

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO**

TÍTULO:

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN
RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN
LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE-ECUADOR 2012**

AUTOR:

ARMANDO RODRIGO MÉNDEZ CABEZAS

DIRECTOR:

ING. JANSS BELTRÁN

Quito, Junio del 2013

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, los análisis de los resultados, las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cayambe, 8 de Agosto del 2013

Armando Rodrigo Méndez Cabezas

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Quiero dedicar este trabajo

A Dios, por haberme dado la salud, vida y fortaleza, para permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrarme siempre su cariño, amor y apoyo incondicional.

A mi familia, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores y por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETIVOS	17
2.1. OBJETIVO GENERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. MARCO TEÓRICO	18
3.1. HUMUS Y MATERIA ORGÁNICA	18
3.2. CONSTITUCIÓN Y ORIGEN DE LA MATERIA ORGÁNICA EDÁFICA.....	19
3.3. TIPOS DE HUMIFICACIÓN	22
3.3.1. HUMIFICACIÓN BIOLÓGICA:	22
3.3.2. HUMIFICACIÓN ABIOLÓGICA:	22
3.4. TIPOS DE HUMUS.....	23
3.5. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS SUSTANCIAS HÚMICAS	23
3.6. MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO.....	24
3.6.1. ¿COMO LA MATERIA ORGÁNICA FORMA LA ESTRUCTURA DEL SUELO?.....	25
3.6.2. SUSTANCIAS NO-HÚMICAS	26
3.6.3. COMPONENTES Y FUNCIÓN DEL HUMUS Y SUSTANCIAS HÚMICAS	28
3.7. LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO	30
3.7.1. LAS BACTERIAS.....	32
3.7.2. LOS ACTINOMICETOS	33
3.7.3. LOS HONGOS.....	34
3.7.4. MOHOS	36
3.7.5. LEVADURAS	38
3.8. CARBONO TOTAL DEL SUELO.....	38
3.9. MATERIA ORGÁNICA Y PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO	40
3.9.1. EFECTO SOBRE EL PH DEL SUELO.....	40
3.9.2. EFECTO EN LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C.).....	41
3.10. MATERIA ORGÁNICA Y PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	42
3.10.1. AGREGACIÓN DEL SUELO	42
3.11. MATERIA ORGÁNICA Y PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO.....	43
3.12. IMPORTANCIA DE LA RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO. (C/N)	44
4. UBICACIÓN	47
4.1. UBICACIÓN POLÍTICA TERRITORIAL	47
4.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	47
4.3. CONDICIONES AGROECOLÓGICAS	47

5. MATERIALES Y MÉTODOS	48
5.1. MATERIALES	48
5.2. MÉTODOS	50
5.2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	50
5.2.1.1. Tipo de Diseño Experimental	50
5.2.1.2. Tratamientos.....	50
5.2.1.3. Unidad Experimental y Parcela Neta	50
5.2.1.4. Variables y Métodos de Evaluación	51
5.2.1.4.1. Parámetros Físicos.-.....	51
5.2.1.4.2. Parámetros Químicos.-	52
5.2.1.4.3. Parámetros Microbiológicos.....	55
5.2.1.4.4. Parámetros Productivos	58
5.2.1.5. Prueba de Significancia Estadística	58
5.2.2. CROQUIS DEL EXPERIMENTO.....	59
6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	60
6.1. COMPOST, FERTILIZANTE QUÍMICO SINTÉTICO E INSTALACIÓN DE TRATAMIENTOS	60
6.2. MEZCLA FORRAJERA	61
6.3. INSTALACIÓN DEL ENSAYO.....	62
6.3.1. APLICACIÓN DE HERBICIDA.....	62
6.3.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	62
6.3.3. REPLANTEO DEL EXPERIMENTO	62
6.3.4. SIEMBRA.....	62
6.3.5. RIEGO.....	63
6.3.6. EVALUACIONES EXPERIMENTALES.....	63
6.3.6.1. Evaluaciones Experimentales para Producción de Biomasa Vegetal	63
6.3.7. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS.....	64
6.3.8. PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN	64
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
7.1. DENSIDAD REAL	65
7.2. POTENCIAL HIDRÓGENO (PH)	67
7.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	69
7.4. MATERIA ORGÁNICA.....	70
7.5. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C.)	72
7.6. NITRÓGENO ASIMILABLE (%).....	73
7.7. FÓSFORO, POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO	74
7.8. MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS Y MOHOS Y LEVADURAS	80
7.9. PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LA MEZCLA FORRAJERA.	85
7.10. CORRELACIÓN MICROBIOLOGÍA Y BIOMASA	86

7.11. SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS	88
8. CONCLUSIONES	89
9. RECOMENDACIONES.....	90
10. RESUMEN.....	91
11. SUMMARY.....	93
12. BIBLIOGRAFÍA.....	95
13. ANEXOS.....	98
13.1. DATOS ORIGINALES DE CADA UNA DE LAS VARIABLES	98
13.1.1. FERTIZA-FERTIFORRAJE	98
13.1.2. VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO pH	99
13.1.3. VARIABLE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	100
13.1.4. VARIABLE MATERIA ORGÁNICA	101
13.1.5. VARIABLE NITRÓGENO.....	102
13.1.6. VARIABLE FÓSFORO	103
13.1.7. VARIABLE POTASIO	104
13.1.8. VARIABLE CALCIO.....	105
13.1.9. VARIABLE MAGNESIO.....	106
13.1.10. VARIABLE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO	107
13.1.11. VARIABLE MICROORG. AEROBIOS MESÓFILOS	108
13.1.12. VARIABLE MOHOS Y LEVADURAS.....	109
13.1.13. VARIABLE MATERIA SECA.....	110
13.1.14. VARIABLE DENSIDAD REAL.....	111
13.2. SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS	112
13.2.1. LISTA DE PARTICIPANTES Y FIRMAS.....	112
13.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE SUELOS.....	116
13.3.1. ANÁLISIS DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST	116
13.3.2. ANÁLISIS DE SUELO PREVIO A LA INVESTIGACIÓN	117
13.3.3. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO PRIMER CORTE.....	118
13.3.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUELO PRIMER CORTE	119
13.3.5. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO SEGUNDO CORTE.....	120
13.3.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUELO SEGUNDO CORTE	121
13.3.7. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO CUARTO CORTE	122
13.3.8. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUELO CUARTO CORTE	123
13.3.9. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO QUINTO CORTE	124
13.3.10. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE SUELO QUINTO CORTE	125
13.4. FOTOGRAFÍAS	126

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO 1. MATERIALES-EQUIPOS Y REACTIVOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE-ECUADOR 2012.</u>	<u>49</u>
<u>CUADRO 2. TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE-ECUADOR 2012.</u>	<u>50</u>
<u>CUADRO 3. CANTIDADES DE COMPOST UTILIZADAS PARA OBTENER LOS PORCENTAJES DE MATERIA ORGÁNICA REQUERIDAS PARA LOS TRATAMIENTOS 3, 4 Y 5 EN LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE-ECUADOR 2012.</u>	<u>61</u>
<u>CUADRO 4. COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA FORRAJERA UTILIZADA EN LA EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE-ECUADOR 2012.</u>	<u>61</u>
<u>CUADRO 5. NÚMERO DE DÍAS CONTADOS A PARTIR DE LA SIEMBRA DE LA MEZCLA FORRAJERA Y DEL CORTE DE IGUALACIÓN QUE CORRESPONDIERON A CADA UNA DE LAS EVALUACIONES EN LA "EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE-ECUADOR 2012."</u>	<u>63</u>
<u>CUADRO 6. PROMEDIO DE LA DENSIDAD REAL DEL SUELO DE LOS TRATAMIENTOS POR CORTE EN LA "EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012."</u>	<u>65</u>
<u>CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY AL 5% PARA POTENCIAL HIDRÓGENO (PH) EN CADA UNO DE LOS CUATRO ANÁLISIS (CORTES) REALIZADOS EN LA "EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012."</u>	<u>67</u>
<u>CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY AL 5% PARA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E.) EN CADA</u>	

UNO DE LOS CUATRO ANÁLISIS (CORTES) REALIZADOS EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.” 69

CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY AL 5% PARA CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (M.O.) EN CADA UNO DE LOS CUATRO ANÁLISIS (CORTES) REALIZADOS EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.” 71

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY AL 5% PARA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C.) EN CADA UNO DE LOS CUATRO ANÁLISIS (CORTES) REALIZADOS EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.” 72

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY AL 5% PARA NITRÓGENO ASIMILABLE (%) EN CADA UNO DE LOS CUATRO ANÁLISIS (CORTES) REALIZADOS EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.” 73

CUADRO 12 ANÁLISIS DE VARIANZA Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY AL 5% PARA FÓSFORO, POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO EN CADA UNO DE LOS CUATRO ANÁLISIS (CORTES) REALIZADOS EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.” 76

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY AL 5% PARA MICROORGANISMOS MESÓFILOS AEROBIOS, MOHOS Y LEVADURAS CADA UNO DE LOS CUATRO ANÁLISIS (CORTES) REALIZADOS EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.” 82

CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA SEGÚN LA PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS TUKEY AL 5% PARA PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN GR/M² PARA TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS CUATRO ANÁLISIS (CORTES) REALIZADOS EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A

LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.” 85

CUADRO 15. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE CARGA MICROBIANA Y GRAMOS DE BIOMASA PRODUCIDA PARA CADA UNA DE LAS EVALUACIONES DE LOS 5 TRATAMIENTOS EN SU CONJUNTO, EN LA INVESTIGACIÓN: “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.” . 86

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. COMPORTAMIENTO DEL FÓSFORO (PPM) PARA TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS 4 ANÁLISIS REALIZADOS (CORTES) EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE – ECUADOR 2012. 77

GRÁFICO 2. COMPORTAMIENTO DEL POTASIO (CMOL/KG) PARA TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS 4 ANÁLISIS REALIZADOS (CORTES) EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE – ECUADOR 2012. 78

GRÁFICO 3. COMPORTAMIENTO DEL CALCIO (CMOL/KG) PARA TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS 4 ANÁLISIS REALIZADOS (CORTES) EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE – ECUADOR 2012. 79

GRÁFICO 4. COMPORTAMIENTO DEL MAGNESIO (CMOL/KG) PARA TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS 4 ANÁLISIS REALIZADOS (CORTES) EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE – ECUADOR 2012. 80

GRÁFICO 5. COMPORTAMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS PARA TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS 4 ANÁLISIS REALIZADOS (CORTES) EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE – ECUADOR 2012”..... 83

GRÁFICO 6. COMPORTAMIENTO DE LOS MOHOS Y LEVADURAS PARA TRATAMIENTOS EN CADA UNO DE LOS 4 ANÁLISIS REALIZADOS (CORTES) EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE – ECUADOR 2012”..... 84

GRÁFICO 7. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN ENTRE MICROORGANISMOS MESÓFILOS AEROBIOS Y GRAMOS DE BIOMASA Y ENTRE MOHOS Y LEVADURAS Y GRAMOS DE BIOMASA EN LAS EVALUACIONES 1, 2, 3, 4 EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO

**ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE -
ECUADOR 2012 87**

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

<u>FOTOS 1-2 PREPARACIÓN DEL TERRENO, PASE DEL ARADO Y DE RASTRA EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE -ECUADOR 2012.”</u>	<u>126</u>
<u>FOTOS 3-4 CERCADO Y DELIMITACIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES EN EL ENSAYO, EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”</u>	<u>126</u>
<u>FOTOS 5-6 INCORPORACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LAS UNIDADES EXPERIMENTALES EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”</u>	<u>127</u>
<u>FOTOS 7-8 PREPARACIÓN DE CADA UNIDAD EXPERIMENTAL “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”</u>	<u>127</u>
<u>FOTOS 9-10 SIEMBRA DE SEMILLA DE PASTO EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”</u>	<u>128</u>
<u>FOTOS 11-12-13-14-15 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”</u>	<u>129</u>
<u>FOTOS 16-17 CORTES EXPERIMENTALES DE LA PASTURA EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”</u>	<u>130</u>
<u>FOTOS 18-19 TOMA DE MUESTRAS DE LA PASTURA PARA DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”</u>	<u>130</u>

FOTOS 20-21 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO PARA DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO, EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”.....131

FOTOS 22-23 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS EN LABORATORIO, EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”131

FOTOS 24-25 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS EN LABORATORIO, EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”132

FOTOS 26-27 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, EN LABORATORIO, EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”132

FOTOS 28-29 DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA, EN LABORATORIO, EN LA “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO, EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS. CAYAMBE - ECUADOR 2012.”133

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen aproximadamente 1 129 701 hectáreas que corresponden al cultivo de pastizales distribuidos en 205 833 unidades productivas (MAGAP, 2003) con un rendimiento promedio de 91 t/ha/año de materia verde, considerados como bajos en la región.

Se registran promedios de producción de 19.710 kg MS/ha/año, con medias de 20.250 y 19.170 kg/ha/año para los períodos de máxima y mínima precipitación respectivamente; en cambio a las 12 semanas se han registrado 28.941 kg MS/ha/año con medias de 30.912 y 26.970 kg/ha/año en máxima y mínima precipitación. (Programa de Ganadería Bovina y Pastos, INIAP 1991).

La problemática de los pastos a nivel sierra, se derivan principalmente de su baja estabilidad y persistencia.

El Ecuador al igual que la mayoría de los países en desarrollo no ha escapado al problema de la degradación de los suelos, estimándose que este constituye el mayor problema ambiental que el país soporta, pues se ha calculado que alrededor del 48 % de la superficie nacional tiene serios problemas de erosión. (Suquilanda, 2008)

La estabilidad de los pastos está relacionada a diversos factores físicos, químicos, biológicos y ambientales. Con la estabilidad de los pastos se busca que exista un equilibrio en la producción de Materia Seca a pesar del transcurso del tiempo, y en cuanto a la persistencia el tiempo en que el pasto estará presente conservando sus propiedades nutritivas.

Quizá una de las posibles causas sea las inadecuadas prácticas de manejo, entre las cuales se pueden mencionar: alta carga animal por hectárea (sobre pastoreo), escasez de agua durante la época seca, efecto de fenómenos naturales (exceso de lluvias, heladas), erosión de los suelos, la ausencia de programas de mejoramiento de praderas y el retraso tecnológico, pero quizá la más importante es la fertilidad de los suelos definida como “la capacidad del suelo para suministrar a las plantas agua y nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo”.

Existen factores físicos, químicos y biológicos que interactúan para definir la fertilidad de los suelos. Los físicos son los que condicionan el desarrollo del sistema

radicular y su aporte hídrico y están relacionados con la textura, estructura, capacidad de retención hídrica, porosidad, aireación y estabilidad de agregados. Los factores químicos hacen referencia a la reserva de nutrientes y a su aporte a las plantas, identificándose entre estos a: capacidad de intercambio catiónico (C.I.C), pH, macro y micronutrientes y materia orgánica. Finalmente están los factores biológicos o microflora del suelo, que utilizando la materia orgánica como sustento y fuente de energía intervienen en la producción de enzimas, ciclos de nutrientes (transformación biológica de nutrientes, procesos de humificación y mineralización), convirtiéndose en un factor muy importante al momento de estimar la fertilidad.

Lastimosamente el uso de fuentes de materia orgánica se ha visto negativamente afectada por múltiples razones, como la poca información precisa que se tiene sobre dosis adecuadas, formas de aplicación y sobre todo efectos reales, dejando paso libre a la aplicación de paquetes tecnológicos basados en el uso de fertilizantes inorgánicos sintéticos, exceso laboreo con maquinaria agrícola e implementación de costosos sistemas de riego dirigidos a la intensificación de uso del agua, los cuales han demostrado su efectividad en forma documentada, pero sin informar nada acerca de sus daños colaterales, quienes ocupan un primer lugar en consumo a pesar de sus elevados costos. De esta forma, los residuos orgánicos agrícolas, agroindustriales y domiciliarios, en lugar de constituirse en un recurso útil para la agricultura, han contribuido a la contaminación ambiental.

En Ecuador, el uso de abonos orgánicos por los agricultores es muy restringido, debido a que se requiere grandes cantidades para cubrir los requerimientos nutricionales de los cultivos; esto, incrementa las necesidades de mano de obra, tiempo y costos, en comparación con los fertilizantes químicos que son de más fácil manejo, sin embargo, el uso continuo y exclusivo de fertilizantes químicos es más nocivo que beneficioso, lo que contribuye a la degradación del suelo; debido al desequilibrio biológico y el consecuente deterioro de las características físico-químicas del mismo (INIAP,2007 Y SUQUILANDA, 2008), afectando así la fertilidad de los suelos, la capacidad de producción de pastizales, y por ende la disminución de los rendimientos en los hatos ganaderos.

Lo anterior nos invita a pensar en la necesidad de generar un sistema productivo eficiente y eficaz de los pastizales, el cual permita contar con las necesarias reservas

alimenticias para mantener una carga animal en óptimas condiciones corporales y productivas sin recurrir al uso de suplementos alimenticios que al final del proceso productivo afecta la rentabilidad de los sistemas, en especial de aquellos que su único ingreso de recursos económicos es de la venta de leche. En términos generales se podría decir que una mejora en la persistencia y estabilidad de los pastizales puede resolverse mejorando la fertilidad de los suelos.

Bajo este contexto se prevé realizar el presente trabajo investigativo a efecto de evaluar en condiciones de campo el impacto provocado por la aplicación de diferentes dosis de materia orgánica, en las características físico, químicas y biológicas del suelo, así como en el rendimiento de una mezcla forrajera.

Con la aplicación de la materia orgánica se pretende manipular la carga de microorganismos del suelo, y de esta manera alterar la fertilidad y el rendimiento de la producción de Materia Seca.

El abono orgánico utilizado fue el proveniente de un proceso de compostaje que está siendo llevado adelante por el Gobierno Municipal del Cantón Cayambe, con los desechos orgánicos generados en los hogares de sus habitantes.

En el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicado en el Cantón Cayambe, se prevé determinar el efecto en la fertilidad de los suelos a través de la medición de los cambios producidos en sus características físicas, químicas y biológicas, mediante reportes de los análisis de laboratorio.

Además, se propone correlacionar la cantidad de masa microbiana generada, con la producción de kilogramos de Materia Seca producida, todo como efecto de la incorporación de la materia orgánica.

La presente investigación aportará con información relevante que permita realizar diversas acciones encaminadas a que los sistemas de producción ganaderos sean sostenibles ambientalmente hablando, a la vez que permitan rentabilidad económica.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la carga microbiana en la fertilidad de los suelos y su posible impacto en la estabilidad y persistencia de los pastizales dedicados a la producción de leche de origen bovino, en respuesta a la aplicación de abono orgánico compost, como una posible propuesta sostenible en términos ambientales para la actividad ganadera, mediante la instalación de un proceso experimental.

2.2. Objetivos Específicos

Determinar el efecto de la aplicación del compost en las características físicas, químicas y biológicas y su influencia en la fertilidad del suelo para la producción de pasturas.

Correlacionar la cantidad de masa microbiana estimulada, con la producción de materia seca de pastura en respuesta a la incorporación de la materia orgánica como posible indicativo relevante de la fertilidad del suelo.

Difundir los resultados del proyecto de investigación plasmados en artículos científicos publicados y talleres para agricultores dedicados a la ganadería lechera en el ámbito territorial del canal de riego Cayambe-Pedro Moncayo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Humus y Materia Orgánica

La materia orgánica (M.O.) es uno de los constituyentes más importantes de los suelos.

Para Suquilanda (2008), los niveles deseables de MO en los suelos de cultivo varía desde el 2% en las zonas áridas, al 5% y más en los valles fértiles. Para Gros y Domínguez, citados por Julca et al. (2006), el nivel deseable de materia orgánica en los suelos arcillosos medios es del 2%, pudiendo descender a 1,65% en suelos pesados y llegar a un 2,5% en los arenosos.

Su identificación y cuantificación permite clasificar suelos, evaluar su fertilidad y estimar el peligro de erosión, entre otras cualidades. Existe numerosa bibliografía que señala los efectos benéficos de la materia orgánica sobre distintas características físicas y químicas del suelo como estabilidad estructural, capacidad de retención hídrica, disponibilidad de nitrógeno y azufre, etc. Los autores denominan indistintamente materia orgánica o humus a la parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo. (NAVARRO PEDREÑO, 1992 GROS & DOMÍNGUEZ, 1992)

El humus tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso.

Cuando se refiere al efecto sobre las propiedades químicas del suelo, los autores mencionan que aumenta la capacidad de cambio, la reserva de nutrientes para la vida vegetal y la capacidad tampón, favoreciendo la acción de los abonos minerales al facilitar su absorción a través de la membrana celular de las raicillas. En cuanto a su efecto sobre las propiedades biológicas, favorece los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado. (GRAETZ, 1997).

Para JHONSTOM la cantidad de humus en el suelo depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos al suelo y su velocidad de oxidación química y biológica, la velocidad de descomposición de la materia orgánica existente ya en el suelo, la textura del suelo, la aireación, humedad y los factores climáticos. Las prácticas de manejo del cultivo también pueden tener un efecto sobre este parámetro, ya que, por ejemplo, el empleo de abonos minerales acelera la descomposición de la materia orgánica en el suelo. Esto es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica, que se traduce en la práctica en una mejora de la fertilidad y, por tanto, de los rendimientos (GROS & DOMÍNGUEZ, 1992).

La materia orgánica en el suelo también facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como los plaguicidas. Por ejemplo, se sabe que la capacidad del suelo para adsorber compuestos químicos como clorofenoles o cloroanilinas aumenta con el contenido en materia orgánica (VANGESTEL, 1996).

La aplicación de enmiendas orgánicas aumenta la degradación de fumigantes, y disminuye la volatilización de los pesticidas, cuando la enmienda se aplica en los primeros 5 cm del suelo (GAN, YATES, CROWLEY, & BECKER, 1998).

3.2. Constitución y origen de la Materia Orgánica Edáfica

La Materia Orgánica representa un conjunto complejo de sustancias constituidas por restos vegetales y organismos que están sometidos a un constante proceso de transformación y síntesis. Por lo tanto, la M.O. no puede considerarse estable, ni cualitativa ni cuantitativamente, tanto a corto como a largo plazo.

Normalmente se presenta en cantidades muy inferiores a la fracción mineral, no obstante su papel es tan importante o más para la evolución y propiedades de los suelos.

Los constituyentes orgánicos del suelo se pueden agrupar en:

Materiales vivos (biomasa): Microbiota (microorganismos: algas, bacterias, hongos, protozoos); Mesobiota (nematodos, gusanos); Macrobiota (raíces vegetales, lombrices). Representa un grupo enormemente diverso. Valores usuales son de

10.000 a 10.000.000 de organismos por gramo de suelo para la microflora y de 1.000 a 100.000 para la microfauna.

Materiales no vivos: restos orgánicos frescos (tejidos vegetales y animales), productos excretados por los organismos, productos de descomposición y compuestos de síntesis.

El concepto de Materia Orgánica (M.O.) del suelo se refiere a la fase muerta, pero en la práctica se incluyen también a los microorganismos vivos dada la imposibilidad de separarlos del resto de material orgánico transformado.

Transformación química inicial.- es una alteración que sufren los restos vegetales antes de caer al suelo. Las hojas son atacadas por los microorganismos, en la misma planta, y se producen importantes transformaciones en su composición y estructura. Consiste en pérdida de sustancias orgánicas y elementos minerales como P, N, K, Na.

Acumulación y destrucción mecánica.- La hojarasca, ramas, tallos, etc., se acumulan sobre el suelo y se van destruyendo mecánicamente, fundamentalmente por la acción de los animales que reducen su tamaño, lo mezclan con la fracción mineral y lo preparan para la posterior etapa.

Alteración química.- En esta etapa se produce una intensa transformación de los materiales orgánicos y su mezcla e infiltración en el suelo. Los restos orgánicos en el suelo pierden rápidamente su estructura celular y se alteran a un material amorfo que va adquiriendo un color cada vez más negro, con una constitución y composición absolutamente distintas de los originales. Poco a poco los restos transformados se van desintegrando, difuminándose en el suelo y finalmente se integran totalmente con la fracción mineral.

La acción de los microorganismos edáficos es decisiva para el desarrollo de estos procesos de transformación, éstos transforman los residuos orgánicos por polimerización a sustancias amorfas, de color oscuro y de alto peso molecular, el humus propiamente dicho (materia orgánica transformada y alterada, con carga negativa y de carácter ácido constituye un conjunto muy complejo de compuestos orgánicos coloidales sometidos a un constante proceso de transformación).

Los microorganismos necesitan del carbono como fuente de energía (oxidan el C y lo devuelven a la atmósfera como CO₂) y el nitrógeno para incorporarlo a su protoplasma y a ambos los toma de los restos vegetales.

En estas transformaciones se desprenden moléculas inorgánicas (NH₄, NH₃, CO₂, H₂O, etc.), restituyendo así minerales al suelo. El proceso de formación de humus se denomina humificación, mientras que la mineralización se refiere a la liberación de sustancias inorgánicas. Todos los nutrientes son absorbidos por las plantas en forma inorgánica, de aquí la importancia del proceso de mineralización.

Dependiendo de las características del suelo y de la naturaleza de los restos vegetales aportados (relación C/N de éstos) dominará la humificación o la mineralización aunque siempre se dan los dos procesos con mayor o menor intensidad.

La humificación (proceso enormemente complejo) es responsable de la acumulación de la MO en el suelo mientras que la mineralización conduce a su destrucción.

El fin inexorable de todos los compuestos orgánicos del suelo es su mineralización, por tanto su destrucción. Pero muchos compuestos son lo suficientemente estables como para permanecer en cantidades suficientes en los suelos (su descomposición se compensa con los aportes). Los compuestos húmicos pueden tener una vida media de cientos a miles de años.

En suelos minerales se ha estimado que entre 65 a 75 % de la MO consiste de materiales húmicos, que a su vez se pueden diferenciar en ácidos húmicos (solubles), ácidos fúlvicos (solubles) y huminas (insolubles) según sea su comportamiento frente a reactivos extractantes (ácidos y álcalis). El resto, se compone de polisacáridos y sustancias proteicas no totalmente modificadas.

El compost es el estado más avanzado en la descomposición de la materia orgánica, se obtiene por fermentación mediante una técnica especial, que da lugar a un producto similar al humus natural, Este proceso de maduración y fermentación de los residuos orgánicos comportados duras aproximadamente 6 meses, periodo en el cual el producto está listo para ser utilizado. (Duicela G. Luis Alberto, et. al., 2003).

3.3. Tipos de Humificación

La evolución de la materia orgánica del suelo depende de la actividad biológica y además de otros factores que intervienen directamente por su acción sobre la microflora. Estos son el clima, la vegetación y el tipo de material original, especialmente su pH y contenido de bases.

Se pueden destacar dos grandes tipos de humificación según las condiciones ambientales, las cuales determinarán las transformaciones químicas de la materia orgánica del suelo.

3.3.1. Humificación Biológica:

En este caso dominan los procesos biológicos que suministran la energía y activan los procesos de descomposición. Es característica de los suelos con buena aireación, con presencia de mesofauna y flora, pH próximo a neutro y alta disponibilidad de bases. El ciclo biológico es rápido, con activa mineralización y humificación, y degradación de celulosa (uno de los componentes más importantes de la materia orgánica fresca) y lignina.

3.3.2. Humificación Abiológica:

Se produce en condiciones ambientales desfavorables para la actividad microbiológica, como baja disponibilidad de oxígeno o agua (hidromorfismo o suelos de desierto), pH ácido y baja concentración de bases en la roca madre, o vegetación de ericáceas o pinos. Predominan procesos físicos y químicas de degradación de los residuos vegetales y su combinación con iones metálicos. La insuficiencia de bases o de oxígeno modera los procesos biológicos, quedando una capa gruesa de materia orgánica poco evolucionada. La humificación es muy lenta y se producen sustancias poco polimerizadas y solubles en agua. Predominan los microorganismos lignívoros acidófilos que descomponen la lignina a fenoles sencillos que a su vez reaccionan con proteínas. Este tipo de humificación en condiciones ácidas caracteriza a los Podzoles.

3.4. Tipos de Humus

Desde el punto de vista global (evolución, morfología, propiedades, unión a la fracción mineral) el material orgánico se clasifica en tres tipos básicos de humus.

Mor.- Materia orgánica muy poco transformada.

Moder.- Mayor transformación de la materia orgánica (Fúlvicos y precursores).

Mull.- Materia orgánica evolucionada (ácidos húmicos, coloración del horizonte muy oscura).

3.5. Características básicas de las Sustancias Húmicas

Las sustancias húmicas (utilizado aquí como sinónimo de humus) presentan esquemáticamente un núcleo principal de carácter aromático (benceno, naftaleno, antraceno, furano, etc.) unido en su periferia a grupos radicales, o funcionales, como los grupos carboxílico y fenólicos (ácidos) entre otros, que confieren al conjunto sus características físicas y fisicoquímicas, y a grupos de enlace.

Algunas de las características importantes de las sustancias húmicas son la formación de complejos solubles o insolubles con iones metálicos y la interacción con sustancias orgánicas y minerales.

La expresión complejo órganomineral define entonces el resultado de una reacción (complexación) entre un anión complexante orgánico y un elemento mineral del suelo.

Los complejos organominerales pueden dividirse en:

Complejos arcillo-húmicos: muy estables, insolubles, de tamaño relativamente grande, importantes en la formación de estructura del suelo. La unión se produce entre minerales arcillosos con carga negativa y grupos funcionales de carácter catiónico, minerales arcillosos de carga positiva y grupos funcionales con carga negativa o minerales arcillosos con carga negativa y grupos funcionales con carga negativa con un catión polivalente que actúa como puente.

Complejos órgano-metálicos: estabilidad variable, tamaño relativamente pequeño, importantes en procesos de inmovilización de metales tóxicos. La unión entre ambos compuestos se produce a través de la formación de un quelato con Fe o Al, o Zn, Mn, Cu, Ni.

3.6. Materia Orgánica en el Suelo

La materia orgánica es uno de los componentes del suelo, en pequeña porción, formada por los restos vegetales y animales que por la acción de la microbiota del suelo son convertidos en una materia rica en reservas de nutrientes para las plantas, asegurando la disponibilidad de macro y micronutrientes.

Cuando son agregados restos orgánicos de origen vegetal o animal, los microorganismos del suelo transforman los compuestos complejos de origen orgánico en nutrientes en forma mineral que son solubles para las plantas; pero este proceso es lento, por lo tanto la materia orgánica no representa una fuente inmediata de nutrientes para las plantas, sino más bien una reserva de estos nutrientes para su liberación lenta en el suelo.

Durante la evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humificación la mineralización (GROS & DOMÍNGUEZ, 1992). La humificación es una fase bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra.

Primero se forma el humus joven, de evolución rápida, que a su vez da paso al humus estable. Ambos productos forman la llamada materia orgánica total del suelo.

Al humus joven también se le llama “lábil” o “libre”, porque todavía no está fijado o ligado a las partículas del suelo, sino simplemente mezclado con ellas.

Para JHONSTOM la cantidad de humus en el suelo depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos y su velocidad de oxidación química y biológica, la velocidad de descomposición de la materia orgánica ya existente, la textura, la aireación, humedad y los factores climáticos. Las prácticas de manejo del cultivo también pueden tener un efecto sobre este parámetro, ya que por ejemplo, el empleo de abonos minerales acelera la descomposición de la materia

orgánica en el suelo. Esto es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica, que se traduce en la práctica en una mejora de la fertilidad y, por tanto, de los rendimientos (GROS & DOMÍNGUEZ, 1992).

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La materia orgánica es un factor clave en la fertilidad del suelo, ya que actúa sobre las propiedades físicas (porosidad, capacidad de retención hídrica, estabilidad de agregados, etc.), sobre las químicas, aportando nutrientes mediante los procesos de mineralización, y a través de su capacidad de cambio de cationes, que actúa como una reserva nutricional, y sobre las biológicas, ya que mantiene la actividad microbiana del suelo.

La descomposición de la materia orgánica y la liberación del carbono son procesos aeróbicos, lo que significa que los microorganismos necesitan oxígeno y, por lo tanto: los residuos sobre la superficie del suelo generan un ciclo del carbono más lento debido a que están expuestos a menos microorganismos y entonces estos decaen más lentamente dando lugar a la producción de humus que es más estable y libera menos dióxido de carbono a la atmósfera, cuando se ara los residuos son incorporados en el suelo junto con el aire y se ponen en contacto con muchos microorganismos lo cual acelera el ciclo del carbono. La descomposición es más rápida, lo que trae como resultado menos formación de humus estable y liberación del dióxido de carbono a la atmósfera y, por lo tanto, una reducción de la materia orgánica.

3.6.1. ¿Como la Materia Orgánica forma la estructura del suelo?

Cuando los residuos vegetales son incorporados a los suelos varios compuestos orgánicos se descomponen. La descomposición es un proceso biológico donde el colapso físico y la transformación bioquímica de las moléculas de los complejos orgánicos de los materiales muertos se convierten en moléculas simples e inorgánicas (JUMA, 1998).

Cuando se incorporan los restos orgánicos al suelo se produce una intensa actividad microbiana, debido a la abundancia de restos fácilmente atacables. Después disminuye la actividad al ir quedando los restos más estables que sólo pueden ser descompuestos por los organismos más agresivos. Al principio actúan hongos, después las bacterias y por último los actinomicetos.

Los residuos de los cultivos contienen principalmente compuestos complejos de carbono que se originan en las paredes celulares. Estas cadenas de carbono, con cantidades variables de oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y azufre adjuntos, son las bases para los azúcares simples y los aminoácidos.

La descomposición sucesiva del material muerto y la materia orgánica modificada resulta en la formación de una materia orgánica más compleja llamada humus. El humus afecta las propiedades del suelo y su color que se vuelve más oscuro; incrementa la agregación del suelo y la estabilidad de los agregados; aumenta la capacidad de intercambio catiónico y aporta nitrógeno, fósforo y otros nutrientes durante su lenta descomposición.

El humus está formado por sustancias húmicas complejas (ácido húmico y huminas, ácidos fúlvicos) que permanecen en el suelo después de la descomposición de los residuos.

El humus también cumple una función importante en la estructura del suelo. Sin humus los suelos con altos contenidos de limo o arcilla se compactarían fácilmente al ser labrados. Los polisacáridos son las sustancias que realmente unen las partículas de suelo; la materia orgánica más resistente mantiene unidos los microagregados mientras que los ácidos fúlvicos ligan los macroagregados.

Los azúcares, los aminoácidos y los fosfolípidos son las fuentes de nitrógeno, fósforo y azufre para los microorganismos y el crecimiento de las plantas.

3.6.2. Sustancias No-Húmicas

Alrededor de 20 a 30% del humus de los suelos está formado por sustancias no-húmicas. Estas sustancias son menos complejas y menos resistentes al ataque microbiano que las de grupo del humus. A diferencia de las sustancias húmicas están

constituidas de biomoléculas específicas con propiedades físicas y químicas definidas. (CORBELLA & FERNÁNDEZ de ULLIVARRI, 2006).

Las sustancias no-húmicas son moléculas orgánicas directamente liberadas desde células de residuos frescos tales como proteínas, aminoácidos, azúcares y almidones; son parte de la materia orgánica.

Hay muchos tipos diferentes de moléculas orgánicas en el suelo. Algunas son simples moléculas que provienen directamente de plantas u otros organismos vivos. Estos productos químicos relativamente simples como los azúcares, los aminoácidos y la celulosa son fácilmente consumidos por muchos organismos. Por esta razón no permanecen en el suelo por largo tiempo.

Otros productos químicos tales como las resinas y las ceras también provienen de las plantas pero son más difíciles de descomponer por los organismos del suelo.

Esta parte de la materia orgánica del suelo es la parte activa o fracción fácil de descomponer.

Constituye el suministro principal de alimentos para varios organismos vivos en el suelo.

Los carbohidratos como los azúcares simples, la celulosa, la hemicelulosa y otros constituyen del 5 al 25 por ciento de la materia orgánica de los suelos húmedos. Se presentan en el suelo en tres formas principales: azúcares libres en la solución del suelo, polisacáridos complejos y moléculas poliméricas de varios tamaños y formas que están fuertemente unidas a los coloides de arcillas o sustancias húmicas.

Dado que hay muchos microorganismos que los utilizan, estos compuestos, por lo general, no perduran largo tiempo en el suelo. Los microorganismos a su vez sintetizan la mayoría de los polisacáridos del suelo (unidades repetidas de moléculas tipo azúcares conectadas en largas cadenas) a medida que descomponen los residuos frescos.

Los polisacáridos promueven una mejor estructura del suelo a través de su habilidad para aglutinar partículas orgánicas de suelo en agregados estables. Las moléculas más complejas de polisacáridos son más importantes en la promoción de la estabilidad de los agregados e infiltración del agua que las moléculas simples.

Algunos azúcares pueden estimular la germinación de las semillas y la elongación de las raíces. Otras propiedades del suelo que son afectadas por los polisacáridos incluyen la capacidad de intercambio catiónico, la retención de aniones y la actividad biológica.

Los lípidos constituyen un grupo muy diverso de materiales. De estos, las grasas, las ceras y las resinas constituyen del dos al seis por ciento de la materia orgánica. La importancia de los lípidos obedece a la habilidad de algunos compuestos de actuar como hormonas del crecimiento de las plantas. Otros pueden tener un efecto depresivo en el crecimiento vegetal.

El nitrógeno del suelo se encuentra principalmente (>90%) en formas orgánicas como los aminoácidos, los ácidos nucleicos y los aminoazúcares. Pequeñas cantidades existen bajo forma de aminas, vitaminas, pesticidas y sus productos de degradación. El resto está presente como NH_4^+ y es contenido en los materiales arcillosos. (Suquilanda M. , 2009)

3.6.3. Componentes y función del humus y Sustancias Húmicas

El humus o la materia orgánica humificada, es la parte remanente de la materia orgánica que ha sido usada y transformada por varios organismos del suelo.

Es un compuesto relativamente estable formado por sustancias húmicas, incluyendo ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, ácidos hematmelánicos y huminas. Es probablemente el material que contiene carbono más ampliamente distribuido en los medios terrestres y acuáticos. El humus no puede ser fácilmente descompuesto debido a sus íntimas interacciones con los minerales del suelo y además es químicamente demasiado complejo para poder ser usado por otros organismos.

Las sustancias húmicas comprenden alrededor del 60 a 80% de la materia orgánica del suelo. Están constituidas por moléculas enormes con estructura y composición más bien variables que específicas. (CORBELLA & FERNÁNDEZ de ULLIVARRI, 2006).

Una de las más importantes características de las sustancias húmicas es su capacidad para interactuar con iones metálicos, óxidos, hidratos, minerales y sustancias orgánicas.

Mediante la formación de esos complejos las sustancias húmicas pueden:

Disolver, movilizar y transportar metales y sustancias orgánicas en los suelos y las aguas, es decir, disponibilidad de nutrientes, especialmente aquellos presentes solamente en las microconcentraciones, o acumularse en ciertos horizontes del suelo, o sea una reducción de la toxicidad.

Entre 35 y 55 % de la parte no viviente de la materia orgánica es humus. Este es un importante amortiguador, reduciendo las fluctuaciones en los suelos ácidos y la disponibilidad de nutrientes. Comparadas con simples moléculas orgánicas, las sustancias húmicas son grandes, con altos pesos moleculares y muy complejos.

Las características de la parte bien descompuesta de la materia orgánica, o sea el humus, son muy diferentes de aquellas que poseen las moléculas orgánicas simples.

Mientras que se conoce bastante bien su composición química, la importancia relativa de los distintos tipos de materiales húmicos sobre el crecimiento de las plantas no está aún bien establecida.

El humus está formado por diferentes sustancias húmicas:

Ácidos fúlvicos: es la fracción del humus soluble en agua bajo todas las condiciones de pH. Su color es normalmente amarillo claro o amarillo oscuro.

Ácidos húmicos: es la fracción del humus soluble en el agua, excepto para condiciones de $\text{pH} > 2$. El color normal es marrón oscuro o negro.

El término ácido es usado para describir los ácidos húmicos debido a que se comportan como un ácido débil.

Las huminas consisten de diferentes sustancias húmicas:

Humina: es la fracción del humus insoluble en agua a ningún pH y que no puede ser extraída con una base fuerte como el hidróxido de sodio (Na OH). Comúnmente es de color negro.

Las sustancias húmicas y fúlvicas favorecen el crecimiento de la planta directamente a través de los efectos fisiológicos y nutricionales. Algunas de estas sustancias funcionan como hormonas naturales de las plantas (auxinas y giberelinas) y son capaces de mejorar la germinación de las semillas, la iniciación radical y pueden servir como fuente de nitrógeno, fósforo y azufre. (CORBELLA & FERNÁNDEZ de ULLIVARRI, 2006).

Indirectamente, pueden afectar el crecimiento de la planta mediante la modificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, por ejemplo, el incremento de la capacidad de retención de agua y la capacidad de intercambio iónico y favorecer una mejor labranza y aireación mediante una buena estructura del suelo.

Los ácidos húmicos y fúlvicos son mezclas complejas de grandes moléculas. Los ácidos húmicos son más grandes que los ácidos fúlvicos. Por un largo tiempo se pensó que los ácidos fúlvicos eran convertidos en ácidos húmicos pero hoy en día este proceso parece no ser correcto. Las distintas sustancias se diferencian solamente en su solubilidad en el agua. Los ácidos fúlvicos son producidos en las etapas iniciales de la formación del humus. Las cantidades relativas de los ácidos húmicos y fúlvicos en los suelos varían con el tipo de suelo y las prácticas de su manejo. El humus de los suelos forestales es caracterizado por un alto contenido de ácidos fúlvicos mientras que el humus de las áreas agrícolas y de las praderas contiene más ácidos húmicos.

Las huminas incluyen una amplia gama de compuestos químicos insolubles en medio acuoso y contienen, además, compuestos no húmicos como largas cadenas de hidrocarburos, ésteres, ácidos y estructuras polares, que pueden ser de origen microbiano, como polisacáridos y glomalina, íntimamente asociados a los minerales del suelo.

3.7. Los Microorganismos del Suelo

Según Wild, citado por Julca et al. (2006), un suelo fértil es aquél en el que los organismos edáficos van liberando nutrientes inorgánicos, a partir de las reservas

orgánicas, con velocidad suficiente para mantener un crecimiento rápido de las plantas.

La actividad biológica de los suelos es la resultante de las funciones fisiológicas de los organismos y proporciona a las plantas superiores un medio ambiente adecuado para su desarrollo.

La actividad biológica de los suelos es la resultante de las funciones fisiológicas de los organismos y proporciona a las plantas superiores un medio ambiente adecuado para su desarrollo. Pero la exigencia de los microorganismos edáficos en energía, elementos nutritivos, agua, temperaturas adecuadas y ausencia de condiciones nocivas es similar a la de las plantas cultivadas. El suelo es habitado por una enorme variedad de microorganismos vegetales (microflora del suelo) y animales (microfauna del suelo) y aun por organismos animales que van desde dimensiones submicroscópicas a dimensiones medias e inclusive relativamente grandes (macrofauna).

Los suelos contienen una amplia variedad de formas biológicas, con tamaños muy diferentes, como los virus, bacterias, hongos, algas, colémbolos, ácaros, lombrices, nemátodos, hormigas y, por supuesto, las raíces vivas de las plantas superiores (WILD, 1992). La importancia relativa de cada uno de ellos depende de las propiedades del suelo (THOMPSON & TROEH, 1988).

La acción microbiana del suelo depende, entre otros factores, de la temperatura, aireación y condiciones de humedad, reacción y tenor en elementos nutritivos y de la competencia y antagonismos que se establecen entre los propios grupos de microorganismos.

La población y la actividad de los microorganismos están controladas parcialmente por la cantidad de energía que pueda liberarse en la descomposición de la MO, y no importa cuántas etapas o qué organismos intervienen en su degradación; en consecuencia, ningún factor que influya en la biología del suelo puede incrementar el número de individuos heterótrofos, si no aumenta el nivel del sustrato energético (MO), por lo tanto, si un grupo aumenta, otros deben necesariamente disminuir.

3.7.1. Las Bacterias

Las bacterias son organismos procariotas unicelulares; la mayor parte de ellas presenta forma esférica (cocos) o de bastón (bacilos) y son importantes debido a que algunas realizan funciones específicas como la oxidación del amoníaco a nitratos, mientras que otras intervienen en el proceso general de descomposición de materiales orgánicos (THOMPSON & TROEH, 1988).

Son los microorganismos más abundantes y pequeños (0,1 a 1 micras). Pueden ser aerobias (crecen con oxígeno), anaerobias (crecen sin oxígeno) o facultativas (crecen con o sin oxígeno). Pueden tolerar pH ácido (acidófilas), pH básico (basófilas) o pH neutro (neutrófilas). En suelos ácidos algunas bacterias neutrófilas tienen la capacidad de neutralizar el suelo donde se están desarrollando para cumplir su función.

Si las bacterias se alimentan de compuestos orgánicos son heterótrofas. Si se alimentan de inorgánicos, son autótrofas. Las que se desarrollan a temperaturas medias (15 a 40 grados centígrados) son mesófilas, a temperaturas menores a 15 grados centígrados son psicrófilas y a temperaturas mayores a 40 grados centígrados son termófilas. La mayoría de las bacterias del suelo que son importantes para las plantas son heterótrofas, aerobias y mesófilas.

Las bacterias fijadoras de nitrógeno como el *Rhizobium* viven en simbiosis con leguminosas, fijando el nitrógeno en nódulos de las raíces de estas. Otras no-simbióticas, obtienen el azoto (nitrógeno) del aire y la energía de la descomposición de residuos vegetales es el caso de la *Azotobacter* y de la *Beijerinckia*; aerobias y del *Clostridium pastorianum*, anaerobio.

Las bacterias son, en general, bastante exigentes en calcio y prosperan especialmente en suelos de reacción levemente ácida a levemente alcalina.

Las bacterias desempeñan un papel importante en la descomposición de residuos orgánicos y en la formación de humus, e incluyen organismos fijadores de nitrógeno amoniacal, en azoto nítrico (nitrificación).

En general, las bacterias descomponen los substratos de fácil uso, los compuestos de carbono simple tales como las exudaciones de las raíces y los residuos frescos de las

plantas. Los desechos producidos por las bacterias se convierten en materia orgánica. Este desecho es menos descompuesto que el material original de plantas y animales, pero puede ser usado por un gran número de organismos. Algunos de estos (descomponedores) pueden descomponer incluso pesticidas y agentes contaminantes en el suelo. Son especialmente importantes en la inmovilización y retención de nutrientes en sus células y, por lo tanto, previenen la pérdida de nutrientes de la zona de las raíces.

Las bacterias benéficas del suelo son indispensables para recuperar la estructura perdida por las prácticas agrícolas, para hacer disponibles los nutrientes que hay en el suelo y para incorporarle la materia orgánica que necesita para mejorar la fertilidad.

Entre los géneros bacterianos más importantes agrícolamente por la transformación de los compuestos orgánicos e inorgánicos y que favorecen la nutrición de las plantas están: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Clostridium*, *Thiobacillus*, *Lactobacillus*, y *Rhizobium*.

3.7.2. Los Actinomicetos

Los actinomicetos son organismos procariotas filamentosos; sus hifas son cenocíticas, tienen el diámetro de las bacterias y de la arcilla gruesa y están con frecuencia ramificadas y entrelazadas, por lo cual son difíciles de contar (THOMPSON & TROEH, 1988). Nutricionalmente, se trata de un grupo muy adaptable, sus miembros son heterótrofos sin excepción y pueden utilizar una amplia gama de compuestos carbonados y nitrogenados, como polisacáridos, lípidos, hidrocarburos saturados, fenoles, proteínas y quitina.

Degradan desde azúcares simples, proteínas, ácidos orgánicos hasta substratos muy complejos compuestos por hemicelulosas, ligninas, quitinas y parafinas. Por esto son importantes en el proceso de transformación hasta la obtención del humus en el suelo. Además son considerados como los mejores agregadores del suelo, pues son muy eficientes produciendo sustancias húmicas.

En suelos bien aireados con alto contenido de materia orgánica alcanzan poblaciones muy altas. Constituyen del 10 al 50% de la comunidad microbiana del suelo.

Se desarrollan bien en suelos con pH desde 5 hasta 7. Se reproducen por conidias y estas son resistentes a condiciones difíciles de temperatura, acidez y humedad. Esto les permite germinar cuando se restablecen las condiciones favorables para su desarrollo. En suelos secos los actinomicetos se comportan muy bien.

Algunos actinomicetos producen antibióticos que regulan los patógenos de las plantas que están en el suelo. Al agregar conidias de actinomicetos en un suelo contaminado con bacterias y hongos fitopatógenos, crecen inhibiendo las poblaciones de los patógenos, regulando los problemas hasta alcanzar un balance que le permita a las plantas obtener nutrientes y desarrollarse.

Los géneros de actinomicetos del suelo más importantes para la nutrición de las plantas son: *Streptomyces*, *Nocardia*, *Micromonospora*, *Thermoactinomyces*, *Frankia* y *Actinomyces*.

3.7.3. Los Hongos

Además de las bacterias y de otros organismos fijadores simbióticos o asimbióticos de nitrógeno, cada vez se conoce más acerca del papel de los hongos asociados a las raíces de las plantas llamados Micorrizas, que aumentan el área de absorción de diversos minerales del suelo tales como absorción de diversos minerales del suelo, tales como Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), etc. (Suquilanda, 2008).

Los hongos conforman una importante fracción de la biomasa total microbiana del suelo.

Los hongos, según WILD, pueden representar el 70% de la población microbiana y constituye uno de los dos grandes grupos de microorganismos del suelo. Todos son eucariotas heterótrofos y se incluyen entre las especies que necesitan nitrógeno, ya sea en forma de sales minerales o de compuestos orgánicos nitrogenados, pues están desprovistos de capacidad fijadora. Las especies edáficas presentan gran diversidad en cuanto a exigencias en sustratos carbonados, variando desde los que pueden utilizar hidratos de carbono, alcoholes y ácidos orgánicos sencillos hasta los que son capaces de descomponer compuestos polimerizados, como la celulosa y la lignina.

Este es el caso de los que son parásitos obligados de los vegetales superiores o de los que han desarrollado una simbiosis obligada con determinadas plantas, como las micorrizas. Los saprófitos comunes en el suelo pueden ser eficaces transformadores de sustratos edáficos en tejidos microbianos. Algunos de ellos pueden asimilar entre el 30 y 50% del carbono presente en la materia orgánica que descomponen, lo que representa una tasa de conversión muy superior a la de las bacterias, que es del 5 al 20%.

Esto significa que el crecimiento muy rápido de los hongos puede originar una elevada demanda del nitrógeno disponible en el suelo, aunque ésta puede quedar mitigada por su relación C/N, que es superior a la que presentan las bacterias (WILD, 1992).

Las dimensiones de los hongos oscilan entre el nivel microscópico y los visibles a simple vista. Los pequeños son los más numerosos y a menudo contribuyen, más que cualquier otro microorganismo, al peso de la materia orgánica en el suelo (THOMPSON & TROEH, 1988). Algunos hongos pueden sintetizar compuestos polifenólicos, que se parecen a las formas encontradas en la fracción húmica del suelo, contribuyendo de esta manera a la formación de la materia orgánica evolucionada y estable. Generalmente toleran mejor las situaciones ácidas y el escaso suministro de calcio que otros microorganismos, y su presencia cuantitativa en los suelos ácidos es del mismo orden que en los neutros y suelen predominar en la población microbiana de los suelos forestales, porque los restantes microorganismos se hacen menos numerosos en condiciones ácidas. Además, los hongos disponen de diversos métodos para sobrevivir durante épocas desfavorables, como el calor y la sequía del suelo (producción de esporas en cuerpos fructíferos, clamidósporas, esclerotes, etc.). Por otro lado, la excesiva humedad suele ser desfavorable para ellos (WILD, 1992).

La población fungosa predomina en suelos ricos en restos vegetales, donde la competencia por alimentos y energía no es demasiado aguda, pero declinan rápidamente cuando desaparecen los materiales fácilmente degradables; en cambio, las bacterias persisten más tiempo y consumen a los hongos (THOMPSON & TROEH, 1988).

Los hongos metabolizan compuestos carbonados de muy difícil degradación como las celulosas, las hemicelulosas y las ligninas. También degradan azúcares simples, alcoholes, aminoácidos y ácidos nucleicos. Pueden ser parásitos o saprofitos.

Ciertos hongos viven en simbiosis con las raíces de plantas superiores, cuyo desarrollo parecen beneficiar. Las asociaciones de hongos y raíces son conocidas como micorrizas

Los hongos descomponen la materia orgánica más resistente, reteniendo en el suelo los nutrientes obtenidos bajo forma de biomasa de hongos y liberación de dióxido de carbono (CO₂).

El material menos resistente es descompuesto primero mientras que el material más resistente, como la lignina y las proteínas, es descompuesto en varias etapas. Muchos de los productos de desechos secundarios son ácidos orgánicos; por ello, los hongos ayudan a incrementar la acumulación de materia orgánica rica en ácidos húmicos, resistentes a una degradación posterior.

Los géneros de hongos más importantes asociados a las raíces de las plantas son *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* y *Trichoderma*. El *Aspergillus* y el *Penicillium* movilizan el fósforo y el nitrógeno del suelo. El *Trichoderma* sostiene la humedad en las raíces en condiciones de sequía.

3.7.4. Mohos

Los mohos viven como saprofitos en el suelo y agua donde contribuyen a la descomposición de la materia orgánica y al reciclado de materia orgánica, utilizando enzimas extracelulares como celulasas y pectinasas, manteniendo de esta manera la fertilidad del suelo.

Los mohos se caracterizan por tener núcleo verdadero, carecer de pigmentos fotosintéticos, poseer micelio con pared celular constituida por glucanos, quitosano y quitina (polímeros de glucosa, glucosamina y N-acetil-glucosamina, respectivamente). En pocas ocasiones la pared está constituida enteramente de quitina. La pared celular del micelio de los hongos semeja un extenso sistema tubular

por el que avanza protegido el citoplasma para su dispersión y búsqueda de nutrientes.

Los elementos somáticos tubulares que constituyen el micelio reciben el nombre de hifas. Las hifas pueden estar separadas en secciones, generalmente multinucleadas, por medio de septos perforados o bien carecer de ellos. Los hongos pueden reproducirse tanto sexual como asexualmente. Los hongos asexuales (anamorfos) generan varias clases de esporas asexuales por mitosis del núcleo celular (mitosporas).

La morfología de las estructuras que contienen las esporas es muy variable y constituye una de las bases de la clasificación de los hongos. El micelio somático no es suficientemente discriminador para utilizarlo en la clasificación. El color de muchos mohos que viven en la materia orgánica en descomposición se debe al color de sus esporas asexuales. Éstas presentan varias tonalidades de color blanco, amarillo, azul, verde, rojo, pardo o negro.

Los mohos generan varias clases de esporas asexuales, mono o pluricelulares. Las esporas se desarrollan en los esporóforos, estructuras especializadas que se extienden en el aire a partir del micelio vegetativo, y las esporas se acumulan en el extremo superior de los mismos. Si las esporas están encerradas en un esporangio (en forma de bolsa) se las llama esporangiosporas. Los conidios son esporas externas o sea no están encerradas.

Al madurar, estas esporas son esparcidas por el viento.

Muchos mohos pueden reproducirse también a través de esporas sexuales, generadas por meiosis, o división reductora, de un núcleo diploide (meiosporas). En la meiosis, el número de cromosomas se divide por la mitad. Las esporas sexuales contienen sólo un cromosoma de cada par homólogo. La condición diploide se restablece cuando dos estructuras haploides se unen, completando el ciclo vital. Los mohos a los que no se les conoce ciclo sexual, se consideran hongos imperfectos.

Los mohos con estructuras reproductoras sexuales (teleomorfos) corresponden a tres grupos: ascomicetos, basidiomicetos y zigomicetos. Los ascomicetos producen sus esporas en ascos, que generalmente se forman dentro de un complejo cuerpo fructífero, el ascoma. De forma similar, los basidiomicetos desarrollan sus esporas

sexuales externamente, en los basidios que se hallan en un complejo cuerpo fructífero: el basidioma. Pero este grupo también comprende a los carbones y las royas, organismos de interés agronómico por ser parásitos vegetales. Los zigomicetos producen zigosporas a veces visibles a ojo desnudo. En condiciones naturales, los mohos se reproducen en la mayoría de los casos asexualmente, las estructuras reproductoras sexuales sólo aparecen ocasionalmente en circunstancias favorables.

3.7.5. Levaduras

La mayoría de las numerosas especies de levaduras se han clasificado desde el punto de vista de la reproducción, que puede ser sexual o asexual. En la reproducción vegetativa, generalmente, una célula madre da lugar a diversas células hijas por la formación repetida de yemas en la superficie celular; en unas pocas levaduras la división asexual se hace por escisión celular luego de la duplicación del núcleo.

Tres grupos de hongos acogen a las levaduras: los ascomicetos, los basidiomicetos y los hongos imperfectos. El primer grupo incluye las levaduras cuyas estructuras reproductoras sexuales son los ascos sencillos que contienen ascosporas. Una célula diploide de levadura sufre meiosis y forma de cuatro a ocho ascosporas, encerradas en el asco. Una ascospora es una célula haploide que al germinar genera una progenie de células haploides por mitosis (reproducción asexual). Las células de diferente polaridad sexual se combinan para formar un nuevo organismo diploide. Entre las levaduras que pertenecen a los ascomicetos se encuentra *Saccharomyces cerevisiae* empleada para la fabricación del pan y la fermentación alcohólica. Los basidiomicetos agrupan un número reducido de levaduras. Los hongos imperfectos incluyen levaduras que se reproducen sólo de forma asexual, ej. *Candida tropicalis*.

3.8. Carbono Total del Suelo

Los suelos contienen más C que la suma existente en la vegetación y en la atmósfera. El C orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos poco alterados

de vegetales, animales y microorganismos, en forma de humus y en formas muy condensadas de composición próxima al C elemental. (Suquilanda M. , 2009)

En condiciones naturales, el C orgánico del suelo resulta del balance entre la incorporación al suelo del material orgánico fresco y la salida de C del suelo en forma de CO₂ a la atmósfera (SWIFT, 2001, AGUILERA, 2000), erosión y lixiviación. Cuando los suelos tienen condiciones aeróbicas, una parte importante del carbono que ingresa al suelo es lábil y se mineraliza rápidamente y una pequeña fracción se acumula como humus estable (FAO, 2001).

El CO₂ emitido desde el suelo a la atmósfera no solo se produce por la mineralización de la materia orgánica del suelo (M.O.S.) donde participa la fauna edáfica (organismos detritívoros) y los microorganismos del suelo, sino también se genera por el metabolismo de las raíces de las plantas (FORTIN, 1996).

Cuando los suelos tienen condiciones aeróbicas, una parte importante del carbono que ingresa al suelo (55 Pg C año⁻¹ a nivel global) es lábil y se mineraliza rápidamente y una pequeña fracción se acumula como humus estable (0,4 Pg C año⁻¹) (FAO, 2001). El CO₂ emitido desde el suelo a la atmósfera no solo se produce por la mineralización de la MOS donde participa la fauna edáfica (organismos detritívoros) y los microorganismos del suelo, sino también se genera por el metabolismo de las raíces de las plantas (FORTIN, 1996).

La M.O.S. puede ser protegida de descomposición acelerada mediante:

1) Estabilización física por la microagregación, 2) estabilización físico-química mediante asociación con partículas de arcilla, y 3) estabilización bioquímica mediante la formación de compuestos altamente recalcitrantes (SIX, 2002).

En la materia orgánica del suelo (MOS) se distingue una fracción lábil, disponible como fuente energética, que mantiene las características químicas de su material de origen (hidratos de carbono, ligninas, proteínas, taninos, ácidos grasos), y una fracción húmica, más estable, constituida por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas (GALANTINI, 2002, AGUILERA, 2000).

Cada una de estas fracciones se obtiene por solubilización en medios ácidos o alcalinos.

Sin embargo, este tipo de fraccionamiento se encuentra limitado por la presencia de componentes no húmicos extraídos junto con la fracción húmica y que no pueden ser separados efectivamente mediante esta metodología (HAYES, 2001). Las sustancias húmicas son el principal componente de la MOS y representan, por lo menos el 50% de ésta. Las sustancias húmicas son el material orgánico más abundante del medioambiente terrestre (HAYES, 2001). Dentro de la fracción húmica, las huminas son el componente más abundante.

3.9. Materia Orgánica y Propiedades Químicas del suelo

3.9.1. Efecto sobre el pH del suelo

La materia orgánica del suelo (M.O.S.) afecta la reacción del suelo (pH) debido a los diversos grupos activos que aportan grados de acidez, a las bases de cambio y al contenido de nitrógeno presente en los residuos orgánicos aportados al suelo (AGUILERA, 2000).

En el largo plazo, el aumento de pH podría explicarse por la liberación por mineralización de las bases de cambio contenidas en los compuestos orgánicos y por el contenido inicial de N, (POCKNEE, 1997). El N contenido en los materiales vegetales originales provocaría un aumento inicial de pH asociado a formación de NH_4^+ que consume protones. La posterior nitrificación del NH_4^+ en NO_3^- resultaría en una disminución del pH debido a liberación de los protones a la solución del suelo. La disminución del pH por formación de NO_3^- no conseguiría alcanzar los niveles originales de acidez dado que una alta concentración de NH_4^+ tiene un efecto inhibitorio de la nitrificación (POCKNEE, 1997). Por otro lado, la MOS tiene grupos carboxílicos y fenólicos que se comportan como ácidos débiles y tienden a disminuir el pH del suelo (CARRASCO, 1992).

Carrasco señala que en suelos cercanos a la neutralidad o que tienen cantidades altas de carbonatos y bicarbonatos, el pH disminuye por aumento en la presión parcial de CO_2 en la atmósfera del suelo. El CO_2 de la atmósfera se combina con agua y forma ácido carbónico, que al disociarse genera H^+ que acidifica el suelo. De acuerdo a lo expuesto, la M.O.S. tiende a aumentar el pH cuando el suelo es ácido y tiende a disminuirlo cuando el pH del suelo es alcalino.

La materia orgánica actúa sobre el pH del suelo como estabilizador produciendo un efecto "tampón" o sea, evitando variaciones rápidas y significativas del mismo. (Gallardo Lancho, 2011).

Se estima que el grado tampón de un suelo frente a cambios de pH, se encontró que en suelos con bajo nivel de carbono orgánico del suelo (C.O.S.) las variaciones del C.O.S generan grandes cambios en la capacidad tampón. Sin embargo, en suelos con alto C.O.S las variaciones de éste sólo generan cambios marginales de la capacidad tampón.

3.9.2. Efecto en la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)

La CIC, es una propiedad química del suelo estrechamente vinculada a su fertilidad, depende de los coloides inorgánicos (arcillas cristalinas, geles amorfos, óxidos y sesquióxidos de hierro y aluminio) y del contenido de M.O.S. (KRULL, 2004),

La C.I.C. es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, merced a su contenido en arcillas y materia orgánica. Las arcillas están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores. A mayor contenido de materia orgánica en un suelo aumenta su C.I.C.

El cambio iónico son procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la fase acuosa liberando al mismo tiempo otros iones en cantidades equivalentes, estableciéndose el equilibrio entre ambas fases.

La fase sólida del suelo está compuesta por una fracción mineral y otra orgánica. Constituida por la arcilla y el humus, llamamos Complejo Adsorbente del Suelo.

Los coloides cargados negativamente atraen cationes de la solución del suelo y los retienen. Los cationes retenidos por los coloides del suelo pueden ser reemplazados por otros cationes intercambiables.

Los cationes que revisten mayor importancia en lo que se refiera a las plantas son el calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), potasio (K^+), amonio (NH_4^+), sodio (Na^+) e hidrógeno (H^+).

Los primeros cuatro cationes son nutrientes de las plantas y son importantes para el crecimiento vegetal. Los dos últimos tienen un efecto marcado sobre las características físicas y químicas del suelo.

Cuanta más pequeña sea la partícula, más grande será la capacidad de cambio.

La cantidad relativa de cada uno de los cationes que son absorbidos en la superficie de las partículas de arcilla está estrechamente relacionada con propiedades importantes del suelo. Los suelos altamente ácidos exhiben un alto porcentaje de iones hidrógeno adsorbido, mientras que los suelos que poseen un pH favorable de 6 a 8 tienen un alto porcentaje de iones calcio en esa condición. Los suelos con alto contenido de iones sodio presentan un estado de dispersión y resisten la infiltración del agua, en tanto que los que poseen un alto porcentaje de iones calcio están bien agregados y exhiben altos caudales de infiltración.

3.10. Materia Orgánica y Propiedades Físicas del Suelo

3.10.1. Agregación del Suelo

La materia orgánica del suelo tiene un efecto importante en la agregación de las partículas del suelo, existiendo una relación entre tamaño de los agregados y contenido de C.O.S. Mientras mayor es el contenido de C.O.S. lábil, mayor es el tamaño de los agregados. A su vez, los agregados de menor tamaño están asociados a la fracción altamente humificada con período de residencia en el suelo mayor a siete años (BUYANOVSKY, 1994). ROTHON encontró una correlación positiva entre el porcentaje de estabilidad de los agregados y el contenido de M.O.S.

La mejora física del suelo se pone de manifiesto en dos facetas realmente significativas: la estructura y el color.

La estructura es de enorme trascendencia en la fertilidad del suelo y depende de la forma de agregación de las partículas del suelo y estas agregaciones son tanto más positivas cuanto más equilibrada es la presencia de materia orgánica humificada en él. Pero es que además, la estructura conseguida con una correcta presencia de materia orgánica es mucho más estable, es decir, que admite el laboreo sin sufrir

modificaciones importantes en la misma, así como se muestra más resistente a las acciones de los agentes erosivos.

La estabilidad estructural del suelo se debe a la capacidad que tiene el "humus" para unir las partículas minerales del suelo, lo que ejerce sobre el terreno acciones positivas respecto a la porosidad y con ella a la circulación de aire y del agua, a la penetración radicular, etc. Esta agregación aligera los terrenos arcillosos y cohesiona los arenosos, adecua la permeabilidad al agua y al aire, facilita las labores, reduce la erosión, mejora el agarre de la planta al suelo y también el balance hídrico.

Sobre el color tiene también sus efectos positivos ya que al oscurecer el terreno facilita la absorción del calor por el mismo y su retención. En resumen puede afirmarse que la presencia de los niveles adecuados de materia orgánica, aumenta la capacidad calorífica del terreno, regula su temperatura y con ello las oscilaciones térmicas.

3.11. Materia Orgánica y Propiedades Biológicas del Suelo

El carbono orgánico es esencial para la actividad biológica del suelo (AGUILERA, 2000). Proporciona recursos energéticos a los organismos del suelo (O.S.), mayoritariamente heterótrofos, en forma de carbono lábil (hidratos de carbono o compuestos orgánicos de bajo peso molecular) (BORIE, 1999).

Por otro lado, los Organismos del Suelo descomponen los residuos orgánicos participando activamente en los ciclos de muchos elementos utilizados por las plantas. Además, los O.S. participan en la formación y estabilización de la estructura y porosidad del suelo (KRULL, 2004).

La descomposición de los residuos orgánicos ocurre en tres fases:

1) Fragmentación y mezcla con el suelo mineral efectuada por la macro y mega fauna (2-20 mm), 2) ruptura de grandes moléculas mediante la acción de enzimas liberadas por algunos hongos y bacterias y, 3) asimilación y transformación de los productos solubles generados en la etapa anterior a través de los microorganismos del suelo (microflora y microfauna < 100µm), (KRULL, 2004).

Los productos secundarios del metabolismo de los organismos y de la ruptura de grandes moléculas se acumulan como una sustancia coloidal compleja (humus). Los productos finales de la descomposición de los residuos orgánicos y el humus son energía, agua y elementos en formas minerales. Si el oxígeno no es un factor limitante en el suelo, la descomposición se produce por respiración, en caso contrario se produce fermentación.

La actividad biológica actúa en la solubilización, movilización y disponibilidad de nutrientes para las plantas (BORIE, 1999), y es un indicador de cambios tempranos que modifican la dinámica de nutrientes antes que éstos puedan ser detectados por análisis químicos. La actividad biológica se puede determinar mediante diversos métodos, dependiendo del nivel jerárquico de tamaño corporal y funcionalidad de los organismos del suelo. La actividad microbiana, comúnmente se estudia mediante la biomasa microbiana, la actividad enzimática y la actividad respiratoria o producción de CO₂ (BORIE, 1999).

El estudio de la actividad enzimática se basa en el principio que bacterias y hongos liberan enzimas extracelulares que ayudan a descomponer la M.O.S. a formas asimilables. La actividad enzimática se puede estimar mediante diversas enzimas como hidrolasas y oxidasas relacionadas con la ruptura de enlaces covalentes o permeasas relacionadas con el transporte de moléculas en la membrana celular (SINSABAUGH, 1999).

La actividad respiratoria medida por la producción de CO₂, y la emisión de carbono de la biomasa del suelo, son un indicador de la actividad de los organismos aeróbicos del suelo. (Suquilanda M. B., 2008).

3.12. Importancia de la relación Carbono-Nitrógeno. (C/N)

El carbono y el nitrógeno son dos elementos indispensables para el desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos. El carbono fijado por la biomasa proviene del CO₂ atmosférico, reducido durante el proceso de fotosíntesis por las plantas, y suele oscilar en torno a un 50-60% de la materia orgánica. Sin embargo, el porcentaje de nitrógeno es muchísimo menor que el porcentaje de carbono. Debido a este y a la competencia que ejercen los

distintos seres vivos para la obtención del elemento, puede ser un factor limitante. La relación C/N se utiliza para medir la biomasa y la evolución de la materia orgánica en los estudios de fertilidad del suelo. La descomposición de residuos de plantas y animales en el suelo constituye un proceso biológico básico en el que el carbono (C) es recirculado hacia la atmósfera como dióxido de carbono (CO₂), el nitrógeno (N) es hecho disponible como amonio (NH₄⁺) y nitrato (NO₃⁻) y otros elementos asociados (P, S, y varios micronutrientes) aparecen en la forma requerida por las plantas superiores. (Gallardo, 1999).

En este proceso algo del C es asimilado dentro del tejido microbiano (la biomasa del suelo) y parte es convertido en Humus. (KRULL, 2004). Parte del humus nativo es mineralizado simultáneamente, en consecuencia el contenido total de materia orgánica es mantenido a un nivel estable característico del suelo y del manejo del sistema.

La acción microbiana puede mineralizar o inmovilizar el nitrógeno. El principal factor que determina cual de los dos procesos va a ocurrir es la relación carbono-nitrógeno (C/N). Los microorganismos utilizan el nitrógeno para construir sus propios materiales y como fuente energética. La cantidad de nitrógeno que necesita la población microbiana es proporcional a la cantidad de carbono que ingresa a él. Una relación C/N de alrededor de 32;1 constituye el punto de equilibrio para la descomposición de los materiales orgánicos en pocas semanas. Si la relación es mayor, parte del nitrógeno del suelo debe ser inmovilizado.

Aunque el material orgánico añadido al suelo posea una relación C/N amplia, el nitrógeno eventualmente llega a mineralizarse, pero necesita un período de espera o latencia. Cuando mayor es la relación C/N más largo es el período de inmovilización neta. Cuanto menor es la relación C/N, antes se realiza la mineralización del nitrógeno.

De los muchos elementos requeridos para la descomposición microbiana de la materia orgánica, el carbono y el nitrógeno son los mayoritarios.

La relación C/N es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos de los suelos, es decir, determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo, así como el tipo de humus que se encuentra en él.

Cuanto menor sea el valor de esta relación, mayor será el grado de mineralización de la materia orgánica y, por tanto, la calidad edáfica será superior (WILD, 1992).

Cuando los restos orgánicos caen al suelo, se produce una intensa actividad microbiana, debido a la abundancia de restos fácilmente atacables. Después disminuye la actividad al ir quedando los restos más estables. La relación C/N disminuye poco a poco por la mineralización. Cuanto más baja es la relación C/N de la materia orgánica del suelo, mayor es su tasa de mineralización. También decir que si dichos restos orgánicos poseen alta relación C/N la actividad microbiana va a ser escasa. Cuando la transformación de la materia orgánica termina, la relación C/N suele encontrarse aproximadamente en 12.

El humus, de naturaleza coloidal, proviene de la descomposición de los restos orgánicos; se encuentra principalmente en la parte más superficial de los suelos (horizonte A), con mayor actividad biológica. Su composición es variable dependiendo del ecosistema y su actividad.

La mineralización de la materia orgánica, requiere Carbono como fuente de energía, y Nitrógeno como intermediario en la síntesis de proteínas. (AGUILERA, 2000).

Si no disponen de alguno de estos elementos, la mineralización se ralentiza y por consiguiente la producción vegetal no dispone de suficientes nutrientes para su desarrollo y a su vez, el suelo puede perder parte de su estructura.

Climatología: en climas fríos y húmedos la actividad microbiana es menor, también hay menor aireación y esto provoca que se den suelos con alta relación C/N.

Tipo de vegetación: para distintos tipos de material vegetal que puede llegar al suelo, la relación C/N es la que sigue: hojas de leguminosas perennes: 12-16; raíces de gramíneas perennes: 15-20; hojas de árboles caducifolios: 40-50; hojas de coníferas: 60-70.

pH: los suelos ácidos tienen una alta relación C/N, debido a la menor actividad microbiana de descomposición de la materia orgánica.

Textura: suelos con aireación elevada, como son los suelos arenosos, tienen mayor velocidad de descomposición que hace que la relación C/N sea menor.

4. UBICACIÓN

4.1. Ubicación Política Territorial

País: Ecuador
Provincia: Pichincha
Cantón: Cayambe
Parroquia: Olmedo
Comunidad: Pesillo
Lugar: Llanos de Alba

4.2. Ubicación Geográfica

Coordenadas UTM

17 N	0824779
UTM	0017925

Altitud 3125 m.s.n.m.

4.3. Condiciones Agroecológicas

Temperatura

Las temperaturas medias mensuales tienen muy poca variación, entre 11,5°C y 12°C, siendo la temperatura media anual de 11,6°C. Sin embargo, las temperaturas mensuales pueden oscilar entre 8,2°C y 13,4°C.

Precipitación

Las precipitaciones promedio anual 800 mm, en verano con precipitaciones medias mensuales de 23 mm. Y en invierno lluvias medias mensuales hasta de 96,8 mm.

Clima

Se caracteriza por tener una estación de verano corta que comprende los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre y una estación de invierno más larga en el resto del año.

Vientos

El viento más frecuente está entre el Noreste y Este con velocidades medias mensuales oscilando entre 3,8 m/s y 6,8 m/s.

Topografía

El relieve de la parroquia de Olmedo se caracteriza por el predominio de las pendientes mayores a 25°, pudiendo llegar a áreas escarpadas con pendientes mayores de 50° en las partes más altas de la microcuenca, en donde se localizan mayoritariamente los páramos.

La topografía general de la parroquia de Olmedo es de valle interandino, con pendientes que van desde planas (0%), suaves (1-4%), ligeramente onduladas (5-12%), escarpada (50-70%) y montaña (70%), así mismo se representan vertientes convexas y cóncavas, que corresponden a pendientes moderadamente onduladas (15-25%) y colinadas (25-50%).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

En el cuadro 1 se resumen los materiales y quipos utilizados en cada una de las bases de la investigación.

CUADRO 1. Materiales-Equipos y reactivos utilizados en la Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe-Ecuador 2012.

ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN	MATERIAL Y/EQUIPO UTILIZADO
Instalación del ensayo	Piola
	Postes de madera
	Estacas
	Alambre de acero para cerca eléctrica
	Semillas
	Motocultor
	Fertilizante Químico Fertiforraje
	Abono orgánico Compost
	Pluviómetro
	Carteles
	Flexómetro
	Pala y azadón
	Manguera y ducha para riego
Evaluación: Toma de muestras de vegetación en campo	Oz
	Cuadrante metálico de 1m ²
	Motoguadaña
Evaluación: Toma de muestras de suelo en campo	Fundas plásticas
	Barreno
	Fundas plásticas
Evaluación: Toma de muestras de suelo en campo	Pala
	Fundas de papel
	Balanzas de precisión (décimas-milésimas gramos)
Evaluación: Determinación de kg de MS en laboratorio	Estufa
	Equipos de laboratorio
Evaluación: Determinación de parámetros físicos-químicos y microbiológicos en laboratorio	Vasos de precipitación
	Balanzas de precisión (décimas-milésimas gramos)
	Papel filtro
	Tamiz de 0,5mm y 2mm
	Probetas
	Pipetas
	Varilla de vidrio
	Potenciómetro
	Matraces
	Fotómetro
	Vasos plásticos
	Cajas Petri
	Estufa
	phmetro digital
	Balones
	Centrifuga
	Petrifilm
	Reactivos de Laboratorio
Dicromato de potasio	
Ácido sulfúrico	
Ácido fosfórico	
Amoniaco	
Difenilamina	
Sal de morh	
Bicarbonato de sodio	
Ácido ascórbico	
Acetato de amonio	
Hidróxido de sodio	
Cianuro de potasio	
Cloroformo	
Sulfato de potasio	
Almidón	
Yoduro de potasio	
Tiosulfato de sodio	

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

5.2. Métodos

5.2.1. Diseño Experimental

5.2.1.1. Tipo de Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Aleatorizados con 5 repeticiones.

5.2.1.2. Tratamientos

Los tratamientos a evaluar en la investigación se describen en el cuadro 2.

CUADRO 2. Tratamientos estudiados en la Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe-Ecuador 2012.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1	Fertilizante químico sintético – Fertiforraje
T2	3% de materia orgánica presente en el suelo (% ya existente según análisis de suelo)
T3	4% de materia orgánica presente en el suelo
T4	5% de materia orgánica presente en el suelo
T5	6% de materia orgánica presente en el suelo

Fuente: La investigación

Elaborado por: El Autor

5.2.1.3. Unidad Experimental y Parcela Neta

Cada unidad experimental estuvo constituida por una mezcla de Rye Grass Perenne y Trébol Blanco Ladín dispuesta en una parcela de 1,5 metros de largo por 2,5 de ancho, (3,75 m²). Se contó con un total de 25 unidades experimentales

La superficie Total de la investigación fue 435 m², tomando en cuenta los caminos entre cada una de las Unidades Experimentales.

La parcela neta fue de 1 m²

5.2.1.4. Variables y Métodos de Evaluación

Todas las variables fueron analizadas a partir del cuarto mes de implementado el ensayo experimental (120 días), momento en el que se considera que la pastura a adquirido una adecuado macollamiento y enraizamiento para permitir las labores de pastoreo, lo que ayudará a no afectar su persistencia. Se realizaron 4 evaluaciones durante la investigación

Las muestras de suelo se tomaron a una profundidad de 15 cm.

Estas muestras de suelo fueron trasladadas al Laboratorio de Suelos de la Universidad de la Politécnica Salesiana, en la ciudad de Cayambe, conjuntamente con las muestras de las pasturas, para sus respectivos análisis.

A continuación se cita las variables a ser analizadas en la presente investigación.

5.2.1.4.1. Parámetros Físicos.-

5.2.1.4.1.1. Densidad Real (Da)

Pesar un picnómetro de 25ml completamente seco y tarado.

Colocar 5 gr de suelo seco tamizado a 2mm y pesar el conjunto (Picnómetro y gr de suelo).

Aforar el picnómetro con agua destilada, procurando que todo el suelo quede cubierto bien con agua, sin que queden burbujas de aire, y pesamos.

Repita la pesada y calcule la densidad con la siguiente expresión:

$$D = \frac{P}{V_1 - (P_1 - P_2)}$$

P= Peso de la muestra en gramos

V1= Volumen del picnómetro en milímetros

P1= Peso del picnómetro con suelo y agua en gramos

P2= Peso del picnómetro y la muestra en gramos.

Los resultados de la densidad real del suelo (D_a) la obtendremos en gr/cc.

5.2.1.4.2. Parámetros Químicos.-

5.2.1.4.2.1. pH (acidez ó alcalinidad de los suelos)

Para la determinación del pH de las muestras de suelo se utilizó un potenciómetro marca Metrohm y el siguiente protocolo:

- Agregar 30ml de agua desmineralizada a 30 g de suelo previamente tamizado a 2mm.
- Agitar la mezcla con varilla de vidrio
- Dejar en reposo durante una hora, agitando cada 15 minutos
- Efectuar lectura introduciendo la mezcla en el potenciómetro.

5.2.1.4.2.2. Conductividad Eléctrica

Para la determinación de la Conductividad Eléctrica de las muestras de suelo se utilizó un conductímetro marca Ultrameter y el siguiente protocolo:

- Obtener una muestra de suelo tamizada a 2mm, perfectamente homogenizada.
- En un vaso de precipitación de 1000 ml pesar directamente 100 gramos de la muestra de suelo.
- Agregar 500 ml de agua destilada
- Tapar e instalar sobre el agitador oscilante por 15 minutos.
- Dejar en reposo por 2 horas, agitando con una varilla de vidrio cada 30 minutos.
- Verter la muestra sobre un embudo Buchner equipado de su filtro y poner en marcha la bomba de vacío, hasta recuperar el máximo de solución.
- Pasar la solución a un recipiente.
- La solución colocar en el conductímetro Ultrameter para la medición de la conductividad.
- Los resultados obtenidos se reportan en (dS/m) desi siemens/metro.

5.2.1.4.2.3. Materia Orgánica (%)

- Obtener una muestra de suelo tamizada a 0,5mm, perfectamente homogenizada.
- Pesar 5 gramos de la muestra de suelo y colocar en el balón.
- Colocar 10 ml de dicromato de potasio.
- Colocar 10 ml de ácido sulfúrico (concentrado al 99%).
- Dejar reposar por 24 horas.
- Posteriormente colocar 5 ml de ácido fosfórico (concentrado al 57%).
- Aforar con agua destilada a 100ml.
- Tomar una alícuota de 10ml de la solución y colocar en un vaso de precipitación.
- Colocar 1ml de almidón.
- Colocar 2ml de yoduro de potasio (concentrado al 20%).
- Aforar con agua la solución a 200ml.
- Titulamos la solución con tiosulfato de sodio. El viraje de color se hace de marrón hasta obtener un color celeste verdoso.
- Anotamos el volumen consumido.

5.2.1.4.2.4. Nitrógeno (%)

Para obtener el nitrógeno total en porcentaje, se multiplicó el porcentaje de materia orgánica por 0,05, conociendo que el nitrógeno total es el 5% de la materia orgánica como promedio.

$$\%M.O. \times 0,05 = \% \text{ Nitrógeno Total.}$$

5.2.1.4.2.5. Fósforo asimilable (ppm)

Para obtener el fósforo asimilable de las muestras de suelo se siguió el siguiente procedimiento.

- Filtrar la muestra tratando de hacer pasar el máximo de suelo sobre el filtro.
- Preparar la Pesar 2,5 g de la muestra de suelo tamizada a 0,5 mm y colocarla en un matraz de 150 ml para posteriormente agregar 25 ml de solución extractante (CO_3HNa).

- Colocar el matraz en un agitador oscilante por 10 minutos.
- Durante ese tiempo (10 minutos), instalar papel filtro sobre vasos de precipitación de 100 ml.
- Solución indicadora (mezcla de ácido sulfúrico + tartrato doble de potasio y antimonio), de acuerdo a la cantidad de muestras analizadas.
- En un erlenmeyer de 50 ml agregar en el siguiente orden 10 ml de agua, 2 ml de la muestra y 8 ml de la solución de molibdato de amonio-ácido ascórbico.
- Dejar desarrollar la coloración en el lapso de 20 a 30 minutos.
- Finalmente realizar la lectura en el fotómetro a 882 nm. (Fotómetro de Color- Génesis 20)
- Los resultados de fósforo asimilable obtendremos en ppm.

5.2.1.4.2.6. Potasio

Para determinar el Potasio en las muestras de suelo, siguió el siguiente procedimiento:

- Pesar 2.5 g de la muestra de suelo tamizada a 0.5 mm y colocarla en un matraz de 150 ml para posteriormente agregar 25 ml de solución extractante (CO_3HNa).
- Colocar el matraz en un agitador oscilante por 10 minutos.
- Durante ese tiempo (10 minutos), instalar papel filtro sobre vasos de precipitación de 100 ml.
- Filtrar la muestra tratando de hacer pasar el máximo de suelo sobre el filtro.
- En un vaso de precipitado plástico agregar en el siguiente orden 19 ml de agua destilada, 1 ml de la muestra
- A continuación leer en el fotómetro de llama (Jenway)
- Y anotamos los resultados, los datos se reportan en laboratorio en cmol/kg.

5.2.1.4.2.7. Calcio y Magnesio

El Procedimiento para determinar calcio fue el siguiente:

- Pesar 5gr. de suelo tamizado de 2mm y colocarlo en un tubo de centrifuga de 50 ml.

- Agregar 25 ml de acetato de amonio normal.
- Tapar y agitar y dejar reposar por 15 minutos.
- El líquido sobrenadante recogerlo en un matraz filtrando con papel filtro.
- Medir 10 ml del extracto de suelo preparado.
- Agregar 10 ml de agua destilada, 10 ml de buffer para calcio y magnesio y unas gotas de indicador para calcio y magnesio, el líquido queda rojo vinoso.
- Titular con EDTA hasta color azul.

5.2.1.4.2.8. Calcio

- Sobre 10 ml del extracto y 10 ml de agua, agregar 10 ml de hidróxido de sodio normal y con la punta de una espátula colocar el indicador para calcio purpurato de amonio.
- Titular con EDTA, hasta obtener un color azul.
- Los resultados se reportan en cmol/kg.

5.2.1.4.2.9. Capacidad de Intercambio Catiónico

- Pesar 5gr de suelo seco al aire, tamizado por el tamiz de 2mm y colocarlo en un tubo de centrifuga de 50 ml.
- Agregar 25 ml de acetato de amonio normal. Tapar y agitar.
- Reposar 10 a 15 minutos. Equilibrar los tubos y centrifugar 5 minutos a 700 revoluciones por minuto.
- El líquido sobrenadante recogerlo en matraces filtrando con papel de filtro. Hacer 4 lavados. Una vez reunidos los líquidos de las extracciones enrasar a 100ml con acetato de amonio. En el líquido se determina Ca, Mg, Na y K.

5.2.1.4.3. Parámetros Microbiológicos

Las variables propuestas anteriormente permitirán conocer en el periodo de evaluación la disponibilidad de nutrientes en el suelo en respuesta a la interacción de

la biota sobre los abonos en estudio. Por lo que resulta también interesante analizar a nivel de laboratorio los parámetros microbiológicos.

5.2.1.4.3.1. Cuantificación de poblaciones microbiológicas del suelo (Mohos, Levaduras y Mesófilos Aerobios) mediante técnicas de recuento directo.

Esta metodología permite conocer la cantidad de diferentes microorganismos (bacterias, actinomicetos y hongos) que se encuentran en los suelos sometidos a varias formas de manejo.

Tomando en consideración que los microorganismos son muy sensibles a ligeros cambios, la técnica de recuento directo sirve como un buen bio-indicador de salud y calidad de suelos, en cuanto a la cantidad de comunidades microbianas.

El método de recuento en placa se utiliza muy a menudo para contar solo las células viables (capaces de dividirse), de allí que el resultado se expresa como Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por unidad de volumen o masa de suelo muestreada, ya que la teoría indica que la colonia proviene de la división de una sola célula.

Para minimizar errores al calcular el tamaño de la población, se ha determinado prácticamente que debe haber entre 30 y 300 colonias por placa de cultivo. Es por ello que para suspensiones densas es necesario realizar varias diluciones del cultivo microbiano.

Preparación de materiales:

- Preparar placas monopetri con 20 ml de medio agar nutritivo para bacterias y actinomicetos y 20 ml de medio agar-papa dextrosa para hongos.
- Esperar que el medio solidifique y posteriormente secar las placas invertidas a temperatura ambiente.
- Preparar y rotular tubos de ensayo de 15 ml con tapa de rosca para realizar diluciones seriadas al décimo, desde 10^{-2} hasta 10^{-5} .

- Colocar en cada tubo 9 ml de agua destilada y autoclavar a 121 °C durante 20 minutos, de tal manera que se garantice la asepsia.
- Preparar botellas de 100 ml con tapa rosca y roturarlas con la dilución de 10^{-1} .
- Colocar en cada botella 90 ml de agua destilada y autoclavar a 121 °C durante 20 minutos.
- Esterilizar puntas para micropipetas de 0.1 y 1.0 ml.

Procesamiento de la muestra:

- Pesar 10 g de la muestra de suelo de campo previamente tamizada (por 2 mm) y homogenizada, y colocarla en la botella con los 90 ml de agua esterilizada, agitar hasta suspensión total del suelo. Agregar al tubo rotulado 10^{-2} una cantidad de 1.0 ml de una solución de la botella. Descartar la punta de la pipeta y homogenizar en el agitador.
- Con una nueva punta tomar 1.0 ml del tubo anterior y adicionarlo en el tubo rotulado 10^{-3} . Repetir los pasos anteriores para éste y los demás tubos marcados con las otras diluciones.
- Colocar 0.1 ml de cada tubo marcado con las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} por duplicado en cajas monopetri con medio agar papa dextrosa y esparcir sobre toda la superficie.
- Colocar 0.1 ml de cada tubo marcado con las diluciones 10^{-4} y 10^{-5} por duplicado en cajas monopetri con medio agar nutritivo y esparcir sobre toda la superficie.
- Incubar las placas sembradas a temperatura de 26 °C durante tres y cinco días hasta observar completo crecimiento de los microorganismos.
- Realizar el recuento de los microorganismos en aquellas placas que tengan entre 30 y 300 unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de suelo.

- El tamaño de la población se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{UFC/ml} = N/A \times \text{dil}$$

Donde:

UFC: Unidades Formadoras de Colonias

N: Número promedio de colonias obtenidas para una dilución dada

A: Volumen (ml) o masa del inóculo.

dil : Dilución

5.2.1.4.4. Parámetros Productivos

5.2.1.4.4.1. Rendimiento de Materia Seca (M.S.)

Para determinar la producción de materia seca de la mezcla de pastos de cada una de las unidades experimentales, se procedió al corte de la parcela neta, mediante un muestreo en forma convencional y con la ayuda de una hoz y un cuadrante de varilla metálico de 1m². Se recogió la biomasa.

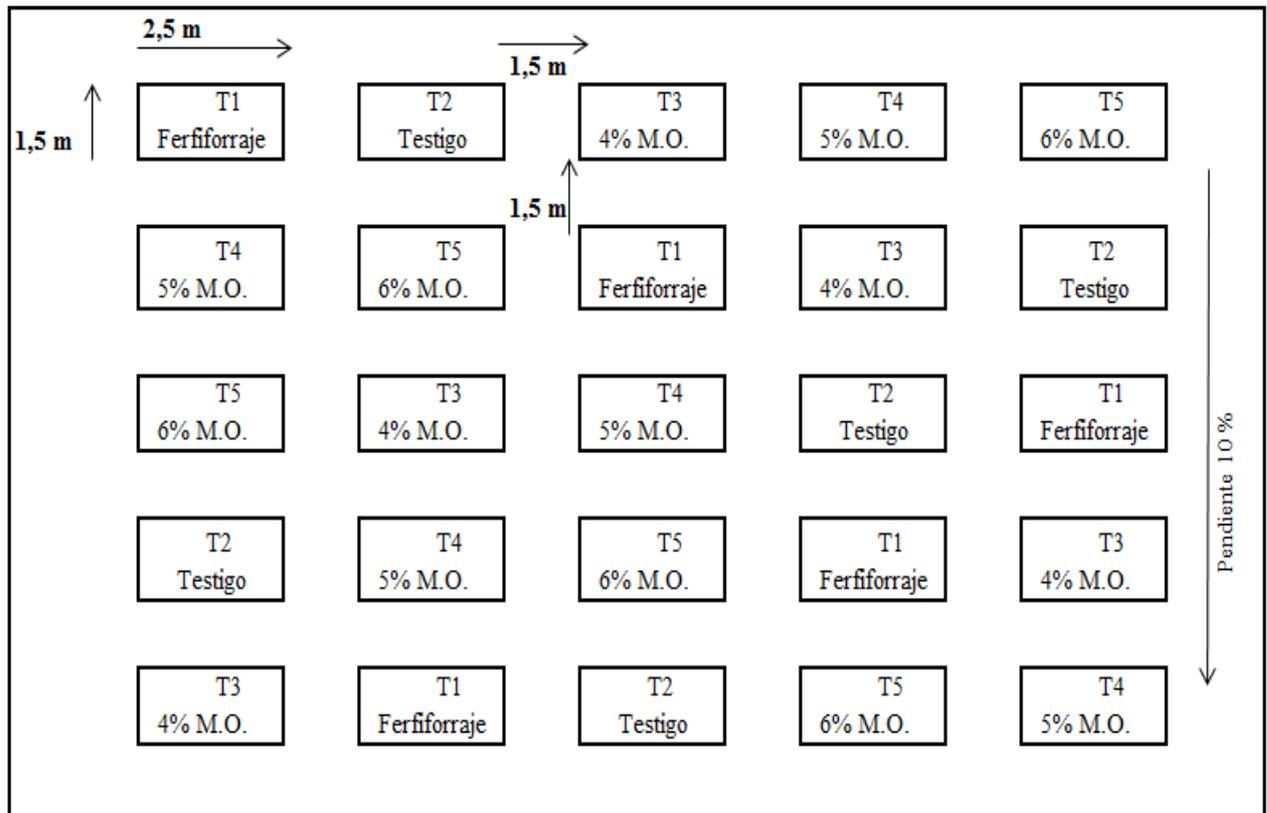
Esta biomasa se pesó para determinar el rendimiento de materia verde (RMV), y con una submuestra de 100 g. sometida a una temperatura de 100 a 105°C por 24 horas, se determinó el rendimiento en materia seca.

5.2.1.5. Prueba de Significancia Estadística

Se utilizó la prueba TUKEY al 5% para medias de tratamientos.

5.2.2. Croquis del Experimento

Instalación de cada tratamiento en estudio.



6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

6.1. Compost, Fertilizante Químico Sintético e Instalación de Tratamientos

El abono orgánico que se utilizó en la investigación es el resultado del proceso de descomposición aeróbica (compostaje) de los desechos de origen orgánico (basura) de los hogares de los habitantes del Cantón Cayambe, llevado adelante por el Gobierno Autónomo Descentralizado. Éste fue sometido a dos análisis de contenido de Materia Orgánica para determinar las dosis requeridas para cada uno de los tratamientos, dependiendo de las características del suelo en donde se instaló el ensayo. Los análisis tanto de abono orgánico como del sitio experimental, se encuentran en el anexo (13.3.1.) y anexo (13.3.2.), respectivamente.

El suelo donde se instaló el ensayo presentó un 3% de materia orgánica, por lo que para el tratamiento 2 (3% de materia orgánica) se lo utilizó sin ningún otro tipo de intervención a más del laboreo mecánico necesario para ponerlo en buenas condiciones para la siembra.

Para el tratamiento 1 (fertilizante químico sintético), se utilizó el mismo suelo que contenía 3% de materia orgánica y se aplicó previo a la siembra Fertiforraje Establecimiento que contiene: 12% de nitrógeno, 31% de fósforo, 10% de potasio, 4% de magnesio y 5% de azufre, a una dosis de 400 kg/ha, recomendado para establecimiento de pastizales nuevos, el cual fue incorporado al momento de la siembra con la última rastrada a 10 cm de profundidad.

Luego de cada corte se utilizó el Fertiforraje Producción que contiene 21% de nitrógeno, 12% de fósforo, 15% de potasio, 3% de magnesio y 4% de azufre, recomendado para el incremento de la producción de forraje, devolviendo al suelo los nutrientes extraídos por el pasto en dosis de 300 kg/ha. En el anexo (13.1.1), se encuentra la ficha técnica del fertilizante.

Por otro lado, el cuadro a continuación muestra las cantidades de Compost utilizadas para obtener los porcentajes de materia orgánica del resto de tratamientos.

CUADRO 3. Cantidades de compost utilizadas para obtener los porcentajes de materia orgánica requeridas para los tratamientos 3, 4 y 5 en la Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe-Ecuador 2012.

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO	DENSIDAD APARENTE DEL SUELO	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DEL COMPOST	TRATAMIENTOS	SUPERFICIE UNIDAD EXPERIMENTAL (m ²)	CANTIDAD DE COMPOST PARA LLEGAR A LOS PORCENTAJES PROPUESTOS (kg)
3%	1,26	16%	T3 (4% M.O.)	3,75	46.38
			T4 (5% M.O.)		104.36
			T5 (6% M.O.)		162.33

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

El compost fue aplicado una sola vez al inicio del experimento en las cantidades indicada en el cuadro. El Fertiforraje Producción fue aplicado en dosis de 300 kg/ha, a los 10 días de realizados el segundo y cuarto corte.

6.2. Mezcla Forrajera

La mezcla forrajera utilizada correspondió a una combinación de Rye Grass y Trébol Blanco, en las proporciones que se indican en el cuadro a continuación:

La densidad de siembra de la mezcla forrajera fue de 54,43 kg/ha.

CUADRO 4. Composición de la mezcla forrajera utilizada en la Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe-Ecuador 2012.

ESPECIE FORRAJERA	VARIEDAD	PORCENTAJE PARTICIPACIÓN EN LA MEZCLA (%)
<i>Lolium perenne</i>	Rye Grass Bóxer	95
<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco Ladín	5

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

6.3. Instalación del Ensayo

6.3.1. Aplicación de Herbicida

En el sitio del experimento se aplicó un herbicida sistémico que presenta como ingrediente activo 2-4D (Glifosato), para eliminar principalmente la gramínea invasora controlar kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), a una dosis de 4 l/ha.

6.3.2. Preparación del Terreno

Aproximadamente a los 60 días luego de la aplicación del herbicida, se realizó el laboreo mecánico, consistente en un pase del arado, seguido de dos pases de rastra y finalmente con un rastrillo se recogió el material vegetal residual muerto.

Además con la finalidad de dejar completamente mullido al terreno y evitar que queden terrones de tierra se realizó un paso de rotavator.

6.3.3. Replanteo del Experimento

De acuerdo a las dimensiones establecidas en el experimento, se establecieron las unidades experimentales, utilizando para el efecto un flexómetro, piola y estacas.

Adicionalmente, para un mejor manejo de la investigación se identificaron todas las unidades experimentales con carteles con el procedimiento de cada uno de los tratamientos.

6.3.4. Siembra

La siembra se realizó al voleo, distribuyendo en forma homogénea las semillas en cada una de las unidades experimentales a una densidad de 0,020kg/U.E de pasto bóxer y 0,0020 kg/U.E. de trébol blanco ladín. Posterior a la siembra se enterró la semilla a una profundidad de 1 a 2 cm, para su germinación con la ayuda de un rastrillo.

6.3.5. Riego

Se aportó 5 mm de agua por día en cada unidad experimental, (Alvarez, 2002).

6.3.6. Evaluaciones Experimentales

Posterior a la siembra, a los 3 meses (90 días) de implementado el ensayo, se realizó un corte de igualación dejando a la pastura a una altura aproximada de 5 cm, sirviendo esta actividad como punto cero del experimento.

El cuadro 5 define el número de días contados a partir de la siembra de la mezcla forrajera y a partir del corte de igualación, que correspondieron a cada una de las evaluaciones.

CUADRO 5. Número de días contados a partir de la siembra de la mezcla forrajera y del corte de igualación que correspondieron a cada una de las evaluaciones en la "Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe-Ecuador 2012."

EVALUACIÓN	NÚMERO DÍAS CONTADOS DESDE LA SIEMBRA	NÚMERO DE DÍAS CONTADOS A PARTIR DEL CORTE DE IGUALACIÓN	NÚMERO DE CORTE PRODUCTIVO A PARTIR DEL CORTE DE IGUALACIÓN
1	120	30	1
2	150	60	2
3	210	120	4
4	240	150	5

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

6.3.6.1. Evaluaciones Experimentales para Producción de Biomasa Vegetal

Para las evaluaciones experimentales de la pastura se utilizó un cuadrante metálico de 1 m² para realizar el muestreo, y una motoguadaña para realizar el corte de igualación del resto de la unidad experimental de las pasturas, se homogenizó la muestra y se pesó, el dato sirvió para la determinación del rendimiento de materia seca.

6.3.7. Toma de muestras de suelo para determinación de características físicas, químicas y microbiológicas

Después de cada corte 1, 2, 4 y 5 de las pastura, evaluación 1, 2, 3, 4 se determinó las características físico, químicas y biológicas del suelo, para lo cual se tomó dos muestra de suelo de cada unidad experimental a una profundidad de 15 cm, debido a que en este espacio se encuentra la mayor cantidad de raíces de plantas y microorganismos, variables críticas para el estudio.

En cada punto elegido, se eliminó la cobertura vegetal, limpiando la superficie del suelo descartando todo lo que sea rastrojo o restos de césped.

Con una pala se cavaron hoyos de 15 cm de profundidad, cavando una primera palada (haciendo un hoyo en forma de V) y arrojándola al costado, y luego una segunda palada de 3 cm de grosor aproximado, descartando los bordes.

El material de cada submuestra de suelo se homogenizaron y colocaron en fundas plásticas, (dos muestras de suelo), para su traslado al laboratorio, las cuales estuvieron identificadas según el tratamiento en estudio y ubicación de la parcela.

Cada muestra de suelo contenía aproximadamente 0,45 kg.

Todos los análisis fueron realizados en los Laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana.

6.3.8. Procesamiento e interpretación de la información

Con ayuda de un software estadístico, se realizaron los respectivos análisis de varianza para cada una de las variables.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron cinco tratamientos, tres de ellos provenientes de un abono orgánico compost, el cual incorporó al suelo 4%, 5% y 6% de materia orgánica, un tratamiento con fertilizante químico (Fertiforraje) y un tratamiento al cual no se dio ningún tipo de fertilización, pero según el análisis de suelo previo a la investigación se determinó que contenía 3% de materia orgánica.

7.1. DENSIDAD REAL

El cuadro 6 muestra los valores de densidad real que presentaron los diferentes tratamientos en cada una de las evaluaciones.

CUADRO 6. Promedio de la densidad real del suelo de los tratamientos por corte en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	Evaluación 1 (Corte 1 - 120 días)		Evaluación 2 (Corte 2 - 150 días)		Evaluación 3 (Corte 3 - 210 días)		Evaluación 4 (Corte 4 - 240 días)	
SIGNIF. REPETICIONES	*		NS		**		NS	
SIGNIF. TRATAMIENTOS	**		**		**		**	
VARIABLE	DENSIDAD REAL							
TRATAMIENTOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS
T1 (Fertiforraje)	1,8	A	1,71	B	1,76	A	1,88	A
T2 (3% M.O.)	1,81	A	1,85	A	1,73	AB	1,87	A
T3 (4% M.O.)	1,63	B	1,64	B	1,51	ABC	1,72	B
T4 (5% M.O.)	1,67	B	1,68	B	1,5	BC	1,73	B
T5 (6% M.O.)	1,66	B	1,66	B	1,39	C	1,67	B
C.V. (%)	2,64		3,41		8,62		3,47	

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Los tratamientos que requirieron la incorporación de compost para incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo, son los que demuestra en todas las evaluaciones los valores más bajos de densidad real, por lo que la prueba de

separación de medias Tukey al 5% los ubica siempre en los últimos niveles. Estos tratamientos son el t3 (4% M.O.), el t4 (5% M.O.) y el t5 (6% M.O).

Aunque con diferencias muy pequeñas, en términos generales el tratamiento t3 (4% M.O) es el que presenta los valores más bajos para este variable. Por el contrario, los tratamientos t1 (fertiforraje) y t2 (3% M.O) se ubican siempre en los primeros rangos de significancia con los más altos valores de densidad real.

El peso específico de los componentes del suelo es variado, por ejemplo menor de 2,5 gr/cm³ (humus y yeso), 2,5 a 3,0 (arcillas, cuarzo, feldespatos, calcitas, micas), de 3,0 a 4,0 (limonitas, piroxenos, olivinos) y mayor de 4,0 (hematitas y magnetitas).

No obstante, considerando que la mayor parte de los componentes del suelo poseen una densidad oscilante entre 2,6 y 2,7 g/cm³, se toma un valor medio de 2,65 gr/cm³ (valor adoptado al realizar el análisis granulométrico).

El contenido de los distintos elementos constituyentes de los suelos es el que determina las variaciones de su densidad real, por lo que la determinación de este parámetro permite por ejemplo estimar su composición mineralógica. Si la densidad real es muy inferior a 2,65 gr/cm³, podemos pensar que el suelo posee un alto contenido de materia orgánica. (CARRASCO, 1992).

Las partículas de arcilla son planas y tienden a empaquetarse al azar, es decir en forma desordenada, y no como ladrillos perfectamente acomodados en una pared. En este sentido son más eficientes en ocupar una unidad de volumen las partículas esféricas (forma aproximada de las arenas y limos), resultando en un empaquetamiento más denso que el de las partículas planas.

Una gran proporción de limo, que no promueve la agregación, provoca un aumento de la densidad aparente al taponar los poros generados entre las partículas de arena; en cambio un incremento en las proporciones de arcilla y materia orgánica aumenta el volumen de pequeños poros y promueve la agregación (formación de estructura) provocando una disminución de la densidad aparente.

7.2. Potencial Hidrógeno (pH)

El cuadro 7 resume los análisis de varianza para los cuatro análisis (cortes) realizados en la investigación.

CUADRO 7. Análisis de varianza y rangos de significancia según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para Potencial Hidrógeno (pH) en cada uno de los cuatro análisis (cortes) realizados en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	EVALUACIÓN 1 (CORTE 1- 120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2- 150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4- 210 días)		EVALUACIÓN 4 (CORTE 5- 240 días)		pH INICIAL (prom. 5 repet.)
SIGNIF. REPETICIONES	NS		NS		**		NS		
SIGNIF. TRATAMIENTOS	**		**		**		**		
TRATAMIENTOS	PROM	RANGOS	PROM	RANGOS	PROM	RANGOS	PROM.	RANGOS	6,17
T1 (Fertiforrage)	6,62	C	6,43	C	6,34	C	6,32	B	
T2 (3% M.O.)	6,91	B C	6,75	B C	6,77	B	6,64	B	
T3 (4% M.O.)	7,65	A	7,56	A	7,83	A	7,67	A	
T4 (5% M.O.)	7,37	A B	7,17	A B	7,7	A	7,6	A	
T5 (6% M.O.)	8,01	A	7,52	A	7,88	A	7,47	A	
C.V. (%)	5,15		3,69		2,63		4,46		

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Una alta significancia estadística es la respuesta permanente para la fuente de variación tratamientos, indicando que los diferentes procedimientos probados influyen de manera diferente en ésta propiedad química del suelo (pH).

La significancia para repeticiones en la evaluación 3, muestra la certeza que se tuvo al utilizar un Diseño de Bloques Completos al Azar en el proceso de estudio, para esta variable.

Los coeficientes de variación se encuentran entre 4,46% y 5,15% que da confiabilidad a los resultados obtenidos.

La prueba de separación de medias ubica siempre a los tratamientos T3 (4% M.O.), T4 (5% M.O.) y T5 (6% M.O.) en los primeros rangos, con valores de pH ligeramente básicos comprendidos entre 7,17 y 8,01.

El tratamiento T1 (fertilizante químico) se ubica siempre en el último rango con valores de pH ligeramente ácidos, comprendidos entre 6,32 y 6,62.

Ubicado entre los tratamientos que recibieron compost para lograr porcentaje de materia orgánica de 4% (T3), 5% (T4) y 6% (T5) y el tratamiento con fertilizante químico sintético (T1), se encuentra el tratamiento T2, el cual poseía sin ningún tipo de adición 3% de M.O. con valores de pH comprendidos entre 6,64 y 6,91.

Al comparar el tratamiento T1 correspondiente a fertilizante químico con 3% de Materia Orgánica en el Suelo y el tratamiento T2 con solo 3% de Materia Orgánica en el Suelo, se observa un efecto acidificante de los fertilizantes químicos sintéticos. (Zapata Hernández, 2002).

A largo plazo, el aumento de pH de los tratamientos T3 (4% M.O.), T4 (5% M.O.) y T5 (6% M.O.) podría explicarse por la liberación o por mineralización de las bases de cambio contenidas en los compuestos orgánicos, y por el contenido inicial de N (POCKNEE, 1997).

La materia orgánica del suelo afecta la reacción del suelo (pH) debido a los diversos grupos activos que aportan grados de acidez, a las bases de cambio y al contenido de nitrógeno presente en los residuos orgánicos aportados al suelo (AGUILERA, 2000).

En el largo plazo, el aumento de pH podría explicarse por la liberación por mineralización de las bases de cambio contenidas en los compuestos orgánicos y por el contenido inicial de N (POCKNEE, 1997). El N contenido en los materiales vegetales originales provocaría un aumento inicial de pH asociado a formación de NO_4^+ que consume protones.

La posterior nitrificación del NH_4^+ en NO_3^- resultaría en una disminución del pH debido a liberación de los protones a la solución del suelo.

La disminución del pH por formación de NO_3^- no conseguiría alcanzar los niveles originales de acidez dado que una alta concentración de NH_4^+ tiene un efecto inhibitorio de la nitrificación (POCKNEE, 1997).

CARRASCO (1992) señala que en suelos cercanos a la neutralidad o que tienen cantidades altas de carbonatos y bicarbonatos, el pH disminuye por aumento en la presión parcial de CO₂ en la atmósfera del suelo. El CO₂ de la atmósfera se combina con agua y forma ácido carbónico, que al disociarse genera H⁺ que acidifica el suelo (CARRASCO, 1992).

7.3. Conductividad Eléctrica

El cuadro 8 Muestra los ADEVAs para la variable Conductividad Eléctrica en cada uno de los 4 cortes analizados.

CUADRO 8. Análisis de varianza y rangos de significancia según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para Conductividad Eléctrica (C.E.) en cada uno de los cuatro análisis (cortes) realizados en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	EVALUACIÓN 1 (CORTE 1-120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2-150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4-210 días)		EVALUACIÓN 4 (CORTE 5-240 días)		Conductividad Eléctrica Inicial (prom. 5 repet.)
	SIGNIF. REPETICIONES	*	NS		NS		NS		
SIGNIF. TRATAMIENTOS	**	**		**		**			
TRATAMIENTOS	PRO M.	RANGOS							
T1 (Fertiforraje)	0,23	C	0,17	B C	0,22	B	0,24	B C	0,15
T2 (3% M.O.)	0,20	C	0,13	C	0,12	B	0,15	C	
T3 (4% M.O.)	1,32	A B	0,67	A	1,39	A	0,92	A	
T4 (5% M.O.)	0,83	B C	0,37	A B C	0,91	A B	0,65	A B C	
T5 (6% M.O.)	1,86	A	0,59	A B	1,27	A	0,83	A B	
C.V. (%)	49,36		56,69		65,73		56,73		

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Los coeficientes de variación determinados para la variable conductividad eléctrica que van desde 49,36% hasta 65,73%, muestran claramente que existe muy posiblemente otro u otros factores adicionales a la Materia Orgánica que la están influyendo, motivo por el cual los promedios obtenidos no son de uso confiable.

En todo caso, El ADEVA detecta Alta Significancia Estadística para la fuente de variación Tratamientos para todos los cortes y la prueba de separación de medias TUKEY al 5% los ubica indistintamente en 3 rangos definidos.

En términos generales los tratamientos que recibieron aportes de materia orgánica a través de la incorporación de compost se ubican en los primeros rangos de significancia, presentando los valores de conductividad eléctrica más altos, sin llegar a afectar el rendimiento del cultivo, que según la United States Salinity Laboratory de Riverside ocurre a partir de 2 dS (deciSiemens).

El United States Salinity Laboratory de Riverside establece los siguientes grados de salinidad.

- 0 - 2 Suelos normales
- 2 - 4 Quedan afectados los rendimientos de los cultivos muy sensibles. Suelos ligeramente salinos.
- 4 - 8 Quedan afectados los rendimientos de la mayoría de los cultivos. Suelos salinos.
- 8 - 16 Sólo se obtienen rendimientos aceptables en los cultivos tolerantes. Suelos fuertemente salinos.
- 16 Muy pocos cultivos dan rendimientos aceptables. Suelos extremadamente salinos.

7.4. MATERIA ORGÁNICA

El cuadro 9 muestra el ADEVA para la variable contenido de materia orgánica en el suelo en cada uno de los cuatro cortes analizados.

A pesar de que con los volúmenes de compost adicionados a las 15 unidades experimentales que recibieron a los tratamiento t3, t4 y t5 se esperaba lograr porcentajes de materia orgánica de 4%, 5% y 6% respectivamente, el ADEVA detecta no significancia estadística a los 120 (primer corte) y a los 240 (quinto corte) días de iniciado el experimento y la prueba de separación de medias Tukey al 5% solamente dos rangos de significancia para las evaluaciones 2 (150 días) y 3 (210 días).

CUADRO 9. Análisis de varianza y rangos de significancia según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para contenido de materia orgánica (M.O.) en cada uno de los cuatro análisis (cortes) realizados en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	EVALUACIÓN 1 (CORTE 1- 120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2- 150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4- 210 días)		EVALUACIÓN 4 (CORTE 5- 240 días)		Materia Orgánica Inicial (prom. 5 repet.)
SIGNIF. REPETICIONES	NS		NS		NS		**		
SIGNIF. TRATAMIENTOS	NS		*		*		NS		
TRATAMIENTOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	3,2
T1 (Fertiforraje)	3,44	A	3,86	B	4,01	B	2,96	A	
T2 (3% M.O.)	2,88	A	3,75	B	4,08	B	3,29	A	
T3 (4% M.O.)	4,85	A	4,95	A	5,62	A	3,41	A	
T4 (5% M.O.)	2,84	A	4,16	A B	5,11	A B	3,59	A	
T5 (6% M.O.)	4,31	A	4,43	A B	4,82	A B	3,22	A	
C.V. (%)	31,75		13,19		16,49		22,88		

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Ninguno de los tratamientos muestra el contenido de materia orgánica inicialmente propuesto, variando inclusive con incrementos y decrementos de un corte a otro.

Durante la evolución de la materia orgánica en el suelo se distinguen dos fases: la humificación y la mineralización (GROS & DOMÍNGUEZ, 1992). Por lo tanto, los resultados obtenidos se podrían explicar debido a que con el transcurso del tiempo los residuos orgánicos se humifican y mineralizan dependiendo de la acción de varios factores no constantes como la actividad microbiana, que no permiten la expresión de patrones de comportamiento bien definidos.

La humificación es una fase bastante rápida, durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra. La fase de mineralización es muy lenta, y en ella el humus estable recibe la acción de otros microorganismos que lo destruyen progresivamente (1 al 2% al año), liberando así los minerales que luego absorberán las plantas. (GROS & DOMÍNGUEZ, 1992).

En términos generales, los tratamientos que recibieron materia orgánica a través de la adición de compost para lograr porcentajes de 4% (t3), 5% (t4) y 6% (t5), son los que

mantienen generalmente los mayores contenidos de materia orgánica en todos los cortes.

7.5. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (C.I.C.)

El cuadro 10 muestra los valores obtenidos para la variable Capacidad de Intercambio Catiónico.

CUADRO 10. Análisis de varianza y rangos de significancia según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) en cada uno de los cuatro análisis (cortes) realizados en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	EVALUACIÓN 1 (CORTE 1- 120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2- 150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4- 210 días)		EVALUACIÓN 4 (CORTE 5- 240 días)		Capacidad de Intercambio Catiónico Inicial (prom. 5 repet.)
SIGNIF. REPETICIONES	*		NS		NS		NS		
SIGNIF. TRATAMIENTOS	**		**		**		**		
TRATAMIENTOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	
T1 (Fertiforraje)	10,61	B	10,85	B	10,78	B	10,05	B	17,1
T2 (3% M.O.)	11,41	B	11,28	B	10,84	B	11,05	B	
T3 (4% M.O.)	17,82	A B	17,02	A	22,43	A	18,52	A	
T4 (5% M.O.)	15,21	A B	12,97	A B	16,55	A B	13,62	A B	
T5 (6% M.O.)	20,02	A	14,12	A B	19,08	A	13,41	A B	
C.V. (%)	25,16		16,74		24,25		22,51		

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Los ADEVAS detectaron Alta Significancia Estadística para la fuente de variación tratamientos en todos los cortes.

Los coeficientes de variación que van desde 16,74% a 25,16% dan confiabilidad a los datos obtenidos.

La capacidad de intercambio catiónico depende mucho de coloides del suelo como contenido de arcilla, además del contenido de materia orgánica (KRULL, 2004).

Estudios realizados (KRULL, 2004) indican que las arcillas están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas y materia orgánica, exhiben capacidades de intercambio catiónico mayores. A mayor contenido de materia orgánica en un suelo aumenta su CIC. Esto explica que la prueba de separación de medias Tukey al 5%, ubique en el rango “A” o compartiendo los rangos “A” y “B” a los tratamientos que contenían 4% (t3), 5% (t4) y 6% (t5) de materia orgánica, y a los tratamientos que contenían solo materia orgánica al 3% (t2) y materia orgánica 3% más fertilizante químico (t1) en el rango “B”.

7.6. NITRÓGENO ASIMILABLE (%)

El cuadro 11 muestra los resultados de la variable nitrógeno asimilable.

CUADRO 11. Análisis de varianza y rangos de significancia según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para Nitrógeno Asimilable (%) en cada uno de los cuatro análisis (cortes) realizados en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	EVALUACIÓN 1 (CORTE 1- 120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2- 150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4- 210 días)		EVALUACIÓN 4 (CORTE 5- 240 días)		Nitrógeno Inicial (prom. 5 repet.)
SIGNIF. REPETICIONES	NS		NS		NS		**		
SIGNIF. TRATAMIENTOS	NS		*		*		NS		
TRATAMIENTOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	
T1 (Fertiforraje)	0,17	A	0,19	A B	0,20	B	0,15	A	
T2 (3% M.O.)	0,15	A	0,19	B	0,21	A B	0,16	A	
T3 (4% M.O.)	0,24	A	0,25	A	0,28	A	0,17	A	
T4 (5% M.O.)	0,14	A	0,21	A B	0,26	A B	0,18	A	
T5 (6% M.O.)	0,22	A	0,22	A B	0,24	A B	0,16	A	
C.V. (%)	31,96		13,38		16,42		23,11		

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Los ADEVAs detectan no significancia estadística para tratamientos en el evaluación 1 (corte 1-120 días) y en el evaluación 4 (corte 5- 240 días), con porcentajes de nitrógeno asimilable comprendidos entre 0,15 definido como bajo y 0,22 definido como medio. Muy posiblemente esta respuesta se deba a que en la primera

evaluación recién comienzan los procesos de amonificación y nitrificación, y en la última evaluación estos se han detenido dejando de producir nitrógeno.

Para la evaluación 2 (corte 2-150 días de iniciado el experimento) y la evaluación 3 (corte 4-210 días de iniciado el experimento) la prueba de separación de medias Tukey al 5% detecta dos rangos de significancia, ubicando siempre en el primer rango "A" al tratamiento t3 (4% M.O.) con los valores más altos de nitrógeno asimilable (%) seguido del resto de tratamientos.

Los coeficientes de variación con valores comprendidos entre 13,38% y 31,96% dejan la duda del efecto de la materia orgánica en el porcentaje de materia orgánica.

El proceso de mineralización de la materia orgánica producido por la acción de los microorganismos, es el que permite que el nitrógeno pueda ser asimilado por las plantas, éste requiere de etapas:

La amonificación (paso del N orgánico a amonio) y la nitrificación (paso del amonio a nitrato).

$N \text{ orgánico} \rightarrow (NH_4^+) \text{ Amonio} \rightarrow \text{iones nitrito } (NO_2^-) \rightarrow \text{nitrato } (NO_3^-)$

(Stevenson, 1982.), afirma que si bien una parte del N recientemente inmovilizado es liberado en el corto plazo a formas minerales disponibles para las plantas, el resto permanece en forma orgánica. En una revisión sobre el tema, este autor cita trabajos que muestran que luego de aplicado al suelo, parte del fertilizante-N pasa rápidamente a forma orgánica. En uno de estos trabajos citados, 1/3 del N aplicado se encontraba al final de la estación de crecimiento como N-orgánico. Cuatro años más tarde todavía 1/6 del N inicialmente aplicado se encontraba como N-orgánico y tenía una composición química esencialmente similar al humus del suelo. Este autor concluye que una parte importante del N aplicado al suelo permanece en forma orgánica por varias décadas.

7.7. FÓSFORO, POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO

El cuadro 12 muestra los Análisis de Varianza para las variables Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio en cada uno de los cuatro análisis realizados.

Los altos coeficientes de variación definidos para la mayoría de análisis de Fósforo y Potasio llevan a pensar que para estas dos variables influye o influyen factores adicionales al estudiado en esta investigación.

Sin embargo, existen varios hallazgos interesantes que se describen a continuación.

La prueba de separación de medias Tukey al 5% detecta dos rangos de significancia (“A” y “B”) en todos los casos para Fósforo y Potasio, ubicándose casi siempre en la última posición, rango “B”, el tratamiento t2 (3%) con valores de Fósforo en ppm y de Potasio en cmol/kg muy por debajo de los resultados obtenidos por el resto de tratamientos.

Únicamente en la evaluación 3 y 4 de Potasio, el último rango “B” lo comparten el tratamiento t3 (3%) con el tratamiento t1 (fertiforraje), pero con promedios un tanto inferiores por parte del t3. El t3 constituye el testigo del experimento.

Para la variable Fósforo es notable el incremento que se produce desde la primera hasta la última evaluación, demostrando que existe efecto de la materia orgánica adicionada (ver gráfico 1), llegando a valores que son considerados como óptimos para la actividad agrícola.

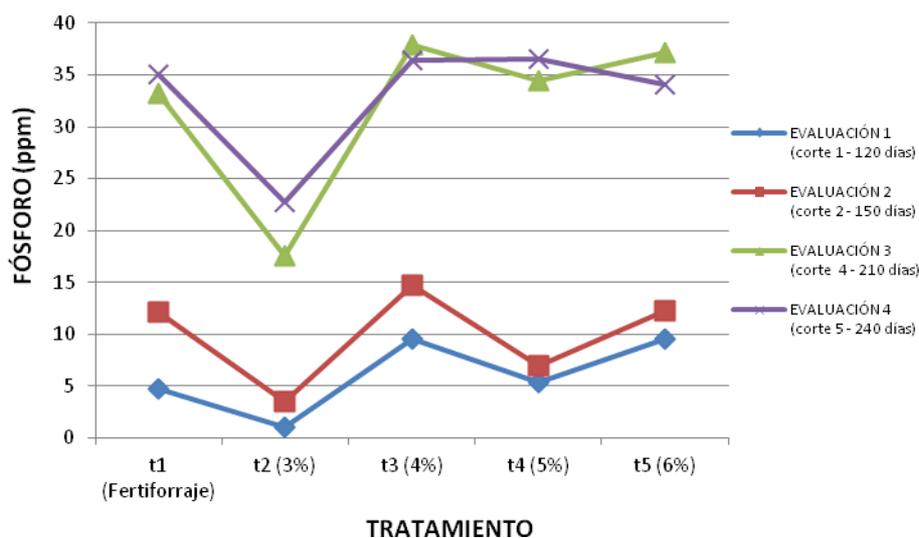
Para Fósforo en las tres primeras evaluaciones siempre aparece como el mejor tratamiento el t3 (4% M.O.) con valores en ppm de 9,58; 14,73 y 37,87 respectivamente, seguido por los tratamientos t5 (6% M.O.), t4 (5% M.O.) y t1 (Fertiforraje) con 9,55 ppm, 5,39 ppm y 4,72 ppm respectivamente para la evaluación 1; los tratamientos t5 (6% M.O.), t1 (Fertiforraje) y t4 (5% M.O.) con promedios de 12,27 ppm, 12,17 ppm y 6,89 ppm respectivamente en la evaluación 2; y los tratamientos t5 (6% M.O.), t4 (5% M.O.) y t1 (Fertiforraje) con promedios de 37,1 ppm, 34,42 ppm y 33,22 ppm en la evaluación 3.

En la evaluación 4, el mejor tratamiento es el t4 (5% M.O.) con un promedio de 36,52 ppm, seguido por el t3 (4% M.O.), t1 (Fertiforraje) y el t5 (6% M.O.) con 36,43 ppm, 35,07 ppm y 34,04 ppm respectivamente. Como siempre el último lugar lo ocupa el t2 (3% M.O.) con 22,74 ppm.

CUADRO 12 Análisis de varianza y rangos de significancia según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio en cada uno de los cuatro análisis (cortes) realizados en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	EVALUACIÓN 1 (CORTE 1 - 120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2- 150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4- 210 días)		EVALUACIÓN 4 CORTE 5 (240 días)		EVALUACIÓN 1 (CORTE 1 - 120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2- 150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4- 210 días)		EVALUACIÓN 4 CORTE 5 (240 días)	
SIGNIF. REPET.	*		*		NS		NS		*		NS		NS		*	
SIGNIF. TRATAM.	NS		*		**		**		**		**		**		**	
VARIABLE	FÓSFORO (ppm)		FÓSFORO (ppm)		FÓSFORO (ppm)		FÓSFORO (ppm)		POTASIO (cmol/kg)		POTASIO (cmol/kg)		POTASIO (cmol/kg)		POTASIO (cmol/kg)	
TRATAM.	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS
1 (Fertiforraje)	4,72	A	12,17	AB	33,22	A	35,07	A	0,17	B	0,27	AB	0,18	B	0,18	B
2 (3%)	1,05	A	3,46	B	17,54	B	22,74	B	0,15	B	0,15	B	0,15	B	0,13	B
3 (4%)	9,58	A	14,73	A	37,87	A	36,43	A	1,84	A	0,62	A	2,25	A	0,61	A
4 (5%)	5,39	A	6,89	AB	34,42	A	36,52	A	0,91	AB	0,4	AB	0,89	AB	0,54	A
5 (6%)	9,55	A	12,27	AB	37,1	A	34,04	A	2,17	A	0,61	A	1,49	AB	0,45	A
C.V. (%)	81,14		58,49		14		11,12		73,65		47,17		75,9		34,93	
	EVALUACIÓN 1 (CORTE 1 - 120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2- 150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4- 210 días)		EVALUACIÓN 4 CORTE 5 (240 días)		EVALUACIÓN 1 (CORTE 1 - 120 días)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2- 150 días)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4- 210 días)		EVALUACIÓN 4 CORTE 5 (240 días)	
SIGNIF. REPET.	*		NS		NS		NS		NS		*		NS		NS	
SIGNIF. TRATAM.	*		*		**		*		NS		NS		NS		NS	
VARIABLE	CALCIO (cmol/kg)		CALCIO (cmol/kg)		CALCIO (cmol/kg)		CALCIO (cmol/kg)		MAGNESIO (cmol/kg)		MAGNESIO (cmol/kg)		MAGNESIO (cmol/kg)		MAGNESIO (cmol/kg)	
TRATAM.	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS
1 (Fertiforraje)	6,67	B	6,77	B	6,71	B	6,54	B	3,45	A	3,65	A	3,66	A	3,1	A
2 (3%)	7,69	AB	7,49	B	7,44	B	7,35	B	3,36	A	3,5	A	3,13	A	3,42	A
3 (4%)	10,67	AB	11,62	A	14,64	A	12,35	A	3,99	A	4,12	A	4,15	A	4,64	A
4 (5%)	9,26	AB	8,14	AB	10,09	AB	9,21	AB	4,21	A	4,06	A	4,66	A	3,22	A
5 (6%)	11,68	A	9,15	AB	12,16	A	8,83	AB	4,31	A	3,78	A	4,16	A	3,3	A
C.V. (%)	22,83		24,34		23,13		26,1		27,55		16,91		27,65		27,16	

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

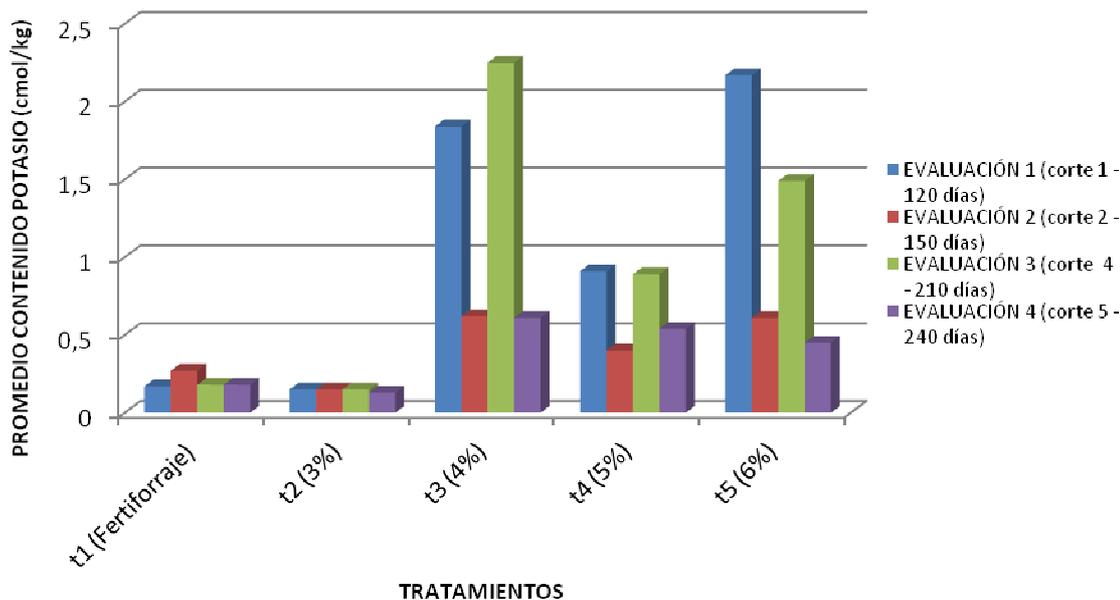


Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

GRÁFICO 1. Comportamiento del Fósforo (ppm) para tratamientos en cada uno de los 4 análisis realizados (cortes) en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe – Ecuador 2012.

Para Potasio en todos los análisis (cortes) los tratamientos que recibieron compost para obtener porcentajes de 4% (t3), 5% (t4) y 6% (t5) de materia orgánica siempre presentan los mejores resultados (ver cuadro 12 y gráfico 2) y dentro de estos el mejor por lo general es el t3 (4% M.O.). Así, se encuentra que los tratamientos t5 (6% M.O.) con 2,17 cmol/kg, el t4 (5% M.O.) con 0,62 cmol/kg, el t3 (4% M.O.) con 2,25 cmol/kg y el t3 (4% M.O.) con 0,61cmol/kg, lideran en las evaluaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

El liderazgo demostrado por el tratamiento t3 (4% M.O.) en base a su efecto en el contenido de potasio en el suelo, en términos estadísticos es considerado igual al efecto producido por el t5 (5% M.O.), al asignarles el mismo rango de significancia “A” en las evaluaciones 1, 2 y 4 por la prueba de separación de medias Tukey al 5%. Muy de cerca a estos 2 tratamientos (t3 y t5) se encuentra siempre el tratamiento t4 (5% M.O.), ubicándose en el rango “AB” para las evaluaciones 1, 2 y 3 y compartiendo el rango “A” en la evaluación 4.



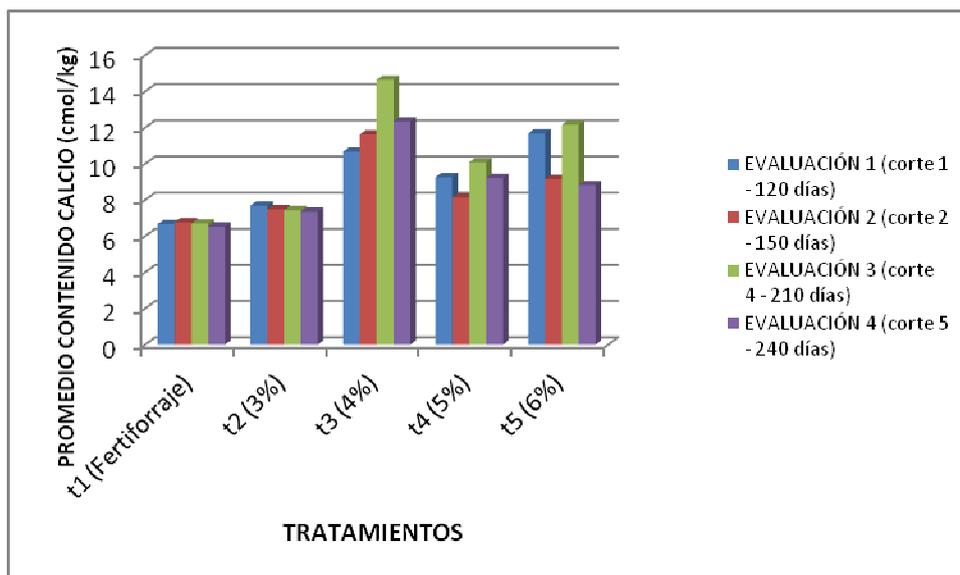
Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

GRÁFICO 2. Comportamiento del Potasio (cmol/kg) para tratamientos en cada uno de los 4 análisis realizados (cortes) en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe – Ecuador 2012.

Repitiéndose el mismo comportamiento que para Potasio, los mejores resultados para contenido de Calcio en el suelo lo presentan los tratamientos que recibieron compost para incrementar la materia orgánica. Así, a los tratamientos t3 (4% M.O.), t4 (5% M.O.) y t5 (6% M.O.) la prueba de separación de medias Tukey al 5% les asigna en todas las evaluaciones los dos primeros rangos (“A” y “AB”) de los tres definidos (ver cuadro 12 y gráfico 3). Dentro de estos, nuevamente el tratamiento t3 (4% M.O.) para 3 de las 4 evaluaciones es el que presente los mayores contenidos de Calcio.

El tratamiento t5 (6% M.O.) con un promedio de 11,68 cmol/kg de Calcio y el t3 (4% M.O.) con 11,62 cmol/kg, 14,64 cmol/kg y 12,35 cmol/kg son los que mejores resultados presentaron en las evaluaciones 1 (corte 1), 2 (corte 2), 3 (corte 4) y 4 (corte 5) respectivamente.

Los coeficientes de variación que se encuentran entre 22,83 a 26,1 dan confiabilidad a los resultados obtenidos para esta variable.



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

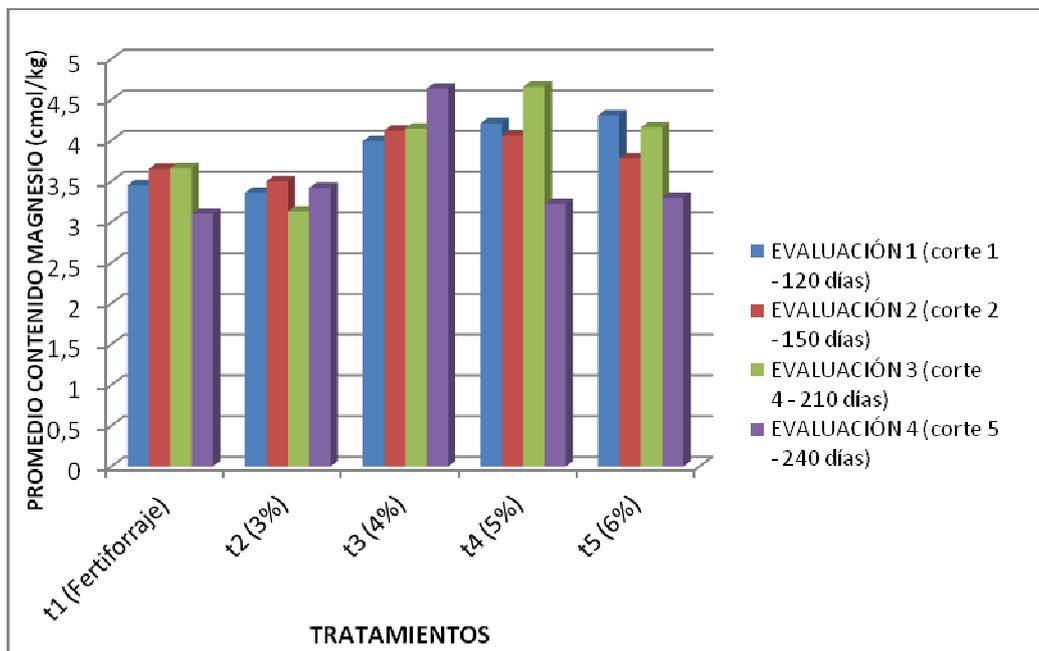
GRÁFICO 3. Comportamiento del Calcio (cmol/kg) para tratamientos en cada uno de los 4 análisis realizados (cortes) en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe – Ecuador 2012.

Para Magnesio los Análisis de Varianza realizados para cada una de las cuatro evaluaciones, determina no significancia estadística para tratamientos, por lo que la prueba de separación de medias Tukey al 5% asigna siempre el mismo rango “A”. Sin embargo, al observar los promedios en cmol/kg los tratamientos que recibieron compost para incrementar los porcentajes de materia orgánica en el suelo, presentar los mejores resultados, mientras que los tratamientos t1 (Fertiforraje) y t2 (3% de M.O.) tienen las más bajas respuestas (ver cuadro 12 y gráfico 4).

Así, para las evaluaciones 1 (corte 1), 2 (corte 2), 3 (corte 4) y 4 (corte 5) los mejores promedios para magnesio en cmol/kg, los tienen los tratamientos t5 (6% M.O.) con 4,31; el t3 (4% M.O.) con 4,12; el t4 (5% M.O.) con 4,66 y el t3 (4% M.O.) con 4,64 respectivamente.

Los contenidos más bajos de Magnesio en cmol/kg los tienen el tratamiento t2 (3% M.O) para las evaluaciones 1, 2 y 3 con 3,36 cmol/kg; 3,5 cmol/kg y 3,13 cmol/kg respectivamente y el tratamiento t1 (Fertiforraje) para la evaluación 4, con 3,1 cmol/kg.

Los coeficientes de variación que van desde 16,91 hasta 27,65 dan confiabilidad a los resultados obtenidos.



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

GRÁFICO 4. Comportamiento del Magnesio (cmol/kg) para tratamientos en cada uno de los 4 análisis realizados (cortes) en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe – Ecuador 2012.

El comportamiento de los diferentes tratamientos estudiados en lo referente al contenido de nutrientes en el suelo, se debe a que los abonos orgánicos liberan nutrimentos durante su mineralización. (PINAMONTI, 1998) menciona que usando compost como mulch en diferentes cultivares, encontró un incremento de fósforo disponible en el suelo, debido al contenido de materia orgánica.

7.8. MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS Y MOHOS Y LEVADURAS

El cuadro 13 muestra los Análisis de Varianza para las UFC de microorganismos aerobios mesófilos, mohos y levaduras encontrados en 1gr de suelo para cada uno de los tratamientos en las diferentes evaluaciones.

Los altos coeficientes de variación obtenidos para estas dos variables (microorganismos aerobios mesófilos y mohos y levaduras) dan una clara muestra de que existe la influencia de factores no considerados en el experimento que están influyendo notablemente en los resultados obtenidos, lo que deja dudas en la veracidad de los mismos. En todo caso, del análisis de los promedios obtenidos, se desprende que el mejor comportamiento para el contenido de microorganismos aerobios mesófilos en UFC/gr. suelo los presentan los tratamientos que recibieron compost para incrementar los contenidos de materia orgánica en el suelo a valores de 4% M.O. (t3), 5% M.O. (t4) y 6% M.O. (t5) (ver cuadro 13 y gráfico 5) en las evaluaciones 1 (corte 1 – 120 días), 2 (corte 2 – 150 días) y 3 (corte 4 – 210 días), destacándose siempre en el rango “A” el tratamiento 3 (4% M.O.).

Algunos autores como (VALLINI, 1993) han encontrado que el uso de ácidos húmicos incrementó la población de actinomicetos y de bacterias aeróbicas.

Según investigaciones realizadas determinan que a mayor cantidad de materia orgánica que tiene un suelo, hay mayor actividad de los microorganismos que intervienen en su descomposición. Como podemos observar en los resultados donde los tratamientos con mayor porcentaje de Materia Orgánica durante la investigación obtienen mayor cantidad de microorganismos presentes en el suelo (VALLINI, 1993).

Partiendo de la evaluación 1 hay un decremento progresivo importante de los microorganismos hasta llegar a la evaluación 3, con seguridad debido a la disminución de la cantidad de energía liberada por la descomposición de la materia orgánica que va desapareciendo en el tiempo.

En la evaluación 4 (corte 5 – 240 días) todos los tratamientos repentinamente incrementan considerablemente el contenido de microorganismos ubicándose prácticamente al mismo nivel. La prueba de separación de medias Tukey al 5% los ubica a todos en el mismo rango “A”.

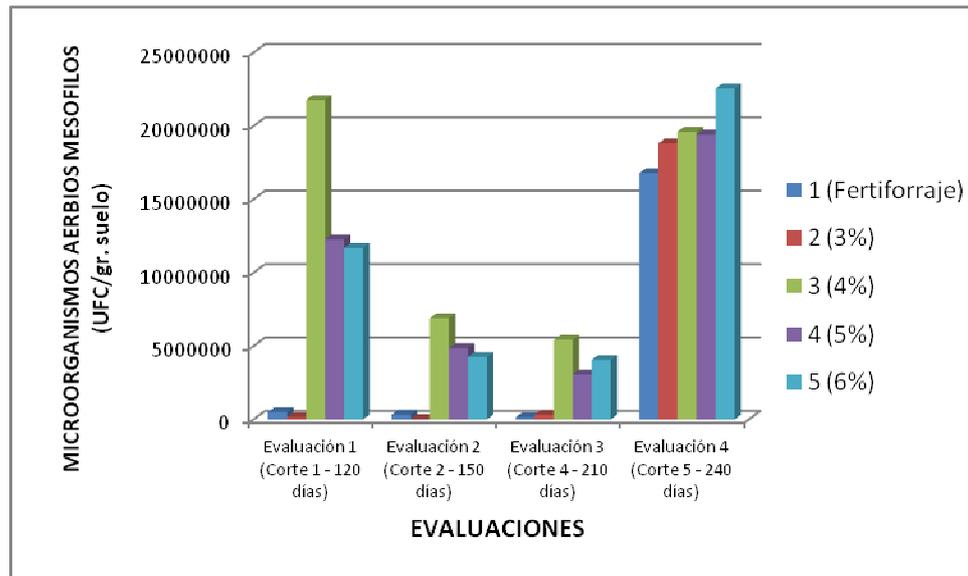
Inclusive los tratamientos t1 (Fertiforraje) y t2 (3% M.O.) que siempre presentaron los valores más bajos de contenido de microorganismos aerobios mesófilos, se ven incrementados considerablemente.

Lastimosamente no se ha podido encontrar una respuesta coherente a esta situación.

CUADRO 13. Análisis de varianza y rangos de significancia según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para Microorganismos Mesófilos Aerobios, Mohos y Levaduras cada uno de los cuatro análisis (cortes) realizados en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	EVALUACIÓN 1 (CORTE 1 - 120 DÍAS)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2 - 150 DÍAS)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4 - 210 DÍAS)		EVALUACIÓN 4 (CORTE 5 - 240 DÍAS)		EVALUACIÓN 1 (CORTE 1 - 120 DÍAS)		EVALUACIÓN 2 (CORTE 2 - 150 DÍAS)		EVALUACIÓN 3 (CORTE 4 - 210 DÍAS)		EVALUACIÓN 4 (CORTE 5 - 240 DÍAS)	
SIGNIF. REPET.	*		*		NS		*		NS		NS		NS		*	
SIGNIF. TRATAM.	**		**		**		NS		NS		*		**		NS	
VARIABLE	MICROORGANISMOS AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/gr suelo)								MOHOS Y LEVADURAS (UFC/gr suelo)							
TRATAM.	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS
1 (Fertiforraje)	486800	C	327000	B	138000	B	16780000	A	14180	A	57136	AB	10860	B	286000	A
2 (3%)	141400	C	39140	B	308200	B	18800000	A	91700	A	270	B	37720	B	242000	A
3 (4%)	21760000	A	6900000	A	5420000	A	19600000	A	370040	A	124000	A	150000	A	379800	A
4 (5%)	12260000	B	4850000	A	3060000	AB	19400000	A	140000	A	116600	A	158000	A	278000	A
5 (6%)	11680000	B	4250000	AB	4060000	A	22540000	A	222600	A	106800	AB	130400	A	258000	A
C.V. (%)	42,55		66,72		63,21		42,82		121,72		69,51		37,25		59,98	

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

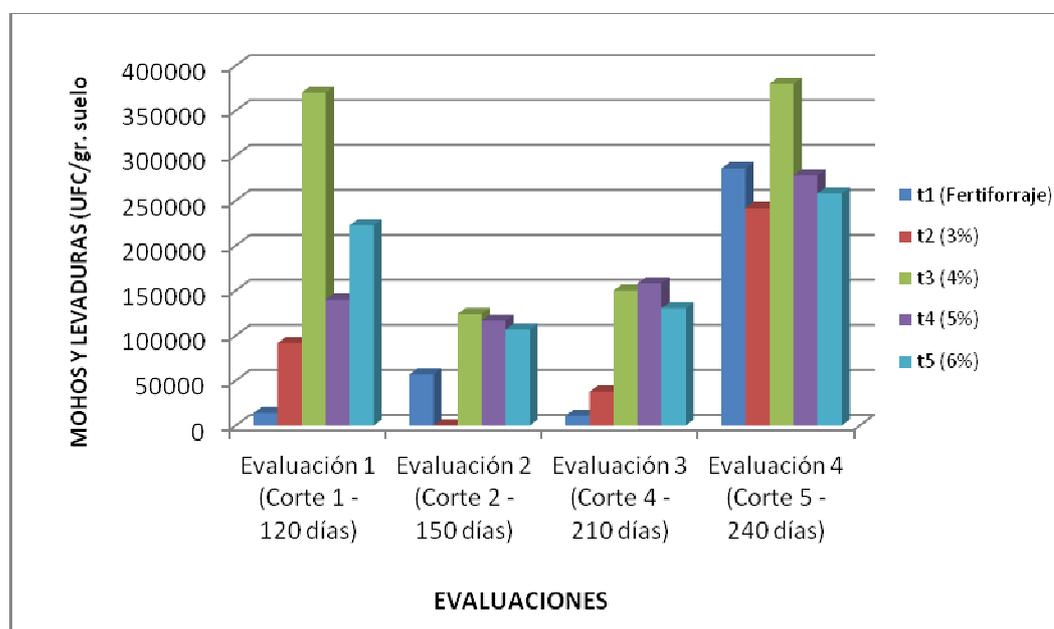
GRÁFICO 5. Comportamiento de los Microorganismos Aerobios Mesófilos para tratamientos en cada uno de los 4 análisis realizados (cortes) en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe – Ecuador 2012”.

El comportamiento de los diferentes tratamientos en el contenido de Mohos y Levaduras (ver cuadro 13 y gráfico 6) es muy semejante al que se presentó para los microorganismos aerobios mesófilos. Los mejores resultados en las evaluaciones 1 (corte 1 – 120 días), 2 (corte 2 – 150 días) y 3 (corte 4 – 210 días) los presentaron los tratamientos que recibieron compost para incrementar los contenidos de materia orgánica en el suelo a valores de 4% M.O. (t3), 5% M.O. (t4) y 6% M.O. (t5). En dos de las 3 evaluaciones el t3 (4% M.O.) lidera con los mayores valores.

En las primeras 3 evaluaciones los tratamientos t1 (Fertiforraje) y t2 (3% M.O.) se encuentran ocupando siempre el último lugar.

En la respuesta a esta variable y en términos generales, se observa un descenso de la primera a la segunda evaluación, luego un pequeño incremento en la tercera evaluación con respecto a las dos primeras y un aumento muy considerable en la cuarta con respecto a todo el resto. El comportamiento en las 3 primeras evaluaciones se podría explicar por la disminución de la cantidad de energía liberada por la descomposición de la materia orgánica que va desapareciendo en el tiempo,

pero no se ha podido encontrar una respuesta a los resultados de la cuarta evaluación comparada con las 3 primeras.



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

GRÁFICO 6. Comportamiento de los Mohos y Levaduras para tratamientos en cada uno de los 4 análisis realizados (cortes) en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe – Ecuador 2012”.

Los hongos según (WILD, 1992), pueden representar el 70% de la población microbiana y constituyen el segundo de los dos grandes grupos de microorganismos del suelo.

La población fungosa predomina en suelos ricos en restos vegetales y orgánicos, donde la competencia por alimentos y energía no es demasiado aguda, pero declinan rápidamente cuando desaparecen los materiales fácilmente degradables (THOMPSON & TROEH, 1988), por esta razón los tratamientos con mayor contenido de M.O. son los que presentan mayores contenidos de mohos y levaduras según cuadro 13.

7.9. PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LA MEZCLA FORRAJERA.

El cuadro 14 Muestra el ADEVA y los rangos de significancia para la variable gramos por metro cuadrado de biomasa para tratamientos en cada uno de los cuatro análisis realizados. La alta significancia estadística para la fuente de variación tratamientos es permanente en las 4 evaluaciones.

A pesar de que en las evaluaciones 2 y 3 comparten el rango “A” los tratamiento t1, t3, t4 y t5, siempre se observa un mejor comportamiento del tratamiento t3 (4% M.O.) con respecto a la cantidad de gramos por metro cuadrado.

En las evaluaciones 1 y 4 el liderazgo del tratamiento t3 (4% M.O.) es indiscutible, ubicándose en los dos casos, solo, en el rango “A”. Para estas dos evaluaciones los tratamientos t1, t4 y t5 ocupan los rangos inmediatos al “A” sin llegar al más bajo.

El tratamiento t2 (3% M.O) fue el que presentó los resultados más bajos en todas las evaluaciones, ubicándose siempre en el último rango detectado.

El cuadro a continuación muestra la producción de biomasa en gr/m²

CUADRO 14. Análisis de varianza y rangos de significancia según la prueba de separación de medias Tukey al 5% para Producción de Biomasa en gr/m² para tratamientos en cada uno de los cuatro análisis (cortes) realizados en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

	Evaluación 1 (Corte 1 - 120 días)		Evaluación 2 (Corte 2 - 150 días)		Evaluación 3 (Corte 4 - 210 días)		Evaluación 4 (Corte 5 - 240 días)	
SIGNIF. REPETICIONES	NS		NS		NS		**	
SIGNIF. TRATAMIENTOS	**		**		**		**	
VARIABLE	PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LA MEZCLA FORRAJERA (Gramos de Materia Seca/m²)							
TRATAMIENTOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS	PROM.	RANGOS
T1 (Fertiforraje)	633,80	B	686,7	A	618,76	A	595,63	C
T2 (3% M.O.)	181,38	C	173,53	B	159,83	B	161,73	D
T3 (4% M.O.)	758,76	A	827,37	A	721,65	A	777,53	A
T4 (5% M.O.)	683,2	AB	765,80	A	653,28	A	683,47	B
T5 (6% M.O.)	642,74	AB	847,35	A	675,95	A	685,76	B
C.V. (%)	10,76		16		9,89		7,64	

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

Se han evaluado el efecto de la materia orgánica o de productos derivados de ésta, sobre el crecimiento de la planta o la producción de los cultivos.

El tratamiento con 4% de M.O. presenta los valores más altos en rendimientos de materia seca durante la investigación, con seguridad debido a que también corresponde al que mayor cantidad de nutrientes aportó, considerándolo como el mejor durante este proceso.

(BUSINELLI, 1990) encontraron un aumento del peso y altura de la planta, longitud de la mazorca y rendimiento de grano en maíz, cuando aplicaron 100, 300 y 900 kg/ha de residuos sólidos urbanos (RSU) compostados, junto con aplicaciones complementarias de NPK. Otras investigaciones demuestran que con la utilización de abonos orgánicos en pastizales aumentan los rendimientos en materia verde y materia seca.

7.10. CORRELACIÓN MICROBIOLOGÍA Y BIOMASA

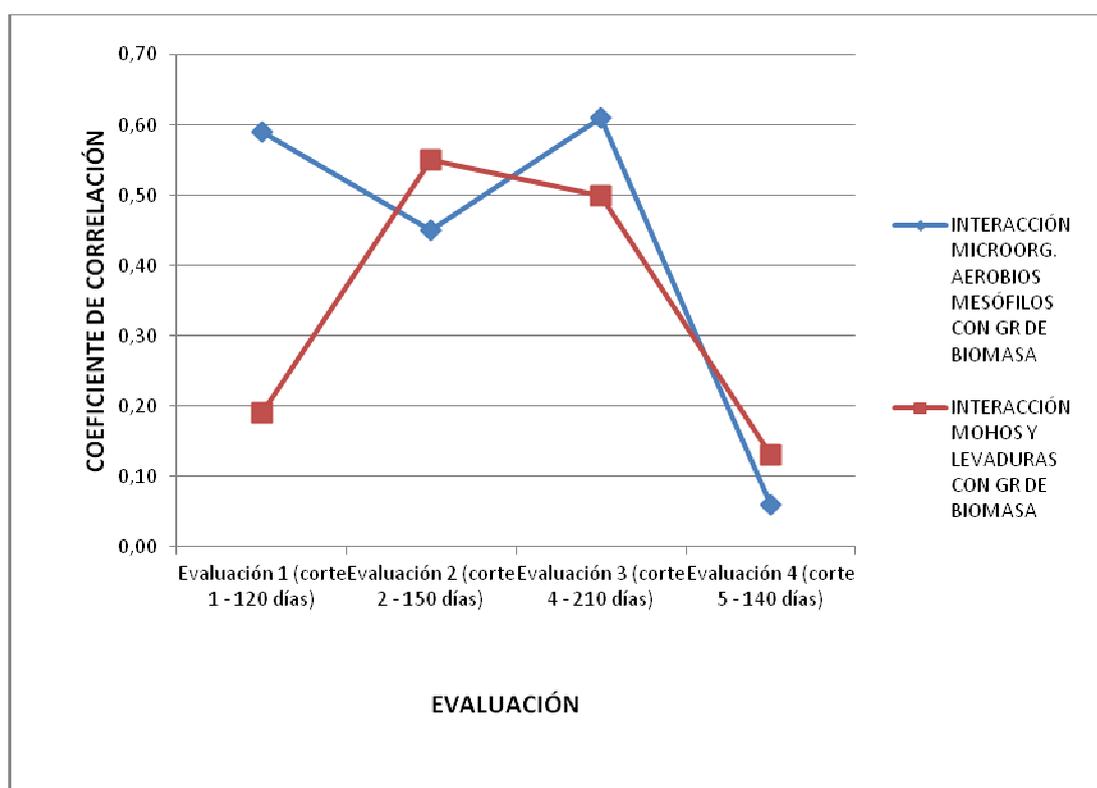
El cuadro 15 muestra los valores del coeficiente de correlación encontrados entre los gramos de materia seca por metro cuadro y Microorganismos Aerobios Mesófilos y Mohos y Levaduras para cada una de las evaluaciones de los 5 tratamientos en su conjunto.

CUADRO 15. Coeficiente de Correlación entre carga microbiana y gramos de biomasa producida para cada una de las evaluaciones de los 5 tratamientos en su conjunto, en la investigación: “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”

EVALUCIONES	MICROORG. AEROBIOS MESÓFILOS	MOHOS Y LEVADURAS
Evaluación 1 (corte 1 - 120 días)	0,59	0,19
Evaluación 2 (corte 2 - 150 días)	0,45	0,55
Evaluación 3 (corte 4 - 210 días)	0,61	0,50
Evaluación 4 (corte 5 - 140 días)	0,06	0,13
PROMEDIO	0,43	0,34

Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

En términos generales existe una interesante intensidad de relación entre las variables referentes a microorganismos con los gramos de biomasa producidos, que en la mayoría de evaluaciones sobrepasan el valor de 0,5 de coeficiente de correlación, lo cual indica que de alguna manera interactúan. En promedio la correlación es mejor para Microorganismos Aerobios Mesófilos con gramos de Biomasa Producida con 0,43 de coeficiente de correlación, que para la relación Mohos y Levaduras con gramos de Biomasa Producida con 0,34 de coeficiente de correlación (gráfico 7).



Fuente: La investigación
Elaborado por: El Autor

GRÁFICO 7. Coeficiente de Correlación entre microorganismos mesófilos aerobios y gramos de biomasa y entre mohos y levaduras y gramos de biomasa en las evaluaciones 1, 2, 3, 4 en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012

En la última evaluación la intensidad de la relación es casi nula, con seguridad por el incremento desmedido de la cantidad de microorganismos, para la cual como se mencionó anteriormente no se tiene una explicación concreta.

Esto significaría que la presencia de microorganismos en el suelo tiene cierta influencia en la producción de biomasa.

7.11. Socialización de Resultados

Los resultados de la presente investigación fueron socializados a 44 productores agroecológicos distribuidos en los Cantones Cayambe-Pedro Moncayo.

Se revisó y analizó cada una de las variables estudiadas y lo beneficioso que resulta el uso de materia orgánica. La principal reflexión realizada por los asistentes fue la necesidad de realizar este tipo de trabajos en cultivos dedicados a la producción de alimentos para consumo humano.

En el anexo 13.2 se encuentra la lista de los participantes.

8. CONCLUSIONES

Para todas las evaluaciones y variables analizadas, el incremento de materia orgánica a través de la incorporación de compost mostró resultados positivos en la disponibilidad de nutrientes, kg de biomasa y microorganismos mesófilos aerobios, mohos y levaduras.

Los resultados obtenidos en la investigación demuestran que el tratamiento t3 (4% M.O.), fue el mejor durante toda la evaluación de las variables físico-químicas, ya que presentan altos contenidos de nutrientes que pueden ser asimilados por la pastura.

El mayor rendimiento de la biomasa de la mezcla forrajera se alcanzó con los tratamientos t3 (4% M.O.), t4 (5% M.O.) y t5 (6%M.O.), a pesar que en las evaluaciones 2 y 3 comparten el rango “A” los tratamiento t1, t3, t4 y t5, siempre se observa un mejor comportamiento del tratamiento t3 (4% M.O.) con respecto a la cantidad de gramos por metro cuadrado.

La actividad microbiana estuvo influenciada por la materia orgánica, a mayor contenido de materia orgánica existió mayor cantidad de microorganismo en el suelo, los mismos que ayudan a los procesos de descomposición, mineralización y asimilación de nutrientes.

Existe una interesante intensidad de relación entre las variables referentes a microorganismos con los gramos de biomasa producidos, que en la mayoría de evaluaciones sobrepasan el valor de 0,5 de coeficiente de correlación, lo cual indica que de alguna manera interactúan. En promedio la correlación es mejor para Microorganismos Aerobios Mesófilos con gramos de Biomasa Producida con 0,43 de coeficiente de correlación, que para la relación Mohos y Levaduras con gramos de Biomasa Producida con 0,34 de coeficiente de correlación.

En términos generales la materia orgánica influye directamente en la fertilidad de los suelos, mejorando las características físicas, químicas y biológicas.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener a los suelos con un contenido de 4% de materia orgánica, para la producción de pasturas como Rye Grass y Trébol blanco, con lo cual se ve influenciadas positivamente las variables en estudio.

Realizar análisis bromatológico de la pastura con el fin de determinar el contenido nutricional de proteína y fibra que aporta la aplicación de materia orgánica para una mejor correlación de las variables en estudio.

Debido a que en la investigación en la Evaluación 4 (5 corte-240 días), se obtuvieron datos incoherentes en cuanto a parámetros físicos, químicos y microbiológicos, se recomienda repetir el ensayo y determinar lo sucedido en ese periodo de tiempo.

10. RESUMEN

El uso de abonos orgánicos afectan las características físico-químicas y microbiológicas del suelo, contribuyendo a su fertilidad, estabilidad y persistencia.

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la carga microbiana en la fertilidad de los suelos y su posible impacto en la estabilidad y persistencia de los pastizales, en respuesta a la aplicación de abono orgánico compost, como una posible propuesta sostenible en términos ambientales para la actividad ganadera, mediante la instalación de un proceso experimental.

Para la investigación se utilizó un Diseño de Bloques Aleatorizados con 5 repeticiones.

Los datos fueron estadísticamente valorados según Tukey 5%

Se realizó una caracterización de las condiciones físico-químicas y microbiológicas del suelo donde se evaluó la densidad real, materia orgánica, pH, conductividad, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, capacidad de intercambio catiónico, mohos-levaduras, mesófilos aerobios, carbono de la biomasa y el rendimiento de materia seca.

Los tratamientos en estudio fueron: T1 Fertiforraje, T2 3% M.O., T3 4% M.O., T4 5% M.O., T5 6% M.O.

Al realizar los análisis se encontró que la aplicación de materia orgánica incremento la disponibilidad de nutrientes.

Para la variable Fósforo es notable el incremento que se produce en cada uno de los cortes para todos los tratamientos, demostrando que existe efecto de la materia orgánica adicionada.

Para Fósforo en los tres primero cortes siempre aparece como el mejor tratamiento el t3 (4% M.O.) con valores en ppm de 9,58; 14,73 y 37,87 respectivamente, seguido por los tratamiento t5 (6% M.O.), t4 (5% M.O.) y t1 (Fertiforraje) con 9,55 ppm, 5,39 ppm y 4,72 ppm respectivamente para el corte 1; los tratamientos t5 (6% M.O.), t1 (Fertiforraje) y t4 (5% M.O.) con promedios de 12,27 ppm, 12,17 ppm y 6,89 ppm

respectivamente en el corte 2; y los tratamientos t5 (6% M.O.), t4 (5% M.O.) y t1 (Fertiforraje) con promedios de 37,1 ppm, 34,42 ppm y 33,22 ppm en el corte 4.

Para Potasio en todos los análisis (cortes) los tratamientos que recibieron compost para obtener porcentajes de 4% (t3), 5% (t4) y 6% (t5) de materia orgánica siempre presentan los mejores resultados

Repitiéndose el mismo comportamiento que para Potasio, los mejores resultados para contenido de Calcio en el suelo lo presentan los tratamientos que recibieron compost para incrementar la materia orgánica. Así, a los tratamientos t3 (4% M.O.), t4 (5% M.O.) y t5 (6% M.O.) la prueba de separación de medias Tukey al 5% les asigna en todas la evaluaciones los dos primeros rangos (“A” y “AB”) de los tres definidos (ver cuadro 11 y gráfico 3). Dentro de estos, nuevamente el tratamiento t3 (4% M.O.) para 3 de las 4 evaluaciones es el que presente los mayores contenidos de Calcio.

Los resultados obtenidos nos dicen que la mayor producción de materia seca de la pastura por parcela neta, se alcanzó con los tratamientos 4%, 5% y 6% de materia orgánica, con 32,57 gr, 33,04 gr y 31,16 gr respectivamente.

El mejor comportamiento para el contenido de microorganismos aerobios mesófilos en UFC/gr. suelo los presentan los tratamientos que recibieron compost para incrementar los contenidos de materia orgánica en el suelo a valores de 4% M.O. (t3).

11. SUMMARY

The use of organic fertilizers affect the physico-chemical and microbiological soil, contributing to their fertility, stability and persistence.

The objective of the study was to evaluate the effect of the microbial load in soil fertility and its possible impact on the stability and persistence of pastures, in response to the application of organic manure compost as a possible environmentally sustainable proposal for livestock activity, by installing an experimental process.

We used a Randomized Block Design with 5 replications for the investigation.

The data was evaluated statistically according to Tukey 5%

A characterization of the physico-chemical and microbiological soil which evaluated the actual density, organic matter, pH, conductivity, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, cation exchange capacity, molds, yeasts, aerobic plate counts, biomass carbon and dry matter yield.

The treatments were: T1 Fertiforraje, 3% MO T2, T3 4% MO, 5% MO T4, T5 6% MO.

When performing the analysis it was found that the application of organic matter increase nutrient availability.

Phosphorus is the notable variable increase that occurs at each of the sections for all treatments, demonstrating that there is the effect of added organic matter.

In the three first sections to phosphorus always appears as the best treatment t3 (4% MO) with values of 9.58 ppm, 14.73 and 37.87 respectively, followed by treatment t5 (6% MO), t4 (5% MO) and t1 (Fertiforraje) with 9.55 ppm, 5.39 ppm and 4.72 ppm respectively for cutting 1; t5 treatments (6% MO), t1 (Fertiforraje) and t4 (5% MO) with averages of 12.27 ppm, 12.17 ppm and 6.89 ppm respectively in cut 2, and t5 treatments (6% MO), t4 (5% MO) and t1 (Fertiforraje) with averages of 37, 1 ppm, 34.42 ppm and 33.22 ppm in court in April.

For all Potassium analyzes (cuts) the treatments with compost to obtain percentages of 4% (t3), 5% (t4) and 6% (t5) of organic material provided the best performing

Repeating the same behavior for potassium, the best results for calcium content in the soil presented the treatments receiving compost to increase organic matter. As, t3 treatments (4% MO), t4 (5% MO) and t5 (6% MO) the mean separation test at 5% Tukey assigned in all evaluations the first two ranges ("A" and "AB") three defined (see Table 11 and Chart 3). Within these, again t3 treatment (4% MO) for 3 of the 4 reviews is one that has the highest calcium content.

The results tell us that the increased production of pasture dry matter per net plot was achieved with treatments 4%, 5% and 6% organic matter, to 32.57 g, 33.04 g and 31.16 gr respectively.

The best performance for mesophilic content in CFU / g. the soil have received treatments to increase the content compost organic matter in the soil at 4% values MO (T3).

12. BIBLIOGRAFÍA

TRABAJOS CITADOS

- AGRICULTURE, U. S. (1996). *Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report N° 42*. Washington DC, USA.
- AGUILERA, S. (2000). Importancia de la protección de la materia orgánica en suelos. *Simposio Proyecto Ley Protección de Suelo. Boletín N° 14.* , 77–85 p. . Valdivia, Chile.
- Alvarez, J. E. (2002). *Pastos y forrajes para el trópico colombiano*. Editorial Universidad de Caldas.
- BORIE, G. A. (1999). Actividad biológica en suelos. *Frontera Agrícola.5* , 29-32 p.
- Buckman, H. O. (1977). *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Barcelona.: Ed.Montaner y Simon, S.A. .
- BUSINELLI, M. G. (1990). *Applicazione del compost da RSU in agricoltura. I: effetto sulla produttività del mais e desino dei nutrienti e dei metalli pesanti nel terreno. Agrochimica 35 (1-2-3), 13-25.*
- BUYANOVSKY. (1994). Carbon turnover in soil physical fractions. 1167-1173.
- CARRASCO, M. A. (1992). El suelo como sistema químico. *Suelos, una visión actualizada del recurso.Publicaciones Miscelaneas Agrícolas N° 38* , 345 p.
- CORBELLA, R., & FERNÁNDEZ de ULLIVARRI, J. (2006). MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO. *Cátedra de Edafología/Universidad Nacional de Tucumán* .
- FORTIN, M.-C. R. (1996). Soil carbon dioxide fluxes from conventional and no-tillage smallgrain cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* , 1541-1547.
- GALANTINI, J. A. (2002). Contenido y calidad de las fracciones orgánicas del suelo bajo rotaciones con trigo en la región semiárida pampeana. 125–146. . Argentina.
- Gallardo Lancho, F. G. (2011). *“Materia orgánica edáfica y captura de carbono en sistemas iberoamericanos”*. Salamanca. I.S.B.N.: 978-84-937437-2-7. 3: Editorial S.i.F.yQ.A.
- Gallardo, J. F. (1999). *“Materia orgánica edáfica del suelo”*.
- GAN, J., YATES, S. R., CROWLEY, D., & BECKER, J. O. (1998). Acceleration of 1,3 dichloropene degradation by organic amendments and potential application for emissions reduction. 408-414. *Journal of Environmental Quality*.
- GRAETZ, H. A. (1997). *Suelos y fertilización*. 80 p. (F. L. Orozco, Trad.) Trillas, México.
- GROS, A., & DOMÍNGUEZ, A. (1992). *Abonos guía práctica de la fertilización. 8va edición*, 450 p. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

- HAYES, M. H. (2001). Humic substances: considerations of compositions, aspects of structure, and environmental influences. *Soil Science*. 166, 723 – 737.
- INIAP. (1991). *Programa de Ganadería Bovina y Pastos*.
- JHONSTOM, A. (1991). Soil fertility and soil organic matter. 299-314. The Royal Society of Chemistry.
- JUMA, N. G. (1998). The pedosphere and its dynamics: a systems approach to soil science. *Volume 1*, 315 p. Canada: Quality Color Press Inc. Edmonton.
- KRULL, E. S. (2004). Functions of soil organic matter and the effect on soil properties. *Grains Research & Development Corporation report Project No CSO 00029*.
- MAGAP. (2003). *Pastos Ecuador*.
- NAVARRO PEDREÑO, J. (1992). Estudio de los efectos de la salinidad y de la adición al suelo de residuos orgánicos en plantas de tomate. *Universitas de Alicante*. Alicante España.
- PINAMONTI, F. (1998). *Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51, 239-248.
- POCKNEE, S. S. (1997). Carbon and nitrogen contents of organic matter determine its soil liming potential. *Soil Sci. Soc. Am.*
- ROTHON, F. (2000). Influence of Time on Soil Response to No-Till Practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64, 700–709.
- SINSABAUGH, R. K. (1999). Characterizing soil microbial communities. *Standard soil methods for long-term ecological research*. Oxford University, 318-348. New York.
- SIX, J. C. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 155-176.
- Stevenson, F. J. (1982). *Organic forms of soil nitrogen*. P 67-122. In F. J. Stevenson (ed.). *Nitrogen in agricultural soils*. Monography Nº 22. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.
- Suquilanda, M. B. (2008). *Guía técnica para la producción orgánica*.
- Suquilanda, M. (2009). *Información del Proyecto (Personal)*. Quito-Ecuador.
- Suquilanda, M. (2008). *XI CONGRESO ECUATORIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO*.
- SWIFT, R. S. (2001). Sequestration of carbon by soil. *Soil Sci.* 166, 858-871 p.
- THOMPSON, L. M., & TROEH, F. R. (1988). Los suelos y su fertilidad. 135-169 p. Barcelona, España: Revert S.A.
- VALLINI, G. P. (1993). *Influence of humic acids on laurel growth, associated rhizospheric microorganisms and mycorrhizal fungi*. *Biology and Fertility of Soils* 16, 1-4.

VANGESTEL, C. A. (1996). Phytotoxicity of some chloroanilines and chlorophenols in relation to bioavailability in soil. *Water, Air and Soil* , 119-132.

WILD, A. (1992). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. 1045 p. Madrid, España: Mundi-Prensa.

13. ANEXOS

13.1. DATOS ORIGINALES DE CADA UNA DE LAS VARIABLES

13.1.1. FERTIZA-FERTIFORRAJE



FERTILIZANTES PARA PASTOS



FERTIFORRAJE PRODUCCIÓN, BORO, NITRO, ESTABLECIMIENTO Y FERTIALFALFA. Son fórmulas desarrolladas con fertilizantes importados y ajustadas a las necesidades específicas del cultivo de pastizales, tomando en cuenta las carencias nutricionales de nuestros suelos.

FERTIFORRAJE Producción 21 - 12 - 15 - 3 - 4: Recomendado para el incremento de la producción de forraje, devolviendo al suelo los nutrientes extraídos por el pasto. En esta etapa el Nitrógeno es importante como fuente de proteínas, sin embargo éste sin el complemento de otros nutrientes genera desequilibrio, por ello los Fertiforrajés son fórmulas completas.

FERTIFORRAJE Boro 19 - 12 - 15 - 4 - 5 - (0.5 B): Es un fertiforraje producción al que se le ha añadido Boro, diseñado para suelos o pastos que requieren dicho nutriente.

FERTIFORRAJE Nitro 28 - 0 - 13 - 4 - 5 - (0.3 B): Recomendado para desarrollo foliar agresivo en épocas de gran consumo, pero donde ya tenga una base aplicada de fósforo, es decir para cuando ya se ha cubierto los requerimientos de fósforo. Es equilibrado, lo que garantiza mejor producción que el uso de urea o nitratos.

FERTIFORRAJE Establecimiento 12 - 31 - 10 - 4 - 5: Recomendado para establecimiento de pastizales nuevos y en recuperación de pastizales viejos, donde el fósforo es fundamental para el desarrollo radical. Este producto es equilibrado pero sobre todo rico en fósforo.

FERTIALFALFA 12 - 24 - 12 - 4 - 5 - (1B): Fórmula balanceada especialmente diseñada para fertilización de alfalfares, donde el requerimiento de fósforo y boro son altos. Hay que señalar que la respuesta de este producto en pastos (gramíneas) es muy buena también. La necesidad de nitrógeno de las alfalfas es aproximadamente de 650 kg/ha/año; por ello el uso de FERTIALFALFA combinado con fertiforraje producción en alfalfares da muy buen resultado.

VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DE LOS FERTIFORRAJES Y FERTIALFALFA: Aumento de la cantidad de pasto por hectárea y la capacidad de carga animal. Aumenta la cantidad de raíz por metro cuadrado. Mejora la calidad nutricional del pasto, incrementando la producción animal/ha. Reduce el tiempo de recuperación del pastizal. Permite aprovechar al máximo el potencial genético del animal. Infiere en la mejora de la reproducción. Puede duplicar y hasta triplicar la producción de leche o carne por hectárea y su rentabilidad. Aumenta la resistencia al ataque de plagas y enfermedades de los pastos. Mayor vida de los pastizales con producciones rentables.

PRESENTACIÓN:

Saco x 50 kg.

REGISTROS MAGAP.:

FERTIFORRAJE Producción: 020021683

FERTIFORRAJE Boro: 020021685

FERTIFORRAJE Nitro: 02002142

FERTIFORRAJE Establecimiento: 020021684

FERTIFORRAJE Alfalfa: 020021697

DOSIS Y APLICACIÓN DE FERTILIZANTES PARA PASTOS:

PRODUCTO	DOSIS/ha	ÉPOCA DE APLICACIÓN
Fertiforraje Establecimiento o Fertialfalfa	300 a 400 kg/ha	Al momento de la siembra con la última rastrada enterrar a 10 cm de profundidad o en renovaciones de potreros viejos, 10 días después del pastoreo o corte.
Fertiforraje Producción, Boro y Fertialfalfa	150 a 300 kg/ha	Después de 10 días de cada pastoreo o corte según el nivel de carga animal o producción de pasto requerido, mientras exista humedad en el suelo.
Fertiforraje Nitro	150 a 300 kg/ha	Después de 10 días de cada corte o pastoreo, cuando el suelo ya tiene el fósforo necesario y no es un limitante a la producción de pasto; y mientras exista humedad en el suelo.
Alfalfares	150 a 300 kg/ha	Después de 15 días del corte, alternar Fertialfalfa y Fertiforrajés. Así los problemas de fijación de Nitrógeno son superados y se obtienen mejores producciones, como lo demuestran los trabajos de campo.

QuickAgro

13.1.2. VARIABLE POTENCIAL

HIDRÓGENO pH

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	6,77	6,75	6,08	6,6
	II	6,84	6,48	6,27	6,48
	III	6,31	6,33	6,3	6,26
	IV	6,66	6,07	6,27	6,07
	V	6,5	6,5	6,79	6,2
PROMEDIO		6,62	6,43	6,34	6,32

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	7,1	6,74	6,22	6,85
	II	6,96	6,96	6,71	6,8
	III	6,88	6,77	7,21	6,51
	IV	6,76	6,63	6,65	6,52
	V	6,87	6,65	7,06	6,5
PROMEDIO		6,91	6,75	6,77	6,64

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	8,43	7,67	7,85	7,62
	II	6,71	7	7,4	6,82
	III	7,3	7,39	7,99	8,06
	IV	7,95	7,98	7,73	7,86
	V	7,85	7,77	8,18	8
PROMEDIO		7,65	7,56	7,83	7,67

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	8,13	7,35	7,65	7,63
	II	7,64	7,41	7,69	7,71
	III	7,1	7,28	7,62	7,77
	IV	7,22	6,89	7,61	7,7
	V	6,77	6,92	7,92	7,19
PROMEDIO		7,37	7,17	7,7	7,6

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	8,28	7,77	7,62	7,6
	II	8,37	7,66	7,86	7,55
	III	7,92	7,37	8,2	7,89
	IV	7,55	7,53	7,59	7,08
	V	7,95	7,28	8,14	7,23
PROMEDIO		8,01	7,52	7,88	7,47

13.1.3. VARIABLE
 CONDUCTIVIDAD
 ELÉCTRICA

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	0,31	0,2	0,22	0,36
	II	0,23	0,12	0,16	0,21
	III	0,22	0,15	0,19	0,2
	IV	0,19	0,28	0,2	0,16
	V	0,21	0,11	0,32	0,25
PROMEDIO		0,23	0,17	0,22	0,24

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	0,2	0,13	0,13	0,27
	II	0,14	0,15	0,09	0,13
	III	0,19	0,14	0,12	0,11
	IV	0,26	0,13	0,13	0,14
	V	0,19	0,11	0,12	0,12
PROMEDIO		0,2	0,13	0,12	0,15

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	1,82	1,35	0,87	0,61
	II	0,57	0,32	0,48	0,21
	III	1,06	0,61	1,64	1,66
	IV	1,39	0,18	2,55	0,92
	V	1,75	0,9	1,41	1,18
PROMEDIO		1,32	0,67	1,39	0,92

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	2,26	0,48	1,66	0,58
	II	0,78	0,3	0,85	0,65
	III	0,28	0,64	0,59	0,68
	IV	0,39	0,24	0,94	0,73
	V	0,45	0,21	0,53	0,62
PROMEDIO		0,83	0,37	0,91	0,65

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	2,99	0,65	0,89	0,49
	II	1,99	0,6	0,9	1,28
	III	1,46	0,6	2,34	1,2
	IV	1,29	0,48	0,85	0,36
	V	1,57	0,6	1,37	0,82
PROMEDIO		1,86	0,59	1,27	0,83

13.1.4. VARIABLE MATERIA
ORGÁNICA

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	3,17	3,85	4,05	4,2
	II	3,78	3,85	4,37	3,51
	III	3	4,25	3,91	3,49
	IV	3,36	3,55	3,83	1,85
	V	3,91	3,79	3,89	1,75
PROMEDIO		3,44	3,86	4,01	2,96

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	3,24	3,7	4,18	4,05
	II	3,16	3,52	4,86	3,67
	III	3,1	4,18	3,74	3,45
	IV	1,21	3,78	3,91	3,37
	V	3,71	3,58	3,71	1,89
PROMEDIO		2,88	3,75	4,08	3,29

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	7,8	4,68	4,05	4,25
	II	4,05	4,29	5,06	4,3
	III	3,37	4,44	6,48	5,26
	IV	4,05	6,61	6,56	1,4
	V	4,98	4,72	5,96	1,85
PROMEDIO		4,85	4,95	5,62	3,41

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	3,51	4,4	4,65	3,51
	II	1,96	4,18	4,92	4,38
	III	3,58	4,45	6,54	4,18
	IV	4,07	3,7	5,37	4,38
	V	1,07	4,05	4,05	1,52
PROMEDIO		2,84	4,16	5,11	3,59

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	5,46	5,42	4,99	3,97
	II	4,99	4,14	4,79	3,9
	III	4,51	4,12	3,71	4,74
	IV	4,03	4,32	5,22	1,62
	V	2,56	4,17	5,4	1,89
PROMEDIO		4,31	4,43	4,82	3,22

13.1.5. VARIABLE
NITRÓGENO

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	0,16	0,19	0,2	0,21
	II	0,19	0,19	0,22	0,18
	III	0,15	0,21	0,2	0,17
	IV	0,17	0,18	0,19	0,09
	V	0,2	0,19	0,19	0,09
PROMEDIO		0,17	0,19	0,2	0,15

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	0,16	0,18	0,21	0,2
	II	0,16	0,18	0,24	0,18
	III	0,16	0,21	0,19	0,17
	IV	0,06	0,19	0,2	0,17
	V	0,19	0,18	0,19	0,09
PROMEDIO		0,15	0,19	0,21	0,16

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	0,39	0,23	0,2	0,21
	II	0,2	0,21	0,25	0,22
	III	0,17	0,22	0,32	0,26
	IV	0,2	0,33	0,33	0,07
	V	0,25	0,24	0,3	0,09
PROMEDIO		0,24	0,25	0,28	0,17

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	0,18	0,22	0,23	0,18
	II	0,1	0,21	0,25	0,22
	III	0,18	0,22	0,33	0,21
	IV	0,2	0,18	0,27	0,22
	V	0,05	0,2	0,2	0,08
PROMEDIO		0,14	0,21	0,26	0,18

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	0,27	0,27	0,25	0,2
	II	0,25	0,21	0,24	0,19
	III	0,23	0,21	0,19	0,24
	IV	0,2	0,22	0,26	0,08
	V	0,13	0,21	0,27	0,09
PROMEDIO		0,22	0,22	0,24	0,16

13.1.6. VARIABLE

FÓSFORO

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	11,15	4,15	34,92	37,77
	II	0,57	7,1	30,31	38,13
	III	3,27	12,23	27,53	33,39
	IV	1,4	30,38	37,62	28,98
	V	7,21	7	35,74	37,07
PROMEDIO		4,72	12,17	33,22	35,07

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	0,93	1,97	5,44	30,62
	II	1,92	0,88	26,55	23,89
	III	2,02	1,66	15,88	24,32
	IV	0,36	7,15	23,35	20,61
	V	0	5,65	16,5	14,27
PROMEDIO		1,05	3,46	17,54	22,74

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	23,54	16,85	36,37	37,77
	II	0,88	2,95	37,23	30,77
	III	2,13	7,67	38,63	38,13
	IV	4,77	31,16	38,56	38,01
	V	16,59	15,03	38,56	37,46
PROMEDIO		9,58	14,73	37,87	36,43

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	16,74	7,57	36,84	36,33
	II	5,18	6,74	37,31	36,13
	III	3,84	6,22	32,26	37,38
	IV	0,88	7,46	37,34	36,41
	V	0,31	6,48	28,35	36,37
PROMEDIO		5,39	6,89	34,42	36,52

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	11,77	18,92	36,29	35,39
	II	9,69	8,71	37,93	36,91
	III	14,51	6,43	38,48	37,27
	IV	3,68	15,19	36,13	28,78
	V	8,09	12,08	36,68	31,83
PROMEDIO		9,55	12,27	37,1	34,04

13.1.7. VARIABLE

POTASIO

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	0,18	0,3	0,13	0,22
	II	0,16	0,21	0,1	0,1
	III	0,22	0,16	0,11	0,13
	IV	0,11	0,5	0,32	0,16
	V	0,16	0,19	0,26	0,27
PROMEDIO		0,17	0,27	0,18	0,18

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	0,16	0,24	0,11	0,16
	II	0,16	0,16	0,08	0,11
	III	0,14	0,1	0,16	0,1
	IV	0,16	0,06	0,22	0,13
	V	0,14	0,19	0,16	0,16
PROMEDIO		0,15	0,15	0,15	0,13

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	4,37	1,18	0,66	0,82
	II	0,48	0,45	0,48	0,11
	III	0,85	0,46	4,11	0,67
	IV	1,38	0,21	3,39	0,75
	V	2,11	0,78	2,59	0,7
PROMEDIO		1,84	0,62	2,25	0,61

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	2,74	0,48	0,85	0,83
	II	0,56	0,5	0,83	0,42
	III	0,38	0,51	0,77	0,58
	IV	0,48	0,18	1,58	0,51
	V	0,37	0,34	0,43	0,37
PROMEDIO		0,91	0,4	0,89	0,54

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	3,65	0,9	1,15	0,54
	II	2,99	0,8	1,41	0,34
	III	1,23	0,45	2,45	0,54
	IV	1,31	0,32	0,96	0,37
	V	1,68	0,58	1,49	0,45
PROMEDIO		2,17	0,61	1,49	0,45

13.1.8. VARIABLE

CALCIO

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	7,36	7,11	6,49	7,95
	II	7,46	6,51	6,78	6,69
	III	6,4	6,01	6,49	6,01
	IV	8,04	6,78	7,17	6,88
	V	4,55	7,42	6,61	5,17
PROMEDIO		6,76	6,77	6,71	6,54

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	7,6	7,4	7,66	7,46
	II	6,59	6,78	5,29	7,27
	III	7,89	7,98	8,82	7,66
	IV	8,24	7,95	7,5	6,78
	V	8,14	7,36	7,95	7,58
PROMEDIO		7,69	7,49	7,44	7,35

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	18,45	11,28	11,24	10,47
	II	8,43	7,07	8,91	6,3
	III	7,77	8,72	21,8	13,86
	IV	9,98	18,41	17,46	16,96
	V	8,72	12,6	13,8	14,17
PROMEDIO		10,67	11,62	14,64	12,35

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	15,12	8,91	11,53	7,85
	II	8,91	8,24	8,6	10,47
	III	7,81	9,11	10,37	8,72
	IV	7,77	6,1	11,24	10,47
	V	6,69	8,33	8,72	8,53
PROMEDIO		9,26	8,14	10,09	9,21

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	15,37	9,88	10,85	8,43
	II	10,66	8,37	11,24	8,59
	III	10,1	9,42	17,25	12,89
	IV	10,14	9,34	10,14	7,27
	V	12,11	8,72	11,3	6,98
PROMEDIO		11,68	9,15	12,16	8,83

13.1.9. VARIABLE
MAGNESIO

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	2,61	4,28	4,43	2,98
	II	3,59	3,61	3,93	2,44
	III	3,28	3,54	3,05	2,8
	IV	3,2	3,61	3,44	3,09
	V	4,57	3,19	3,47	4,18
PROMEDIO		3,45	3,65	3,66	3,1

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	2,95	3,63	2,85	3,78
	II	3,4	4,04	4,57	3,28
	III	4,1	3,05	2,04	2,42
	IV	3,64	2,9	3,11	4,46
	V	2,72	3,88	3,09	3,14
PROMEDIO		3,36	3,5	3,13	3,42

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	6,63	4,76	5,54	4,39
	II	3,45	3,53	2,75	3,52
	III	2,79	4,39	4,29	5,92
	IV	3,7	4,63	3,73	5,15
	V	3,39	3,27	4,45	4,23
PROMEDIO		3,99	4,12	4,15	4,64

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	5,53	4,03	3,64	3,93
	II	5,09	4,83	4,78	3,22
	III	3,48	3,73	3,74	3,33
	IV	3,15	5,14	4,99	0,99
	V	3,82	2,59	6,13	4,63
PROMEDIO		4,21	4,06	4,66	3,22

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	6,27	5,01	3,57	2,62
	II	3,24	4,06	2,55	3,23
	III	3,27	2,89	6,09	4,42
	IV	5,16	4,41	3,44	2,81
	V	3,59	2,52	5,14	3,42
PROMEDIO		4,31	3,78	4,16	3,3

13.1.10. VARIABLE CAPACIDAD DE
INTERCAMBIO CATIONICO

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	10,45	11,89	11,27	11,51
	II	11,44	10,45	10,97	9,44
	III	10,12	9,86	9,85	9,14
	IV	11,54	11,16	11,13	10,29
	V	9,49	10,91	10,66	9,87
PROMEDIO		10,61	10,85	10,78	10,05

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	10,91	11,4	10,75	11,67
	II	10,29	11,13	10,03	10,79
	III	12,33	11,27	11,14	10,29
	IV	12,3	11,04	10,96	11,51
	V	11,2	11,54	11,32	11
PROMEDIO		11,41	11,28	10,84	11,05

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	31,27	18,57	18,3	16,29
	II	12,93	11,37	12,62	10,14
	III	12,47	14,19	31,84	22,11
	IV	16,45	23,43	27,13	23,78
	V	15,98	17,55	22,25	20,28
PROMEDIO		17,82	17,02	22,43	18,52

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	25,65	13,9	17,68	13,19
	II	15,34	13,86	15,06	14,76
	III	11,96	13,99	15,47	13,31
	IV	11,79	11,65	18,75	12,7
	V	11,33	11,47	15,81	14,15
PROMEDIO		15,21	12,97	16,55	13,62

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	28,28	16,43	16,47	12,08
	II	18,88	13,83	16,1	13,44
	III	16,06	13,36	28,13	19,05
	IV	17,91	14,55	15,39	10,81
	V	18,95	12,42	19,29	11,67
PROMEDIO		20,02	14,12	19,08	13,41

13.1.11. VARIABLE
 MICROORG. AEROBIOS
 MESÓFILOS

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	34000	160000	120000	30000000
	II	240000	910000	150000	30000000
	III	1100000	340000	130000	6600000
	IV	880000	130000	100000	3300000
	V	180000	95000	190000	14000000
PROMEDIO		486800	327000	138000	16780000

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	32000	60000	100000	37000000
	II	15000	61000	470000	10000000
	III	110000	50000	79000	22000000
	IV	440000	17000	52000	13000000
	V	110000	7700	840000	12000000
PROMEDIO		141400	39140	308200	18800000

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	9800000	10000000	5900000	26000000
	II	24000000	13000000	1600000	29000000
	III	31000000	5600000	5200000	18000000
	IV	18000000	1300000	10000000	11000000
	V	26000000	4600000	4400000	14000000
PROMEDIO		21760000	6900000	5420000	19600000

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	3000000	8100000	4300000	16000000
	II	15000000	6500000	3600000	27000000
	III	21000000	5000000	1700000	20000000
	IV	14000000	4200000	2600000	26000000
	V	8300000	450000	3100000	8000000
PROMEDIO		12260000	4850000	3060000	19400000

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	5400000	7100000	4700000	38000000
	II	13000000	6400000	4100000	30000000
	III	15000000	5600000	3900000	18000000
	IV	13000000	1700000	2100000	4700000
	V	12000000	450000	5500000	22000000
PROMEDIO		11680000	4250000	4060000	22540000

13.1.12. VARIABLE MOHOS
Y LEVADURAS

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	400	2700	1300	220000
	II	3000	21000	10000	500000
	III	60000	380	19000	130000
	IV	3000	260000	14000	220000
	V	4500	1600	10000	360000
PROMEDIO		14180	57136	10860	286000

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	1000	100	11000	220000
	II	450000	160	100000	500000
	III	2000	150	15000	90000
	IV	4500	770	8600	180000
	V	1000	170	54000	220000
PROMEDIO		91700	270	37720	242000

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	50000	100000	100000	180000
	II	200	120000	100000	1000000
	III	800000	100000	150000	400000
	IV	700000	160000	200000	99000
	V	300000	140000	200000	220000
PROMEDIO		370040	124000	150000	379800

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	50000	77000	150000	220000
	II	50000	86000	120000	540000
	III	200000	50000	160000	360000
	IV	300000	150000	200000	180000
	V	100000	220000	160000	90000
PROMEDIO		140000	116600	158000	278000

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	200000	140000	72000	450000
	II	13000	54000	130000	180000
	III	250000	100000	200000	400000
	IV	250000	120000	120000	130000
	V	400000	120000	130000	130000
PROMEDIO		222600	106800	130400	258000

13.1.13. VARIABLE
MATERIA
SECA

TRATAMIENTOS	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
	Materia Seca/m2 (g)	Materia Seca/m2 (g)	Materia Seca/m2 (g)	Materia Seca/m2 (g)
T1	616,63	662,37	591,52	580,31
T2	181,27	190,43	168,63	158,54
T3	808,17	857,48	784,74	791,04
T4	683,15	754,98	756,59	612,40
T5	686,45	705,43	726,75	667,57
T1	670,95	671,46	623,95	564,56
T2	150,70	158,57	120,10	118,39
T3	708,13	846,82	653,61	767,85
T4	709,37	820,43	630,48	786,33
T5	749,89	752,28	578,02	724,59
T1	621,33	697,90	690,13	619,16
T2	214,28	171,04	138,52	164,99
T3	743,36	784,44	725,11	763,50
T4	644,63	762,36	551,94	670,84
T5	669,37	790,23	711,45	621,33
T1	610,68	672,22	628,94	642,21
T2	199,90	163,19	194,32	169,77
T3	685,58	866,98	747,80	804,55
T4	747,99	803,85	677,57	694,66
T5	493,26	763,82	612,37	668,25
T1	649,39	729,57	559,25	571,89
T2	160,74	184,44	177,57	196,97
T3	848,54	781,12	696,99	760,72
T4	630,87	687,37	649,80	653,12
T5	614,72	1224,97	751,15	747,08

13.1.14. VARIABLE

DENSIDAD

REAL

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
1 (Fertiforraje)	I	1,77	1,71	1,81	1,97
	II	1,82	1,71	1,81	1,86
	III	1,84	1,71	1,77	1,74
	IV	1,72	1,71	1,71	2,04
	V	1,86	1,71	1,71	1,77
PROMEDIO		1,8	1,71	1,76	1,88

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
2(3%)	I	1,84	1,88	1,77	1,87
	II	1,77	1,91	1,84	1,85
	III	1,79	1,79	1,57	1,83
	IV	1,79	1,77	1,67	1,91
	V	1,84	1,91	1,81	1,91
PROMEDIO		1,81	1,85	1,73	1,87

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
3(4%)	I	1,57	1,73	1,64	1,77
	II	1,61	1,73	1,57	1,64
	III	1,65	1,65	1,27	1,74
	IV	1,61	1,47	1,64	1,78
	V	1,73	1,64	1,41	1,68
PROMEDIO		1,63	1,64	1,51	1,72

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
4(5%)	I	1,65	1,77	1,64	1,74
	II	1,71	1,74	1,66	1,74
	III	1,57	1,61	1,31	1,72
	IV	1,65	1,65	1,57	1,72
	V	1,75	1,64	1,31	1,71
PROMEDIO		1,67	1,68	1,5	1,73

TRATAMIENTO	REP.	CORTE 1 (120 días)	CORTE 2 (150 días)	CORTE 4 (210 días)	CORTE 5 (240 días)
5(6%)	I	1,58	1,65	1,71	1,77
	II	1,64	1,64	1,65	1,65
	III	1,71	1,61	1,07	1,64
	IV	1,66	1,69	1,51	1,64
	V	1,71	1,71	1,24	1,64
PROMEDIO		1,66	1,66	1,44	1,67

13.2. Socialización de Resultados

13.2.1. Lista de participantes y firmas

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS

DIFUSIÓN DE RESULTADOS

NOMBRE	C.I.	INSTITUCIÓN	COMUNIDAD	FIRMA
St. Hoo Lenca Acosta	111710288-8	La Campesina	S. de Antares	
Olga Cenaida Salazar	110759065-3	La Campesina	San José	
Maria Lora	171203189-5	La Campesina	Montesoria	
Olega Quintipe	170977589	Bio Vida	GTON	
Mario Foliza Fajardo	1707064927	Bio Vida	La Justina	
Luis Cadipuedo	17087131-2	UCCOPEH	Guillermo Suarez	
Mauricio Comolli	17238577-4	Alexa Paica	Santa Teresita N=2	
Noraima Chancosi	111871625-9	Agropaca	Santa Teresita N=2	
Solimar Alfo	170712228-9	Pueblo Agrícola	S. P.U.	
Carlos Sanchez	171045008-9	UCCOPEH	Picalani	
Rodolfo Sarrazuelo	17115421-4	UCCOPEH	Peruabundo	
Juan Esteban Nolasco	110065036-4	Vio Vida	Caria CV	

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS

DIFUSIÓN DE RESULTADOS

NOMBRE	C.I.	INSTITUCIÓN	COMUNIDAD	FIRMA
Enrique López	170460648-8	Sió Vida	Carvajal	
Arturo Espinosa	1403167396	La Esperanza	Feria la Esperanza	
Elisa Botucumbá	110828475-5	Pueblo Koyambí	San Pablo Oro	
Dolores Montenegro	170740263-4	La campesina	Flyozo	
Emma Guabusi	1709920795	La Campesina	Caracai	
Carmen Quasota	170281443-8	UCCOPEM	Cananvalle	
Glady Galcón	121298289-0	La Campesina	Pesillo	
Laura Palamara	171696450-5	Consejo de Andobas	Pueblo Cayambe	
Joselo Palamara	1714835368	Pueblo Cayambe	Consejo de Andobas	
Maria Suarez	100213255-1	La Esperanza	Feria la Esperanza	
Luz Maria Pazoiño	170716550-0	La Feria la Esperanza	La Esperanza	
Maria Botucumbá	171590473-4	Asoproce	Carera	
Paulina Uchuergo	1771671282-0	La campesina	Santo Domingo 1821	

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS

DIFUSIÓN DE RESULTADOS

NOMBRE	C.I.	INSTITUCIÓN	COMUNIDAD	FIRMA
Mercedes Morales Juarez	171510875-9	La Compañía	Chiriquí	
Maria del Iguayo Morales	120326290-3	La Compañía	Organización S.A	
Maria Victoria Juarez	152140766-1	La Compañía	Organización S.A	
Rosa V. Pulmarin	17067982-3	La Compañía	Pesillo	
Estelce Cuellaris	1704134962	Agro para Vivivida	República	
Paula C. Cordero	170466267-5	República	Taquilancia	
Yvonne Quispe	170728889-4	La Compañía	General Montalvo	
Paulina Pizarro	1419110236	San Pio, Niola	San Pio de Obispo	
Maria E. Quimbilco P.	171292916-3	ASUPROCK	El Verde	
Wilson Saiches	1722517258	ICCOPET	CAJAS	
Segundo Quimba	100141212-9	casapapacima	Wacho Wacho	
Margarita L. Achua	170569968-9	Lanahu		
Clara Anchoyo	1705190697-1	Soquistamea	Soquistamea	

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MICROBIANA PRESENTE EN EL SUELO EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DEL ABONO ORGÁNICO COMPOST Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTOS

DIFUSIÓN DE RESULTADOS

NOMBRE	C.I.	INSTITUCIÓN	COMUNIDAD	FIRMA
Hector Díaz	171823827-2	La Compañía	San Gonzalo	
Francisco Daimelin	170813366-3	Agropecuaria	St. Dg. N. 2	
María S. Alba	171088396-4	Kanajubi	S.P.U.	
Conny Cedeno	171013490-9	Bio Vito	Caracas	
Dorinda Mesa	170682472-6	La Compañía	Caracas	

13.3. Análisis de Laboratorio de Suelos

13.3.1. Análisis del abono orgánico Compost



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Ciente: Proyecto Investigación "Evaluación.."

Dirección: Avenida Natalia Jarrín y 12 de Octubre

Teléfono: ...

E-mail: armc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 1

N° de Informe: 86

Tipo de Cultivo: ...

Característica de la muestra:

Sustrato

Fecha de ingreso: 23/04/2012

Fecha Emisión: 27/04/2012

Total de pag. 1

IDENTIFICACIÓN USUARIO		UNIDAD	COMPOST
CÓDIGO DE LABORATORIO			LS-12-182
PARÁMETROS			
pH		NA	7,69
CONDUCTIVIDAD		dS/m	17,49
MACROELEMENTOS	MATERIA ORGÁNICA	%	16,3
	NITRÓGENO TOTAL	%	0,82
	FÓSFORO (ASIMILABLE)	%	0,04
	POTASIO (ASIMILABLE)	%	3,56
	CALCIO (ASIMILABLE)	%	0,35
	MAGNESIO (ASIMILABLE)	%	0,10
	AZUFRE	ppm S	12,00
MICROELEMENTOS	HIERRO	ppm Fe	0,00
	MANGANESO	ppm Mn	4,87
	BORO	ppm B	1,77
RELACIÓN ENTRE BASES	Ca/Mg	NA	2,07
	Mg/K	NA	0,36
	Ca+Mg/K	NA	1,11

Método Análisis: Microelementos, Fósforo y Potasio: Olsen Modificado+EDTA; pH 1:1,25 H₂O; Pasta Saturada: (Cond. Elec., Boro, Azufre); Acidez Intercambiable 2,5:25 CIK 1N; Mat Orgánica 0.1-0.5 K₂C₂O₇ 0.8 N; Textura: Hidrómetro Bouyoucos.

Simbología: No Aplica (NA)

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Suelos y Agua

Bio. Rocío Contero
Jefe de Laboratorios

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
LABORATORIOS
BIOAGROPECUARIOS
SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre · Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.2. Análisis de suelo previo a la Investigación



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: Proyecto de Abonos Orgánicos en la Producción Orgánica de Pastizales en el Cantón Cayambe

Dirección: Av. Natalia Jarrín y 12 de Octubre

Teléfono: 082689672

E-mail: nbeltran@ups.edu.ec

Contacto: Ing. Agr. Beltrán Janss

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 1

Tipo de Cultivo: Pastos

Fecha de ingreso: 28/05/2012

Fecha Emisión: 01/05/2012

N° de Informe: 104

Total de pag. 2

IDENTIFICACIÓN USUARIO		UNIDAD	POTRERO	
CÓDIGO DE LABORATORIO			LS-12-220	
PARÁMETROS				
pH	NA	6,17	La	
CONDUCTIVIDAD	dS/m	0,15	Nsal	
DENSIDAD APARENTE	g/cc	1,26		
DENSIDAD REAL	g/cc	2,0		
POROSIDAD	g/cc	37,0		
TEXTURA	% ARENA	62		
	% LIMO	18		
	% ARCILLA	20		
CLASE TEXTURAL	NA	FRANCO ARENOSO		
MACROELEMENTOS	MATERIA ORGÁNICA	%	3,2	M
	NITRÓGENO TOTAL	%	0,2	M
	FÓSFORO (ASIMILABLE)	ppm P	12,2	M
	POTASIO (ASIMILABLE)	cmol K/kg	0,4	A
	CALCIO (ASIMILABLE)	cmol Ca/kg	7,4	M
MAGNESIO (ASIMILABLE)	cmol Mg/kg	3,1	A	
CAPACIDAD INTERCAMBIO CATIÓNICO (C.I.C.)		cmol/kg	17,1	M
RELACIÓN ENTRE BASES	Ca/Mg	NA	2,3	Ad
	Mg/K	NA	7,7	Ad
	Ca+Mg/K	NA	25,6	A

Método Análisis: Fósforo y Potasio: Olsen Modificado+EDTA; pH 1:1,25 H₂O: Pasta Saturada; Conductividad Eléctrica, Azufre; Mat.Orgánica:0.1-0.5 K₂Cr₂O₇ 0.8 N; Textura: Hidrómetro Bouyoucos.

Simbología: No Aplica (NA)

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre - Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.3. Análisis Físico-Químico de suelo Primer Corte



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: Proyecto Evaluación de la Actividad Metabólica de los Microorganismos Presentes en los Suelos en Respuesta a la Aplicación de un Abono Orgánico Compost

Dirección: Llanos de Alba - Pesillo

Teléfono: 0982689672

E-mail: armc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 25

Tipo de Cultivo: Pasturas

Fecha de ingreso: 25/10/2012

Fecha Emisión: 15/11/2012

N° de Informe: 377

Código Examinado	Código Usuario	pH	Conductividad (dS/m)	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (cmol/kg)	Calcio Ca (cmol/kg)	Magnesio Mg (cmol/kg)	C.I.C. (cmol/kg)	Textura (%)			Clase Textural
											arena	limo	arcilla	
LS-12-676	1	6,77	0,31	3,17	0,16	11,15	0,18	7,36	2,61	10,45	48	36	16	FRANCO
LS-12-677	2	7,1	0,20	3,24	0,16	0,93	0,16	7,6	2,95	10,91	48	38	14	FRANCO
LS-12-678	3	8,43	1,82	7,80	0,39	23,54	4,37	18,45	6,63	31,27	59	28	13	FRANCO
LS-12-679	4	8,13	2,26	3,51	0,18	16,74	2,74	15,12	5,53	25,65	56	28	16	FRANCO
LS-12-680	5	8,28	2,99	5,46	0,27	11,77	3,65	15,37	6,27	28,28	60	25	15	FRANCO ARENOSO
LS-12-681	6	7,64	0,78	1,96	0,10	5,18	0,56	8,91	5,09	15,34	52	28	20	FRANCO
LS-12-682	7	8,37	1,99	4,99	0,25	9,69	2,99	10,66	3,24	18,88	54	30	16	FRANCO
LS-12-683	8	6,84	0,23	3,78	0,19	0,57	0,16	7,46	3,59	11,44	49	32	19	FRANCO
LS-12-684	9	6,71	0,57	4,05	0,20	0,88	0,48	8,43	3,45	12,93	55	31	14	FRANCO
LS-12-685	10	6,96	0,14	3,16	0,16	1,92	0,16	6,59	3,4	10,29	54	34	12	FRANCO
LS-12-686	11	7,92	1,46	4,51	0,23	14,51	1,23	10,1	3,27	16,06	50	30	20	FRANCO
LS-12-687	12	7,3	1,06	3,37	0,17	2,13	0,85	7,77	2,79	12,47	52	32	16	FRANCO
LS-12-688	13	7,1	0,28	3,58	0,18	3,84	0,38	7,81	3,48	11,96	48	36	16	FRANCO
LS-12-689	14	6,88	0,19	3,10	0,16	2,02	0,14	7,89	4,1	12,33	52	33	15	FRANCO
LS-12-690	15	6,31	0,22	3,00	0,15	3,27	0,22	6,4	3,28	10,12	50	36	14	FRANCO
LS-12-691	16	6,76	0,26	1,21	0,06	0,36	0,16	8,24	3,64	12,30	50	36	14	FRANCO
LS-12-692	17	7,22	0,39	4,07	0,20	0,88	0,48	7,77	3,15	11,79	56	30	14	FRANCO
LS-12-693	18	7,55	1,29	4,03	0,20	3,68	1,31	10,14	5,16	17,91	56	30	14	FRANCO
LS-12-694	19	6,66	0,19	3,36	0,17	1,40	0,11	8,04	3,2	11,54	56	33	11	FRANCO
LS-12-695	20	7,95	1,39	4,05	0,20	4,77	1,38	9,98	3,7	16,45	52	34	14	FRANCO
LS-12-696	21	7,85	1,75	4,98	0,25	16,59	2,11	8,72	3,39	15,98	53	35	12	FRANCO
LS-12-697	22	6,5	0,21	3,91	0,20	7,21	0,16	4,55	4,57	9,49	51	35	14	FRANCO
LS-12-698	23	6,87	0,19	3,71	0,19	0,00	0,14	8,14	2,72	11,20	52	32	16	FRANCO
LS-12-699	24	7,95	1,57	2,56	0,13	8,09	1,88	12,11	3,59	18,95	54	34	12	FRANCO
LS-12-700	25	6,77	0,45	1,07	0,05	0,31	0,37	6,69	3,82	11,33	52	36	12	FRANCO

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Laboratorio de Suelos y Agua

**LABORATORIOS
BIOAGROPECUARIOS
SUELOS**

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre · Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.4. Análisis Microbiológico de suelo Primer Corte



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: Proyecto Evaluación de la Actividad Metabólica de los Microorganismos Presentes en los Suelos en Respuesta a la Aplicación de un Abono Orgánico Compost

Dirección: Llanos de Alba

Teléfono: 0982689672

E-mail: armc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 25

Tipo de Cultivo: Mezcla Forrajera

Fecha de ingreso: 25/10/2012

Fecha Emisión: 15/11/2012

N° de Informe: 12-379

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Código Laboratorio	Id. Campo	Microorganismos aerobios mesófilos UFC/gss	Mohos y Levaduras UP/gss	mg C-biomasa/kg ss
LS-12-701	1	3,4X10 ⁴	4,0X10 ²	118,68
LS-12-702	2	3,2X10 ⁴	1,0X10 ³	100,61
LS-12-703	3	9,8X10 ⁶	5,0X10 ⁴	83,90
LS-12-704	4	3,0X10 ⁶	5,0X10 ⁴	32,30
LS-12-705	5	5,4X10 ⁶	2,0X10 ⁵	58,66
LS-12-706	6	1,5X10 ⁷	5,0X10 ⁴	108,92
LS-12-707	7	1,3X10 ⁷	1,3X10 ⁴	108,11
LS-12-708	8	2,4X10 ⁵	3,0X10 ³	126,37
LS-12-709	9	2,4X10 ⁷	2,0X10 ²	105,18
LS-12-710	10	1,6X10 ⁴	4,5X10 ⁵	77,96
LS-12-711	11	1,5X10 ⁷	2,5X10 ⁵	134,1
LS-12-712	12	3,1X10 ⁷	8,0X10 ⁵	113,23
LS-12-713	13	2,1X10 ⁷	2,0X10 ⁵	119,91
LS-12-714	14	1,1X10 ⁵	2,0X10 ³	154,37
LS-12-715	15	1,1X10 ⁶	6,0X10 ⁴	113,01
LS-12-716	16	4,4X10 ⁵	4,5X10 ³	149,24
LS-12-717	17	1,4X10 ⁷	3,0X10 ⁵	141,37
LS-12-718	18	1,3X10 ⁷	2,5X10 ⁵	141,08
LS-12-719	19	8,8X10 ⁵	3,0X10 ³	104,62
LS-12-720	20	1,8X10 ⁷	7,0X10 ⁵	142,93
LS-12-721	21	2,6X10 ⁷	3,0X10 ⁵	66,08
LS-12-722	22	1,8X10 ⁵	4,5X10 ³	130,75
LS-12-723	23	1,1X10 ⁵	1,0X10 ³	122,14
LS-12-724	24	1,2X10 ⁷	4,0X10 ⁵	113,6
LS-12-725	25	8,3X10 ⁶	1,0X10 ⁵	151,84

UFC= Unidades Formadoras de Colonias; UP= Unidades Propagadoras

ss= Suelo seco

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Orlando Igualavisi
Técnico de Laboratorio de Suelos y Agua

LABORATORIOS BIOAGROPECUARIOS SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre · Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.5. Análisis Físico-Químico de suelo Segundo Corte



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

ECUADOR LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA



Cliente Proyecto Evaluación de la Actividad Metabólica de los Microorganismos Presentes en los Suelos en Respuesta a la Aplicación de un Abono Orgánico Compost

Dirección: Llanos de Alba - Pesillo

Teléfono: 0982689672

E-mail: armc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 25

Tipo de Cultivo: Pasturas

Fecha de ingreso: 26/11/2012

Fecha Emisión: 11/12/2012

Nº de Informe: 400

Total de pag. 1

Código Examinado	Código Usuario	pH	Conductividad (dS/m)	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (cmol/kg)	Calcio Ca (cmol/kg)	Magnesio Mg (cmol/kg)	C.I.C. (cmol/kg)	Textura (%)			Clase Textural
											arena	limo	arcilla	
LS-12-849	1	6,75	0,20	3,85	0,19	4,15	0,30	7,11	4,28	11,89	56	40	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-850	2	6,74	0,13	3,7	0,18	1,97	0,24	7,40	3,63	11,40	51	45	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-851	3	7,67	1,35	4,68	0,23	16,85	1,18	11,28	4,76	18,57	53	42	5	FRANCO ARENOSO
LS-12-852	4	7,35	0,46	4,4	0,22	7,57	0,48	8,91	4,03	13,90	52	43	5	FRANCO ARENOSO
LS-12-853	5	7,77	0,66	5,42	0,27	18,92	0,90	9,88	5,01	16,43	56	40	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-854	6	7,41	0,30	4,18	0,21	6,74	0,50	8,24	4,83	13,86	53	43	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-855	7	7,66	0,60	4,14	0,21	8,71	0,80	8,37	4,06	13,83	58	38	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-856	8	6,48	0,12	3,85	0,19	7,10	0,21	6,51	3,61	10,45	56	40	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-857	9	7	0,32	4,29	0,21	2,95	0,45	7,07	3,53	11,37	49	47	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-858	10	6,96	0,15	3,52	0,18	0,88	0,16	6,78	4,04	11,13	50	46	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-859	11	7,37	0,60	4,12	0,21	6,43	0,45	9,42	2,89	13,36	53	43	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-860	12	7,39	0,61	4,44	0,22	7,67	0,46	8,72	4,39	14,19	54	42	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-861	13	7,28	0,64	4,45	0,22	6,22	0,51	9,11	3,73	13,99	59	37	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-862	14	6,77	0,14	4,18	0,21	1,66	0,10	7,98	3,05	11,27	54	42	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-863	15	6,33	0,15	4,25	0,21	12,23	0,16	6,01	3,54	9,86	64	32	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-864	16	6,63	0,13	3,78	0,19	7,15	0,06	7,95	2,9	11,04	54	42	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-865	17	6,89	0,24	3,7	0,18	7,46	0,18	6,1	5,14	11,65	56	40	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-866	18	7,53	0,46	4,32	0,22	15,19	0,32	9,34	4,41	14,55	56	40	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-867	19	6,07	0,28	3,55	0,18	30,38	0,50	6,78	3,61	11,16	60	36	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-868	20	7,98	0,18	6,61	0,33	31,16	0,21	18,41	4,63	23,43	63	33	4	FRANCO ARENOSO
LS 12 869	21	7,77	0,90	4,72	0,24	15,03	0,78	12,6	3,27	17,55	58	38	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-870	22	6,5	0,11	3,79	0,19	7,00	0,19	7,42	3,19	10,91	58	38	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-871	23	6,65	0,11	3,58	0,18	5,65	0,19	7,36	3,88	11,54	50	46	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-872	24	7,28	0,60	4,17	0,21	12,08	0,58	8,72	2,52	12,42	56	40	4	FRANCO ARENOSO
LS-12-873	25	6,92	0,21	4,05	0,2	6,48	0,34	8,33	2,99	11,47	54	42	4	FRANCO ARENOSO

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Oriando Gualavisi
Técnico de Laboratorio de Suelos y Agua

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**
LABORATORIOS
BIOAGROPECUARIOS
SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre · Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.6. Análisis Microbiológico de suelo Segundo Corte



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: Proyecto Evaluación de la Actividad Metabólica de los Microorganismos Presentes en los Suelos en Respuesta a la Aplicación de un Abono Orgánico Compost

Dirección: Llanos de Alba

Teléfono: 0982689672

E-mail: armc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 25

Tipo de Cultivo: Mezcla Forrajera

Fecha de ingreso: 26/11/2012

Fecha Emisión: 11/12/2012

N° de Informe: 12-401

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Código Laboratorio	Id. Campo	Microorganismos aerobios mesófilos UFC/gss	Mohos y Levaduras UP/gss	mg C-biomasa/kg ss
LS-12-849	1	1,6X10 ⁵	2,7X10 ³	98,31
LS-12-850	2	6,0X10 ⁴	1,0X10 ²	121,77
LS-12-851	3	1,0X10 ⁷	1,0X10 ⁵	96,82
LS-12-852	4	8,1X10 ⁵	7,7X10 ⁴	142,34
LS-12-853	5	7,1X10 ⁵	1,4X10 ⁵	147,76
LS-12-854	6	6,5X10 ⁵	8,6X10 ⁴	113,23
LS-12-855	7	6,4X10 ⁵	5,4X10 ⁴	117,32
LS-12-856	8	9,1X10 ⁵	2,1X10 ⁴	99,5
LS-12-857	9	1,3X10 ⁷	1,2X10 ⁵	122,44
LS-12-858	10	6,1X10 ⁴	1,6X10 ²	96,23
LS-12-859	11	5,6X10 ⁵	1,0X10 ⁵	114,64
LS-12-860	12	5,6X10 ⁵	1,0X10 ⁵	138,48
LS-12-861	13	5,0X10 ⁵	5,0X10 ⁴	117,09
LS-12-862	14	5,0X10 ⁴	1,5X10 ²	121,32
LS-12-863	15	3,4X10 ⁵	3,8X10 ²	99,12
LS-12-864	16	1,7X10 ⁵	7,7X10 ²	118,43
LS-12-865	17	4,2X10 ⁵	1,5X10 ⁵	83,16
LS-12-866	18	1,7X10 ⁶	1,2X10 ⁵	92,81
LS-12-867	19	1,3X10 ⁵	2,6X10 ⁵	65,27
LS-12-868	20	1,3X10 ⁵	1,6X10 ⁵	71,13
LS-12-869	21	4,6X10 ⁵	1,4X10 ⁵	106,7
LS-12-870	22	9,5X10 ⁴	1,6X10 ³	94,97
LS-12-871	23	7,7X10 ³	1,7X10 ²	89,1
LS-12-872	24	4,5X10 ⁵	1,2X10 ⁵	100,24
LS-12-873	25	4,5X10 ⁵	2,2X10 ⁵	130,98

UFC= Unidades Formadoras de Colonias; UP= Unidades Propagadoras

ss= Suelo seco

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
 Técnico de Laboratorio de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre - Teléfono: (593) 2396 2946
 Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.7. Análisis Físico-Químico de suelo Cuarto Corte



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA



Clí@ Proyecto Evaluación de la Actividad Metabólica de los Microorganismos Presentes en los Suelos en Respuesta a la Aplicación de un Abono Orgánico Compost

Dirección: Llanos de Alba - Pesillo

Teléfono: 0982689672

E-mail: amc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 25

Tipo de Cultivo: Pasturas

Fecha de ingreso: 24/01/2013

Fecha Emisión: 18/02/2013

Nº de Informe: 13-12

Total de pag. 1

Código Examinado	Código Usuario	pH	Conductividad (dS/m)	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (cmol/kg)	Calcio Ca (cmol/kg)	Magnesio Mg (cmol/kg)	C.I.C. (cmol/kg)	Textura (%)			Clase Textural
											arena	limo	arcilla	
LS-13-1	1	6,08	0,22	4,05	0,20	34,92	0,13	6,49	4,43	11,27	74	11	15	FRANCO ARENOSO
LS-13-2	2	6,22	0,13	4,18	0,21	5,44	0,11	7,66	2,85	10,75	49	38	13	FRANCO
LS-13-3	3	7,85	0,87	4,05	0,20	36,37	0,66	11,24	5,54	18,30	54	36	10	FRANCO ARENOSO
LS-13-4	4	7,65	1,66	4,65	0,23	36,84	0,85	11,53	3,64	17,68	58	34	8	FRANCO ARENOSO
LS-13-5	5	7,62	0,89	4,99	0,25	36,29	1,15	10,85	3,57	16,47	52	36	12	FRANCO
LS-13-6	6	7,69	0,85	4,92	0,25	37,31	0,83	8,60	4,78	15,06	55	33	12	FRANCO ARENOSO
LS-13-7	7	7,86	0,90	4,79	0,24	37,93	1,41	11,24	2,55	16,10	58	30	12	FRANCO ARENOSO
LS-13-8	8	6,27	0,16	4,37	0,22	30,31	0,10	6,78	3,93	10,97	53	35	12	FRANCO
LS-13-9	9	7,40	0,48	5,06	0,25	37,23	0,48	8,91	2,75	12,62	60	32	8	FRANCO ARENOSO
LS-13-10	10	6,71	0,09	4,86	0,24	26,55	0,08	5,29	4,57	10,03	52	32	16	FRANCO ARENOSO
LS-13-11	11	8,20	2,34	3,71	0,19	38,48	2,45	17,25	6,09	28,13	75	19	6	FRANCO ARENOSO
LS-13-12	12	7,99	1,64	6,48	0,32	38,63	4,11	21,80	4,29	31,84	69	26	5	FRANCO ARENOSO
LS-13-13	13	7,62	0,59	6,54	0,33	32,26	0,77	10,37	3,74	15,47	68	23	9	FRANCO ARENOSO
LS-13-14	14	7,21	0,12	3,74	0,19	15,88	0,16	8,82	2,04	11,14	70	20	10	FRANCO ARENOSO
LS-13-15	15	6,30	0,19	3,91	0,20	27,53	0,11	6,49	3,05	9,85	74	12	14	FRANCO ARENOSO
LS-13-16	16	6,65	0,13	3,91	0,20	23,35	0,22	7,50	3,11	10,96	59	33	8	FRANCO ARENOSO
LS-13-17	17	7,81	0,94	5,37	0,27	37,34	1,58	11,24	4,99	18,75	60	30	10	FRANCO ARENOSO
LS-13-18	18	7,59	0,85	5,22	0,26	36,13	0,96	10,14	3,44	15,39	62	28	10	FRANCO ARENOSO
LS-13-19	19	6,27	0,20	3,83	0,19	37,62	0,32	7,17	3,44	11,13	56	30	14	FRANCO
LS-13-20	20	7,73	2,55	6,56	0,33	38,56	3,39	17,46	3,73	27,13	58	32	10	FRANCO ARENOSO
LS-13-21	21	8,18	1,41	5,96	0,30	38,56	2,59	13,80	4,45	22,25	66	25	10	FRANCO ARENOSO
LS-13-22	22	6,79	0,32	3,89	0,19	35,74	0,26	6,61	3,47	10,66	56	33	11	FRANCO
LS-13-23	23	7,06	0,12	3,71	0,19	16,5	0,16	7,95	3,09	11,32	53	35	12	FRANCO
LS-13-24	24	8,14	1,37	5,40	0,27	36,68	1,49	11,30	5,14	19,29	70	26	4	FRANCO ARENOSO
LS-13-25	25	7,92	0,53	4,05	0,20	28,35	0,43	8,72	6,13	15,81	68	29	3	FRANCO ARENOSO

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Laboratorio de Suelos y Agua

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR
**LABORATORIOS
BIOAGROPECUARIOS
SUELOS**

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre · Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.8. Análisis Microbiológico de suelo Cuarto Corte



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Ciente: Proyecto Evaluación de la Actividad Metabólica de los Microorganismos Presentes en los Suelos en Respuesta a la Aplicación de un Abono Orgánico Compost

Dirección: Llanos de Alba

Teléfono: 0982689672

E-mail: armc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 25

Tipo de Cultivo: Mezcla Forrajera

Fecha de ingreso: 24/01/2013

Fecha Emisión: 18/02/2013

N° de informe: 13-13

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Código Laboratorio	Id. Campo	Microorganismos aerobios mesófilos UFC/gss	Mohos y Levaduras UPI/gss	mg C-biomasa/kg ss
LS-13-26	1	1,2X10 ⁵	1,3X10 ³	162,01
LS-13-27	2	1,0X10 ⁵	1,1X10 ⁴	161,57
LS-13-28	3	5,9X10 ⁶	1,0X10 ³	173,75
LS-13-29	4	4,3X10 ⁶	1,5X10 ⁵	156,07
LS-13-30	5	4,7X10 ⁶	7,2X10 ⁴	166,91
LS-13-31	6	3,6X10 ⁶	1,2X10 ⁵	174,64
LS-13-32	7	4,1X10 ⁶	1,3X10 ⁵	161,12
LS-13-33	8	1,5X10 ⁵	1,0X10 ⁴	169,14
LS-13-34	9	1,6X10 ⁵	1,0X10 ⁵	182,51
LS-13-35	10	4,7X10 ⁵	1,0X10 ⁵	153,55
LS-13-36	11	3,9X10 ⁶	2,0X10 ⁵	118,95
LS-13-37	12	5,2X10 ⁴	1,5X10 ⁵	123,26
LS-13-38	13	1,7X10 ⁵	1,6X10 ⁵	180,13
LS-13-39	14	7,9X10 ⁴	1,5X10 ⁴	196,76
LS-13-40	15	1,3X10 ⁵	1,9X10 ⁴	159,19
LS-13-41	16	5,2X10 ⁴	8,6X10 ³	129,2
LS-13-42	17	2,6X10 ⁵	2,0X10 ⁵	185,33
LS-13-43	18	2,1X10 ⁵	1,2X10 ⁵	196,02
LS-13-44	19	1,0X10 ⁵	1,4X10 ⁴	197,65
LS-13-45	20	1,0X10 ⁷	2,0X10 ⁵	124,59
LS-13-46	21	4,4X10 ⁸	2,0X10 ⁵	190,53
LS-13-47	22	1,9X10 ⁵	1,0X10 ⁴	139,00
LS-13-48	23	8,4X10 ⁵	5,4X10 ⁴	177,16
LS-13-49	24	5,5X10 ⁵	1,3X10 ⁵	135,88
LS-13-50	25	3,1X10 ⁵	1,6X10 ⁵	149,99

UFC= Unidades Formadoras de Colonias; UP= Unidades Propagadoras

ss= Suelo seco

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
 Técnico de Laboratorio de Suelos y Agua

LABORATORIOS BIOAGROPECUARIOS SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jamín 12-03 y 9 de Octubre · Teléfono: (593) 2396 2946
 Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.9. Análisis Físico-Químico de suelo Quinto Corte



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente Proyecto Evaluación de la Actividad Metabólica de los Microorganismos Presentes en los Suelos en Respuesta a la Aplicación de un Abono Orgánico Compost

Dirección: Llanos de Alba - Pesillo

Teléfono: 0982689672

E-mail: armc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 25

Tipo de Cultivo: Pasturas

Fecha de ingreso: 23/02/2013

Fecha Emisión: 11/03/2013

Nº de Informe: 13-34

Total de pag. 1

Código Examinado	Código Usuario	pH	Conductividad (dSm)	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (cmol/kg)	Calcio Ca (cmol/kg)	Magnesio Mg (cmol/kg)	C.I.C. (cmol/kg)	Textura (%)			Clase Textural
											arena	limo	arcilla	
LS-13-134	1	6,6	0,36	4,20	0,21	37,77	0,22	7,95	2,98	11,51	48	38	14	FRANCO
LS-13-135	2	6,85	0,27	4,05	0,20	30,62	0,16	7,46	3,78	11,67	51	35	14	FRANCO
LS-13-136	3	7,62	0,61	4,25	0,21	37,77	0,82	10,47	4,39	16,29	50	34	16	FRANCO
LS-13-137	4	7,63	0,58	3,51	0,18	36,33	0,83	7,85	3,93	13,19	49	35	16	FRANCO
LS-13-138	5	7,6	0,49	3,97	0,20	35,39	0,54	8,43	2,62	12,08	48	40	12	FRANCO
LS-13-139	6	7,71	0,65	4,38	0,22	36,13	0,42	10,47	3,22	14,76	51	35	14	FRANCO
LS-13-140	7	7,55	1,28	3,90	0,19	36,91	0,34	8,59	3,23	13,44	50	40	10	FRANCO ARENOSO
LS-13-141	8	6,48	0,21	3,51	0,18	38,13	0,1	6,69	2,44	9,44	51	39	10	FRANCO
LS-13-142	9	6,82	0,21	4,30	0,22	30,77	0,11	6,3	3,52	10,14	50	39	11	FRANCO
LS-13-143	10	6,8	0,13	3,67	0,16	23,89	0,11	7,27	3,28	10,79	52	38	10	FRANCO ARENOSO
LS-13-144	11	7,89	1,20	4,74	0,24	37,27	0,54	12,89	4,42	19,05	52	34	14	FRANCO
LS-13-145	12	8,06	1,66	5,26	0,26	38,13	0,67	13,86	5,92	22,11	55	32	13	FRANCO
LS-13-146	13	7,77	0,58	4,18	0,21	37,38	0,58	8,72	3,33	13,31	54	34	12	FRANCO
LS-13-147	14	6,51	0,11	3,45	0,17	24,32	0,1	7,66	2,42	10,29	56	29	14	FRANCO
LS-13-148	15	6,26	0,20	3,49	0,17	33,39	0,13	6,01	2,8	9,14	58	34	8	FRANCO ARENOSO
LS-13-149	16	6,52	0,14	3,37	0,17	20,61	0,13	6,78	4,46	11,51	50	37	13	FRANCO
LS-13-150	17	7,7	0,73	4,38	0,22	36,41	0,51	10,47	0,99	12,70	56	33	11	FRANCO
LS-13-151	18	7,08	0,36	1,62	0,08	26,78	0,37	7,27	2,81	10,81	58	36	6	FRANCO ARENOSO
LS-13-152	19	6,07	0,16	1,85	0,09	28,98	0,16	6,88	3,09	10,29	46	39	15	FRANCO
LS-13-153	20	7,66	0,92	1,40	0,07	38,01	0,75	16,96	5,15	23,78	54	32	14	FRANCO
LS-13-154	21	8	1,18	1,85	0,09	37,46	0,7	14,17	4,23	20,28	56	32	12	FRANCO
LS-13-155	22	6,2	0,25	1,75	0,09	37,07	0,27	5,17	4,18	9,87	54	34	12	FRANCO
LS-13-156	23	6,5	0,12	1,89	0,09	14,27	0,16	7,58	3,14	11,00	50	36	14	FRANCO
LS-13-157	24	7,23	0,82	1,89	0,09	31,83	0,45	6,98	3,42	11,67	50	38	12	FRANCO
LS-13-158	25	7,19	0,62	1,52	0,08	36,37	0,37	8,53	4,63	14,15	56	32	12	FRANCO

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

Ing. Agr. Orlando Gualavisi
Técnico de Laboratorio de Suelos y Agua

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR
**LABORATORIOS
BIOAGROPECUARIOS
SUELOS**

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre · Teléfono: (593) 2396 2946
Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.3.10. Análisis Microbiológico de suelo Quinto Corte



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: Proyecto Evaluación de la Actividad Metabólica de los Microorganismos Presentes en los Suelos en Respuesta a la Aplicación de un Abono Orgánico Compost

Dirección: Llanos de Alba

Teléfono: 0982689672

E-mail: armc_arg@hotmail.com

Contacto: Sr. Méndez Armando

INFORME DE RESULTADOS

Cantidad de muestras: 25

Tipo de Cultivo: Mezcla Forrajera

Fecha de ingreso: 21/02/2013

Fecha Emisión: 11/03/2013

N° de informe: 13-86

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Código Laboratorio	Id. Campo	Microorganismos aerobios mesófilos UFC/gss	Mohos y Levaduras UP/gss	mg C-biomasa/kg ss
LS-13-159	1	3,0X10 ⁷	2,2X10 ⁶	59,7
LS-13-160	2	3,7X10 ⁷	2,2X10 ⁶	71,35
LS-13-161	3	2,6X10 ⁷	1,8X10 ⁶	75,44
LS-13-162	4	1,6X10 ⁷	2,2X10 ⁶	67,2
LS-13-163	5	3,8X10 ⁷	4,5X10 ⁶	61,4
LS-13-164	6	2,7X10 ⁷	5,4X10 ⁶	57,17
LS-13-165	7	3,0X10 ⁷	1,8X10 ⁶	65,34
LS-13-166	8	3,0X10 ⁷	5,0X10 ⁶	56,43
LS-13-167	9	2,9X10 ⁷	1,0X10 ⁶	58,29
LS-13-168	10	1,0X10 ⁷	5,0X10 ⁶	64,97
LS-13-169	11	1,8X10 ⁷	4,0X10 ⁶	62,74
LS-13-170	12	1,8X10 ⁷	4,0X10 ⁶	53,68
LS-13-171	13	2,0X10 ⁷	3,6X10 ⁶	59,25
LS-13-172	14	2,2X10 ⁷	9,0X10 ⁶	54,72
LS-13-173	15	6,6X10 ⁶	1,3X10 ⁶	74,84
LS-13-174	16	1,3X10 ⁷	1,8X10 ⁶	89,47
LS-13-175	17	2,6X10 ⁷	1,8X10 ⁶	92,44
LS-13-176	18	4,7X10 ⁶	1,3X10 ⁶	62,37
LS-13-177	19	3,3X10 ⁶	2,2X10 ⁶	73,95
LS-13-178	20	1,1X10 ⁷	9,9X10 ⁴	81,97
LS-13-179	21	1,4X10 ⁷	2,2X10 ⁶	82,42
LS-13-180	22	1,4X10 ⁷	3,6X10 ⁶	85,46
LS-13-181	23	1,2X10 ⁷	2,2X10 ⁶	60,14
LS-13-182	24	2,2X10 ⁷	1,3X10 ⁶	70,91
LS-13-183	25	8,0X10 ⁶	9,0X10 ⁴	83,53

UFC= Unidades Formadoras de Colonias; UP= Unidades Propagadoras

ss= Suelo seco

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.


Ing. Agr. Oriango Gualavisi
Técnico de Laboratorio de Suelos y Agua


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR
LABORATORIOS BIOAGROPECUARIOS SUELOS

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín 12-03 y 9 de Octubre · Teléfono: (593) 2396 2946

Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

13.4. Fotografías



FOTOS 1-2 Preparación del terreno, pase del arado y de rastra en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe -Ecuador 2012.”



FOTOS 3-4 Cercado y delimitación de las Unidades Experimentales en el ensayo, en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 5-6 Incorporación de la Materia Orgánica en las Unidades Experimentales en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 7-8 Preparación de cada Unidad Experimental “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 9-10 Siembra de semilla de pasto en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 11-12-13-14-15 Tratamientos en estudio en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 16-17 Cortes Experimentales de la pastura en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 18-19 Toma de muestras de la pastura para determinación de materia seca en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 20-21 Toma de muestras de suelo para determinación de las variables en estudio, en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 22-23 Determinación de los parámetros Físicos en Laboratorio, en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 24-25 Determinación de los parámetros Químicos en Laboratorio, en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 26-27 Determinación de los parámetros Microbiológicos, en Laboratorio, en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”



FOTOS 28-29 Determinación de Materia Seca, en Laboratorio, en la “Evaluación de la actividad microbiana presente en el suelo, en respuesta a la aplicación del abono orgánico compost y su efecto en la producción de pastos. Cayambe - Ecuador 2012.”