la producción de maíz, y no para el mejoramiento de las propiedades químico físicas del suelo.

**PALABRAS CLAVES:** agricultura natural, agricultura orgánica, agricultura tradicional, bocashi, compost

  
Blgo. Edwin Zarate Hugo  
**DIRECTOR DE LA ESCUELA**

  
José A Monsalve Riquetti  
**AUTOR**

  
Dr. Raffaella Ansaloni  
**DIRECTOR DE TESIS**

0967797904

## ABSTRACT

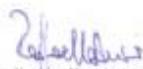
### EVALUATION OF EM (EFFECTIVE MICROORGANISMS) ON SOIL PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS IN CORN PRODUCTION

#### ABSTRACT

The soil of our region has low fertility and a marked degradation due to mismanagement and over-exploitation of agricultural land. The aim of the study is to demonstrate the efficiency of effective microorganisms (EM) to improve soil characteristics and productivity. For this purpose, a corn crop was made using the complete randomized block design system; which included 6 treatments and each with 4 repetitions. These treatments used EM in combination with the traditional, organic and natural farming. The data of the soil chemical, physical and microbiological properties were measured before and after sowing the crop. Physical and corn production data were measured during the growing period. The data obtained were analyzed statistically; the results indicated a positive effect of EM in corn production, but not for the improvement of the physical-chemical properties of soil.

**KEYWORDS:** Natural Agriculture, Organic Agriculture, Traditional Agriculture, *Bokashi* Organic Waste, Compost.

  
Bigo. Edwin Zarate Hugo  
SCHOOL DIRECTOR

  
Dr. Ralbelli Ansatoni  
THESIS DIRECTOR

  
José A. Monsalve Riquetti  
AUTHOR



  
Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO .....	2
1.1 Microorganismos Eficaces. (ME) .....	2
1.1.1 Generalidades .....	2
1.2 Tipos de microorganismos eficaces (ME). .....	3
1.2.1 Bacterias acido Lácticas .....	3
1.2.2 Bacterias fotosintéticas .....	3
1.2.3 Levaduras.....	4
1.2.4 Actinomicetes .....	4
1.2.5 Hongos de fermentación. ....	4
1.3 Efectos de los Microorganismos Eficaces (ME).....	4
1.3.1 Efectos en semilleros .....	5
1.3.2 Efectos en las plantas .....	5
1.3.3 Efectos en el suelo .....	5
1.4 La agricultura natural .....	6
1.4.1 Principios de la agricultura natural.....	6
1.5 Agricultura orgánica .....	8

1.5.1 Definiciones y conceptos .....	8
1.5.2 Principios y objetivos de la agricultura orgánica .....	8
1.5.3 Desarrollo de la agricultura orgánica.....	8
1.5.4 Beneficios de la agricultura orgánica.....	9
1.5.5 Fertilizantes orgánicos .....	10
1.6. Agricultura tradicional.....	11
1.7 El maíz.....	11
1.7.1 Maíz variedad INIAP 101.....	11
1.7.2 Características Agronómicas y de Rendimiento .....	11
 CAPITULO 2: METODOLOGIA.....	 13
 2.1 Diseño experimental de bloques completamente al Azar (DBCA).....	 13
2.2 Análisis Estadístico.....	14
2.3 Toma de datos .....	15
2.3.1 Fase de campo .....	15
2.4 Fase de Laboratorio .....	17
2.4.1 Toma de muestras de Suelo para los análisis físicos y químicos.....	17
2.4.2 Análisis físico y químico del suelo.....	18
2.4.3 Análisis microbiológico del suelo.....	18
2.4.4 Análisis foliar .....	19
2.4.5 Época de muestreo .....	19
2.4.6 Procedimiento .....	19
2.4.7 Preparación de la muestra.....	20
2.5 Tratamientos .....	20
2.6 Siembra.....	22

CAPITULO 3.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	24
3.1 Mejora en la calidad de la cosecha .....	24
3.1.1 Numero de plantas germinadas .....	24
3.2 Días de floración.....	25
3.3 Tamaño de las Plantas.....	26
3.4 Grosor del tallo de las plantas de maíz .....	28
3.4 Biomasa .....	31
3.5 Plantas afectadas por insectos.....	32
3.6 Peso total de las mazorcas .....	32
3.7 Propiedades físicas y químicas del suelo.....	33
3.7.1 El pH.....	33
3.7.2 Materia orgánica.....	34
3.7.3 Capacidad de intercambio catiónico .....	35
3.7.4 Bases intercambiables .....	36
3.7.5 Análisis de relaciones entre elementos.....	40
3.7.5.2 Relación Ca/K.....	41
3.8 Propiedades Físicas del Suelo.....	42
3.8.1 Porcentaje de Compactación del Suelo .....	42
3.8.2 Porcentaje de Humedad .....	42
3.8.3 Densidad seca .....	43
3.8.4 Textura del suelo .....	44
3.9 Análisis microbiológico del suelo.....	45
3.10 Comparativo entre los tratamientos del análisis microbiológico .....	46
3.10.1 Análisis Foliar .....	46

3.10.2 Análisis de tejido vegetal de Hierro (Fe).....	50
3.10.3 Análisis de tejido vegetal de Manganeso (Mn) .....	50
3.10.4 Análisis de tejido vegetal de Cobre (Cu) .....	51
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>52</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>54</b>

ANEXOS .....	57
ANOVA CALIDAD Y CANTIDAD DE LA COSECHA .....	57
ANOVA FISICO.....	63
CLUSTER.....	65
ANEXO FOTOGRAFICO .....	4

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Técnicas aplicadas para los análisis físicos y químicos del suelo .....	18
TABLA 2 Técnicas para el análisis Microbiológico del Suelo.....	18
TABLA 3 Técnicas para análisis foliar.....	19
TABLA 4: Número de plantas germinadas.....	25
TABLA 5: Días de floración.....	26
TABLA 6: Días de floración.....	28
TABLA 7: Altura de las plantas el segundo mes.....	28
TABLA 8: Altura de las plantas en el tercer mes .....	28
TABLA 9 : Grosor del tallo en el primer mes .....	30
TABLA 10: Grosor de las plantas en el segundo mes .....	30
TABLA 11: Grosor del tallo en el tercer mes .....	30
TABLA 12 Biomasa .....	31
TABLA 13 Peso del maíz en mazorcas .....	33
TABLA 14: pH .....	34
TABLA 15: Materia orgánica .....	35
TABLA 16: Capacidad de intercambio catiónico.....	36
TABLA 17 : Porcentaje de compactación del suelo .....	42
TABLA 18: Porcentaje de humedad.....	43
TABLA 19: Densidad del suelo.....	44
TABLA 20: Textura del suelo.....	45
TABLA 21: Análisis microbiológico del suelo .....	46
TABLA 22: Valores de micronutrientes del análisis foliar .....	48
TABLA 23: Relaciones K/Mg y K/N .....	49

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1 Distribución de los bloques, tratamientos y unidades experimentales.	14
GRAFICO 2: Tratamiento y metodología aplicada .....	22
GRAFICO 3 Número de plantas germinadas.....	25
GRAFICO 4: Número de días a floración.....	26
GRAFICO 5: Altura de las plantas en los tres primeros meses .....	27
GRAFICO 6: Grosor del tallo de las plantas .....	29
GRAFICO 7: Biomasa .....	31
GRAFICO 8: Número de plantas afectadas por los insectos .....	32
GRAFICO 9: Peso del maíz en mazorcas .....	33
GRAFICO 10: pH.....	34
GRAFICO 11: Materia orgánica.....	35
GRAFICO 12: Capacidad de intercambio catiónico.....	36
GRAFICO 13: Sodio.....	37
GRAFICO 14: Sodio.....	37
GRAFICO 15: Meq/100g del Potasio en el suelo.....	38
GRAFICO 16: Meq del Mg en el suelo de los tratamientos .....	38
GRAFICO 17: Magnesio en tejido vegetal.....	39
GRAFICO 18: Calcio en el suelo de los tratamientos. ....	40
GRAFICO 19: Calcio a nivel foliar .....	40
GRAFICO 20: Relación Ca/Mg.....	41
GRAFICO 21: Relación Ca/K .....	41
GRAFICO 22: Análisis foliar del Fe. ....	50
GRAFICO 23: Análisis foliar de Mn.....	51
GRAFICO 24: Análisis foliar de Cu.....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 ANOVA CALIDAD Y CANTIDAD DE LA COSECHA .....	57
ANEXO 2 ANOVA FISICO.....	63
ANEXO 3: CLUSTER.....	65
ANEXO 4: Análisis Microbiológico.....	66
ANEXO 5: Análisis químico del suelo .....	1
ANEXO 6 Análisis de capacidad de intercambio .....	1
ANEXO 7 Análisis de textura.....	2
ANEXO 8: Análisis de suelo básico .....	1
ANEXO 9: Análisis químico de suelos.....	1
ANEXO 10 Análisis de capacidad de intercambio .....	1
ANEXO 11: Análisis de textura.....	2
ANEXO 12: Análisis químicos foliar .....	1
ANEXO 13: Análisis físico del Suelo.....	1
ANEXO 15: Análisis físico del Suelo.....	2
FOTO 1: Preparación e Identificación de las Unidades Experimentales.....	4
FOTO 2: Preparación del suelo la siembra, cubriendo el suelo con paja .....	4
FOTO 3: Movimiento de Tierra previo a la preparación del suelo.....	5
FOTO 4: Suelo con cobertura vegetal.....	5
FOTO 5: Inoculación de Microorganismos Benéficos antes de la siembra.....	6
FOTO 6: Elaboración de los agujeros para la siembre .....	6
FOTO 7: Pesaje de las semillas para realizar la siembra .....	7
FOTO 8: Semillas colocadas en ME diluidos en agua.....	7
FOTO 9: Agujeros realizados para colocar la semilla del maíz.....	8
FOTO 10: Siembra del Maíz.....	8
FOTO 11: Fumigación después de la siembra .....	9
FOTO 12: Fumigación al segundo Mes .....	9
FOTO 13: Fumigación a los 45 días .....	10

FOTO 14: Cogollero comiendo la caña de la planta de maíz .....	10
FOTO 15: Riego de las plantas de maíz.....	11
FOTO 16: Plantas en el primer mes .....	11
FOTO 17: Planta al primer mes .....	12
FOTO 18: Aporte de materia orgánica.....	12
FOTO 19: Mezcla de Bocacchi y biofertilizante .....	13
FOTO 20: Medición de las plantas .....	13
FOTO 21: . Medición de los chócolos .....	14
FOTO 22: Toma de las propiedades físicas del suelo con el Densímetro Nuclear después de la cosecha.....	14
FOTO 23: Toma de la densidad antes de la preparación del suelo .....	15
FOTO 24: Arado del suelo en las unidades experimentales de agricultura orgánica y tradicional.....	15
FOTO 25: Profundidad a la que se tomó las muestras de tierra.....	16
FOTO 26: Muestras de suelo .....	16
FOTO 27: Análisis microbiológico del suelo .....	17
FOTO 28: Plantas de maíz secándose para ser pesada .....	17

José Antonio Monsalve Riquetti

Trabajo de Grado

Dra. Raffaella Ansaloni

Mayo 2015.

**EVALUACIÓN DE LOS ME (MICROORGANISMOS EFICACES) SOBRE  
LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL  
SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ.**

**INTRODUCCIÓN**

El suelo es un recurso natural que a lo largo de la historia ha proporcionado el sustento para la población humana; sin embargo, la creciente población mundial y su demanda de alimentos aumentan cada día más la presión sobre este recurso. En las zonas tropicales del mundo se buscan alternativas para conservar los suelos, pues se ha confirmado que no es el clima lo que impide una producción adecuada de la tierra, sino el manejo inadecuado de estos.

De acuerdo con los datos del Promas (2006), es importante adoptar alternativas agroecológicas en nuestra región para acometer de forma gradual acciones que minimicen y brinden soluciones a corto, mediano y largo plazo, ya que el 69,6% de los suelos tienen bajo contenido de MO y el 43,3% presentan una erosión de fuerte a mediana, lo cual limita su productividad.

El objetivo de estudio es demostrar la eficiencia de los microorganismos eficaces (ME) para mejorar las características de los suelos agrícolas, determinando si existe un grado de restauración del suelo, químico, físico y microbiológico. Evaluar la calidad de producción del maíz, y evaluar de la biomasa del maíz.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

En la zona sur de Ecuador existe una baja de fertilidad y productividad agrícola debido al mal uso del suelo y técnicas agresivas al medio ambiente.

Las principales causas de la pérdida de la productividad y fertilidad del suelo, es la erosión del suelo por técnicas de riego inadecuadas, los monocultivos y el uso de pesticidas, insecticidas y fungicidas en forma indiscriminada.

Esta situación hace necesaria la búsqueda de formas alternativas de cultivo más amigables con el medio ambiente, entre las técnicas más usadas en la actualidad está la de los microorganismos eficaces (ME), que se comenzó a utilizar en Japón en los 1970 por el Dr. Teruo Higa y que consiste en introducir microorganismos al suelo que produzcan una serie de cambios tanto físicos como químicos que mejoren la fertilidad del suelo y de la producción.

#### **1.1 Microorganismos Eficaces. (ME)**

##### **1.1.1 Generalidades**

Rodríguez (2009), manifiesta que los microorganismos eficaces (ME) fueron desarrollados en la década de los 70, por el profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. Teóricamente este producto comercial se encuentra conformado esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos.

Piedrabuena (2003), indica que los Microorganismos Eficaces son una combinación de microorganismos beneficiosos de cuatro géneros principales: Bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación.

Estos microorganismos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus.

Hurtado (2001), expresa que ME viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficaces.

## **1.2 Tipos de microorganismos eficaces (ME).**

### **1.2.1 Bacterias ácido Lácticas**

Biosca (2001), manifiesta que estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

### **1.2.2 Bacterias fotosintéticas**

Biosca (2001), indica que son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficaces.

EARTH (2008), expresa que estas bacterias funcionan como un componente importante del ME. Ayudan a mantener el balance con otros microorganismos eficaces, permitiendo coexistir y funcionar juntamente con los mismos.

### **1.2.3 Levaduras**

Biosca (2001), indica que estos microorganismos sintetizan sustancias anti microbiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficaces como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

EARTH (2008), manifiesta que la levadura ayuda a fermentar la materia orgánica y contiene vitaminas y aminoácidos.

### **1.2.4 Actinomicetes**

APNAN (2003), manifiesta que funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biácidas). Benefician el crecimiento y actividad del Azotobacter y de las micorrizas.

### **1.2.5 Hongos de fermentación.**

APNAN (2003), expresa que los hongos de fermentación como el Aspergillus y el Penicillum actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esterres y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales.

## **1.3 Efectos de los Microorganismos Eficaces (ME).**

IDIAF (2009), manifiesta que el mejor uso de ME en agricultura depende de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores. Con la aplicación de ME el suelo retiene más agua. Este cambio implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos. Esta mejora viene dada tanto por el incremento

de materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico que aporta ME al suelo, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua.

El uso de ME incrementa tanto el crecimiento como la productividad del cultivo. Los principales beneficios para los cultivos se originan en el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento. Los macro y micronutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan.

### **1.3.1 Efectos en semilleros**

Silva (2009), indica que existe aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

### **1.3.2 Efectos en las plantas**

Según Silva (2009), manifiesta que genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.

Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

### **1.3.3 Efectos en el suelo**

Silva (2009), expresa que los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se enmarcan en:

### **1.3.3.1 Efectos en las condiciones físicas del suelo**

Cumplen un papel de acondicionador, mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, mejora y reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua, tornando los suelos capaces de absorber 24 veces más las aguas, evitando la erosión por el arrastre.

### **1.3.3.2 Efectos en las condiciones químicas del suelo**

Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijos, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.

### **1.3.3.3 Efectos en la microbiología del suelo**

Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos eficaces nativos prosperen.

## **1.4 La agricultura natural**

El método de la agricultura natural fue propuesto por el maestro Mokichi Okada (Rodríguez1992) después de la segunda guerra mundial y consiste en respetar los principios y normas básicas de la naturaleza misma.

Dicho en otras palabras fundamentalmente este método agrícola observa la relación entre el las leyes que rigen la naturaleza y el hombre.

Según los principios de la Agricultura Natural, si se utilizan correctamente las fuerzas del universo y su energía, se puede obtener suficiente producción en las cosechas sin necesidad de utilizar insecticidas, ni fertilizantes. Como prueba de ello indicó que en el mundo natural vemos el crecimiento de árboles y hierbas sin la penetración de insectos dañinos.

### **1.4.1 Principios de la agricultura natural**

La agricultura natural está basada en 4 principios principales, los cuales son fundamentales para el correcto funcionamiento de esta metodología. Por medio de

los cuales se trata de restaurar y sanear los suelos, así también aumentar la producción con un gasto menor de dinero y energía

#### **1.4.1.1 Los cuatro principios**

El primero es no arar la tierra, es decir, nada de arado profundo ni revolver la tierra. Durante cientos de años. La tierra se cultiva a si misma por medio de la penetración de las raíces de plantas y por la actividad de los microorganismos, pequeños animales y lombrices de tierra.

El segundo es no usar fertilizantes o compost comercial preparado. La gente interfiere con la naturaleza, no puede curar las heridas resultantes. Las prácticas descuidadas de cultivo y drenado del suelo, de sus nutrientes esenciales tienen como resultado una clara depredación de la tierra. Si es dejada a su aire, el suelo mantiene su fertilidad, naturalmente en concordancia con el ordenado ciclo de la vida de plantas y animales.

El tercero es no eliminar malas hierbas por labrado o con herbicidas. Las "malas hierbas" juegan su papel en la construcción de la fertilidad del suelo y en el equilibrio de la comunidad biológica. Como un principio fundamental, las hierbas deben ser controladas, no eliminadas.

El cuarto es no dependencia de los productos químicos. Desde el momento en que una planta débil se desarrolla como consecuencia de prácticas no naturales como el arado y los fertilizantes, la enfermedad y el desequilibrio de insectos -plagas- siempre estará presente.

#### **1.4.1.2 Técnicas de fertilización del Suelo**

En esta metodología entre sus principios se encuentra la no utilización de compuestos químicos como fertilizantes, por este motivo la agricultura natural se ha preocupado en la generación de alternativas saludables para la fertilización del suelo las más conocidas y utilizadas es el Bocashi.

#### **1.4.1.3 Bocashi**

El Bocashi es el resultado de la fermentación de materia orgánica, como harina de arroz, harina de pescado, harina de maíz, carbón, etc

Este es el mismo caso que el Bocashi. La ventaja de estos materiales es para que el proceso de fabricación fermentativa del Bocashi está dado por la utilización de ME.

## **1.5 Agricultura orgánica**

### **1.5.1 Definiciones y conceptos**

Según (Tegura 1978) el término agricultura orgánica, se refiere al proceso que utiliza métodos que respetan el medio ambiente, desde las etapas de producción hasta las de manipulación y procesamiento. La producción orgánica no sólo se ocupa del producto, sino también de todo el sistema que se usa para producir y entregar el producto al consumidor final.

### **1.5.2 Principios y objetivos de la agricultura orgánica**

La agricultura orgánica se basa en el uso mínimo de insumos externos y evita los fertilizantes y plaguicidas sintéticos. Las prácticas de la agricultura orgánica no pueden garantizar que los productos estén completamente libres de residuos, producidos por la contaminación general del medio ambiente. No obstante, se utilizan métodos para reducir al mínimo la contaminación del aire, el suelo y el agua.

El objetivo principal de la agricultura orgánica es optimizar la salud y la productividad de las comunidades interdependientes del suelo, las plantas, los animales y las personas.

### **1.5.3 Desarrollo de la agricultura orgánica**

Hacia finales de los años 80, el desarrollo lento pero constante de la agricultura orgánica fue impulsado por organizaciones de base, agricultores y comerciantes. En los Estados Unidos, los estados de Oregon y California adoptaron su legislación orgánica en 1974 y 1979, respectivamente.

En el resto del mundo, pasó largo tiempo antes de que las normas establecidas por la comunidad de agricultura orgánica (por ejemplo, la Asociación de Suelos -Soil Association- del Reino Unido en 1967 e IFOAM en 1980) tuvieran eco en las legislaciones nacionales y supranacionales y en los sistemas de control (por ejemplo,

Francia adoptó sus leyes en 1985, y 1991 marcó la adopción de la Regulación de la Unión Europea N° 2092/91).

#### **1.5.4 Beneficios de la agricultura orgánica**

Gracias a los métodos de fertilización orgánica, el contenido de materia orgánica es generalmente más alto en los suelos trabajados orgánicamente que en los suelos de explotación tradicional, que han sido fertilizados exclusivamente con minerales.

##### **1.5.4.1 En el suelo**

El contenido de materia orgánica es, por lo general, más elevado en los suelos que se manejan orgánicamente, lo que indica no sólo una mayor fertilidad y estabilidad de los suelos orgánicos sino también una capacidad de retención de humedad más elevada, que reduce el riesgo de erosión y desertización.

Los suelos cultivados orgánicamente poseen una actividad biológica superior y una mayor cantidad de masa de microorganismos, que aceleran el reciclado de nutrientes y mejoran la estructura del suelo.

##### **1.5.4.2 En el agua**

La agricultura orgánica no representa riesgo alguno en relación con la contaminación del agua subterránea y superficial a través de plaguicidas sintéticos. Los índices de filtración de nitrato por hectárea son muy inferiores en la agricultura orgánica en comparación con los sistemas convencionales.

##### **1.5.4.3 En el aire**

La agricultura orgánica permite que los ecosistemas se adapten mejor a los efectos de los cambios climáticos y posee un potencial mayor para reducir las emisiones de gas invernadero. Las estrategias agrícolas orgánicas, mediante el reciclado de la materia orgánica y al restringir los ciclos internos de nutrientes, contribuyen con el secuestro de carbono.

### **1.5.5 Fertilizantes orgánicos**

Los abonos orgánicos consisten en materiales de origen natural, en antítesis de los fertilizantes químicos. La calidad de los abonos orgánicos depende de su materia prima y de su proceso de fabricación.

#### **1.5.5.1 Compost**

El compost, composta o compuesto (a veces también se le llama abono orgánico) es el producto que se obtiene del compostaje, y constituye un grado medio de descomposición en la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono. Se denomina humus al grado superior de descomposición de la materia orgánica.

**“La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o por vía anaeróbica. Llamamos compostaje”**(F. Da Silva 2005), al ciclo aeróbico (con alta presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica. Llamamos **“metanización al ciclo anaeróbico (con nula o muy poca presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica.”**(F. Da Silva, 2005)

El compost, es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos).

El compost mejora la estructura del suelo, incrementa la cantidad de materia orgánica y proporciona nutrientes, mayormente macronutrientes como el nitrógeno, potasio y fósforo. (F.Da Silva 2005)

#### **1.5.5.2 Gallinaza**

Este tipo de abono orgánico consiste en la acumulación del estiércol de la gallina, la que se puede compostar por medio de un método llamada vallado, que consiste en unir la una parte de gallinaza por 3 a 6 de tierra ligeramente humedada (F. Da Silva, 2005), a esta mezcla se la debe proteger de la lluvia, en ocasiones algunas personas cambian la tierra por compost,

## **1.6. Agricultura tradicional**

Este tipo de agricultura varía de acuerdo a la zona en donde se va a cultivar, por ejemplo: en la zona de Nabón el lugar donde se realizó el estudio la siembra del maíz se caracteriza por la utilización del arado, la no utilización de fertilización en suelo con ningún tipo de abonos orgánicos ni químicos, la semilla se colocan a una distancia de 30 cm entre cada una y a 80 cm entre cada columna de siembra.

La forma de mantener el suelo en la agricultura tradicional es dada por la rotación de diferentes cultivos

## **1.7 El maíz**

El origen del maíz tiene en el continente americano, particularmente en Centroamérica y Sudamérica, convirtiéndose en uno de las principales fuentes de alimentación de la región, ya desde la época precolombina ya formaba parte de la dieta de las diferentes culturas que habitaban esta región, y además se presentaba en ellas como fuente de bienestar y poder. En la actualidad el maíz sigue siendo parte de la dieta; pero también se utiliza como la base para la elaboración de alimentos para animales.

### **1.7.1 Maíz variedad INIAP 101**

Esta variedad del maíz que se encuentra adaptado a las condiciones maiceras del callejón interandino ya que se cultiva en un rango altitudinal de 2400 a 2800 m.s.n.m., esta variedad fue elaborado por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), entre los años 1971 y 1979, esta es una variedad modificada de la especie *Zea mays* L, Esta variedad se caracteriza por ser una maíz blanco harinoso y muy precoz

### **1.7.2 Características Agronómicas y de Rendimiento**

Entre las principales características agronómicas encontramos que la floración femenina brota al día 92, altura promedio de planta 1,95 m, altura media de inserción de la mazorca en la planta es de 0,94 m, numero de hileras 12 a 14, porcentaje de grano 79 por ciento, porcentaje de tusa 21, tipo de grano: grande, blanco, harinoso, peso promedio de 100 semillas 74 gramos, periodo vegetativo 205

días (desde la siembra hasta la cosecha), cosecha en choclo 120 a 130 días el grano contiene entre 7,6 y 8 por ciento de proteína. (Caviedes, C 2001)

El rendimiento de la variedad INIAP 101, a nivel experimental, para algunas zonas maiceras de la Sierra tiene un rango de 2485 kg/ha a 4582 kg/ha. Se recomienda sembrar entre el 15 de septiembre y el 15 de noviembre, la distancia de siembra es de 80 cm entre surcos, por 25 cm entre plantas y una semilla por sitio, o 50 cm entre plantas y dos semillas por sitio; equivale, en ambos casos, a una densidad de 50000 plantas por hectárea. (INIAP 1998).

## **CAPITULO 2**

### **METODOLOGÍA**

En el presente trabajo se aplicó el diseño de bloques completamente al azar, este diseño experimental consiste en la estructuración de bloques los cuales se subdividen en pequeñas unidades experimentales en las cuales se aplican los diferentes tratamientos que son el centro del estudio, en este caso son un total de seis tratamientos.

Los datos obtenidos directamente en el campo son: grosor y alto de tallos, poder de germinación, días a floración, fecha a la cosecha, peso de las mazorcas, número de mazorcas, número de granos por mazorca, etc. Ver gráfico 1.

Los datos físicos, microbiológicos, químicos del suelo y el análisis foliar de las plantas sembradas, se obtuvieron con ayuda de laboratorios especializados en cada una de los temas.

#### **2.1 Diseño experimental de bloques completamente al Azar (DBCA)**

En el presente estudio se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA). Para la aplicación de este método científico se procedió a formar los bloques en un área de 650 m<sup>2</sup> con la ayuda de un levantamiento topográfico. El área total de siembra fue de 480 m<sup>2</sup> y 170 m<sup>2</sup> se destinó para caminaria. Esta área se dividió en cuatro bloques de 28 \* 5 m, entre bloque y bloque 1 m de distancia; a la vez cada bloque se subdividió en 6 unidades experimentales de 20 m<sup>2</sup> (5 m\*4 m) de área, separadas entre sí por una distancia de 80 cm. La elección de las unidades experimentales para cada uno de los tratamientos fue por medio de un sorteo, es decir al azar.

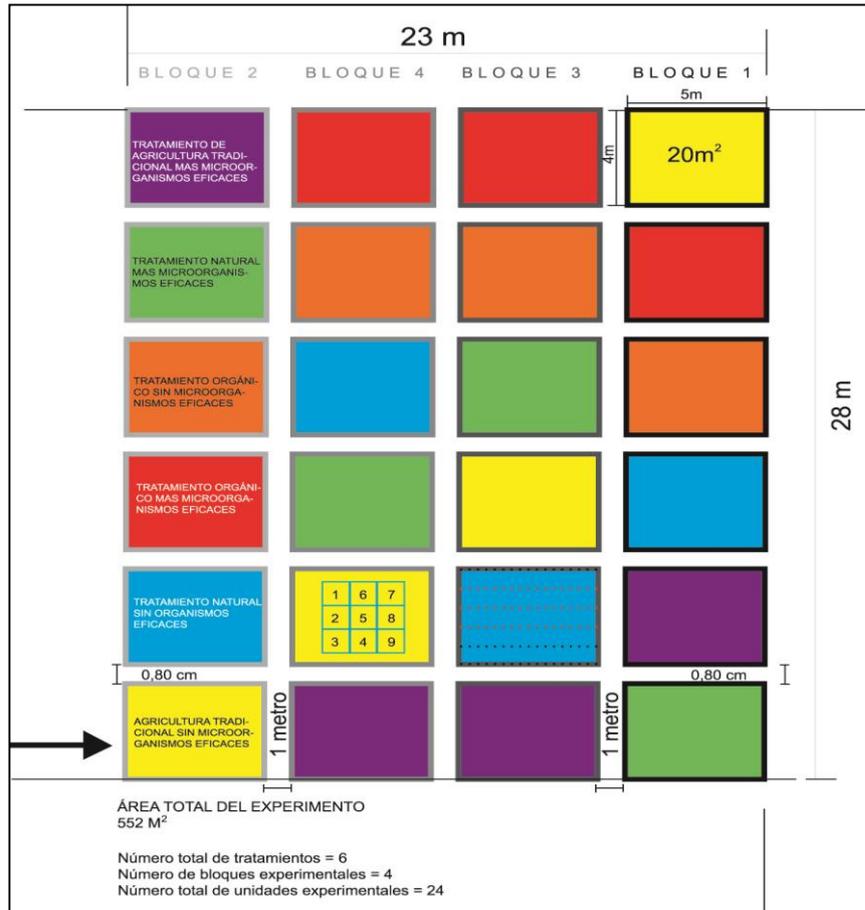


GRAFICO 1 Distribución de los bloques, tratamientos y unidades experimentales.

El objetivo primario de organizar las unidades experimentales dentro de bloques es el de reducir la variación residual. Esta reducción se logra haciendo a la unidades experimentales lo más parecido posible dentro de un bloque y los más diferente posible entre bloques.

El criterio final para juzgar un DBCA será su habilidad para reducir la varianza residual.

## 2.2 Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó en el programa llamado INFOSTAT que es un programa libre en internet, este programa se fue elaborado en la universidad de Mendoza-Argentina dirigido al campo de la agricultura

El análisis utilizado fue el análisis de varianza (ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados, en

el cual la varianza esta particionada en ciertos componentes debidos a diferentes variables.

## **2.3 Toma de datos**

### **2.3.1 Fase de campo**

En esta fase de obtención de datos se realizaron las siguientes mediciones: alto y grosor del tallo de las plantas en los primeros tres meses; número de plantas germinadas; días a floración; fecha a la cosecha; número de mazorcas; peso de la mazorca; número de granos por mazorca; peso de maíz desgranado; número de plantas afectadas por insectos; tamaño de la mazorca y biomasa

#### **2.3.1.1 Número de plantas germinadas**

Para la obtención de esta variable, se el número de plantas germinadas en un periodo desde el 5° día al 10° días después de la cosecha, este se realizó en las tres hileras centrales, con el fin de evitar un contaminación entre los tratamiento.

#### **2.3.1.2 Día a floración**

Para determinar el día a floración, se revisaron las plantas de maíz diariamente hasta que un 80% de las plantas tengan flor.

#### **2.3.1.3 Número de mazorcas**

La medida de esta variable se realiza en las tres filas centrales en cada una de las unidades experimentales, desde el día 100 de la siembra se comienza a hacer el control para determinar si las mazorcas se encuentran listas para ser cultivadas. Cuando las mazorcas están listas se toman de la planta en cada una de las unidades experimentales, se procede a contar cuantas mazorcas han sido recolectadas por unidad experimental.

#### **2.3.1.4 Peso en mazorca**

Después de la cosecha todas las mazorcas cultivadas son colocadas en un saquillo y son pesadas en mazorca en una balanza romana, el peso obtenido correspondió al peso de la mazorca sin las hojas que la cubren.

### **2.3.1.5 Peso en grano de 60 unidades**

Luego de tomar el promedio del número de mazorcas por tratamiento tomamos el promedio más bajo de todos los tratamientos que en este caso fueron 60 mazorcas de cada unidad experimental. Este número de mazorcas, fueron desgranadas y pesadas en una balanza casera por medio de la cual se obtuvo el valor de esta variable.

### **2.3.1.6 Número de granos por mazorca**

Al igual que la variable anterior se tomaron las 60 mazorcas de cada unidad experimental y se procedió a contar el número de granos que existen por mazorca, luego de eso se saca un promedio por unidad experimental dentro de cada uno de los tratamientos.

### **2.3.1.7 Peso de la materia seca**

Luego de la cosecha se cortaron las plantas desde el cuello de la planta, luego de reunieron por unidades experimentales correspondientes a los 6 diferentes tratamientos, todas las plantas de maíz cortadas, se dejó secar a temperatura ambiente, hasta que las plantas estén sin humedad, en ese momento se pesaron las plantas secas en una balanza romana.

### **2.3.1.8 Días a la cosecha**

Esta variable corresponde al día en que las mazorcas están listas para la cosecha que va desde el día de la siembra hasta el día en la cual son cultivadas el total de cosechas en cada unidad experimental de cada uno de los 6 tratamientos en estudio.

### **2.3.1.9 Número de plantas afectadas por insectos**

Se cuentan las plantas que son afectadas por insectos especialmente el cogollero, tanto en las mazorcas como en el tallo de las plantas de maíz, esta variable se va realizar en las tres columnas centrales en cada una de las unidades experimentales correspondientes a los tratamientos.

## **2.4 Fase de Laboratorio**

### **2.4.1 Toma de muestras de Suelo para los análisis físicos y químicos**

Las muestras para el primer análisis de suelo fueron tomadas en 16 puntos diferentes del terreno total del experimento, puntos que fueron seleccionados al azar, para determinar los puntos se trazaron líneas diagonales, verticales y horizontales en la parcela y en los puntos en donde se cruzaron tres líneas se tomaron las muestras del suelo a una profundidad de 30 cm., En cada uno de los 16 puntos se toma un total de 2 kg. Las muestras de suelo fueron agrupadas y homogenizadas, de esta gran muestra se toma 5 kg y es enviados al Laboratorio Nemanlab S.A.

Para el segundo análisis químico, tomamos 3 puntos en cada una de las unidades experimentales, los puntos de muestreo fueron seleccionados de un cuadrante de 3 m\* 3 m., que fue trazado en el centro de la unidad experimental, el mismo que fue dividido en cuadrículas de 1m\*1m, los cuadrantes de la cuadrícula fueron numerados y sorteados.

En cada uno de estos puntos de muestreo se tomaron 2 kg de muestra 30 cm. de profundidad, posteriormente fueron agrupadas y homogenizada por tratamiento, de estas muestras se tomaros 5 kg la cual fueron enviados al laboratorio Nemanlab S.A., en donde fueron analizados.

#### **2.4.1.1 Suelo**

Las muestras previamente bien identificadas, se extienden uniformemente en una cartulina de papel de 40 cm \* 50 cm, en un lugar limpio y se deja secar a temperatura ambiente por un tiempo que al tocar no se sienta humedad en la muestra.

Las muestras secas se someten a una molienda que tenga una cabeza y las cribas de acero inoxidable, lo que garantiza el análisis de micronutrientes, en la mayoría de los análisis rutinarios del suelo, las cribas corresponde a una malla número 10 (2 mm), el material molido de empaca en fundas de papel o de polietileno con capacidad 0,50 kg. Luego de ser identificadas pasan al laboratorio.

### 2.4.2 Análisis físico y químico del suelo

Estos análisis se realizaron en dos ocasiones el primer análisis se realiza antes de la preparación del suelo para las siembra, la segunda después de la cosecha. Las variables físicas a determinar en el laboratorio fueron (ver tabla 1):

TABLA 1: Técnicas aplicadas para los análisis físicos y químicos del suelo

Tipo de Análisis del Suelo	Parámetro	Método*
Físico	Compactación	Proctor Modificado
Físico	Textura	Tamizado
Químico	Ph	Suelo : Agua 1:2,5
Químico	S, B	Fosfato de Calcio
Químico	P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, Na.	Olsen modificado
Químico	NH <sub>4</sub>	Olsen modificado
Químico	Materia Orgánica	Dicromato de Potasio
Químico	C. E	Pastas Saturadas

### 2.4.3 Análisis microbiológico del suelo

Los análisis microbiológicos (ver tabla 2) fueron realizados en la Universidad de Cuenca en la facultad de Ingeniería Química en el departamento de microbiología por las doctora María del Carmen López y Adelina Astudillo, siguiendo las normas INEN consideradas para estudios y estos fueron:

TABLA 2 Técnicas para el análisis Microbiológico del Suelo

Microorganismos	Metodología
Bacterias Totales	PCA
Hongos	Saburon
Levaduras	Saburon

Este análisis al igual que los físicos-químicos se realizaron en dos ocasiones uno antes de la siembra y el segundo después de la cosecha, con el fin de determinar en

qué condiciones se encontraba el suelo antes de la siembra y en qué condiciones microbiológicas se encuentra el suelo después de la siembra y de la aplicación de los micro organismos eficaces.

#### 2.4.4 Análisis foliar

En el análisis foliar se determinan el valor nutricional de las plantas por medio de las hojas de las diferentes plantas que están en estudio, los nutrientes a cuales se les realizo los estudios son:

TABLA 3 Técnicas para análisis foliar

Análisis Foliar	Metodología*
P, k, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, Na, S y B	Digestión vía humedad con mezcla de ácido nítrico y perclórico
N <sub>2</sub>	Olsen Modificado

#### 2.4.5 Época de muestreo

Por medio de este análisis se determina el estado nutricional del cultivo comprende desde la aparición de la mazorca hasta cuando el grano del maíz está en estado lechoso y el 75% de las plantas tienen visibles los estigmas. (A, Suarez 2001)

#### 2.4.6 Procedimiento

En las plantaciones se planifican bloques de muestreos con características definidas de tipo de suelo y manejo de la plantación. En estos bloques se debe obtener una muestra compuesta conformada por 50 a 100 plantas. De cada hoja se obtiene un tercio longitudinal central de la hoja, se debe retirar la nervadura central, empaquetar y enviar al laboratorio según sus normas internas (ver dibujo 3) (A, Suarez 2001)

Tener especial atención a la uniformidad de las plantas a muestrear y el proceso de seleccionar al azar dentro de la población de las plantas así como el estado físico de las hojas. (A, Suarez 2001)

#### **2.4.7 Preparación de la muestra**

Luego del muestreo del tejido vegetal las muestras son generalmente sometidas a cuatro fases de preparación antes del análisis químico.

Limpieza del material para remover la contaminación superficial, ya que este tipo de contaminación puede afectar los resultados de los análisis, por lo cual debe ser removida antes del secado, remoción de la contaminación superficial se remueve con un trapo húmedo, un cepillo de cerdas finas, hasta el lavado con una solución de detergente al 0.1% y posteriormente enjuagar con abundante agua destilada.

Secado del material con el fin de parar la reacciones enzimáticas y prepara el material para la molienda, el secado se realiza sometiendo a los tejidos vegetales a una temperatura de 70° C, como temperatura máxima, hasta que la muestra este completamente seca

En una molienda mecánica acero inoxidable a tipo Wiley con cribas de 1mm, se triturara el material vegetal para llevarle a una fineza apropiada para el análisis químico. El secado final se realiza colocando en un brasco plástico de capacidad mínima de 10 gr, que debe ser sellado herméticamente para prevenir los cambios de humedad manteniendo un peso constante para obtener un valor uniforme en cual se basan los resultados analíticos

#### **2.5 Tratamientos**

Los tratamientos son un total de 6 que fueron identificados por colores; el tratamiento natural más microorganismos es de color Verde, natural sin microorganismos es Azul, orgánica más microorganismos es de color rojo, el orgánico sin micro organismos está representado por el color tomate (orgánico sin ME), el tradicional más microorganismos es de color Lila (tradicional con ME) y por último tradicional sin microorganismos con el color Amarillo ( tradicional sin ME), Cada uno de estos tratamientos presenta características determinadas que son descritas a continuación.

Amarillo - Cultivo tradicional: es el cultivo que realizan las personas de la zona, y consiste en la siembra de maíz sin la ayuda de sustancias químicas, orgánicas ni naturales.

Tomate - Cultivo orgánico: Este se basa en la utilización de compuestos orgánicos como “guano” con un aporte de 13 t/ha y compost con 7 t/ha (descomposición de materia orgánica). En nuestro estudio será adicionado al suelo con una anterioridad de 15 días respecto a la siembra. Al igual que en el caso anterior (cultivo tradicional), se realizará el deshierbe al mes y medio, así como el aporque (Holt, E. y Rusmore, C., 2000).

Azul (natural sin ME) (cultivo natural) - Cultivo Natural: Se basa en la utilización de compuestos naturales como el rastrojo, con un aporte de 13 t/h y el bocachi con 2 t/ha. Este aporte se realizó 15 días antes de la siembra y consistirá de un fermento de materia orgánica con harina de arroz, para producir microorganismos eficaces, con el mismo patrón de deshierbe y aporque de los dos tratamientos anteriores (Hiha, T. y Parrl, J., 2001).

Lila.- (tradicional más ME).

Rojo (orgánico más ME) y

Verde (natural más ME).

Todos los que indicamos con ME tienen el mismo protocolo que los anteriores, con la diferencia de que se inoculará microorganismos eficaces tanto en la semillas, en una relación 1:500, en una cantidad de 10 l./ha, esto se efectuará dejando en reposo las semillas en esta dilución por un tiempo aproximado de una hora. La aplicación de microorganismos al suelo en estos tratamientos, se realizará con una anterioridad de 15 días con respecto a la siembra, en una cantidad de 20 l/ha. en una relación 1:100.

La numeración de los bloques y distribución de los tratamientos dentro de los bloques, se realizaron por un sorteo, la distribución final de los tratamientos dentro de los bloques, en cada una de las unidades experimentales se pueden observar en el gráfico que se encuentra continuación.

El siguiente aporte de ME se realizará de 15 días después de la siembra, con una periodicidad de 15 días, desde el día 15 hasta el día 90, en la misma proporción y cantidad que la primera aplicación (Hiha T, Parr J, 2001). Estas diluciones se efectuarán en agua de río que será previamente filtrada.

Todas las aplicaciones se realizaron en suelos húmedos y como los microorganismos son sensibles al calor se deben aplicar muy en la mañana o entrada la tarde. La nuestra se realizará a partir de las 07h00 a 09h00 o de las 18h00 a 20h00.

Tratamiento	Agricultura	Microorganismo Eficaces	Descripcion
Verde	Agricultura Natural	Si	Se basa en la utilización de compuestos naturales como el rastrojo, con un aporte de 13 t/ha. y el bocachi con 2 t/ha. Este aporte se realizó 15 días antes de la siembra y consistirá de un fermento de materia orgánica con harina de arroz, para producir microorganismos benéficos, con el mismo patrón de deshierbe y aporte de los dos tratamientos anteriores
Azul	Agricultura Natural	No	Se basa en la utilización de compuestos naturales como el rastrojo, con un aporte de 13 t/ha. y el bocachi con 2 t/ha. Este aporte se realizó 15 días antes de la siembra y consistirá de un fermento de materia orgánica con harina de arroz, para producir microorganismos benéficos, con el mismo patrón de deshierbe y aporte de los dos tratamientos anteriores
Rojo	Organica	Si	Este se basa en la utilización de compuestos orgánicos como "guano" con un aporte de 13 t/ha y compost con 7 t/ha
Tomate	Organico	No	Este se basa en la utilización de compuestos orgánicos como "guano" con un aporte de 13 t/ha y compost con 7 t/ha
Lila	Tradicional	Si	Es el cultivo que realizan las personas de la zona, y consiste en la siembra de maíz sin la ayuda de sustancias químicas, orgánicas ni naturales.
Amarillo	Tradicional	No	Es el cultivo que realizan las personas de la zona, y consiste en la siembra de maíz sin la ayuda de sustancias químicas, orgánicas ni naturales.

GRAFICO 2: Tratamiento y metodología aplicada

## 2.6 Siembra

Los bloques y unidades experimentales se instalarán en un terreno de 3500 m<sup>2</sup>, tomándose los 650 m<sup>2</sup> centrales con ayuda de un levantamiento topográfico. El área total de siembra será de 480 m<sup>2</sup> y 170 m<sup>2</sup> se destinaría para caminería. Esta área se dividirá en cuatro bloques de 28 \* 5 m. Entre bloque y bloque habrá 1 m de distancia, cada bloque se subdividirá en 6 unidades experimentales de 20 m<sup>2</sup> (5 m\*4 m) de área, separadas entre sí por una distancia de 80 cm

En cada unidad experimental existirán seis columnas separadas entre sí por una distancia de 80 cm. En cada una de estas columnas habrá filas de 16 agujeros, en los cuales se sembrará tres y cuatro semillas en forma alternada, a distancias de 30 cm. Como en la agricultura natural el arado no es necesario, se utilizará una estaca de 7 cm de diámetro para hacer agujeros de 30 a 40 cm de profundidad, y en los que necesitan arado se realizaron dos cruces.

A los dos meses se realizó el desherbé en todas las unidades experimentales, la maleza que se extrajo de las unidades experimentales se volteó y se cubrió con tierra y a las unidades experimentales de los tratamientos Verde, Tomate (orgánico sin ME) y Lila se fumigo con ME

## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se observará y se discutirá la eficacia de los Microorganismos Eficaces (ME) sobre los diferentes parámetros que fueron tomados en cuenta. Los parámetros químicos fueron materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, pH. Entre los factores físico encontramos compactación densidad seca, textura del suelo y porcentaje de humedad.

En los análisis foliares se observan los cuadros con los valores encontrados en las hojas del maíz y en el análisis microbiológico del suelo se discutió sobre los valores encontrados tanto de hongo como bacterias.

#### 3.1 Mejora en la calidad de la cosecha

##### 3.1.1 Numero de plantas germinadas

Como se puede observar en la tabla 3 existente una diferencia significativa en el número de plantas germinadas entre los diferentes tratamientos.

Los tratamientos a los que se les aplicaron ME presentan un mayor número de plantas germinadas identificadas por análisis estadístico con la letra A (Tratamientos Verde y rojo), sus tratamientos similares que se identificaron con la letra B (Tratamiento Tomate (orgánico sin ME) y azul (natural sin ME)), el tratamiento Lila (C), que es el tradicional más ME presenta un aumento de plantas germinadas que el tratamiento Tradicional sin ME (D), demostrando que existe un afecto favorable en la germinación de las plántulas.

Silva (2009), indica que existe aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico, aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.

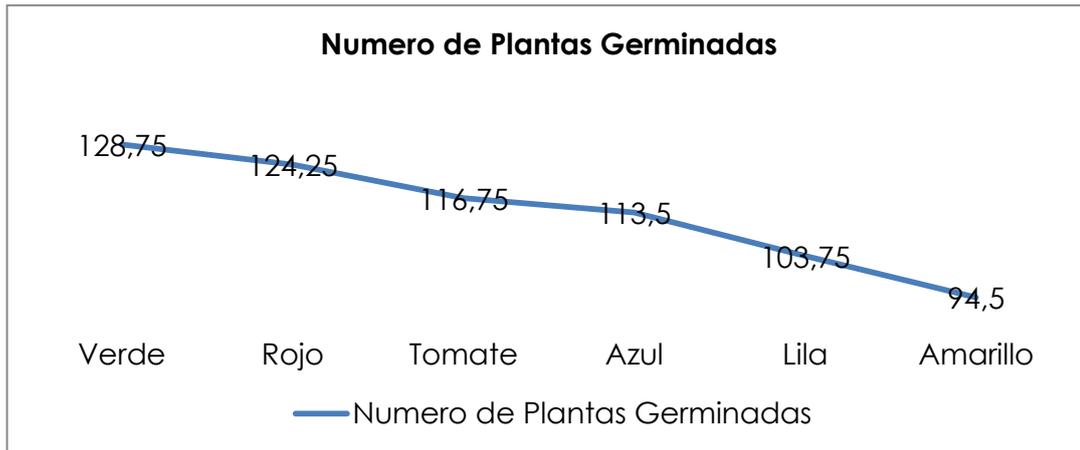


GRAFICO 3 Número de plantas germinadas

TABLA 4: Número de plantas germinadas

Número de Plantas Germinadas		
Tratamientos	Medias	Grupos
Verde (natural con ME)	128,75	A
Rojo (orgánica con ME)	124,25	A
Tomate (orgánico sin ME)	116,75	B
Azul (natural sin ME)	113,50	B
Lila (tradicional con ME)	103,75	C
Tradicional sin ME	94,50	D

### 3.2 Días de floración

En la tabla 5 se observa una diferenciación en 5 grupos, dando una clara idea de la acción de los microorganismos eficaces sobre el desarrollo de la plantas. El tratamiento Verde (natural con ME) presenta el menor tiempo de floración que los demás tratamientos, también existe una diferencia significativa entre los tratamientos orgánicos ya que el tratamiento Rojo es el que se fumigo con ME y el Tomate (orgánico sin ME) que no se fumigo ME.

En los tratamientos tradicionales también existen diferencias significativas en los días de floración, presentando un tiempo menor el tratamiento Lila que presenta ME durante su tiempo de siembra.

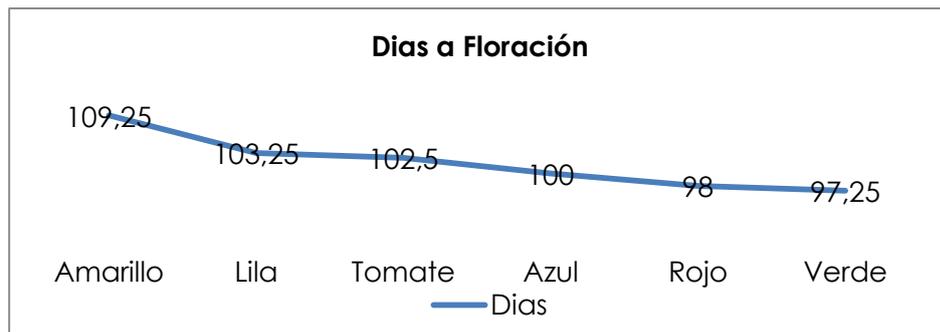


GRAFICO 4: Número de días a floración

TABLA 5: Días de floración

Números de días a la floración		
Tratamientos	Medias	Grupos
Agr. Tradicional sin ME	109,25	A
Lila (tradicional con ME)	103,25	B
Tomate(orgánico sin ME)	102,50	B C
Azul (natural sin ME)	100,00	C D
Rojo (orgánica con ME)	98,00	D
Verde (natural con ME)	97,25	D
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>		

En esta variable podemos encontrar que el periodo de floración entre los diferentes tratamiento a disminuido hasta un 12 días.

Biosca (2001), dice que son las bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias que son sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Este efecto está dado por la producción de sustancias beneficiosas para las plantas aumentando el vigor de estas y haciéndoles más resistentes para las plagas de todo tipo.

### 3.3 Tamaño de las Plantas

En el gráfico 5 y tabla 6, 7 y 8 se observó lo siguiente:

- En el primer mes que los valores que se tomaron de esta variable los tratamientos natural con ME (Verde) y el orgánico con ME (rojo), presentaron un mayor altura de las plantas que su tratamientos similares Natural sin ME (Azul) y Orgánico sin ME (Tomate).

El tratamiento Tradicional con SE ME observo que le tratamiento Tradicional con ME (Lila) presento una mejora significativa que el tratamiento Tradicional sin ME (amarillo) en la altura de las plantas. (Ver tabla 6).

- En el segundo mes se observó un comportamiento similar de los diferentes tratamientos. (Ver tabla 7).
- En el tercer mes las diferencias de alturas entre los diferentes tratamientos en esta mes se observó que el tratamiento rojo (rojo con ME) presenta la mayor altura de las plantas que el tratamiento natural con ME (Verde) pero sin una diferencia significativa encontrándose en el mismo grupo de clasificación del ANOVA (Ver tabla 8).

El tratamiento que presenta la menor altura es el tratamiento tradicional sin ME estando en el último grupo de clasificación del ANOVA.

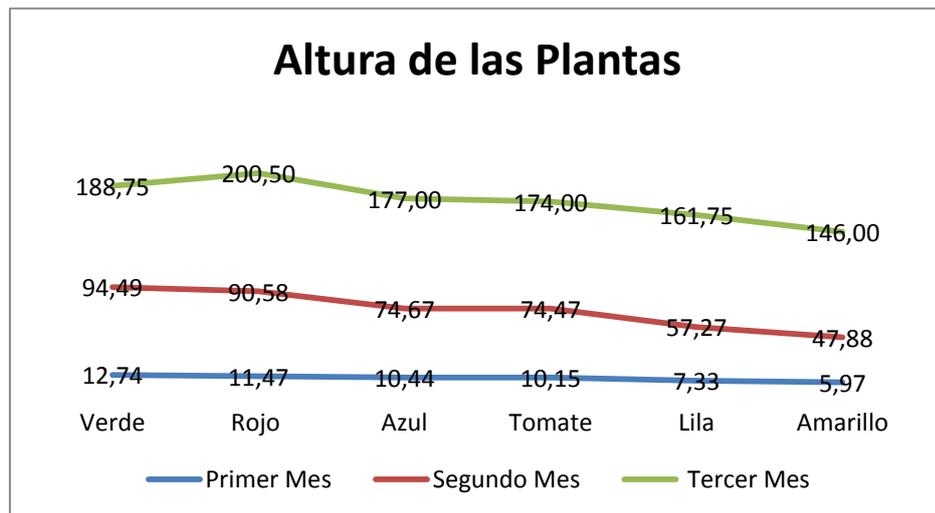


GRAFICO 5: Altura de las plantas en los tres primeros meses

TABLA 6: Días de floración

Tamaño de las plantas en el Primer mes		
Tratamientos	Medias	Grupos
Verde	12,74	A
Rojo	11,47	B
Azul	10,44	C
Tomate	10,15	C
Lila	7,33	D
Amarillo	5,97	E
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>		

TABLA 7: Altura de las plantas el segundo mes

Altura de las plantas de maíz en el segundo mes		
Tratamientos	Medias	Grupos
Verde	94,49	A
Rojo	90,58	B
Azul	74,67	C
Tomate	74,47	C
Lila	57,27	D
Amarillo	47,88	E
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>		

TABLA 8: Altura de las plantas en el tercer mes

Altura de las plantas de maíz en el tercer mes		
Tratamientos	Medias	Grupo
Rojo	200,50	A
Verde	188,75	A B
Azul	177,00	A B C
Tomate	174,00	A B C
Lila	161,75	B C
Amarillo	146,00	C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>		

### 3.4 Grosor del tallo de las plantas de maíz

Según el gráfico número 6 en el grosor del tallo de las plantas de maíz se pudo observar lo siguiente:

El grosor del tallo en primer mes varía significativamente entre los tratamientos que fueron fumigados con microorganismo eficaces (verde, rojo y lila) y los que no fueron fumigados azul (natural sin ME) (cultivo natural), tomate (orgánico sin ME) y Amarillo (Tradicional). Ver tabla 9.

En el segundo mes los tratamientos fumigados presentan un mayor diámetro que los tratamientos similares que no recibieron microorganismos eficaces, excepto el tratamiento Amarillo (Tradicional sin ME) que presenta una mejora en relación con el Lila (tradicional con ME). Ver tabla 10.

Finalmente en el tercer mes los grosores de los tallos de las plantas presentan una diferencia entre los tratamientos inoculados con ME y los que no fueron inoculados con los ME, incluido el amarillo (Tradicional sin ME) que presento al igual que en el primer mes un menor diámetro que el tratamiento Lila (tradicional con ME) al cual si se fumigo con los microorganismos eficaces. Ver tabla 11

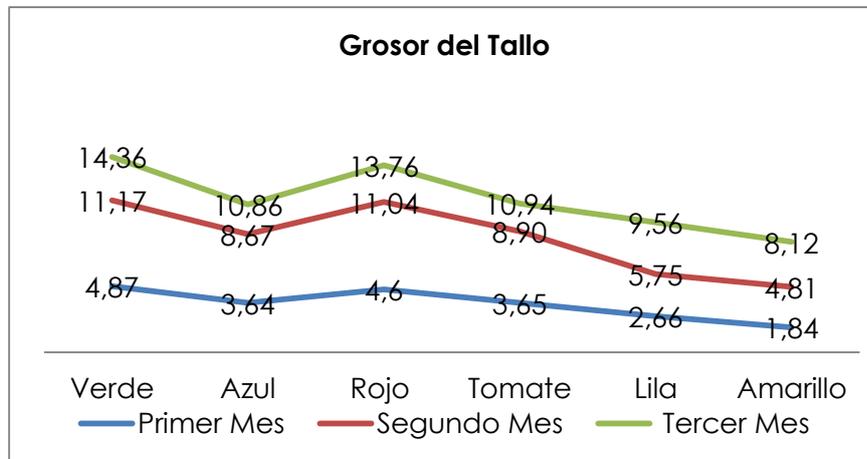


GRAFICO 6: Grosor del tallo de las plantas

TABLA 9 : Grosor del tallo en el primer mes

Grosor del Tallo de las plantas en el primer mes		
Tratamientos	Medias	Grupos
Verde	4,87	A
Rojo	4,64	A
Tomate	3,65	B
Azul	3,64	B
Lila	2,66	C
Amarillo	1,84	D
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>		

TABLA 10: Grosor de las plantas en el segundo mes

Grosor del tallo de las plantas de maíz en el segundo mes		
Tratamientos	Medias	Grupos
Verde	11,17	A
Rojo	11,04	A
Tomate	8,90	B
Azul	8,67	B
Lila	5,75	C
Amarillo	4,81	C
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>		

TABLA 11: Grosor del tallo en el tercer mes

Grosor del tallo de las plantas de maíz en el tercer mes				
Tratamientos	Medias	Grupos		
Verde	14,36	4	0,35	A
Rojo	13,76	4	0,35	A
Tomate	10,94	4	0,35	B
Azul	10,86	4	0,35	B
Lila	9,56	4	0,35	C
Amarillo	8,12	4	0,35	D
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>				

La altura de las plantas al igual que el grosor del tallo que fueron fumigados con microorganismos eficaces creció más rápido que los cultivos sembrados en forma tradicional.

Los microorganismos eficaces también favorecieron a una mejor germinación de las plantas, siendo así mayor el brote de plantas, que aquellas que no fueron fumigados con microorganismos eficaces.

### 3.4 Biomasa

Esta variable encontramos que los tratamientos rojo, verde y lila (orgánico más ME, agricultura natural más ME y agricultura tradicional más ME), presentan los valores más altos que sus tratamientos similares sin ME. Tal como se puede ver en el gráfico 7 y tabla 12.

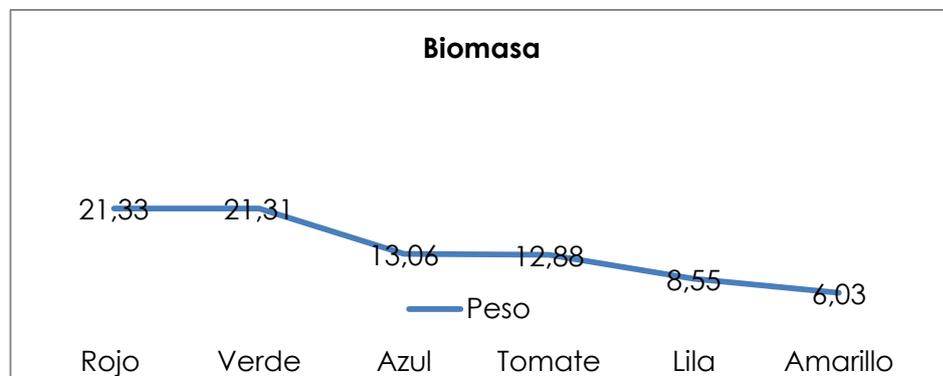


GRAFICO 7: Biomasa

TABLA 12 Biomasa

Tratamientos	Peso de la biomasa	
	Medias	Grupos
Rojo (orgánica con ME)	21,33	A
Verde (natural con ME)	21,31	A
Azul (natural sin ME)	13,06	B
Tomate(orgánico sin ME)	12,88	B
Lila(tradicional con ME)	8,55	C
Amarillo ( tradicional sin ME)	6,03	D
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>		

### 3.5 Plantas afectadas por insectos

En gráfico 8 se observa que los tratamientos que se aplicaron los microorganismos eficaces presentan un promedio menor de plantas afectadas por el cogollero que los tratamientos que no fueron fumigadas con los mismos.

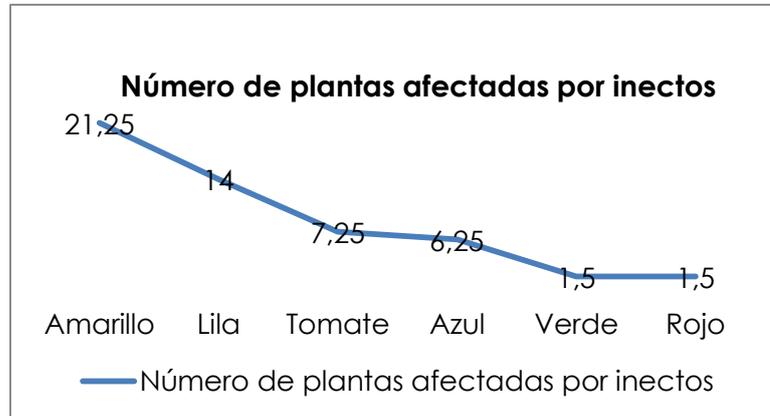


GRAFICO 8: Número de plantas afectadas por los insectos

Tabla 12: Número de plantas afectadas por los insectos

Tratamientos	Medias	Grupos
Amarillo	21,25	A
Lila	14,00	B
Tomate	7,25	C
Azul	6,25	C
Verde	1,50	D
Rojo	1,50	D
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )		

### 3.6 Peso total de las mazorcas

La diferencia entre los tratamientos verde (Natural con ME), rojo (orgánico con ME) y Lila (tradicional con ME) es muy significativa en relación a sus similares que no fueron fumigados con ME, en el gráfico 9 y tabla 14 se puede observar los valores obtenidos.

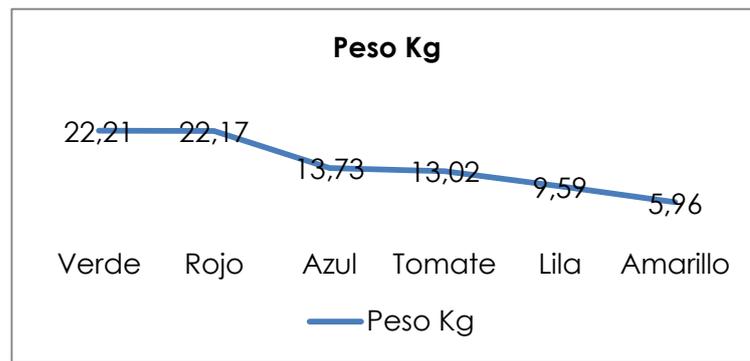


GRAFICO 9: Peso del maíz en mazorcas

TABLA 13 Peso del maíz en mazorcas

Peso total de las mazorcas cosechadas por cada tratamiento		
Tratamientos	Medias	Grupos
Verde	22,21	A
Rojo	22,17	A
Azul	13,73	B
Tomate	13,02	B
Lila	9,59	C
Amarillo	5,96	D
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )		

### 3.7 Propiedades físicas y químicas del suelo

Para la obtención de datos utilizaron todos los valores obtenidos en laboratorio de suelos del Ing. Iván Riquetti y en Nemalab se realizó un cluster para demostrar que existe una acción de los microorganismos eficaces sobre las propiedades químicas y físicas agrupándolas en grupos similares y un ANOVA.

#### 3.7.1 El pH

El análisis de la variable pH mostró indicó una pequeña diferencia entre tratamientos rojo (orgánico con ME) y tomate (Organice sin ME) con el testigo (Suelo antes de la cosecha) pasando de pasando de 6.7 a 7 esta pequeña variación del pH se da según(Diana Robayo 2009) a las gran cantidad de Ca que existe en la gallinaza. Lo anterior es explicado por Marín (1990): “La carga negativa del humus o compost

aumenta a reacciones más alcalinas. La carga negativa del humus o compost aumenta linealmente con el pH.

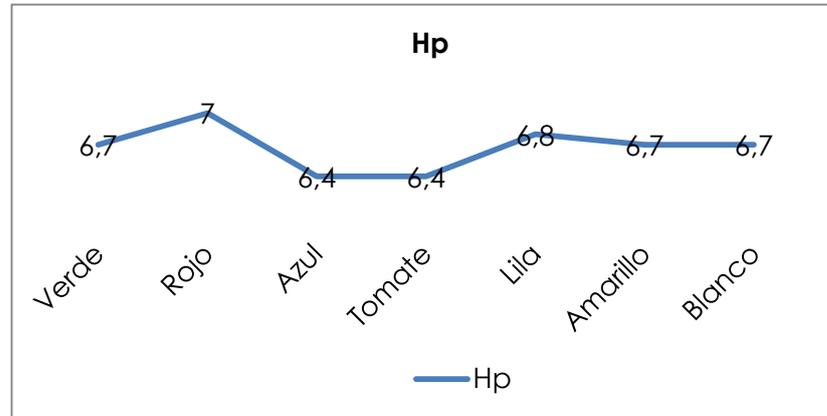


GRAFICO 10: pH

TABLA 14: pH

Tratamiento	Hp
Verde (Nat con ME)	6,7
Rojo (Org con ME)	7
Azul (Nat sin ME)	6,4
Tomate (Org sin ME)	6,4
Lila (Tradicional con ME)	6,8
Amarillo (Tradicional sin ME)	6,7
Blanco (Suelo antes de la siembra)	6,7

### 3.7.2 Materia orgánica

En el gráfico 11 que se observa a continuación podemos observar que el valor de M.O.S de los tratamientos presenta menor porcentaje que el tratamiento blanco 1,38 (suelo antes de la siembra) en comparación con el testigo. El tratamiento que presenta el mayor % de materia orgánica es el verde (natural con ME) y en segundo puesto el tratamiento Rojo (orgánico más ME). Esto se debe según L Cevallos (2006) los microorganismos facilitan la disgregación de sustancias más complejas en sustancias más simples.

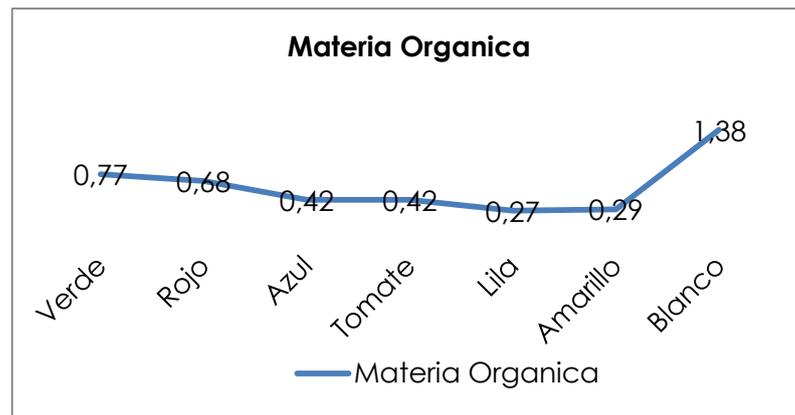


GRAFICO 11: Materia orgánica

TABLA 15: Materia orgánica

Tratamientos	% Materia Orgánica
Verde (Nat con ME)	0,77
Rojo (Org con ME)	0,68
Azul (Nat sin ME)	0,42
Tomate (Org sin ME)	0,42
Lila (Tradicional con ME)	0,27
Amarillo (Tradicional sin ME)	0,29
Blanco (Suelo antes de la siembra)	1,38

### 3.7.3 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico se mantienen estables en relación con el testigo, En tratamiento que presento el mayor valor es el tratamiento rojo (orgánica con ME) esto se debe según (Olga Díaz 2009) que la gallinaza y el composto con ayuda de ME son mayor aportadores de bases. El tratamiento amarillo (tradicional sin ME) presenta un aumento de la capacidad según estudios realizados

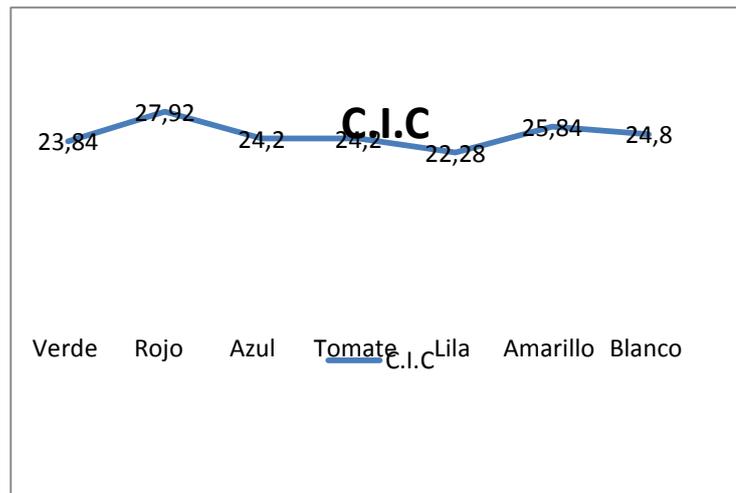


GRAFICO 12: Capacidad de intercambio catiónico

TABLA 16: Capacidad de intercambio catiónico

Tratamientos	C.I.C
Verde (natural con ME)	23,84
Rojo ( orgánica con ME)	27,92
Azul (natural sin ME) (cultivo natural)	24,2
Tomate (orgánico sin ME)	24,2
Lila (tradicional con ME)	22,28
Amarillo ( tradicional sin ME)	25,84

### 3.7.4 Bases intercambiables

#### 3.7.4.1 Sodio

El sodio tiene un pronunciado efecto en la disponibilidad de los nutrientes y la humedad.

Un contenido apropiado de sodio en el suelo debe ser menor a valores de 1.0 (ICA 1992). Estas cantidades encontradas hacen que el suelo se torne tóxico, ocasionando que la planta no absorba los iones de igual forma. Se encuentran en un valor óptimo los tratamientos Testigo (Blando), Verde (natural con EM.), rojo (orgánico con

EM), tomate (orgánico sin ME). El tratamiento azul (natural sin ME), presenta un valor muy cercano a 1(0.98), pero el tratamiento amarillo (tradicional sin ME) presenta valores tóxicos de 1,58.

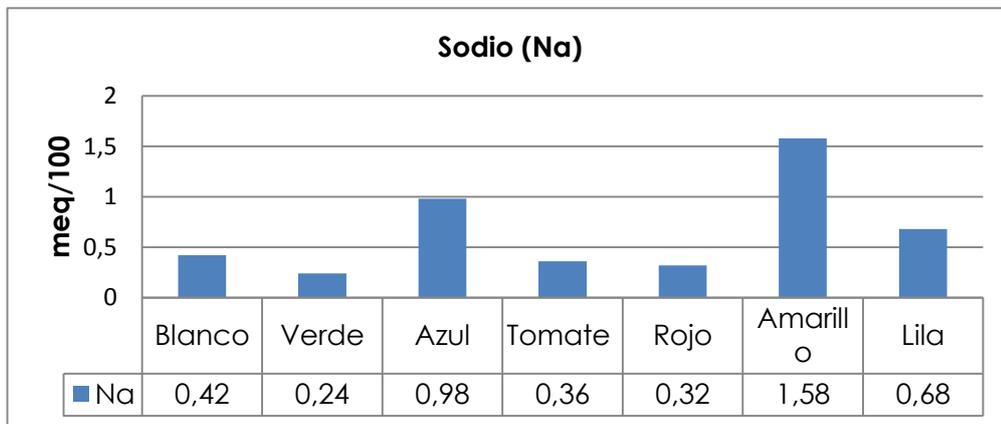


GRAFICO 13: Sodio

### 3.7.4.2 Sodio (Na) relación suelo-planta

Los Niveles de Na en el análisis foliar se encuentran dentro de los parámetros adecuados de Na que va según (ICA 1992) desde 0 a 8 meq/100g, incluyendo el tratamiento amarillo (tradicional sin ME) que en el suelo se encuentra a niveles tóxicos.

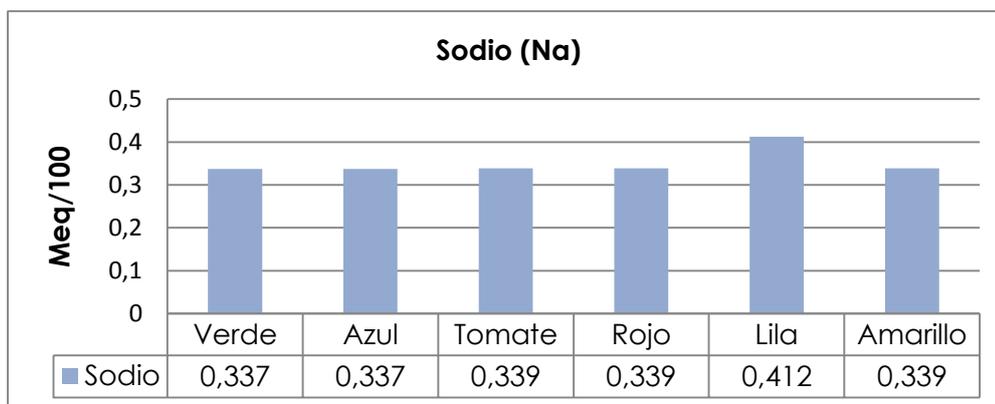


GRAFICO 14: Sodio

### 3.7.4.3 Potasio

Para potasio según Chapman (1980), se considera que un suelo es tóxico cuando se tiene un valor mayor a 0.6 meq/100g. Por esta razón todos los tratamientos, excepto el tratamiento blanco (testigo).

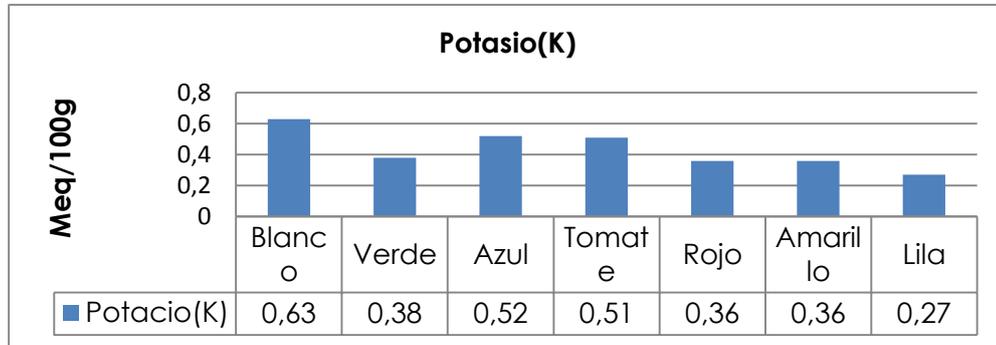


GRAFICO 15: Meq/100g del Potasio en el suelo

Los tratamientos Verde (Natural más ME), rojo (natural más ME) y lila (Tradicional con ME) presentan valores más cercanos a 0,6 M que los tratamientos que no incluyen ME.

### 3.7.4.4 Magnesio (Mg)

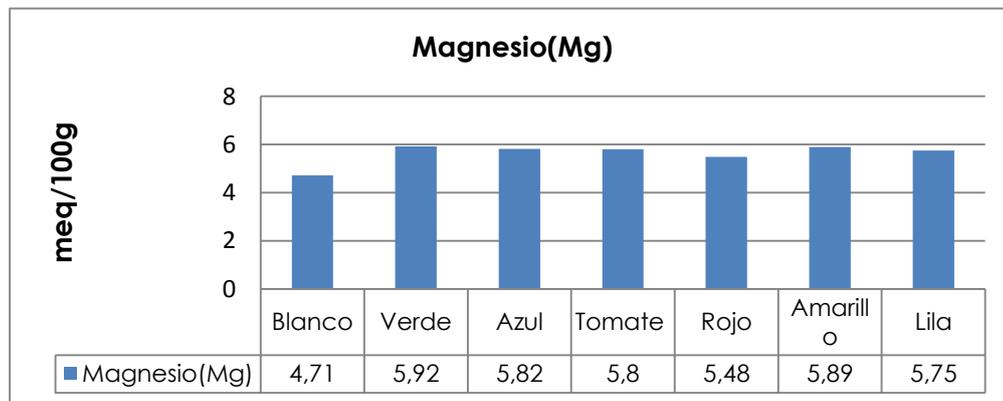


GRAFICO 16: Meq del Mg en el suelo de los tratamientos

Según Chapman (1980) los valores óptimos de Mg es menor a 2,5 meq/100, lo que se observa en el cuadro que se está a continuación que todos los tratamientos se encuentran por encima de los valores óptimos. El testigo se encuentra a un nivel inferior que los otros tratamientos.

### 3.7.4.5 Magnesio (Mg) Relación suelo-planta

Los valores óptimos de Mg en las plantas es de según el INIAP 0.21% a 1% de materia seca, los tratamientos que no presentan ME presentan mejores valores de Mg, que los tratamientos que presentan ME.

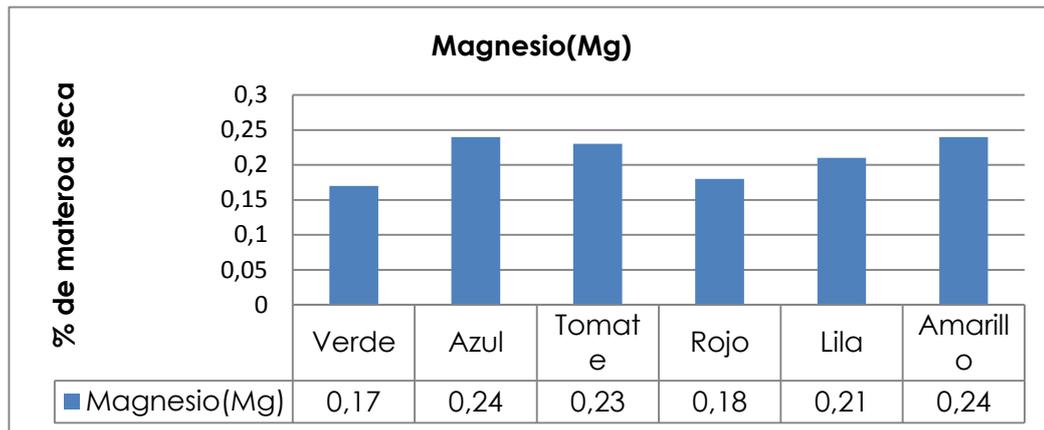
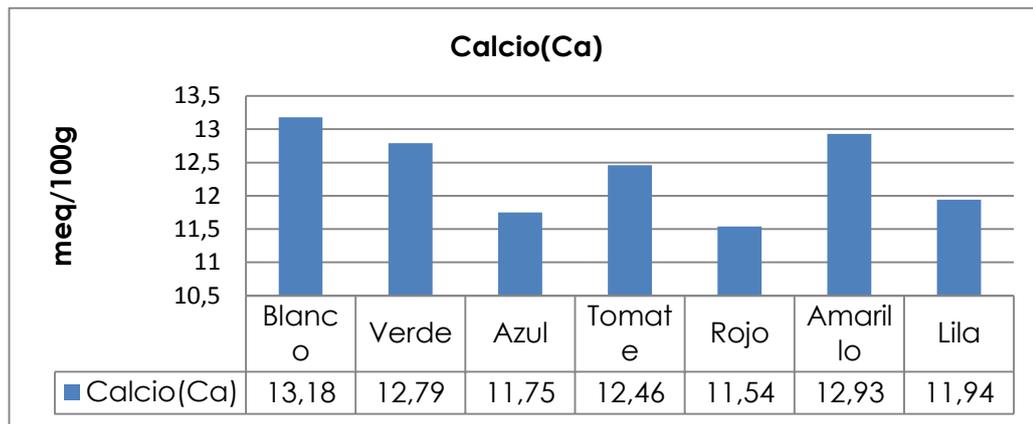


GRAFICO 17: Magnesio en tejido vegetal

### 3.7.4.6 Calcio (Ca)

Según Chapman (1980) los niveles adecuados de Ca en un suelo agrícola es de 6 meq/100, lo que nos indica que los valores que se encuentran en el gráfico que está a continuación se encuentran en valores muy altos, pero menores a los del tratamiento Blanco (testigo), esto es lo que indica los valores del pH del suelo de los tratamientos. Ver gráfico 18

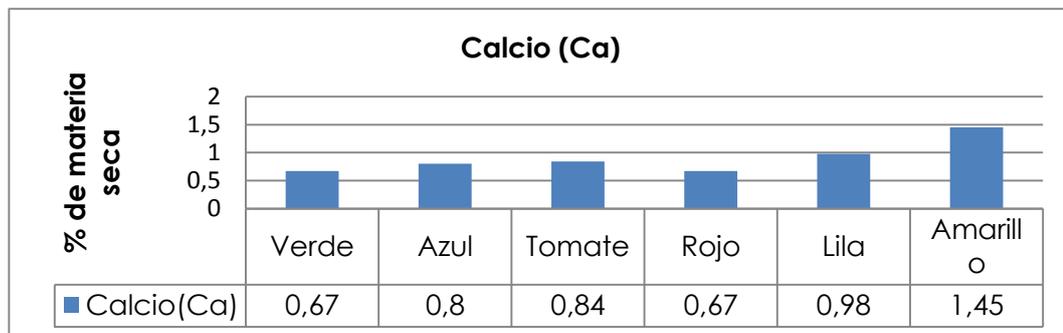


**GRAFICO 18:** Calcio en el suelo de los tratamientos.

### 3.7.4.7 Calcio (Ca) Relación suelo-planta

Según el INAP los valores convenientes de calcio que se deben encontrar en un análisis foliar va desde 0.21 a 1 % materia seca.

Los valores de todos los tratamientos excepto el tratamiento amarillo que presenta un valor a de 1.45 % de materia seca.



**GRAFICO 19:** Calcio a nivel foliar

### 3.7.5 Análisis de relaciones entre elementos

#### 3.7.5.1 Relación Ca/Mg

En general, cuando la relación Ca/Mg es invertida (valores inferiores a 3) puede provocar una absorción alta de magnesio, y en tal caso pueden presentarse síntomas de toxicidad de Mg, en lugar de deficiencias de calcio (Marín 1990).

Otro aspecto directamente afectado por la relación Ca/Mg es la producción primaria bruta (PPB), que está determinada por el aumento en el número de ramas, hojas y grosor del tallo, aspectos importantes a tener en cuenta en la reforestación de un suelo. Dicha producción aumenta cuando la relación Ca/Mg es mayor, esto puede explicar el mayor tamaño de las plantas del tratamiento rojo que los demás tratamientos.

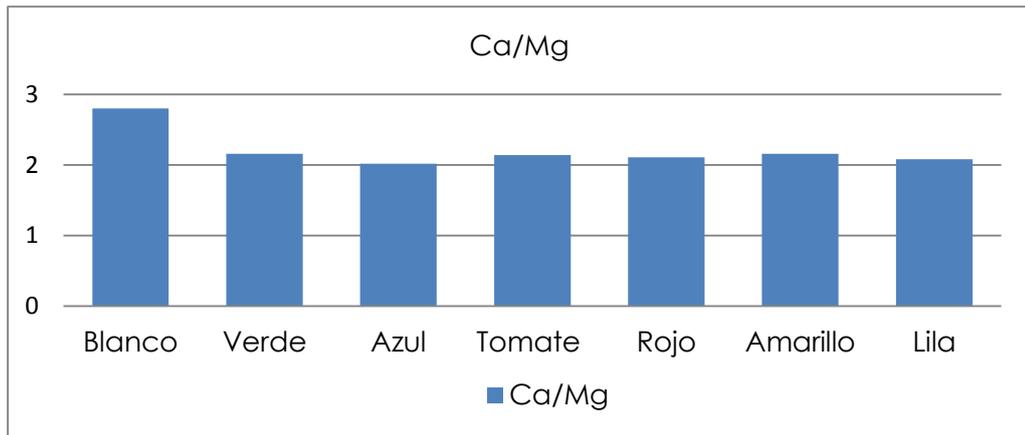


GRAFICO 20: Relación Ca/Mg.

### 3.7.5.2 Relación Ca/K

La relación ideal de Ca/K es un valor de 50, en el cuadro que está a continuación, se observa que todos los tratamientos se encuentran por debajo de la relación ideal.

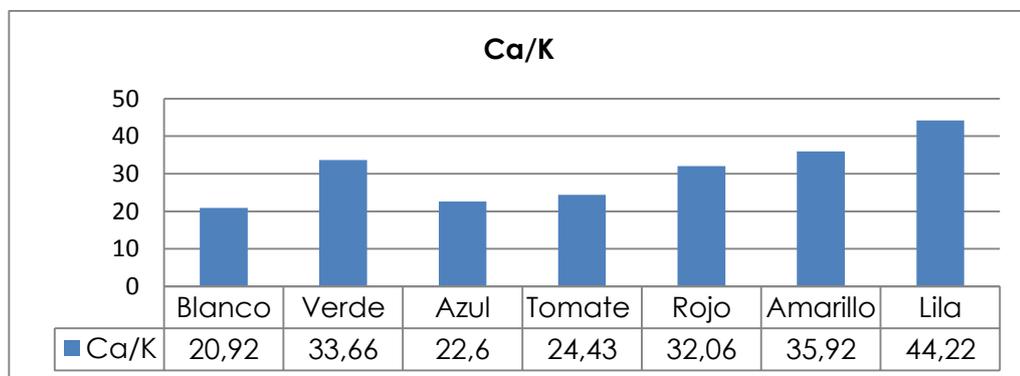


GRAFICO 21: Relación Ca/K

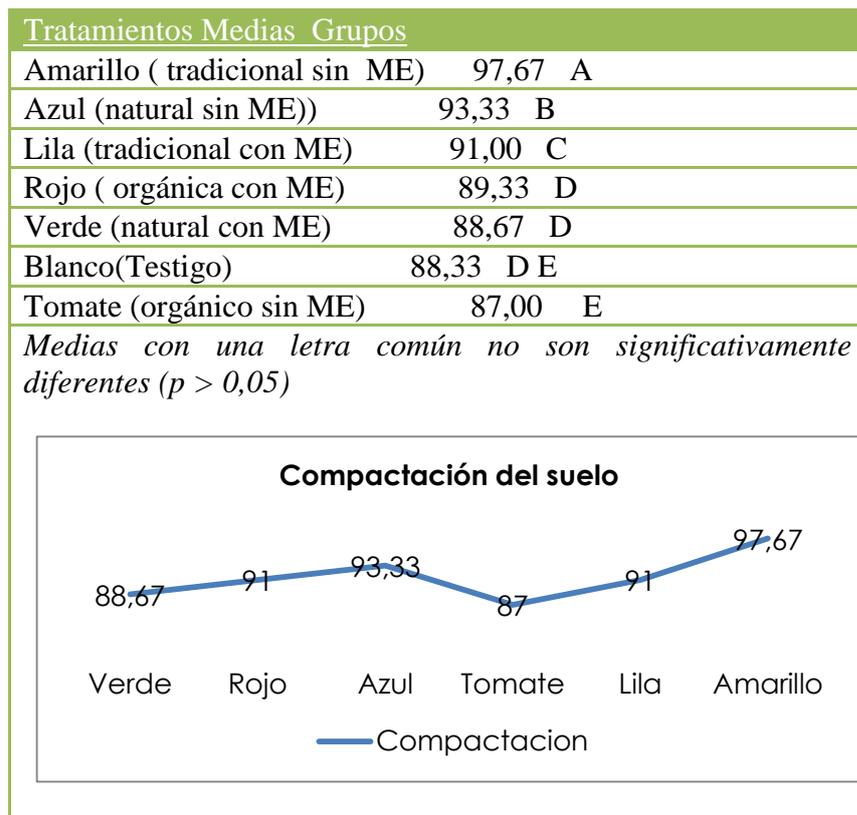
### 3.8 Propiedades Físicas del Suelo

#### 3.8.1 Porcentaje de Compactación del Suelo

Si observa la tabla 17 se puede observar que el suelo que presenta el menor valor del porcentaje de compactación es el tomate (agricultura orgánica sin ME). Esto se puede explicar que después del arado no se vuelve a pisar el suelo, al contrario que el verde (natural con ME) y rojo (orgánica con ME) que mantuvieron el mismo valor que el testigo aunque a estos se los pisa para la fumigación *de ME*.

Al igual el tratamiento azul (natural sin ME) (natural sin ME) también presenta un menor porcentaje de compactación que el tratamiento tomate (orgánica sin ME), y por último el tratamiento Lila (tradicional con ME) presentan menor porcentaje de compactación que el tratamiento Amarillo (tradicional sin ME).

TABLA 17 : Porcentaje de compactación del suelo



#### 3.8.2 Porcentaje de Humedad

Se tomaron en tres ocasiones el porcentaje de humedad la cual nos dio los siguientes resultados. El porcentaje de humedad en el testigo presenta un valor de máximo de

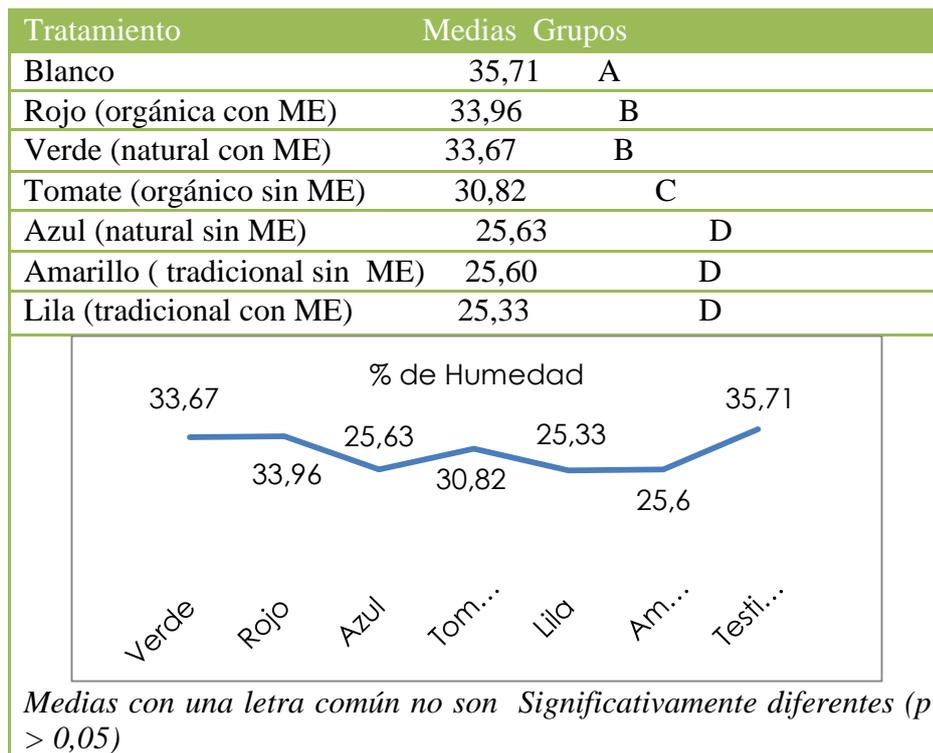
36.16% y un menor de 35%. Los tratamientos y (orgánica con ME) indican que conservan la humedad en un mayor porcentaje. Estos dos tratamientos se les aplico microorganismos eficaces, esto indica que los micro organismos favorecen a la retención de agua.

Los tratamientos orgánicos y natural sin ME presentan un menor porcentaje de humedad, demostrando que existe un relación de los microorganismos eficaces tienen en la retención de humedad.

Los dos últimos tratamiento el tradicional con ME y el tradicional sin ME presentan valores similares entre ellos.

Esto se puede explicar por la acción que tienen los microorganismos en aumentar la cantidad de materia orgánica y la capacidad de aumentar la porosidad del suelo.

TABLA 18: Porcentaje de humedad



### 3.8.3 Densidad seca

En la tabla 19 se observa que los tratamientos verde (natural con ME) y rojo (orgánica con ME), no presentan una variable en la densidad del suelo con respecto al testigo, al contrario que los tratamientos: azul (natural sin ME), amarillo (

tradicional sin ME) presentan un aumento en la densidad en relación con el tratamiento blanco (testigo), en esta variable se observa que el tratamiento tomate (orgánico sin ME) aunque no tenga ME presenta una densidad menor que los demás e incluso que el testigo, esto se puede explicar ya que este no se fumiga ME y no se con menor frecuencia que los que tiene ME.

TABLA 19: Densidad del suelo

Tratamientos	Medias	Grupos
Amarillo ( tradicional sin ME)	1,37	A
Azul (natural sin ME)	1,31	B
Lila (tradicional con ME)	1,27	C
Rojo (orgánica con ME)	1,25	D
Verde (natural con ME)	1,24	D
Blanco (Testigo)	1,24	D
Tomate (orgánico sin ME)	1,21	E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

Tratamiento	Medias
Verde	1,24
Rojo	1,25
Azul	1,31
Tomate	1,21
Lila	1,27
Amarillo	1,37
Blanco	1,24

### 3.8.4 Textura del suelo

En la tabla 20 que se puede observar a continuación se observa un cambio en la textura del suelo de los tratamientos amarillo (tradicional sin ME) y verde (natural con ME) pasando de un textura franco arenosa a una textura franco arcillo arenoso.

Como se indicó en el capítulo 1 del marco teórico, los ME presentan entre sus beneficios la facultad de descompones sustancias de mayor complejidad a sustancias

más simples de menor tamaño, dando un cambio aparente en la textura del suelo. La textura de los suelos fueron de franco arenoso que presentaba el suelo antes de la cosecha paso a Franco arcillo arenoso los tratamientos Verdes (natural más ME) en relación con los demás que mantuvieron la misma textura que el Testigo.

TABLA 20: Textura del suelo

Tratamiento	%			Clase de Suelo
	ARENA	% LIMO	% Arcilla	
Verde (Nat con ME)	71	9	20	Franco Arcillo Arenoso
Tomate (Org sin ME)	80	6	14	Franco Arenoso
Azul ( Nat sin ME)	75	9	16	Franco Arenoso
Rojo (Org con ME)	75	9	16	Franco Arenoso
Amarillo (Tradi sin ME)	72	8	20	Franco Arcillo Arenoso
Lila (Tradi con ME)	75	7	14	Franco Arenoso
Blanco (Testigo)	72	8	20	Franco Arenoso

### 3.9 Análisis microbiológico del suelo

Un valor importante en la restauración del suelo son los análisis microbiológicos que nos indican la clase de organismos que se encuentran en el suelo. Se observa una mayor cantidad de microorganismos en el tratamiento verde (natural con ME) a nivel de hongos y levaduras en comparación con los demás tratamientos. Asimismo, presenta un mayor número de colonias de levaduras y hongos que el suelo antes de la siembra, y menor número de bacterias (Ver tabla 21). El tratamiento amarillo (tradicional sin ME) presenta valores muy bajos en hongo/levaduras y bacterias en relación con todos los tratamientos

Se observa que el conteo del número de bacterias y hongo/levaduras de los tratamientos rojo (orgánica con ME), azul (natural sin ME), tomate (orgánico sin

ME), Lila (tradicional con ME) y amarillo (tradicional sin ME) se encuentran por debajo de la población original encontrada en el suelo natural-(antes de la siembra).

A nivel del conteo de bacterias, el tratamiento verde (natural con ME), azul (natural sin ME) y rojo (orgánica con ME) presentan los valores más altos, siendo el color rojo (orgánica con ME) el más alto ( $2,9 \cdot 10^3$ ), suponiendo por esta razón que la gallinaza aporta más bacterias a este tratamiento, pero menos hongos y levaduras. Pero al final después de la cosecha la población de bacterias se encuentra por debajo de la población original de bacterias ( $3,4 \cdot 10^3$ ) antes de la siembra.

Se observa que la tendencia de la población de bacterias ( $3,7 \cdot 10^2$ ), hongos y levaduras ( $3,5 \cdot 10^3$ ) se incrementa en el tratamiento lila, tradicional que recibió las aplicaciones de Microorganismos Eficaces por encima del tratamiento amarillo (tradicional sin ME).

TABLA 21: Análisis microbiológico del suelo

Tratamientos	Bacterias UFC/g	Hongos y Levaduras UPC/g
Verde (natural con ME)	$2,4 \cdot 10^3$	$6,7 \cdot 10^3$
Rojo (orgánica con ME)	$2,9 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^3$
Azul (natural sin ME)	$2,4 \cdot 10^3$	$3,7 \cdot 10^3$
Tomate (orgánico sin ME)	$2,3 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$
Lila (tradicional con ME)	$3,7 \cdot 10^2$	$3,5 \cdot 10^3$
Amarillo (tradicional sin ME)	$3,5 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^3$
Suelo (antes de la siembra)	$3,4 \cdot 10^3$	$6,3 \cdot 10^3$

### 3.10 Comparativo entre los tratamientos del análisis microbiológico

#### 3.10.1 Análisis Foliar

Se observa que los resultados del nivel de N foliar en todos los tratamientos se encuentra por debajo de los valores óptimos dados por INIAP, esto no prueba necesariamente una menor absorción de nitrógeno sino una mayor dilución de N en la fase de crecimiento de las mazorcas de maíz.

Se conoce que de acuerdo al manejo orgánico natural los niveles de N foliar son inferiores al manejo químico por la alta actividad enzimática de la nitrato-reductasa que transforma el N-nitrato en el estado N-amonio o en el estado biomasa. Lo mismo ocurre en el suelo orgánico natural, por la alta actividad de la enzima deshidrogenasa (Hui-lian Xu, 2006), producto de la micro biota biológicamente activa. Cosa que no ocurre cuando se aplican fertilizantes químicos ya que las poblaciones de microorganismos y sus enzimas se ven disminuidas por efecto de toxicidad.

El porcentaje de potasio únicamente se encuentra por debajo de lo óptimo en el tratamiento azul (natural sin ME); el porcentaje de calcio se encuentra por encima del óptimo únicamente en el tratamiento amarillo ( tradicional sin ME); el porcentaje de magnesio se encuentra por debajo del óptimo en los tratamientos verde (natural con ME) y rojo (orgánica con ME); el porcentaje de zinc se encuentra por debajo del óptimo en los tratamientos verde (natural con ME), azul (natural sin ME), rojo (orgánica con ME) y amarillo ( tradicional sin ME); el porcentaje de manganeso se encuentra por debajo del óptimo únicamente en el tratamiento amarillo ( tradicional sin ME). El porcentaje de fósforo, cobre, fierro y sodio foliar se encuentra dentro del rango óptimo de absorción por el sistema radicular de las plantas.

Se observa que la mayor absorción de nutrientes por efecto del incremento de la biodisponibilidad de N (1,89%, 2,11% y 2,2% en los tratamientos verde (natural con ME), tomate (orgánico sin ME) y Lila (tradicional con ME), respectivamente, proviene los dos tratamientos con ME. Así como, un igual o mayor incremento de la biodisponibilidad del fósforo (P) (0,34%, 0,32% y 0,36% en los tratamientos verde (natural con ME) y Lila (tradicional con ME), respectivamente) comparados con los tratamientos sin ME.

En el caso del potasio (K) se observa un incremento de la biodisponibilidad con ME en los tratamientos verde (natural con ME) (1,8%) y tomate (orgánico sin ME) (1,93%) no así en el tratamiento Lila (tradicional con ME) (1,68%) porque no tiene much.

Se observa un incremento de la biodisponibilidad de calcio (Ca) (0.84%) y magnesio (Mg) (0,23%) con ME únicamente en el tratamiento tomate (orgánico sin ME) por

encima del tratamiento rojo (orgánica con ME) (0,67% y 0,18%, calcio y magnesio, respectivamente) y el tratamiento lila tradicional más ME (0,98% y 0,21%, calcio y magnesio, respectivamente) también fue superior al tratamiento rojo (orgánica con ME) orgánico.

TABLA 22: Valores de micronutrientes del análisis foliar

Tratamiento	N (% Materia Seca)	P (% Materia Seca)	K (% Materia Seca)	Ca (% Materia Seca)	Mg (% Materia Seca)	Zn ppm	Zn ppm 2	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Na ppm
Azul (natural sin ME)	1,79	0,32	1,64	0,8	0,24	21,9	21,9	8,9	185,6	26,2	67,5
Verde (natural con ME)	1,89	0,34	1,8	0,67	0,17	27,7	27,7	8,3	103,6	30,1	80
Rojo (orgánica con ME)	1,83	0,27	1,85	0,67	0,18	23,9	23,9	8,4	139,3	25,7	67,5
Tomate (orgánico sin ME)	2,11	0,32	1,93	0,84	0,23	22,8	22,8	8,4	123,2	26,1	80
Amarillo (tradicional sin ME)	1,86	0,36	1,78	1,45	0,24	18,8	18,8	8,5	178,9	19,8	80
Lila (tradicional con ME)	2,2	0,36	1,68	0,98	0,21	31,3	31,3	12,6	125,1	30,1	82,5

**Leyenda**

**Rojo** Bajo

**Azul** Alto

**Negro** Optimo

TABLA 23: Relaciones K/Mg y K/N

Tratamientos	K/Mg	K/N
Verde (natural con ME)	10,59	0,95
Tomate (orgánico sin ME)	8,39	0,91
Azul (natural sin ME)	6,83	0,92
Rojo (orgánica con ME)	10,28	1,01
Amarillo ( tradicional sin ME)	7,42	0,96
Lila (tradicional con ME)	8	0,76

El tratamiento verde (natural con ME) y rojo (orgánica con ME) tiene las mejores relaciones K/Mg y K/N que se debe relacionar con la más baja incidencia de ataque de Spodoptera y con todos los parámetros de productividad que son los mejores de todos los tratamientos.

La razón de los menores valores de los parámetros de productividad del tratamiento asignado el color tomate (orgánico sin ME) se explica posiblemente por el nivel de la baja relación K/Mg y K/N. La mayor incidencia de ataque de las plantas por Spodoptera en los tratamientos: azul (natural sin ME), Lila (tradicional con ME) y amarillo (tradicional sin ME) se debe posiblemente a la baja relación K/Mg y K/N.

El rendimiento de la variedad INIAP 101, a nivel experimental, para algunas zonas maiceras de la Sierra tiene un rango de 2485 kg/ha a 4582 kg/ha con fertilización química.

El resultado positivo de los diferentes tratamientos sin fertilización química sobre el mejoramiento de la calidad y de la erosión del tipo de suelo entisol-orthents, se ha obtenido aplicando el tratamiento tradicional más ME con un estimado de producción de 3.935 kg/ha de maíz grano que para los rendimientos estimados del maíz blanco harinoso ha encajado dentro del rango experimental de los rendimientos de la variedad INIAP 101.

Los mejores resultados han sido estimados por encima del rango de la variedad INIAP 101 mayores a 4582 kg/ha, logro alcanzado sin fertilización química y sólo a través de prácticas eficaces de naturaleza orgánica y natural en la recuperación de la bioestructura del suelo, de la fertilidad y de la productividad sostenible del suelo.

### 3.10.2 Análisis de tejido vegetal de Hierro (Fe)

Un factor importante que define esta variable es el pH. A mayor pH, menos disponibilidad de hierro. Esta afirmación se puede corroborar observando el gráfico 22. El hierro gana solubilidad cuando hay más humedad en el suelo, según explica Burbano (1989). Esto quiere decir que, al haber mayor solubilidad, es mayor la posibilidad de que se pierdan iones de hierro en el riego.

Burbano (1989) menciona que las bajas temperaturas del suelo causan usualmente una disminución en la disponibilidad del microelemento y para este caso ocurre lo contrario: la presencia de cobertura vegetal en un suelo es garantía de aumento en su temperatura, haciendo que aumente la concentración del hierro.

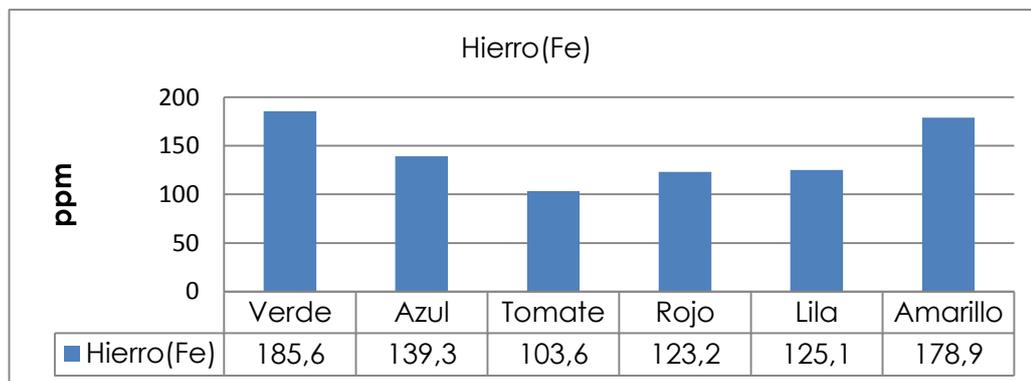


GRAFICO 22: Análisis foliar del Fe.

Como se indicó en el párrafo anterior el tratamiento verde ( Natural con ME), esto se debe a que no se quita la capa vegetal y aumenta la temperatura y mejora la absorción de Hierro.

### 3.10.3 Análisis de tejido vegetal de Manganeso (Mn)

Respecto al Mn, todos tratamientos estén en rangos apropiados según Chapman (1980) va de 20 a 200 ppm: esto refleja que en todos los tejidos de la planta existe una adecuada distribución del elemento con excepción del tratamiento amarillo (Tradicional sin ME).

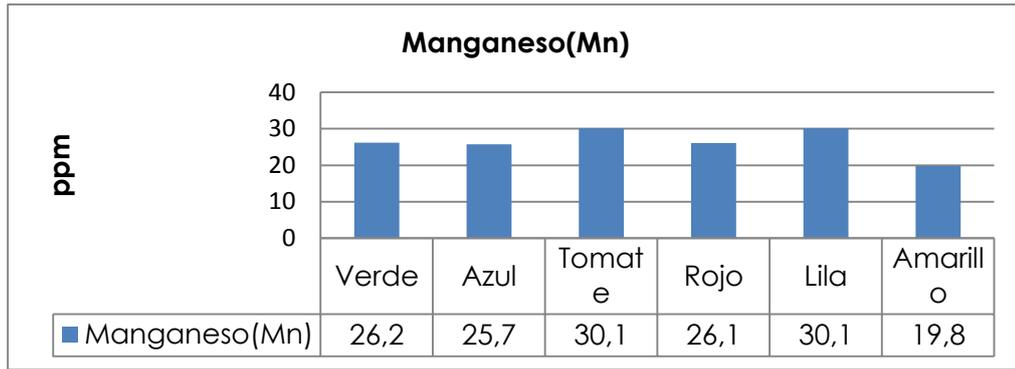


GRAFICO 23: Análisis foliar de Mn

### 3.10.4 Análisis de tejido vegetal de Cobre (Cu)

Chapman (1980) estipula como rango adecuado un valor de 6.0 a 20 ppm. Se observa que todos los tratamientos se encuentran entre los valores óptimos foliar, teniendo el valor mayor el tratamiento lila (tradicional con ME) y el verde (natural con ME) indicando que los ME ayudan a la absorción de cobre.

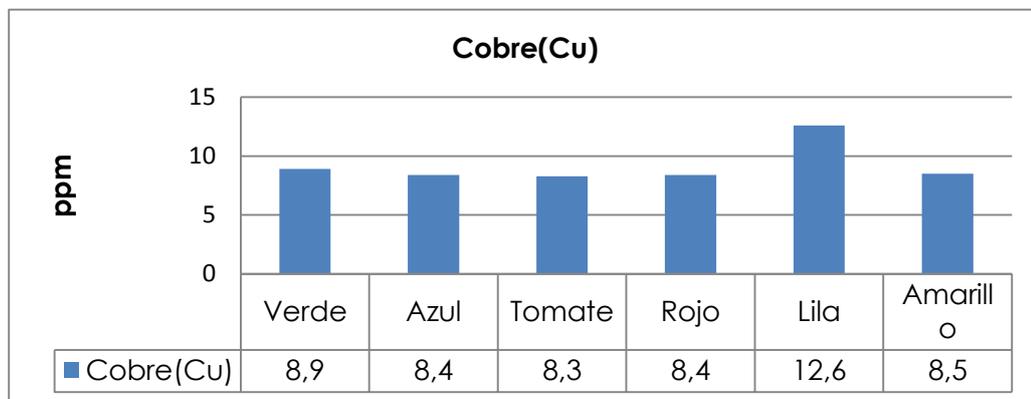


GRAFICO 24: Análisis foliar de Cu

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio y considerando las condiciones bajo las cuales se realizó se pueden concluir:

- La utilización de microorganismos eficaces ME en el cultivo de Maíz, tanto a nivel foliar como en el suelo, no afectó en forma considerada los niveles las propiedades químicas del suelo ni su composición química; pero afectó agro biológico de ME tuvo un efecto positivo los niveles de las características físicas del suelo.
- La aplicación de ME en las plantas de maíz mejoro en forma significativa el poder de germinación en comparación con el testigo, por lo cual se fecha de floración, tamaño y grosor de las plantas, biomas y producción entre otras características fisiológicas típicas de esta planta.
- La acción de los ME dentro de las nutrientes absorbidos por las plantas se observa que es un facilitador permitiendo que se absorban con mayor facilidad los ya que existiendo niveles bajos de nutrientes los tratamientos en los que se utilizaron ME encuentran los valores más altos.
- Los beneficios de los ME en la producción del cultivo nos indica que existe un efectos muy positivo ya que existe una diferencia significativa dentro de la producción tanto en la calidad como en la cantidad de la cosecha. Existiendo una diferencia hasta casi un 400 % entre los tratamientos ME y el tradicional sin ME
- Al igual su función de insecticida se ve que es muy válida ya que no existe una acción agresiva de insectos a la plantación incluyendo los que no se utilizaron los microorganismos, con la diferencia en los tratamientos utilizados ME fue casi nula.

## **RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el presente estudio y teniendo en cuenta las consultas realizadas se recomienda:

- Realizar exámenes bromatológicos a los granos de maíz para poder tener un valor nutricional del producto final, así poder dar valores más concretos de la calidad del producto.
- Realizar fumigaciones con diferentes concentraciones de ME y diferentes tipos de cultivo para así obtener datos específicos para la región en donde se realiza el cultivo y para los diferentes tipos de cultivos.
- También utilizar concentraciones diferentes de abonos tanto orgánicos como naturales para obtener las proporciones estándares. Ya que no existen valores obtenidos en nuestro país
- Realizar fumigaciones en periodos de tiempo diferentes para obtener información sobre la acción de los ME en la acción de restauración de los suelos.
- Realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos del suelo con una mayor periodicidad para ver los procesos de que realizan los ME en el suelo y el aumento de la micro fauna y micro flora.

## BIBLIOGRAFÍA

- BURBANO, H. 1989. El suelo: Una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Colombia. Universidad de Nariño. Pg. 89.
- CALDERÓN, F. 2000. Concepción moderna de la nutrición vegetal. En: Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Panamericana. Colombia. Pg. 150. Cuarta edición
- ESTRADA, G. 2000. Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Selva Negra. Colombia. Pg.180. Segunda edición.
- GUERRERO, R. 1995. Propiedades químicas de los suelos. Departamento de Suelos y Aguas, Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Pg.80. Primera edición.
- CHAPMAN, H. 1995. Diagnostic Criteria For Plant and Soils. Universidad de California. USA. Pg.325. Séptima edición
- GRAETZ, H. A. 1996. Manuales para educación agropecuaria: suelos y fertilización. Trillas. México. Pg. 28. Primera Edición
- INSTITUTO Colombiano Agropecuario (ICA). 1996. Suelos y fertilizantes. Bogotá. Pg. 39-78, 115-125. Primera edición
- INSTITUTO Colombiano Agropecuario (ICA). 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. ICA. Bogotá. Pg. 25-45. Tercera edición
- INSTITUTO Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1990. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Pg. 28-145
- INSTITUTO Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 1990 Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Pg. 1-53, 181. Segunda edición

- INSTITUTO Geográfico Agustín Codazzi (IGAC ). 1995. Suelos de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Pg 23, 67, 96. Primera edición
- LEÓN, L. A. 2000. Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Panamericana. Bogotá. Pg. 193. Quinta edición
- MARÍN, G. 1990. Fertilidad de suelos con énfasis en Colombia. ICA. Colombia. Pg, 31. Primera edición
- SOIL Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. 1996. USDA-Natural Resources Conservation Service. USA. Pg. 22-75. Decima primer edición
- VÁZQUEZ, C. & A. Orozco. 1996. La destrucción de la naturaleza. Fondo de Cultura Económica. México. Pg. 33-56.
- FUNDACIÓN Mokita Okada. 2005. Microorganismos benéficos en la agricultura Natural. Centro de Pesquis. Brasil. Pg 5-100. Sexta edición
- HARRISON, W. 2000. Posibilidades y Estadística para Ingenieros. Graham and Hill. España. Pg150-208. séptima edición
- HIGA, T. 2009. Principios básicos de la agricultura natural y sus aplicaciones. Presto Vermelho. Brasil. Pg.15-32. Tercera edición
- COYNE. 2005. Microbiología del Suelo: Un enfoque Exploratorio. Proaño Magallanes, España. Pg. 345-408
- GARCÍA, D y J, Rodríguez 1999. Aplicación de los Microorganismos en las diferentes tipos agricultura. Preson Vermelho. Brasil. Pg. 265-319
- HORNICK, S.B. 1999. Actividad de los Microorganismos Eficaces en la agricultura. Casa Grande. Peru. Pg. 234-457. Octava edición
- REGANOLD. H. Papendick. K, Parri. 2001. La importancia de los ME e n la Agricultura Moderna. Presto Vermelho, Brasil. Pg. 45-100. Segunda edición.

LONDOÑO. 2008. Efectos de los Microorganismos Eficaces sobre la calidad del Ensilaje del Maíz y su utilización en la Lechería Tropical. Tesis de grado para la obtención del Ingeniería en Zootecnia., Universidad de la Salle., Colombia. Pg. 50-100.

#### Internet

BIOSCA, A. 2001. Qué son microorganismos eficientes?. (en línea). Consultado: 18 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>

SILVA, M. 2009. Microbiología General. (en línea). Consultado: 29 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>

IDIAF. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales 2009.

Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura. 2011. (en línea) Consultado: 10 de enero de 2011. Disponible en: <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>

APNAN. 2003. Red de Agricultura natural de para la Región Asia/Pacífico. Manual de Aplicación. (en línea). Consultado: 28 de septiembre de 2009. Disponible en: [www.apnam.com](http://www.apnam.com).

## ANEXOS

## ANOVA CALIDAD Y CANTIDAD DE LA COSECHA

## ANEXO 1 ANOVA CALIDAD Y CANTIDAD DE LA COSECHA

## Análisis de la varianza

## Plantas germinadas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Plantas germinadas	24	0,94	0,92	3,10

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3258,83	5	651,77	52,61	<0,0001
Tratamientos	3258,83	5	651,77	52,61	<0,0001
Error	223,00	18	12,39		
Total	3481,83	23			

## Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,22891

Error: 12,3889 gl: 18

Tratamientos Medias n E.E.

Verde	128,75	4	1,76	A
Rojo	124,25	4	1,76	A
Tomate	116,75	4	1,76	B
Azul	113,50	4	1,76	B
Lila	103,75	4	1,76	C
Amarillo	94,50	4	1,76	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Tamano 1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tamano 1	24	0,99	0,99	2,94

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	130,57	5	26,11	323,19	<0,0001
Tratamientos	130,57	5	26,11	323,19	<0,0001
Error	1,45	18	0,08		
Total	132,03	23			

## Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,42229

Error: 0,0808 gl: 18

Tratamientos Medias n E.E.

Verde	12,74	4	0,14	A
Rojo	11,47	4	0,14	B
Azul	10,44	4	0,14	C
Tomate	10,15	4	0,14	C
Lila	7,33	4	0,14	D
Amarillo	5,97	4	0,14	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Grosor 1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grosor 1	24	0,93	0,90	9,72

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26,64	5	5,33	44,80	<0,0001
Tratamientos	26,64	5	5,33	44,80	<0,0001
Error	2,14	18	0,12		
Total	28,78	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,51225**

Error: 0,1189 gl: 18

Tratamientos Medias n E.E.

Verde	4,87	4	0,17	A
Rojo	4,64	4	0,17	A
Tomate	3,65	4	0,17	B
Azul	3,64	4	0,17	B
Lila	2,66	4	0,17	C
Amarillo	1,84	4	0,17	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**tamano 2**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
tamano 2	24	0,99	0,99	2,73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6614,53	5	1322,91	331,44	<0,0001
Tratamientos	6614,53	5	1322,91	331,44	<0,0001
Error	71,85	18	3,99		
Total	6686,37	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,96796**

Error: 3,9914 gl: 18

Tratamientos Medias n E.E.

Verde	94,49	4	1,00	A
Rojo	90,58	4	1,00	B
Azul	74,67	4	1,00	C
Tomate	74,47	4	1,00	C
Lila	57,27	4	1,00	D
Amarillo	47,88	4	1,00	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Grosor 2**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grosor 2	24	0,92	0,90	9,50

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	139,43	5	27,89	43,93	<0,0001
Tratamientos	139,43	5	27,89	43,93	<0,0001
Error	11,43	18	0,63		
Total	150,86	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,18362**

Error: 0,6348 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Verde	11,17	4	0,40	A
Rojo	11,04	4	0,40	A
Tomate	8,90	4	0,40	B
Azul	8,67	4	0,40	B
Lila	5,75	4	0,40	C
Amarillo	4,81	4	0,40	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**tamano 3**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
tamano 3	24	0,43	0,28	13,29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7440,83	5	1488,17	2,76	0,0507
Tratamientos	7440,83	5	1488,17	2,76	0,0507
Error	9702,50	18	539,03		
Total	17143,33	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=34,49058**

Error: 539,0278 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Rojo	200,50	4	11,61	A
Verde	188,75	4	11,61	A B
Azul	177,00	4	11,61	A B C
Tomate	174,00	4	11,61	A B C
Lila	161,75	4	11,61	B C
Amarillo	146,00	4	11,61	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**grosor 3**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
grosor 3	24	0,93	0,91	6,23

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	115,57	5	23,11	46,93	<0,0001
Tratamientos	115,57	5	23,11	46,93	<0,0001
Error	8,87	18	0,49		
Total	124,43	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,04259**

Error: 0,4925 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Verde	14,36	4	0,35	A
Rojo	13,76	4	0,35	A
Tomate	10,94	4	0,35	B
Azul	10,86	4	0,35	B
Lila	9,56	4	0,35	C
Amarillo	8,12	4	0,35	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Peso total mazorcas**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso total mazorcas	24	0,99	0,98	5,35

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	871,61	5	174,32	291,77	<0,0001
Tratamientos	871,61	5	174,32	291,77	<0,0001
Error	10,75	18	0,60		
Total	882,37	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,14829**

Error: 0,5975 gl: 18

Tratamientos Medias n E.E.

Verde	22,21	4	0,39	A
Rojo	22,17	4	0,39	A
Azul	13,73	4	0,39	B
Tomate	13,02	4	0,39	B
Lila	9,59	4	0,39	C
Amarillo	5,96	4	0,39	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Numero total de mazorcas**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero total de mazorcas	24	0,95	0,94	5,40

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9480,21	5	1896,04	69,26	<0,0001
Tratamientos	9480,21	5	1896,04	69,26	<0,0001
Error	492,75	18	27,37		
Total	9972,96	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=7,77270**

Error: 27,3750 gl: 18

Tratamientos Medias n E.E.

Verde	120,25	4	2,62	A
Rojo	115,50	4	2,62	A
Tomate	101,25	4	2,62	B
Azul	99,25	4	2,62	B
Lila	84,75	4	2,62	C
Amarillo	60,75	4	2,62	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Peso de 60 mazorcas**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 60 mazorcas	24	0,94	0,92	9,30

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	157,17	5	31,43	52,35	<0,0001
Tratamientos	157,17	5	31,43	52,35	<0,0001
Error	10,81	18	0,60		

Total 167,98 23

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,15120**

Error: 0,6005 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Verde	11,83	4	0,39	A
Rojo	10,94	4	0,39	A
Azul	8,36	4	0,39	B
Tomate	8,33	4	0,39	B
Lila	6,13	4	0,39	C
Amarillo	4,41	4	0,39	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Peso biomasa**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso biomasa	24	0,95	0,94	10,58

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	809,72	5	161,94	75,34	<0,0001
Tratamientos	809,72	5	161,94	75,34	<0,0001
Error	38,69	18	2,15		
Total	848,41	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,17807**

Error: 2,1496 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Rojo	21,33	4	0,73	A
Verde	21,31	4	0,73	A
Azul	13,06	4	0,73	B
Tomate	12,88	4	0,73	B
Lila	8,55	4	0,73	C
Amarillo	6,03	4	0,73	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Plantas afec insec**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Plantas afec insec	24	0,94	0,92	24,78

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1189,38	5	237,88	52,06	<0,0001
Tratamientos	1189,38	5	237,88	52,06	<0,0001
Error	82,25	18	4,57		
Total	1271,63	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,17561**

Error: 4,5694 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Amarillo	21,25	4	1,07	A
Lila	14,00	4	1,07	B
Tomate	7,25	4	1,07	C
Azul	6,25	4	1,07	C
Verde	1,50	4	1,07	D
Rojo	1,50	4	1,07	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**% de germinacion**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% de germinacion	24	0,94	0,92	3,10

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1154,64	5	230,93	52,59	<0,0001
Tratamientos	1154,64	5	230,93	52,59	<0,0001
Error	79,04	18	4,39		
Total	1233,68	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,11308**

Error: 4,3913 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Verde	76,64	4	1,05	A
Rojo	73,96	4	1,05	A
Tomate	69,50	4	1,05	B
Azul	67,56	4	1,05	B
Lila	61,76	4	1,05	C
Amarillo	56,25	4	1,05	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**D. floracion**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
D. floracion	24	0,83	0,78	2,09

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	385,71	5	77,14	17,09	<0,0001
Tratamientos	385,71	5	77,14	17,09	<0,0001
Error	81,25	18	4,51		
Total	466,96	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,15624**

Error: 4,5139 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Amarillo	109,25	4	1,06	A
Lila	103,25	4	1,06	B
Tomate	102,50	4	1,06	B C
Azul	100,00	4	1,06	C D
Rojo	98,00	4	1,06	D
Verde	97,25	4	1,06	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**D. cosecha**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
D. cosecha	24	0,72	0,65	2,83

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	666,50	5	133,30	9,37	0,0002
Tratamientos	666,50	5	133,30	9,37	0,0002

Error	256,00	18	14,22
Total	922,50	23	

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,60246**

Error: 14,2222 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Lila	141,00	4	1,89	A
Amarillo	140,25	4	1,89	A
Azul	130,75	4	1,89	B
Tomate	129,75	4	1,89	B
Rojo	129,50	4	1,89	B
Verde	128,25	4	1,89	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### Numero de granos por mazorcas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de granos por mazor..	24	0,98	0,97	6,64

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	48181,33	5	9636,27	152,42	<0,0001
Tratamientos	48181,33	5	9636,27	152,42	<0,0001
Error	1138,00	18	63,22		
Total	49319,33	23			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=11,81217**

Error: 63,2222 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Verde	168,25	4	3,98	A
Rojo	156,00	4	3,98	B
Tomate	138,50	4	3,98	C
Azul	134,75	4	3,98	C
Lila	81,25	4	3,98	D
Amarillo	40,25	4	3,98	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANOVA FISICO

### ANEXO 2 ANOVA FISICO

#### Análisis de la varianza

##### Compactacion

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Compactacion	21	0,96	0,94	0,99

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	242,48	6	40,41	49,92	<0,0001
Tratamientos	242,48	6	40,41	49,92	<0,0001
Error	11,33	14	0,81		
Total	253,81	20			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,57563**

Error: 0,8095 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Amarillo	97,67	3	0,52	A
Azul	93,33	3	0,52	B
Lila	91,00	3	0,52	C
Rojo	89,33	3	0,52	D
Verde	88,67	3	0,52	D
Blanco	88,33	3	0,52	D E
Tomate	87,00	3	0,52	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Densidad Seca**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Densidad Seca	21	0,97	0,96	0,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,05	6	0,01	76,09	<0,0001
Tratamientos	0,05	6	0,01	76,09	<0,0001
Error	1,5E-03	14	1,1E-04		
Total	0,05	20			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,01824**

Error: 0,0001 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Amarillo	1,37	3	0,01	A
Azul	1,31	3	0,01	B
Lila	1,27	3	0,01	C
Rojo	1,25	3	0,01	D
Verde	1,24	3	0,01	D
Blanco	1,24	3	0,01	D
Tomate	1,21	3	0,01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**% Humedad**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Humedad	21	0,98	0,97	2,67

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	367,40	6	61,23	94,77	<0,0001
Tratamientos	367,40	6	61,23	94,77	<0,0001
Error	9,05	14	0,65		
Total	376,44	20			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,40764**

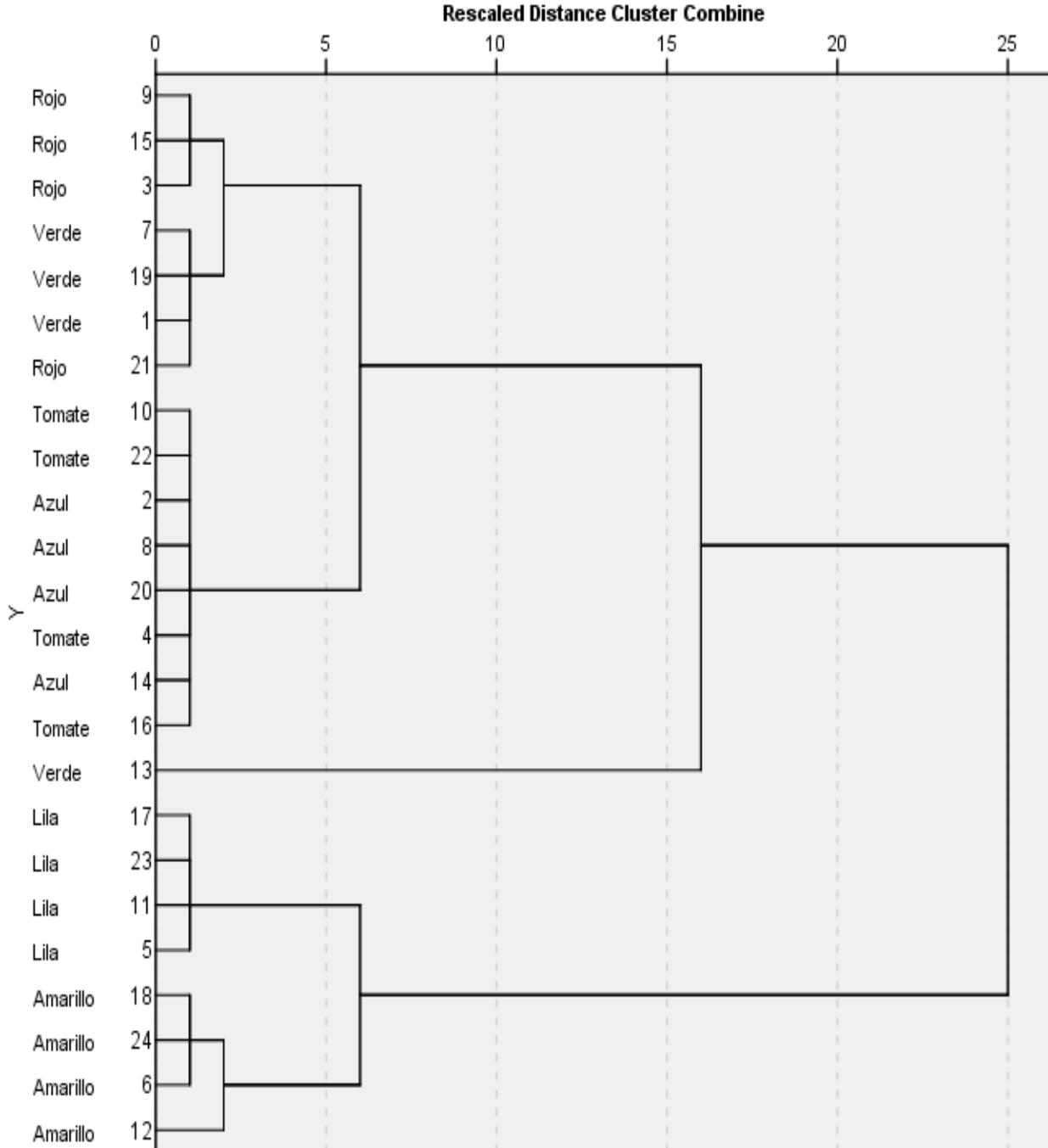
Error: 0,6461 gl: 14

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Blanco	35,71	3	0,46	A
Rojo	33,96	3	0,46	B
Verde	33,67	3	0,46	B
Tomate	30,82	3	0,46	C
Azul	25,63	3	0,46	D
Amarillo	25,60	3	0,46	D
Lila	25,33	3	0,46	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**CLUSTER**  
ANEXO 3: CLUSTER

**Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)**



## ANEXO 4: Análisis Microbiológico

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y ALIMENTOS**  
**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**Datos de recepción**

Solicitado por: Sr. José Monsalve  
 Muestra: Suelo  
 Fecha: 28 de julio de 2008  
 Fechas de análisis: del 28 de julio al 4 de agosto de 2008  
 Nº de muestras: siete  
 Fecha de elaboración: no indica  
 Procedencia: Entregada en el laboratorio por la persona interesada.

**Inspección de las muestras:** Recolectada en recipiente de plástico etiquetado con números.

**INFORME DEL RESULTADO** del ensayo de evaluación de la carga microbiana expresada como unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g) y el recuento de mohos y levaduras expresado como unidades propagadoras por gramo (UPC/g). La técnica utilizada es la del recuento estándar en placa en medio de agar nutritivo en el primer caso y agar Sabouraud en el segundo caso.

Muestras		R. E. P.	Mohos y levaduras
Suelo	1	$2,3 \times 10^3$	$3,2 \times 10^3$
Suelo	2	$3,5 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$
Suelo	3	$3,7 \times 10^2$	$3,5 \times 10^3$
Suelo	4	$2,4 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$
Suelo	5	$2,9 \times 10^3$	$4,5 \times 10^3$
Suelo	6	$2,4 \times 10^3$	$6,7 \times 10^3$
Suelo	control	$3,410^3$	$6,3 \times 10^3$

Valor del análisis: USD \$ 140,00  
 IVA 12% 16,80  
 Total a cancelar 156,80

*Adelina Astudillo Machuca*  
 Dra. Adelina Astudillo Machuca  
 Jefe de Laboratorio- Analista



ANEXO 5: Análisis químico del suelo



**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: [nemalabsa@dialnet.asap-tel.net](mailto:nemalabsa@dialnet.asap-tel.net)

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA), EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

22/07/2008

Pág: 1 / 1

**Cliente:** MONSALVE RIQUETTI JOSÉ ANTONIO

**Remitente:** SR. JOSÉ MONSALVE

**Propiedad:** LA PLAYA

**Localización:**

Sitio

Parroquia

NABON  
Cantón

AZUAY  
Provincia

**Cultivo:** NINGUNO

**Documento No:** 00012704

**Fecha de Muestreo:** 27/06/2008

**Fecha de Ingreso:** 05/07/2008

**Fecha de Salida:** 19/07/2008

**Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE SUELO**

Cód. de Muestra	No. de Muestra	pH	p.p.m.							meq / 100g			Relaciones			
			NH4	P	Zn	Cu	Fe	Mn	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	
18428	VERDE	6.6 PN	7B	11 M	1.9B	4.3 A	23.2 M	3.2 B	0.38 M	12.79 A	5.92 A	2.16	33.66	15.58	49.24	
18429	TOMATE	7.0 PN	6B	14 M	1.9B	4.3 A	19.0 B	2.8 B	0.51 A	12.46 A	5.81 A	2.14	24.43	11.39	35.82	
18430	AZUL	6.4 Lac	6B	8 M	2.0 B	3.8 M	16.5 B	2.8 B	0.52 A	11.75 A	5.82 A	2.02	22.60	11.19	33.79	
18431	ROJA	7.0 PN	6B	20 A	2.2 B	3.8 M	20.6 M	1.9 B	0.36 M	11.54 A	5.48 A	2.11	32.06	15.22	47.28	
18432	AMARILLO	6.7 PN	5B	10 M	2.1 B	5.4 A	46.7 A	2.8 B	0.36 M	12.93 A	5.98 A	2.16	35.92	16.61	52.53	
18433	LILA	6.8 PN	6B	7 B	1.7 B	4.1 A	11.2 B	2.0 B	0.27 M	11.94 A	5.75 A	2.08	44.22	21.30	65.52	

**Interpretación:**

pH	Niveles	Metodología Utilizada
Ac: Acido < 5.5	B: Bajo	pH: SUELO: AGUA (1: 2.5)
LAc: Ligeramente Acido 5.6 - 6.4	M: Medio	S, B: Fosfato de Calcio
PN: Prácticamente Neutro 6.5 - 7.5	A: Alto	P, K, Ca, Mg: Olsen Modificado
LAl: Ligeramente Alcalino 7.6 - 8.0		NH4: K Cl. Espectrofotometria
Al: Alcalino > 8.1		Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado
		B: Curcumina
		CE: En Extracto de Pasta Saturada
		M.O.: Dicromato de Potasio

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

DR WILFRIDO NARVÁEZ  
Jefe de Laboratorio

**NEMALAB**  
Laboratorio de analisis agrícola

DRA. JÉSSICA ÁLVAREZ  
Gerente Técnico

**NEMALAB**  
Laboratorio de analisis agrícola

TEC. VANYÑA CÁRDENAS  
Secretaria

\* Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.  
"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

## ANEXO 6 Análisis de capacidad de intercambio

**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: [nemalabsa@dialnet.asap-tel.net](mailto:nemalabsa@dialnet.asap-tel.net)

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA), EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

22/07/2008

Página 1

Cliente: MONSALVE RIQUETTI JOSÉ ANTONIO

Documento No: 00012704

Remitente: SR. JOSÉ MONSALVE

Fecha de Muestreo: 27/06/2008

Propiedad: LA PLAYA

Fecha de Ingreso: 05/07/2008

Localización:

Sitio

Parroquia

NABON

Cantón

AZUAY

Provincia

Fecha de Salida: 19/07/2008

**Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO**

Cód. Muestra	No. de Muestra	K	Ca	Mg	Na	C.I.C.	Sumatoria de Bases	Bases	K	Ca	Mg	Na
		meq / 100g						% de Saturación				
18428	VERDE	0.52	12.50	5.90	0.24	23.84	19.16	80.37	2.18	52.43	24.75	1.01
18429	TOMATE	0.66	11.40	5.50	0.36	24.20	17.92	74.05	2.73	47.11	22.73	1.49
18430	AZUL	0.74	11.90	6.00	0.98	24.20	19.62	81.07	3.06	49.17	24.79	4.05
18431	ROJA	0.48	11.80	5.80	0.32	27.92	18.40	65.90	1.72	42.26	20.77	1.15
18432	AMARILLO	0.50	12.20	5.90	1.58	25.84	20.18	78.10	1.93	47.21	22.83	6.11
18433	LILA	0.40	11.50	5.80	0.68	22.28	18.38	82.50	1.80	51.62	26.03	3.05

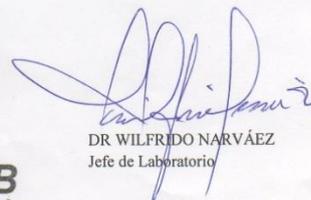
**Interpretación:**

Interpretación C.I.C.		% de Saturación Adecuado	
BAJO	< 12	K	2.5 - 7
MEDIO	12.1 - 25.0	Ca	65 - 85
ALTO	> 25.0	Mg	10 - 15
		Na	< 15

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.  
Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.

  
TEC. ORLANDO AGUIRRE  
Laboratorista

  
**NEMALAB**  
Laboratorio de análisis agrícola

  
DR. WILFRIDO NARVÁEZ  
Jefe de Laboratorio

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

F01011R

## ANEXO 7 Análisis de textura

**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: [nemalabsa@dialnet.asap-tel.net](mailto:nemalabsa@dialnet.asap-tel.net)

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA), EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

22/07/2008

Página 1

Cliente: MONSALVE RIQUETTI JOSÉ ANTONIO

Remitente: SR. JOSÉ MONSALVE

Propiedad: LA PLAYA

Localización:

Sitio

Parroquia

NABON  
CantónAZUAY  
Provincia

Documento No: 00012704

Fecha de Muestreo: 27/06/2008

Fecha de Ingreso: 05/07/2008

Fecha de Salida: 19/07/2008

**Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE TEXTURA**

Cód. Muestra	Id. de Lote	%			Clase de Suelo
		Arena	Limo	Arcilla	
18428	VERDE	71	9	20	FRANCO ARCILLO ARENOSO
18429	TOMATE	80	6	14	FRANCO ARENOSO
18430	AZUL	75	9	16	FRANCO ARENOSO
18431	ROJA	75	9	16	FRANCO ARENOSO
18432	AMARILLO	72	8	20	FRANCO ARCILLO ARENOSO
18433	LILA	75	7	18	FRANCO ARENOSO

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.

TEC. ORLANDO AGUIRRE  
Elaborado**NEMALAB**  
Laboratorio de análisis agrícola

DR. WILFRIDO NARVÁEZ  
Gerente Técnico

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

F01012R

ANEXO 8: Análisis de suelo básico

**NEMALAB S.A.**  
 En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP  
 e-mail: [nemalabsa@dialnet.asap-tel.net](mailto:nemalabsa@dialnet.asap-tel.net)  
 KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA), EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

19/12/2007  
 Pág: 1 / 0

---

**Ciente:** MONSALVE RIQUETTI JOSÉ ANTONIO  
**Remitente:** SR. JOSÉ MONSALVE  
**Propiedad:** LA PLAYA  
**Localización:** Sitio Parroquia NABÓN AZUAY Cantón Provincia **Cultivo:** NINGUNO

**Documento No:** 00011641  
**Fecha de Muestreo:** 10/11/2007  
**Fecha de Ingreso:** 22/11/2007  
**Fecha de Salida:** 17/12/2007

---

**Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE SUELO BASICO**

Cód. de Muestra	No. de Muestra	pH	p.p.m.							meq / 100g			Relaciones			
			NH4	P	Zn	Cu	Fe	Mn	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	
17226	M1	6.7 PN	9B	25 A	2.0 B	3.2 M	25.0 M	3.7 B	0.63 A	13.18 A	4.71 A	2.80	20.92	7.48	28.40	

**Interpretación:**

pH	Niveles	Metodología Utilizada
Ac: Acido < 5.5 LAc: Ligeramente Acido 5.6 - 6.4 PN: Prácticamente Neutro 6.5 - 7.5 LiA: Ligeramente Alcalino 7.6 - 8.0 Al: Alcalino > 8.1	B: Bajo M: Medio A: Alto	pH: SUELO AGUA (1: 2.5) S, B: Fosfato de Calcio P, K, Ca, Mg: Olsen Modificado NH4: K, Cl: Espectrofotometria Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado B: Curcumina CE: En Extracto de Pasta Saturada M.O.: Dicromato de Potasio

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

DR. WILFRIDO NARVÁEZ  
Jefe de Laboratorio

DRA. JESSICA ÁLVAREZ  
Gerente Técnico

TEC. VALENTINA CÁRDENAS  
Secretaria

\* Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.  
 "Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

F01001B

## ANEXO 9: Análisis químico de suelos

**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: [nemalabsa@dialnet.asap-tel.net](mailto:nemalabsa@dialnet.asap-tel.net)

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA), EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

19/12/2007

Página 1

**Cliente:** MONSALVE RIQUETTI JOSÉ ANTONIO **Documento No:** 00011641  
**Remite:** SR. JOSÉ MONSALVE **Fecha de Muestreo:** 10/11/2007  
**Propiedad:** LA PLAYA **Cultivo:** NINGUNO **Fecha de Ingreso:** 22/11/2007  
**Localización:** Sitio Parroquia Cantón Provincia **Fecha de Salida:** 17/12/2007  
 NABON AZUAY

**Resultados e Interpretación de: Análisis Químico de Suelos**

Cód. Muestra	Id. de Muestra	pH	B	S	Cl	Na	Al + H	C. E.	M. O.
			p.p.m.			meq / 100g		dS / m	%
17226	M 1	6.7 PN	--	--	--	0.42 B	--	0.72 NS	1.38 M

**Interpretación:**

pH	Niveles	Niveles Relacionales	Metodología Utilizada
Ac: Acido < 5.5	B: Bajo M: Medio A: Alto		pH: SUELO: AGUA (1: 2.5) S, B: Fosfato de Calcio P, K, Ca, Mg: Olsen Modificado MH4: K Cl: Espectrofotometría Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado B: Curcumina CE: Pasta Saturada M.O.: Dicromato de Potasio
LAc: Ligeramente Acido 5.6 - 6.4			
PN: Prácticamente Neutro 6.5 - 7.5			
LiA: Ligeramente Alcalino 7.6 - 8.0			
Al: Alcalino > 8.1			
Conduct. Eléctrica: NS = < 2.0 LS = 2.0 - 3.0 S = 3.0 - 4.0 MS = > 4.0 - 8.0			

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.  
Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.



TEC. ORLANDO AGUIRRE  
Laboratorista



DR. WILFRIDO NARVÁEZ  
Jefe de Laboratorio

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

F01003R

ANEXO 10 Análisis de capacidad de intercambio



**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: [nemalabsa@dialnet.asap-tel.net](mailto:nemalabsa@dialnet.asap-tel.net)

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA), EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

19/12/2007

Página 1

**Cliete:** MONSALVE RIQUETTI JOSÉ ANTONIO **Documento No:** 00011641  
**Remite:** SR. JOSÉ MONSALVE **Fecha de Muestreo:** 10/11/2007  
**Propiedad:** LA PLAYA **Fecha de Ingreso:** 22/11/2007  
**Localización:** Sitio Parroquia Cantón Provincia **Fecha de Salida:** 17/12/2007  
 NABON AZUAY  
 Cantón Provincia

Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO												
Cód. Muestra	No. de Muestra	K	Ca	Mg	Na	C.I.C.	Sumatoria de Bases	Bases				Na
		meq / 100g						% de Saturación				
17226	M 1	0.94	12.32	4.32	0.42	24.80	18.00	72.58	3.79	49.68	17.42	1.69

**Interpretación:**

Interpretación C.I.C.		% de Saturación Adecuado	
BAJO	< 12	K	2.5 - 7
MEDIO	12.1 - 25.0	Ca	65 - 85
ALTO	> 25.0	Mg	10 - 15
		Na	< 15

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.  
 Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.

  
**TEC. DEL ANDO AGUIRRE**  
 Laboratorio

  
**DR. WILFRIDO NARVAEZ**  
 Jefe de Laboratorio

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

ANEXO 11: Análisis de textura



**NEMALAB S.A.**  
 En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP  
 e-mail: [nemalabsa@dialnet.asap-tel.net](mailto:nemalabsa@dialnet.asap-tel.net)  
 KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA), EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

19/12/2007  
 Página 1

---

**Cliente:** MONSALVE RIQUETTI JOSÉ ANTONIO  
**Remitente:** SR. JOSÉ MONSALVE  
**Propiedad:** LA PLAYA  
**Localización:** Sitio Parroquia Cantón Provincia

**Documento No:** 00011641  
**Fecha de Muestreo:** 10/11/2007  
**Fecha de Ingreso:** 22/11/2007  
**Fecha de Salida:** 17/12/2007

**Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE TEXTURA**

Cód. Muestra	Id. de Lote	%			Clase de Suelo
		Arena	Limo	Arcilla	
17226	M 1	72	8	20	FRANCO ARENOSO

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.  
 Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.



TEC. ORLANDO AGUIRRE  
Elaborado



DR WILFRIDO NARVÁEZ  
Gerente Técnico

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

F01012R

**ANEXO 12: Análisis químicos foliar**



**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: [nemalabsa@dialnet.asap-tel.net](mailto:nemalabsa@dialnet.asap-tel.net)

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA), EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. (593) 2992184 Fax: (593) 97650254

29/04/2008

Pág: 1 / 1

**Cliente:** MONSALVE RIQUETTI JOSÉ ANTONIO

**Remitente:** SR. JOSÉ MONSALVE

**Propiedad:** LA PLAYA

**Localización:**

Sitio

Parroquia

NABON  
Cantón

AZUAY  
Provincia

**Documento No:** 00012323

**Fecha de Muestreo:** 10/04/2008

**Fecha de Ingreso:** 12/04/2008

**Fecha de Salida:** 28/04/2008

**Resultados e Interpretación de: ANALISIS FOLIAR BASICO**

Cód. Muestra	No. de Muestra	% en Materia Seca								p.p.m.						Relaciones		
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	Na	B	K/Mg	K/N	N/S	
11184	M 1 VERDE	1.89	0.34	1.80	0.67	0.17	--	--	21.9	8.9	185.6	26.2	67.5	--	10.59	0.95	***	
11185	M 2 AZUL	1.79	0.32	1.64	0.80	0.24	--	--	23.9	8.4	139.3	25.7	67.5	--	6.83	0.92	***	
11186	M 3 MORADO	2.20	0.36	1.68	0.98	0.21	--	--	31.3	12.6	125.1	30.1	82.5	--	8.00	0.76	***	
11187	M 4 TOMATE	2.11	0.32	1.93	0.84	0.23	--	--	27.7	8.3	103.6	30.1	80.0	--	8.39	0.91	***	
11188	M R 5 ROJAS	1.83	0.27	1.85	0.67	0.18	--	--	22.8	8.4	123.2	26.1	80.0	--	10.28	1.01	***	
11189	M 6	1.86	0.36	1.78	1.45	0.24	--	--	18.8	8.5	178.9	19.8	80.0	--	7.42	0.96	***	

**Niveles Normales de Una Planta en Producción (Foliar) (Fuente: INIAP)**

Cultivo:	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	Na	B
MAIZ	2.7-4.0	0.25-0.5	1.7-3.0	0.21-1.0	0.21-1.0	0.21-0.5	?	25.0-100.0	6.0-20.0	21.0-250.0	20.0-200.0	?	5.0-25.0

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.

  
DR WILFRIDO NARVÁEZ  
Jefe de Laboratorio

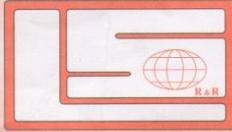
  
DRA. JESSICA ÁLVAREZ  
Gerente Técnico

  
TEC. VANYNA CÁRDENAS  
Secretaría

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente es nuestro compromiso con la humanidad"

F03001R

## ANEXO 13: Análisis físico del Suelo

**LABORATORIO DE SUELOS R & R**

Fray Marchena y Av. Loja  
Urb. Antonio Borrero V. / Lote 29-30  
Telfs.: 2385-371 2385-280  
Cuenca-Ecuador

Ing. Iván Riquetti V.  
Máster en Geotécnica  
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
Ingeniero Civil  
Universidad de Cuenca

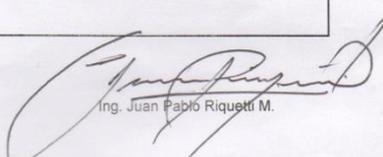
**ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO**

**PROYECTO:** TESIS DE GRADUACION  
**SOLICITADO POR:** JOSE ANTONIO MONSALVE RIQUETTI  
**MATERIAL:** DE SITIO  
**UBICACION:** NABON  
**FECHA:** JUNIO 29 DEL 2008

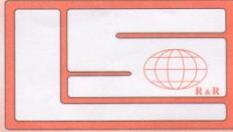
Punto No.	1	2	3	4
<b>Ubicación:</b>	MUESTRA LILA	MUESTRA LILA	MUESTRA LILA	MUESTRA LILA
<b>Abscisa</b>				
<b>Profundidad:</b>	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.
<b>Densidad Bulk:</b>	1.593	1.602	1.587	1.590
<b>% Humedad:</b>	25,91	24,86	25,12	24,98
<b>Densidad seca:</b>	1,265	1,283	1,268	1,272
<b>Proctor</b>	1.400	1.400	1.400	1.400
<b>% Compactación:</b>	90	92	91	91

Punto No.	5	6	7	8
<b>Ubicación:</b>	MUESTRA VERDE	MUESTRA VERDE	MUESTRA VERDE	MUESTRA VERDE
<b>Abscisa</b>				
<b>Profundidad:</b>	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.
<b>Densidad Bulk:</b>	1.666	1.650	1.655	1.670
<b>% Humedad:</b>	34,90	32,87	33,15	35,00
<b>Densidad seca:</b>	1,235	1,242	1,243	1,237
<b>Proctor</b>	1.400	1.400	1.400	1.400
<b>% Compactación:</b>	88	89	89	88

**Comentarios:**

  
Ing. Juan Pablo Riquetti M.

## ANEXO 14: Análisis físico del Suelo

**LABORATORIO DE SUELOS R & R**

Fray Marchena y Av. Loja  
 Urb. Antonio Borrero V. / Lote 29-30  
 Telfs.: 2385-371 2385-280  
 Cuenca-Ecuador

Ing. Iván Riquetti V.  
 Máster en Geotécnia  
 Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
 Ingeniero Civil  
 Universidad de Cuenca

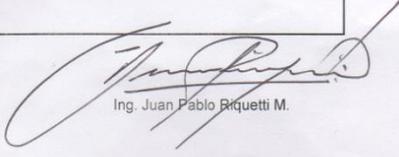
**ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO**

**PROYECTO:** TESIS DE GRADUACION  
**SOLICITADO POR:** JOSE ANTONIO MONSALVE RIQUETTI  
**MATERIAL:** DE SITIO  
**UBICACION:** NABON  
**FECHA :** JUNIO 29 DEL 2008

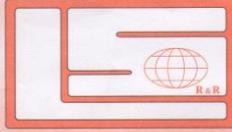
Punto No.	17	18	19	20
<b>Ubicación:</b>	MUESTRA AZUL	MUESTRA AZUL	MUESTRA AZUL	MUESTRA AZUL
<b>Abscisa</b>				
<b>Profundidad:</b>	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.
<b>Densidad Bulk:</b>	1.646	1.667	1.632	1.653
<b>% Humedad:</b>	25.81	26.12	24.97	25.43
<b>Densidad seca:</b>	1.308	1.322	1.306	1.318
<b>Proctor</b>	1.400	1.400	1.400	1.400
<b>% Compactación:</b>	93	94	93	94

Punto No.	21	22	23	24
<b>Ubicación:</b>	MUESTRA AMARILLO	MUESTRA AMARILLO	MUESTRA AMARILLO	MUESTRA AMARILLO
<b>Abscisa</b>				
<b>Profundidad:</b>	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.
<b>Densidad Bulk:</b>	1.720	1.700	1.730	1.710
<b>% Humedad:</b>	25.91	24.50	26.40	25.32
<b>Densidad seca:</b>	1.366	1.365	1.369	1.365
<b>Proctor</b>	1.400	1.400	1.400	1.400
<b>% Compactación:</b>	98	98	98	97

Comentarios:

  
 Ing. Juan Pablo Riquetti M.

## Anexo 13: Análisis físico del Suelo



## LABORATORIO DE SUELOS R &amp; R

Fray Marchena y Av. Loja  
Urb. Antonio Borrero V. / Lote 29-30  
Telfs.: 2385-371 2385-280  
Cuenca-Ecuador

Ing. Iván Riquetti V.  
Máster en Geotécnia  
Oklahoma State University

Ing. Juan Pablo Riquetti M.  
Ingeniero Civil  
Universidad de Cuenca

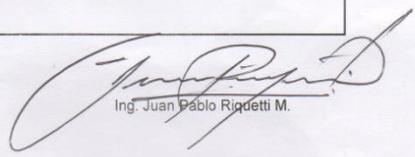
## ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO

PROYECTO: TESIS DE GRADUACION  
SOLICITADO POR: JOSE ANTONIO MONSALVE RIQUETTI  
MATERIAL: DE SITIO  
UBICACION: NABON  
FECHA : JUNIO 29 DEL 2008

Punto No.	25	26	27	28
Ubicación:	TERRENO NATURAL	TERRENO NATURAL	TERRENO NATURAL	TERRENO NATURAL
Abscisa				
Profundidad:	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.
Densidad Bulk:	1.677	1.686	1.669	1.660
% Humedad:	35.17	36.12	34.86	33.02
Densidad seca:	1.241	1.239	1.238	1.248
Proctor	1.400	1.400	1.400	1.400
% Compactación:	89	88	88	89

Punto No.	29	30	31	32
Ubicación:	TERRENO NATURAL	TERRENO NATURAL	TERRENO NATURAL	TERRENO NATURAL
Abscisa				
Profundidad:	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.	0.00 m.
Densidad Bulk:	1.670	1.683	1.687	1.674
% Humedad:	34.85	35.42	36.00	34.78
Densidad seca:	1.238	1.243	1.240	1.242
Proctor	1.400	1.400	1.400	1.400
% Compactación:	88	89	89	89

Comentarios:

  
Ing. Juan Pablo Riquetti M.

**Anexo Fotográfico**



FOTO 1: Preparación e Identificación de las Unidades Experimentales



FOTO 2: Preparación del suelo la siembra, cubriendo el suelo con paja



FOTO 3: Movimiento de Tierra previo a la preparación del suelo



FOTO 4: Suelo con cobertura vegetal



FOTO 5: Inoculación de Microorganismos Benéficos antes de la siembra



FOTO 6: Elaboración de los agujeros para la siembra



FOTO 7: Pesaje de las semillas para realizar la siembra



FOTO 8: Semillas colocadas en ME diluidos en agua



FOTO 9: Agujeros realizados para colocar la semilla del maíz



FOTO 10: Siembra del Maíz



FOTO 11: Fumigación después de la siembra



FOTO 12: Fumigación al segundo Mes



FOTO 13: Fumigación a los 45 días



FOTO 14: Cogollero comiendo la caña de la planta de maíz



FOTO 15: Riego de las plantas de maíz



FOTO 16: Plantas en el primer mes



FOTO 17: Planta al primer mes



FOTO 18: Aporte de materia orgánica



FOTO 19: Mezcla de Bocacchi y biofertilizante



FOTO 20: Medición de las plantas



FOTO 21: . Medición de los chócolos



FOTO 22: Toma de las propiedades físicas del suelo con el Densímetro Nuclear después de la cosecha



FOTO 23: Toma de la densidad antes de la preparación del suelo



FOTO 24: Arado del suelo en las unidades experimentales de agricultura orgánica y tradicional



FOTO 25: Profundidad a la que se tomó las muestras de tierra



FOTO 26: Muestras de suelo



FOTO 27: Análisis microbiológico del suelo



FOTO 28: Plantas de maíz secándose para ser pesada