

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS EN**  
**CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS**



**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL ABONO ORGÁNICO EN LA  
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE LA  
INSTALACIÓN DE *Cymbopogon winterianus* (CITRONELLA) EN LA  
LOCALIDAD DE SUPTE SAN JORGE - TINGO MARIA**

**Tesis**

**Para optar al título profesional de**  
**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**MENCIÓN: CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS**

**ISABEL BEATRIZ CÁRDENAS ALVARADO.**

**Tingo María - Perú.**

**2010**



F04

C26

Cárdenas Alvarado, Isabel B.

Evaluación de la Influencia del Abono Orgánico en la Recuperación de Suelos Degradados Mediante la Instalación de *Cymbopogon winterianus* (Citronella) en la Localidad de Supte San Jorge-Tingo María. Tingo María 2010

57 h.; 7 cuadros; 31 fgrs.; 44 ref.; 30 cm.

Tesis ( Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de Suelos y Aguas ) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú) Facultad de Recursos Naturales Renovables.

CYBPOGON WINTERIANUS / ABONO ORGANICO / BIOMASA /  
DEGRADACION - SUELO / FERTILIZACION / MACOLLOS / TINGO  
MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 14 de setiembre de 2010, a horas 06:00 a.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

### “EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL ABONO ORGÁNICO EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE *Cymbopogon winterianus* (CITRONELLA) EN LA LOCALIDAD DE SUPTE SAN JORGE – TINGO MARÍA”

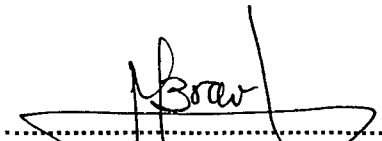
Presentado por la Bachiller: **ISABEL BEATRIZ, CÁRDENAS ALVARADO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "MUY BUENO".


En consecuencia la sustentante queda apta para optar el Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 20 de setiembre de 2010

  
.....  
Ing. JAIME TORRES GARCIA  
Presidente



  
.....  
Ing. MANUEL BRAVO MORALES  
Vocal

  
.....  
Ing. Mg. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO  
Vocal

  
.....  
Ing. MSc. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ  
Asesor

  
.....  
Lic. MSc. CÉSAR LINDO PIZARRO  
Asesor

## DEDICATORIA

Con todo el amor y cariño de siempre a Isabel y Walter, mis padres. A ellos mi profundo e infinito agradecimiento en la culminación de mi carrera profesional.

A Jaime y Rodrigo, mi esposo y mi hijo, que son mi inspiración; por su comprensión, apoyo y cariño para el logro de ésta digna profesión.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos:

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por la formación académica en mi profesión.

Al Ing. M.Sc. Lucio Manrique de Lara Suárez, patrocinador de la tesis, por brindarme el campo experimental y las facilidades en la ejecución del presente trabajo.

Al Ing. Luis Mansilla Minaya, por su gentil colaboración en el presente trabajo.

A mis padres Isabel y Walter, Rolando, Charlie y Manuel mis primos, y mi sobrina Alexandra quienes me apoyaron de manera desinteresada durante los periodos de evaluación, de la tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general	
1.1.2. Objetivos específicos	
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Clasificación taxonómica de <i>Cymbopogon winterianus</i> (citronella).....	3
2.2. Descripción botánica de <i>Cymbopogon winterianus</i> (citronella).....	3
2.2.1. Propagación.....	3
2.2.3. Densidad.....	4
2.2.4. Manejo.....	4
2.2.5. Fertilización.....	4
2.2.6. Plagas y enfermedades.....	4
2.2.7. Cosecha.....	4
2.2.8. Producción.....	5
2.3. Distribución geográfica y ecológica de <i>Cymbopogon winterianus</i> (citronella).....	5
2.4. Suelos.....	7
2.5. Acidez del suelo y encalado .....	8
2.5.1. Materiales encalantes.....	9
2.5.2. Criterios para el encalado .....	10
2.5.3. Efectos de la enmienda .....	10
2.5.4. Problemas del sobre encalado .....	11
2.6. Bioingeniería.....	11

2.6.1. Barrera viva.....	11
2.7. Incorporación de materia orgánica.....	12
2.7.1. Descomposición de la materia orgánico.....	13
2.8. Relaciones frente a los componentes del complejo húmico.....	14
2.9. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características físicas de los suelos.....	14
2.10. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo.....	15
2.11. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo.....	15
2.12. Importancia de los abonos orgánicos.....	16
2.13. Beneficios de los cultivos de cobertura/abonos verdes.....	16
2.13.1. Reducción de la erosión.....	16
2.13.2. Incremento en la fertilidad del suelo y la eficiencia del abono.....	17
2.13.3. Incremento en materia orgánica.....	17
2.13.4. Aumento en la eficiencia del estiércol.....	17
2.13.5. Reducción de malezas y los costos de limpieza.....	18
2.13.6. Reducción en las tareas de labranza.....	19
2.14. Abono orgánico y estiércol.....	19
2.15. Aporte de nutrientes de los diferentes tipos de estiércol.....	21
2.16. Reacción de neutralización.....	21
2.17. Usos de la citronella.....	21
2.18. Valor económico y socio cultural.....	22
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1. Ubicación política.....	25
3.1.1. Clima.....	26
3.1.2. Relieve y suelos.....	26
3.1.3. Uso actual y potencial de la tierra.....	26
3.2. Materiales.....	26
3.3. Metodología.....	27
3.3.1. Metodología del estudio.....	27

3.3.1.1. Tipo y método de investigación.....	27
3.3.2. Ejecución del experimento .....	27
3.3.2.1. Preparación del terreno.....	27
3.3.2.2. Demarcación del terreno.....	27
3.3.2.3. Muestra de suelo .....	27
3.3.2.4 Encalado .....	28
3.3.2.5 Procedencia de cobertura.....	28
3.3.2.6 Número de esquejes por tratamiento .....	28
3.3.2.7 Establecimiento de cobertura.....	29
3.3.2.8 Preparación del abono orgánico.....	29
3.4 Metodología de evaluación.....	29
3.4.1. Respuesta del efecto del abono orgánico (estiércol ovino) en el suelo.....	29
3.4.2. Altura de planta, número de macollos y porcentaje de prendimiento .....	29
3.4.3. Peso fresco y seco de la cobertura .....	29
3.5 Diseño experimental.....	30
3.6 Medidas del campo experimental .....	32
3.6.1 Dimensión del campo experimental.....	32
3.6.2. Características de cada parcela .....	32
3.7 Diseño estadístico.....	32
3.7.1. Tratamientos aplicados.....	33
3.7.2. Bloques.....	33
3.8 Técnicas de procedimientos y análisis de datos.....	33
IV. RESULTADOS .....	34
4.1. Altura de planta .....	34
4.2. Peso fresco de la planta .....	36
4.3. Del peso seco de la planta .....	37
4.4. Del número de macollos. ....	38
4.5. Del porcentaje de prendimiento.....	39
4.6. De los suelos.....	39
V. DISCUSIÓN .....	41



VI. CONCLUSIONES .....	47
VII. RECOMENDACIONES .....	48
VIII. ABSTRACT.....	49
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Propiedades físicas y químicas de las diferentes fuentes de estiércoles animales utilizadas en la agricultura.....	21
2. Valor económico de planta medicinal.....	22
3. Datos climatológicos de la estación Supte, Microcuenca de la provincia de Leoncio Prado y altura de la planta (m) evaluados en el periodo de febrero-noviembre del 2008. ....	34
4. Peso seco de la planta (g) por tratamientos al final de la evaluación.....	36
5. Peso seco de la planta (g) por tratamientos al final de la evaluación.....	37
6. Número de macollos en los diferentes meses de evaluación.....	38
7. Porcentaje de prendimiento.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Mapa de ubicación del fundo San Carlos .....	25
2. Croquis de distribución de bloques y cuadros.....	30
3. Croquis de instalación de planta por tratamiento.....	31
4. Altura de planta (m) y precipitación (mm/mes).....	35
5. Altura de planta (m) y humedad relativa (%).....	35
6. Peso fresco de la planta (g) por tratamientos al final de la evaluación....	37
7. Peso seco de la planta (g) por tratamientos al final de la evaluación.....	38
8. Número de macollos por tratamientos.....	39
9. Reconocimiento del terreno 31/12/07.....	63
10. Limpieza del terreno 11/01/08 .....	63
11. Limpieza del terreno 11/01/08.....	64
12. Delimitación del terreno 14/01/08.....	64
13. Muestreo de suelo 14/01/08 .....	65
14. Encalando el terreno 14/01/08 .....	65
15. Abonamiento del terreno 26/01/08 .....	66
16. Instalación del cultivo 19/02/08.....	66
17. Finalizando la instalación del cultivo 19/02/08.....	67
18. Mantenimiento de parcela I 29/02/08.....	67
19. Mantenimiento de parcela II 23/03/08.....	68
20. Evaluación 19/04/08.....	68
21. Evaluación del 19/06/2009.....	69
22. Evaluación del 19/06/08.....	69
23. Evaluación del 19/06/08.....	70
24. Evaluación del 19/06/08.....	70
25. Evaluación del 19/07/08.....	71

26. Evaluación del 19/08/08.....	71
27. Visita del presidente de jurado de tesis, Ing. Jaime Torres.....	72
28. Visita del presidente de jurado de tesis, Ing. Jaime Torres y Sr. Walter Cárdenas.....	72
29. Evaluación del 11/11/08 .....	73
30. Recolección de biomasa para ser procesado y determinar peso fresco y seco .....	73
31. Biomasa llevada al laboratorio de la UNAS.....	74

## RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en el Fundo San Carlos que se encuentra en la localidad de Supte-San Jorge perteneciente al distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, ejecutado en un periodo de tiempo de 11 meses de enero a noviembre del 2008.

En el ámbito se aprecia grandes áreas de suelos degradados y erosionados, a causa de la agricultura migratoria, monocultivo y el mal manejo del suelo. Por esto, se tiene como propósito del trabajo recuperar el suelo degradado mediante la aplicación de estiércol ovino y la instalación de *Cymbopogon winterianus* (Citronella). Para lograr los objetivos se evaluó la influencia de tres dosis de abono orgánico (estiércol ovino), juntamente con la instalación de la especie vegetal ya mencionada sobre el suelo, para esto se realizó el análisis del suelo antes y después de la aplicación del abono orgánico en un área total de experimento igual a 240 m<sup>2</sup>, para analizar la influencia de los tratamientos sobre la planta se realizó la prueba Duncan en un Diseño de Bloque Completo al Azar.

Los resultados de los tratamientos, estadísticamente no tuvieron diferencia significativa, aceptando la hipótesis nula, refiriendo: No hay respuesta por parte del *Cymbopogon winterianus* (Citronella) a la aplicación de abonos orgánicos. Se tuvo cierta diferencia numéricamente con todas las variables analizadas del suelo y de la planta, los mejores resultados se obtuvieron con el T2, en el cual se aplicó una dosis de 36 Kg. de estiércol ovino /Parcela, donde se obtuvo mejoramiento de la textura del suelo de Arcillosa paso a Franco Arcillosa, el pH aumento 2.1, pasando a ser de suelo extremadamente ácido a débilmente ácido, en cuanto a los parámetros

químicos se produce cambios reduciendo el contenido de Al, H, CICE se incrementó el porcentaje de materia orgánica hasta en un 2.8%, nitrógeno en un 0.13%, incrementándose también la disponibilidad de P y K<sub>2</sub>O, por lo tanto se obtuvo mayor crecimiento en altura, número de macollos y biomasa, con respecto a los demás tratamientos, lo cual generaría un mayor ingreso económico para los agricultores.

En conclusión, se debería incentivar el cultivo de la citronella ya que ayuda a recuperar suelos degradados, genera ingresos económicos y tiene muchos usos así como hierba medicinal, en perfumes, producción de aceite de citronella, repelente de mosquitos, insecticidas, etc., ya que, por sus principios químicos activos de la citronella, geraniol y citronelol como antisépticos; siendo una buena alternativa para la exportación de productos no tradicionales teniendo en cuenta el Tratado de Libre Comercio (TLC).

## I. INTRODUCCIÓN

Los suelos en el trópico peruano, actualmente se utilizan sin un claro concepto de uso racional, debido a la agricultura migratoria que se ejerce en la amazonia peruana, produciéndose un cambio en el uso de tierras, transformando grandes extensiones de ecosistemas, además siendo las consecuencias de este mal uso de las tierras la infertilidad y erosión del suelo.

Los suelos de la región selvática peruana, con clima cálido y húmedo; tienen como característica mas destacable el avanzado estado de meteorización de su fracción mineral, así como la acidez y su escaso contenido de nutrientes.

Uno de los problemas más graves que están afrontando los agricultores de la localidad de Supte- San Jorge, es la erosión y pérdida de nutrientes de suelos que se esta incrementando cada vez más en esta zona, a causa de la agricultura migratoria, monocultivo y el mal manejo del suelo. Por ello se plantea la interrogante ¿Con que nivel de estiércol de ovino se obtendrá mejor desarrollo de *Cymbopogon winterianus* (Citronella) para la recuperación de suelos?

La alternativa presentada en el trabajo de investigación es combatir la degradación ambiental, mediante la conservación y buen manejo de los suelos tropicales mediante la aplicación de estiércol de ovino y la instalación de *Cymbopogon winterianus* (citronella), para ayudar a la protección del suelo y reciclaje de nutrientes, así como, optimizar las características productivas de los ecosistemas tropicales, ya que puede ser una posibilidad de exportar

productos no tradicionales, teniendo en cuenta que el Tratado de Libre Comercio (TLC) incentiva la exportación de productos no tradicionales.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Evaluar la influencia de tres dosis de abono orgánico (estiércol de ovino) en la recuperación de suelos con la instalación de *Cymbopogon winterianus* (Citronella).

### **1.1.2. Objetivos específicos**

➤ Evaluar la influencia en el porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de macollos, peso fresco, peso seco de la planta con la aplicación de las diferentes dosis de abono orgánico (estiércol de ovino).

➤ Análisis físico – químico del suelo antes y después del abonamiento.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Clasificación taxonómica de *Cymbopogon winterianus* (Citronela)

Reino:Plantae  
División:Magnoliophyta  
Clase:Liliopsida  
Orden:Poales  
Familia:Poaceae  
Género:Cymbopogon

Análogamente la citronela es un cultivo de urgencia que sirve a los productores para obtener ingresos en efectivo de forma inmediata. (CYMBOPOGON,2007).

### 2.2. Descripción botánica de *Cymbopogon winterianus* (Citronella)

#### 2.2.1. Propagación

Se recomienda usar como planta madre ejemplar con más de 2 años, años que no hayan sido cosechados, ya que producen mejor calidad y mayor cantidad de macollos. Para ello, se separan las matas y se utilizan los esquejes, aconsejándose los tallitos de color blanquecino, con raicillas jóvenes que dan mayor seguridad de arraigamiento.

Para su cultivo de utilizan suelos fértiles adaptándose también a suelos empobrecidos, pues su fertilidad es ideal para el desarrollo de la planta.

### **2.2.3. Densidad**

Se hacen hoyos con palas o azadas y se plantan dos o tres esquejes por hoyos a una distancia de 1,5 x 1m. Si se prevé realizar cosecha mecánica, se aconseja aumentar la densidad de plantas acortando la distancia entre líneas de 0,80 a 1m.

### **2.2.4. Manejo**

El manejo del cultivo se realiza con una o dos limpiezas de rastros con azadón, que servirán para recubrir las plantas.

### **2.2.5. Fertilización**

Es habitual que los productos no fertilicen no realicen incorporación de materia orgánica, por lo que al cuarto o quinto año el cultivo declina en su rendimiento y se recomienda plantaciones con una duración de más de 5 años.

No existen ensayos experimentales con respuestas concretas sobre fertilización, pero se piensa que con ellas se puede lograr aumentos en los rendimientos y prolongar significativamente la vida de la plantación.

### **2.2.6. Plagas y enfermedades**

No se conocen plagas que tengan efectos sobre los rendimientos; sólo las heladas fuertes pueden dañar, e incluso matar, la planta cuando el cultivo se maneja mal.

### **2.2.7. Cosecha**

El primer corte puede efectuarse a los 8 meses de implantado el cultivo y los cortes siguientes cada 120 días como mínimo. En el primer año se puede realizarse un corte y a partir del segundo deben efectuarse dos cortes por año.

Con dos cortes anuales pueden obtenerse entre 150 y 200kg de esencia por ha/año. Una vez cortado el pasto, manual o mecánicamente, debe dejarse orear en el campo, sin amontonarlo, para evitar que se produzcan fermentaciones que disminuyen los rendimientos y basta la calidad de la esencia. El período de cosecha se extiende desde septiembre hasta marzo y no es conveniente cortar después de esta fecha pues el rebrote de otoño protege a la planta del efecto de las heladas (que pueden llegar a matar a la planta si ésta se encuentra cosechada cuando aquellas tienen lugar).

#### **2.2.8. Producción**

Los rendimientos en materia fresca oscilan entre los 20 000 y 35 000 Kg. /ha. Y el rendimiento en esencia es un 0,7% de pasto oreado de la materia fresca (AGROMISIONES, 2008)

ROIG (1974), señala la utilización de un marco de plantación de (50 x 100) cm para este cultivo en Cuba. Un estudio realizado sobre este aspecto sobre un suelo ferralítico rojo compactado en la Habana, donde se evaluaron las siguientes densidades de plantación que arrojó como resultado: las mayores alturas de las plantas se obtienen en las densidades de plantación más altas de su experimento, teniendo 37 037 y 22 222 plantas/ha, equivalentes a los marcos de plantación de (90 x 50) y (90 x 30) cm, lo cual parece indicar que partiendo de que el arreglo o distribución espacial es importante para el aprovechamiento eficiente de la humedad del suelo, de los nutrientes, del CO<sub>2</sub> de la atmósfera y de la energía radiante.

### **2.3. Distribución geográfica y ecológica de *Cymbopogon winterianus* (citronella)**

*Cymbopogon winterianus* (citronella) es originario de Asia y al igual que el resto de las especies del género *Cymbopogon* que está distribuido en las regiones tropicales y subtropicales (GUPTA y JAIN, 1978)

El impacto multivariado del clima sobre los organismos vivos en general, y sobre el desarrollo de los cultivos agrícolas en particular, exige tomar en consideración los factores climáticos, ante todo las temperaturas y las precipitaciones, señala LERCH (1984), quien destaca que en el desarrollo de las plantas importan, en primer lugar, la distribución y las oscilaciones de las temperaturas y precipitaciones durante su ciclo de vida.

La citronela requiere un clima caluroso, tropical, con bastante luz, lluvia abundante aunque no excesiva. El calor y el sol conducen a la acumulación del aceite en la planta, pero fuertes lluvias durante varios días consecutivos reducen el rendimiento en aceite (GUENTHER, 1950; GUPTA y JAIN, 1978)

De igual manera NAIR y CÁCERES (1980) expresan que las condiciones óptimas para el desarrollo de la caña santa son calor y alta humedad relativa con plena exposición solar y lluvias de 2500-2800 mm al año uniformemente distribuidas.

HUERTA (2001), indica que este cultivo en las condiciones de la India, mostró gran variación en el contenido de aceite esencial de mes en mes, durante todo el año. Por otra parte la lluvia y la humedad relativa no guardaron una relación con el contenido de aceite.

Sin embargo la humedad del suelo si mantuvo una correspondencia con el contenido de aceite en comparación con otros factores. La condición estacional acumulativa y su variación siempre estuvieron relacionadas en algún grado con el patrón de variación total del contenido de aceite, lo que indica que algunos otros factores desconocidos también influyen sobre las variaciones del contenido del aceite. Ese factor desconocido puede ser una variación periódica de algunas actividades bioquímicas o fisiológicas rítmicas relacionadas con la síntesis del aceite esencial.

## 2.4. Suelos

La calidad de los suelos ejerce una considerable influencia sobre los rendimientos en aceite esencial y la calidad del mismo. La planta crece mejor en terrenos arenosos-arcillosos, bien drenados, prospera incluso en suelos ligeramente arenosos que sean lo suficientemente fértiles.

Las plantas logradas en tales suelos rinden relativamente más aceite y con mayor contenido de citral que las plantadas en terrenos muy fértiles. El contenido de humedad en el suelo influye sobre el contenido de citral en el aceite, en suelos secos arenosos, el aceite contiene un 75% de citral, en suelos arenosos- arcillosos, un 68% y en uno de arcilla húmeda, sólo un 66% (GUENTHER,1950).

Central Institute of Medicinal and Aromatic Plant. Lucknow (1983-1984), en un estudio sobre las posibilidades de crecimiento de la citronela de Java (*C. winterianus*), palmarrosa ( *C. martini* ) y el lemongrass (*C. citratus*) sobre suelos de distintos niveles de salinidad : 0.5, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 11.5, 13.5 y 15 mS cm<sup>-1</sup>, obtuvo como resultado que estas plantas pueden crecer sin una reducción significativa en los rendimientos de materia vegetal y aceite esencial en suelos hasta una conductividad eléctrica de 11.5, 10.0 y 5,5 mS cm<sup>-1</sup> respectivamente. El contenido de aceite y sus cualidades con respecto al geranio en palmarosa y citral en lemongrass no se alteraron con el incremento de la salinidad hasta el valor máximo estudiado.

NAIR (1980), indica que el lemongrass, la citronela de Java y la palmarosa, son plantas muy resistentes, adaptadas a una gran variedad de suelos y condiciones climáticas. Pueden plantarse en suelos de buena calidad y como cobertura vegetal en suelos desgastados, desnudos, en los declives de las montañas, siempre y cuando no se estanque el agua por un tiempo prolongado.

Destacan que en particular el lemongrass crece en suelos pobres, desde arenosos a ligeramente aluviales, ligeramente ácidos, aunque el rendimiento de masa vegetal se incrementa cuando es cultivado sobre suelos fértiles. Un alto contenido de citral en el aceite esencial fue obtenido en suelos lateríticos pobres y se ha observado que la síntesis del citral está más influida por la humedad del suelo que por la calidad del mismo.

## **2.5. Acidez del suelo y encalado**

Bajo condiciones de alta precipitación pluvial la percolación de agua a través del perfil es bastante intensa, de ésta manera se lixivian gran cantidad de iones Ca, Mg, K y Na, que se encuentran disueltos en la fase líquida del suelo. Estas bases son reemplazadas por iones de hidrógeno ( $H^+$ ) en el complejo de intercambio catiónico, produciéndose paulatinamente una acidificación (JUAREZ, 1999).

La acidificación progresiva que se presenta de manera especial en los suelos de áreas tropicales húmedos, se debe al reemplazo paulatino de las bases cambiables Ca, Mg, K y Na por iones de  $H^+$  y  $Al^{+++}$ . Este reemplazo resulta de la percolación de agua, extracción de cationes básicos para las plantas y por el uso de fertilizantes de carácter ácido (ARÉVALO, 1980).

La acidez de los suelos es controlado principalmente por el Aluminio cambiabile y las reacciones de intercambio catiónico (LAMBE, 1972) En los suelos ácidos el Aluminio activo es absorbido por la arcilla en forma cambiabile. De ahí pasa a la solución suelo de donde es absorbido, produciendo problemas de toxicidad. La toxicidad del aluminio se manifiesta ya sea en forma directa como: alta concentración a nivel radicular o indirectas por precipitación de otros nutrientes básicos para el desarrollo vegetal (ARÉVALO, 1980)

Según ARÉVALO (1980), a medida de que los iones de hidrógeno se acumulan en el suelo, tenderán a desplazar del retículo cristalino de la

arcilla, quedando formas de aluminio hidrolizados parcialmente o aluminio en forma cambiante que va generando más hidrógeno, aumentando la acidez de los suelos.

JUAREZ (1999), señala que la concentración de aluminio impide el normal desarrollo de las raíces con la que se restringe el paso de agua, muriendo la planta como deficiencia de este. Los efectos indirectos de la alta concentración de Aluminio, asociados a los suelos minerales ácidos, se notan por la disminución de la solubilidad del P, Ca y Mg interfiriendo en su absorción.

El encalado básicamente consiste en la adición de calcio al suelo, bajo forma de óxidos, hidróxidos o carbonatos, al incorporarse calcio al suelo, las reacciones producidas desplazarán al aluminio absorbido en las micelas, el mismo que ira hidrolizándose gradualmente, liberando iones de hidrógenos hasta pasar a la forma neutra de hidróxido de aluminio.

### **2.5.1. Materiales encalantes**

El calcio químicamente puro no puede ser añadido al suelo por no ser una forma económica de adicionarlo, por lo que generalmente suele incorporarse bajo forma de carbonato, hidróxido, óxidos, silicatos de calcio o magnesio, escorias, etc. no es conveniente el uso de sales neutras de calcio o magnesio ya que por su misma naturaleza no resolvería el problema (ARÉVALO, 1980)

Otros materiales de encalado son el óxido de calcio y el hidróxido de calcio. El óxido de calcio (CaO) conocido como cal viva posee reacción violenta con el suelo, corrigiendo la acidez rápidamente y su valor de encalado es de 1.78 veces más efectivo que las calizas, pero tiene desventajas en su manejo, por reacción violenta con el agua (ALFARO, 1992; JUAREZ, 1999).

El hidróxido de calcio o cal apagada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  es de más fácil manejo, no reacciona violentamente como el óxido, es menos activo que el óxido del calcio ya que su reacción es menor frente a la humedad que presenta el suelo, (ARÉVALO, 1980).

### **2.5.2. Criterios para el encalado**

LAMBE (1972) menciona que la dosis de cal, se basa en cantidades requeridas para neutralizar el aluminio intercambiable en vez de tratar de elevar el pH a 6.5 ó 7. Como puede apreciarse este producto al darnos valores en me/100 g de enmienda, iguales o superiores a los me de aluminio cambiante por 100 grs. de suelo trata de aumentar la eficiencia del encalado.

### **2.5.3. Efectos de la enmienda**

Los efectos de la enmienda están directamente relacionados con la forma de aplicación, la cantidad, oportunidad, fuente empleada.

Entre los efectos benéficos del encalado podemos resumir los siguientes puntos (JUAREZ, 1999):

- Aumenta la solubilidad y disponibilidad de la mayoría de los nutrientes.
- Incrementa la actividad microbiológica, acelerando la descomposición de la materia orgánica, lo que libera nutrientes minerales fácilmente aprovechables.
- Disminuye la solubilidad de elementos tóxicos tales como Al, Mn, Fe que en altas concentraciones tienen efectos negativos en el desarrollo vegetal.
- Mejora la estructura del suelo por acción agregante de la cal sobre las partículas sueltas.
- Influye sobre el desarrollo radicular aumentando la superficie de absorción de nutrientes.



#### **2.5.4. Problemas del sobre encalado**

Como menciona LAMBE (1972), los problemas del sobre encalado son:

Destrucción de la materia orgánica por aumento de la actividad microbiana. Esta pérdida debe ser restituida por lo que se impone incorporaciones de materia orgánica.

Un exceso de cal reduce la solubilidad del fierro, fósforo, manganeso y potasio ya que la mayoría de nutrimentos son pocos solubles al pH alto. La práctica de encalados requiere cierta habilidad para efectuarla además del buen conocimiento del suelo a tratar. Otros de las consideraciones a tener en cuenta es la verdadera necesidad de encalar ya que no siempre es necesario la aplicación de cal sobre todo donde el calcio está en cantidad normal, aun en suelos ácidos si los cultivos se desarrollan normalmente seria inoperante la práctica del encalado sin un previo estudio económico.

### **2.6. Bioingeniería**

#### **2.6.1. Barrera viva.**

Son hileras de plantas perennes (de larga vida) de crecimiento denso sembradas a través de la pendiente o siguiendo las curvas a nivel. Es decir, son obstáculos de plantas sembradas a corta distancia una de la otra, a través de la pendiente.

Su finalidad es la de proteger el suelo contra la acción directa de las lluvias al amortiguar el impacto erosivo de la gota de lluvia y formar una barrera que disminuye la fuerza y velocidad del agua de escorrentía, además que ayudan a mejorar el amarre del suelo y aumentan la fertilidad del mismo por el constante aporte de abono orgánico.

Se realizan sembrando adecuadamente el material vegetal apropiado y se deben manejar como los pastos de corte, podándoles

periódicamente para mantenerlas a una altura no mayor de 0,50 metros y evitar que invadan los cultivos.

La separación entre las barreras vivas esta dada por la pendiente del terreno (entre 5 y 30 metros), es decir, a mayor pendiente menor será la separación entre las barreras. Además, como la mayoría de las barreras vivas requieren de podas periódicas, el producto de estas podas puede ser aprovechado como forraje para los animales de la finca o para la industria y la artesanía.

Tradicionalmente en el departamento de Caldas (Colombia) se han venido utilizando con muy buenos resultados las barreras vivas como cobertura vegetal directamente sobre los derrumbes y que previenen en gran parte la continuación de los mismos, a las especies de: limoncillo (*Cymbopogon citratus*), citronela (*Cymbopogon winterianus*), pasto imperial (*Axonopus scoparius*), bambu (*Bambusa vulgaris*), chilca (*Baccharis microphylla*), fique o cabuya (*Furcraea sp.*), quiebrabarigo o nacedero (*Trichanthera gigantea*), chachafruto (*Erythrina edulis*), etc (CORPOCALDAS, 2007)

## **2.7. Incorporación de materia orgánica**

Al cultivar un suelo debe protegerse la capa superficial donde se encuentra la materia orgánica para evitar pérdida de nutrientes por lavado o por volatilización.

Por eso es importante devolverle al suelo los nutrientes con la incorporación de nuevas fuentes de materia orgánica. El efecto benéfico de la aplicación de los abonos orgánicos se debe al suministro inmediato de sustancias nutritivas, y por el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo tales como la textura, la estructura y la relación aire-agua. Es decir, los abonos orgánicos abonan las tierras y son excelentes acondicionadores físicos del suelo.

En terrenos pendientes (mayores del 15% de pendiente) no es aconsejable la incorporación de material vegetal al suelo por cuanto se debe remover mucho la tierra favoreciéndose la pérdida de suelo por erosión.

Por el contrario, es preferible picar los residuos de las cosechas y de las deshierbas y esparcirlos sobre el terreno para que además de aportar nutrientes al suelo sirvan como cobertura muerta o mulch (CLAYUCA, 2007)

### **2.7.1. Descomposición de la materia orgánica**

La descomposición de la materia orgánica se realiza por dos vías: humificación y la mineralización.

La humificación, es la transformación de la materia orgánica en unos compuestos altamente polimerizados, denominados humus. Es efectuado por una gran diversidad de microorganismos, no requieren especificidad e estos, se producen compuestos orgánicos que por ser más difícilmente atacables por los microorganismos, tienen mayor permanencia en el suelo y por lo tanto son más estables.

El proceso de mineralización de la materia orgánica, se realiza lentamente por la acción enzimática de los microorganismos más específicos y requieren condiciones especiales del medio para su desarrollo, los cuales van fraccionando poco a poco en unidades cada vez más simples hasta llegar a la producción final de compuestos inorgánicos, elementos minerales y otros (FAO, 1983)

Los materiales de la descomposición de la materia orgánica son varios, cuyo porcentaje varían con la clase de residuos de plantas o animales y de su estado de descomposición de dichos materiales que son: carbohidratos, que incluyen azúcares, almidones, celulosa, lignina, tiamina, resinas, proteínas y minerales como calcio (Ca), fósforo (P), hierro (Fe), magnesio (Mg), azufre (S), potasio (K) (BOWEN y KRATKY, 1986)

## **2.8. Relaciones frente a los componentes del complejo húmico.**

La materia orgánica al oxidarse produce anhídrido carbónico, cenizas y otros productos residuales que favorecen a la fertilidad del suelo, el compuesto al unirse con el agua origina ácido carbónico compuesto, de acción disolvente, bien conocida sobre las combinaciones de Ca, Mg, P y otros minerales (VISCOVICHI, 1979).

## **2.9. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características físicas de los suelos.**

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo (fertilidad física); estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad eléctrica y estabilidad de agregados.

Un aumento en la porosidad aumenta capacidad del suelo para retener el agua incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de esa misma agua en el suelo. Una investigación reportó que con una sola aplicación de 66 toneladas/ha de estiércol al suelo, la velocidad de infiltración pasó de 8 a 9.6 cm/hr. Tal efecto es de la mayor importancia en los terrenos con desnivel donde el agua, por escurrir superficialmente, no es eficientemente aprovechada. Una mayor porosidad está relacionada inversamente con la densidad aparente del suelo y con aspectos de compactación del mismo.

Un ejemplo del efecto de la aplicación de abono orgánico sobre algunas características del suelo se presenta en el es evidente que la aplicación abundante de estiércoles, con el tiempo tendrá efecto positivo en las propiedades físicas de los suelos; sin embargo, habría que estar pendiente de algún incremento en conductividad eléctrica (CE) como es sabido, una alta CE se relaciona con el grado de salinidad de los suelos (TRINIDAD, 2009)

## **2.10. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo**

La composición química de los abonos orgánicos por supuesto variará de acuerdo al origen de éstos. Las plantas, los residuos de cosecha, los estiércoles, etc., difieren grandemente en cuanto a los elementos que contienen.

Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son obviamente el contenido de materia orgánica, derivado de esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, pH y la concentración de sales; la nueva situación es generalmente favorable: la concentración de sales como ya se mencionó, podría ser perjudicial para el desarrollo de las plantas sensibles a ciertos niveles de algunos compuestos en particular.

Con el uso de abonos orgánicos se ha observado que el pH en suelos ligeramente ácidos o neutros, tiende a aumentar. Con la aplicación de 4 toneladas por hectárea en un año, el pH aumentó de 5.5 a 5.8; con aplicaciones de 10 toneladas de gallinaza durante 4 años, el pH aumento de 4.8 a 5.1 y con la aplicación de 6 toneladas de gallinaza, composta y vermi composta, el pH aumento de 5.8 a 6.0 (TRINIDAD, 2009)

## **2.11. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo**

Se debe a que los estiércoles contienen grandes cantidades de compuestos de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas.

En la mayoría de los casos, el resultado del incremento de la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por

efecto de la agregación que los productos de la descomposición ejercen sobre las partículas del suelo; las condiciones de fertilidad aumentan lo cual hace que el suelo tenga la capacidad de sostener un cultivo rentable. Asimismo, se logra tener un medio biológicamente activo, en donde existe una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica del suelo.

En relación con la disponibilidad de nutrientes, la actividad biológica del suelo juega un papel importante en la oxidación y reducción de los elementos esenciales, convirtiéndolos de formas no aprovechables a formas aprovechables por las plantas (TRINIDAD, 2009)

## **2.12. Importancia de los abonos orgánicos**

En la práctica de la agricultura, los resultados de muchos trabajos y experimentos realizados en distintos países del mundo, demuestran que el aprovechamiento prolongado del suelo bajo cultivos agrícolas sin restablecer las reservas de materia orgánica, sin aportación de fertilizantes, conduce a su descenso de su fertilidad, empeorando sus propiedades físicas, químicas del suelo y se debilita la actividad de los microorganismos, las causas de estos fenómenos negativos es por la pérdida de humus (FAO, 1983)

## **2.13. Beneficios de los cultivos de cobertura/abonos verdes**

### **2.13.1. Reducción de la erosión**

Un beneficio que la mayoría de la gente piensa cuando se habla de cultivos de cobertura/abonos verdes, es la prevención de la erosión del suelo.

El mantener una cobertura ayuda a reducir la erosión de dos maneras: La cobertura protege el suelo del golpe de las gotas de lluvia y segundo, reduce la escorrentía, incrementando la filtración del agua en el suelo.

El material vegetal como cobertura del suelo actúa como una sombrilla deteniendo el impacto de las gotas de lluvia antes de alcanzar el suelo y luego permitiendo que la lluvia se deslice del material vegetal hasta

alcanzar la superficie del suelo. El deslizamiento suave del agua de lluvia desde la cobertura hacia el suelo ayuda a reducir la escorrentía, ya que al caer lentamente la mayor parte del agua penetra al suelo antes de escurrirse.

### **2.13.2. Incremento en la fertilidad del suelo y la eficiencia del abono.**

Al usar cultivos de cobertura y abonos verdes, la fertilidad del suelo se mejora porque contienen nutrientes que son liberados al suelo según se van descomponiendo. A menudo el cultivo de cobertura/abono verde es una especie que resulta ser más eficiente que el cultivo principal en su capacidad para extraer los nutrientes del suelo.

Esos nutrientes no serían accesibles al cultivo sino fuera porque el cultivo de cobertura/abono verde los extrae del suelo y los libera al morir y descomponerse. Aun más, si el cultivo de cobertura/abono verde es una leguminosa que fija nitrógeno, este nutriente sería accesible al cultivo, a menos que el cultivo de cobertura/abono verde produjera semilla que se removiera del campo.

Es importante recordar, sin embargo, que los nutrientes del cultivo de cobertura/abono verde no son disponibles sino hasta que el mismo sea cortado o eliminado permitiendo que se descomponga liberando así tales nutrientes.

### **2.13.3. Incremento en materia orgánica**

La fertilidad del suelo también puede ser mejorada si los cultivos de cobertura/abonos verdes, incrementan el contenido de materia orgánica (MO). La MO por sí misma no incrementa los nutrientes, pero ayuda a hacer que los mismos en el suelo sean más accesibles.

### **2.13.4. Aumento en la eficiencia del estiércol**

Si se usan estiércoles, el cultivo de cobertura/abono verde puede ayudar a hacerlos más eficientes. El incremento en materia orgánica ayuda a

mejorar la respuesta o reacción del cultivo principal a los estiércoles. Si el cultivo de cobertura/abono verde está creciendo al aplicar el estiércol puede ayudar a reducir la cantidad de estiércol que podría ser lixiviado (perdido) por fuertes lluvias luego de ser aplicado. Y si el cultivo de cobertura/abono verde crece durante la estación en la que el cultivo principal no puede ser sembrado, el cultivo de cobertura toma los nutrientes del fertilizante que permanecen en el suelo después de que el cultivo principal ha sido cosechado.

Los cultivos de cobertura/abonos verdes también aumentan la eficiencia del estiércol ayudando a reducir el crecimiento de malezas y aumentando la disponibilidad del agua. Otra importante contribución de los cultivos de cobertura /abonos verdes es la sombra que proporcionan al suelo.

La sombra modera la temperatura del suelo lo que permite a muchos animales, como las lombrices de tierra, vivir cerca de la superficie. Estos animales ayudan a mejorar el reciclaje de nutrientes en el suelo haciéndolos más accesibles al cultivo principal. Finalmente, y en vista de que la erosión es reducida, el mejoramiento de la fertilidad también causada por el uso de cultivos de cobertura/abonos verdes se mantiene.

#### **2.13.5. Reducción de malezas y los costos de limpieza.**

Con la sombra proporcionada, los cultivos de cobertura/abonos verdes pueden reducir la germinación de semilla de malezas y el crecimiento de éstas.

El uso a largo plazo de cultivos de cobertura/abonos verdes puede también cambiar las especies de malezas que comúnmente aparecen en el campo cultivado. Muchos han afirmado que es más fácil limpiar sus terrenos después de haber usado cultivos de cobertura/abonos verdes por varios años. Esto es así porque el incremento en materia orgánica causado por el uso de cultivos de cobertura/abonos verdes a largo plazo, hace más fácil la eliminación de malezas, reduciendo los costos, considerablemente.



### **2.13.6. Reducción en las tareas de labranza**

La reducción de las malezas a menudo hace posible reducir o eliminar las tareas de labranza. Cuando la labranza es necesaria el incremento en materia orgánica a menudo hace más fácil las labores de aradura, incrementando de esta manera el área que pudiera ser arada en un solo día (CIEDPERU, 2007)

### **2.14. Abono orgánico y estiércol**

Según JEAUVONS (2002), SOTO (2003), la tendencia global del manejo de los sistemas productivos demanda conocimientos básicos de los recursos tales como el manejo de las enmiendas agrícolas aplicadas al suelo. Los abonos orgánicos incluyen todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejoradores de suelos.

Estos tienen su origen en residuos vegetales y animales, los que en su forma más simple pueden ser residuos de cosechas que quedan en los campos y se incorporan de forma espontánea o con las labores de cultivo y residuos de animales que quedan en el campo al permanecer los animales en pastizales (PANEQUE y CALAÑA (2004).

Los abonos orgánicos son utilizados para mejorar y fertilizar los suelos agrícolas (NORIEGA y ALTAMIRANO, 1998; JEAUVONS, 2002; CUESTA, 2002; PANEQUE y CALAÑA, 2004). La calidad de las enmiendas orgánicas se determina a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas. (LASARIDI *et al*, 2006).

Según LEBLANC *et al*. (2007), la calidad de un abono orgánico se determina a partir de su contenido nutricional y de su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo. Este contenido está directamente relacionado con las concentraciones de esos nutrientes en los materiales utilizados para su elaboración (BENZING, 2001).

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. La calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados.

El contenido promedio de elementos químicos es de 1.5% de N, 0.7% P y 1.7% K. Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10Tm/ha al año, y de preferencia de manera diversificada. Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada (GEOCITIES, 2007)

La composición de estiércol varía entre límites muy amplios según los animales, la naturaleza de la cama, la proporción de camas, la alimentación de los animales, la fertilización que haya realizado el agricultor, la forma de explotación, etc.

El estiércol aporta los siguientes efectos benéficos:

- a. Suministra nutrientes en forma aprovechable para las plantas N, P, K, aun en menores cantidades.
- b. Aumenta el contenido de materia orgánica de los suelos, lo que determina que estos últimos, porosos o permeables al agua y al aire disminuye la densidad volumétrica de los suelos.
- c. Disminuye la acidez del suelo debido a que el estiércol es ligeramente alcalino; cuando se descompone contrarresta los factores que provocan la acidez.
- d. Incrementa significativamente la capacidad del suelo para retener nutrientes, impidiendo que se pierdan por lavaje.

- e. Mejora las propiedades del suelo como la capacidad de retención de humedad, la tasa de infiltración, la porosidad, mejora la estructura del suelo (BOWEN y KRATKY, 1986)

### 2.15. Aporte de nutrientes de los diferentes tipos de estiércol

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas de las diferentes fuentes de estiércoles animales utilizadas en la agricultura orgánica.

Contenidos de los elementos (%)													
Fuentes	pH	CE	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Humedad (%)
Estiércol ovino	8.3	7.76	75.4	2.30	2.28	3.86	1.73	1.04	0.1431	0.0124	0.0023	0.0155	24.6
Estiércol caprino	8.9	5.91	78.2	2.22	2.12	3.28	1.83	1.41	0.1845	0.0405	0.00029	0.0130	14.1

Fuente: PÉREZ. *et al.* 2009

### 2.16. Reacción de neutralización

Es importante manifestar que los suelos difieren en las necesidades de las enmiendas para producir similares cambios en el pH.

Los suelos difieren en su poder tampón, el que es influenciado directamente por la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la cual a su vez depende del contenido de materia orgánica y tipo de arcilla (superficie específica) (ESTRADA, 1978; THOMAS, 1971)

### 2.17. Usos de la citronella

En la web wikipedia (2007), se menciona que en la India la especie *Citratrus* es usada como hierba medicinal y en perfumes. La citronella (*Cymbopogon nardus* y *Cymbopogon winterianus*) crece hasta una altura de 2 m y los tallos en la base son una tonalidad rojiza.

Aquellas especies son usadas para la producción de aceite de esencial, el cual es utilizado en jabones, como repelente de mosquitos, insecticidas, y velas, también aromaterapia, la cual es famosa en Bintan,

Indonesia. Los principios químicos activos de la citronella, geraniol y citronelol son antisépticos, de ahí su uso en desinfectantes caseros y jabones.

Al lado de la producción de aceite, la citronella tiene uso culinario como té "de Limón" o "de Ceylan".

## 2.18. Valor económico y socio cultural

Lo mencionado por LÓPEZ (2006), las plantas medicinales aromáticas entran a un subsistema económico que es un Plan de venta de Plantas Medicinales para el Laboratorio del MINSAP.

Cuadro 2. Valor económico de planta medicinal

PLANTA MEDICINAL	KG	Precio/Kg	Valor
<i>Cymbopogon Winteranius</i>	14	11.25	157.5

Fuente: Soto, Rafaela. 2004. Extracción de Aceites esenciales. Cuba. CETAS.

En el subsistema socio-cultural, señala MÉNDEZ *et al* (2000), se hace necesario que el personal vinculado al área se supere para poder desarrollar el manejo integrado, mediante seminarios, talleres, plegables, catálogos, instructivos-técnicos, así como evaluaciones periódicas para su recalificación en el empleo de los historiales de campo, cartas tecnológicas, identificación de organismos dañinos y biocontroles.

GIRÓN *et al.* (2000), clasifican a *C. winterianus* como una planta plaguicida, refiriendo que estas plantas han cobrado interés por el hecho de ser un método natural y de costo menor para el control de plagas en cultivos de hortalizas, granos, frutas y otros, contribuyendo a mantener el equilibrio ecológico sin afectar drásticamente el desarrollo, cambio y evolución de la naturaleza.

El cocimiento de hojas de esta planta, apuntan, se usa en países de Ibero América contra los ácaros, ácidos y como nematocida.

La masa vegetal después de extraído el aceite esencial mediante un proceso de destilación por arrastre de vapor, conocida como "spent-grass" es un buen alimento para el ganado y puede ser convertida en silo (GUENTHER, 1950; NAIR, 1982; ROSETE y SOTO, 1987).

Este residuo o spent-grass es considerado además una buena fuente de fertilizante, pudiendo ser aplicado en forma de compost o cenizas, seco también es usado como combustible en el proceso de destilación, como material económico para la transportación de vajillas de cristal y como materia prima en la industria papelera (GUPTA y JAIN, 1978).

Además el manejo de las plantas medicinales refiere CASTIÑEIRAS (2001), al igual que el resto de los cultivos, requieren determinados recursos principalmente el humano, aspecto que se ve limitado entre otras razones por la falta de motivación no solo espiritual sino material de los obreros que se vinculan a esta actividad por insuficiente capacitación, reconocimiento social de la comunidad y el bajo salario que perciben por este trabajo al no lograrse la rentabilidad de las fincas dedicadas a estos cultivos máxime cuando poseen especies colectadas que no son solicitadas por el MINSAP y que requieren para su conservación una adecuada atención.

El análisis de los aspectos anteriores, permitieron con relación al entorno identificar las principales oportunidades y amenazas:

Oportunidades:

- La población requiera de los medicamentos obtenidos de plantas medicinales.
- Interés creciente del país para incrementar el uso de las plantas medicinales e incluso por parte de la población.
- Posibilidades de proyectos que permitan crear condiciones para la sostenibilidad del módulo, tanto ecológicos, sociales, económicos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación política

La investigación se ejecutó en el fundo San Carlos, que se encuentra en la localidad de Supte – San Jorge, perteneciente al distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

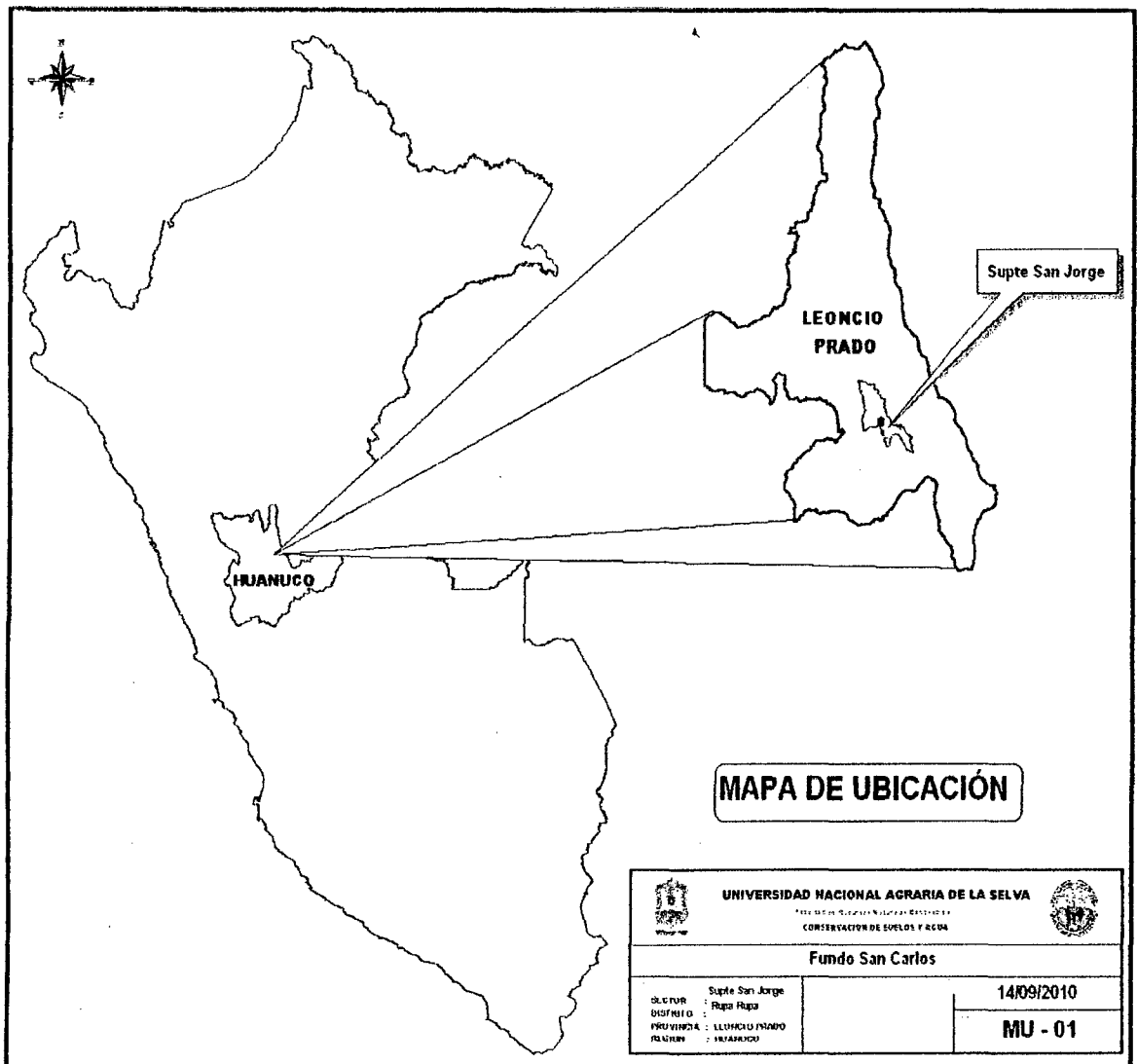


Figura 1. Mapa de ubicación del fundo San Carlos

### **3.1.1. Clima**

Considerado como bosque muy húmedo – premontano tropical (bmh – pt) según Holdridge, la temperatura media anual máxima es de 25.6 °C y la media anual mínima de 18.5 °C, con un promedio máximo en precipitación por año de 3,500 mm, la temperatura media anual de 24.5 °C.

### **3.1.2. Relieve y suelos**

La configuración topográfica es abrupta con gradientes sobre 7 % y muy susceptibles de erosión. Las propiedades edáficas se caracterizan por presentar suelos ácidos con un pH de 4.3, profundos, de tonalidades rojizas y pertenecientes a grupos edafogénicos como acrisoles órticos (horizonte B corto), cambisoles dístricos (poco fértiles).

### **3.1.3. Uso actual y potencial de la tierra**

Previo al trabajo de evaluación estos suelos se encontraban con cultivo de coca por más de 30 años, para posteriormente encontrarse en estado de abandono y cubiertos con especies como de rabo de zorro, macorilla entre otros. De acuerdo a la capacidad de uso mayor están considerados para cultivos permanentes.

## **3.2. Materiales**

- *Cymbopogon winterianus* (citronella)
- Abono orgánico (estiércol ovino)
- Cal
- Herramientas de campo
- Estacas
- Conos de rafia
- Cámara fotográfica digital

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Metodología del estudio**

##### **3.3.1.1. Tipo y método de investigación**

Es considerada como básica experimental.

#### **3.3.2. Ejecución del experimento**

El trabajo tuvo una duración de once meses (11), periodo en el cual se ejecutó las siguientes labores:

##### **3.3.2.1. Preparación del terreno**

El área total del experimento es de 240 m<sup>2</sup>, donde se realizó la limpieza del terreno, eliminándose malezas y rastrojos que se puedan encontraron, dejando limpio el área de trabajo, todo esto se realizó con instrumentos manuales (machete, azadón, rastrillo, picos).

##### **3.3.2.2. Delimitación del terreno**

Luego de la limpieza de terreno se procedió a delimitar el terreno con estacas teniendo en cuenta el método del triángulo 3, 4, 5, para obtener una buena delimitación, y continuar con la división de bloques en cuatro parcelas para los distintos tratamientos (T1, T2, T3, T4).

##### **3.3.2.3. Muestra de suelo**

Antes de establecer la plantación de la cobertura, se efectuó el muestreo de suelo para el análisis de fertilidad, los cuales fueron remitidas al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva , para el análisis físico- químico correspondiente. Utilizándose los siguientes métodos analíticos:

- Análisis mecánico. Textura: por el método del hidrómetro
- C.E.: lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica.
- pH: método del potenciómetro, relación suelo agua 1:1
- Calcáreo total: método gaso volumétrico.



- Materia orgánica: método de Walker y Black
- Nitrógeno total: % M.O. x 0.045
- Fósforo disponible: método de Olsen modificado. Extracto  $\text{NaHCO}_3$  0.5 M, pH 8.5
- Potasio disponible: método del ácido sulfúrico 6N
- Capacidad de intercambio catiónico: método del acetato de amonio 1N pH 7.0 (suelos con pH > 5.5)
  - Ca: absorción atómica
  - Mg: absorción atómica
  - K: absorción atómica
  - Na: absorción atómica
- C.I.C. efectiva:
  - Desplazamiento con el K el KCl 1N (suelos en pH < 5.5)
  - Aluminio más hidrógeno: método de Yuan.
  - Calcio más magnesio: método de E.D.T.A (versenato)

#### **3.3.2.4. Encalado**

Al término del muestreo de suelo, se agregó la enmienda de cal a un mismo nivel (1 Tn /Ha), en todo el área del experimento.

#### **3.3.2.5. Procedencia de cobertura**

Las matas proveedoras del material vegetativo a propagar, están instaladas en el fundo San Carlos, de las cuales se procedió a sacar esquejes para la siembra.

#### **3.3.2.6. Número de esquejes por tratamiento**

Se colocó 30 esquejes de *Cymbopogon winterianus* (citronela), por cada tratamiento, haciendo un total de 360 esquejes extraídos de la zona para su propagación.

### **3.3.2.7. Establecimiento de cobertura**

Una vez, obtenido y previamente seleccionado el material vegetativo se sembró, dos (2) esquejes por hoyo de 0.20\*0.20\*0.20 m, instalada a un distanciamiento de 0.80 \* 1.00 m en cada tratamiento (CITRONELA, 2007).

### **3.3.2.8. Preparación del abono orgánico**

Antes de la siembra se cuenta con el abono orgánico ya preparado, el cual se inicia con la recopilación de excretas de los ovinos, ubicados en el establo y posterior secado. Después del secado se realiza el desmenuzado mediante el uso de un palo, para obtener el abono en forma de polvillo y posterior aplicación en el terreno, juntamente con la siembra.

## **3.4. Metodología de evaluación**

### **3.4.1. Respuesta del efecto del abono orgánico (estiércol ovino) en el suelo**

Para ello se procedió a realizar un muestreo de suelo antes y después de la aplicación del abono orgánico.

### **3.4.2. Altura de planta, número de macollos y porcentaje de prendimiento**

Se hicieron mediciones considerando el número la parcela neta, número de macollos mediante registros a 60, 90, 120, 150,180 y 270 días después de la siembra, y porcentaje de prendimiento de la cobertura.

### **3.4.3. Peso fresco y seco de la cobertura**

Se realizó la extracción a nivel de la parcela neta, al final de la última evaluación.

### 3.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de estímulo creciente, adecuándose al esquema siguiente:

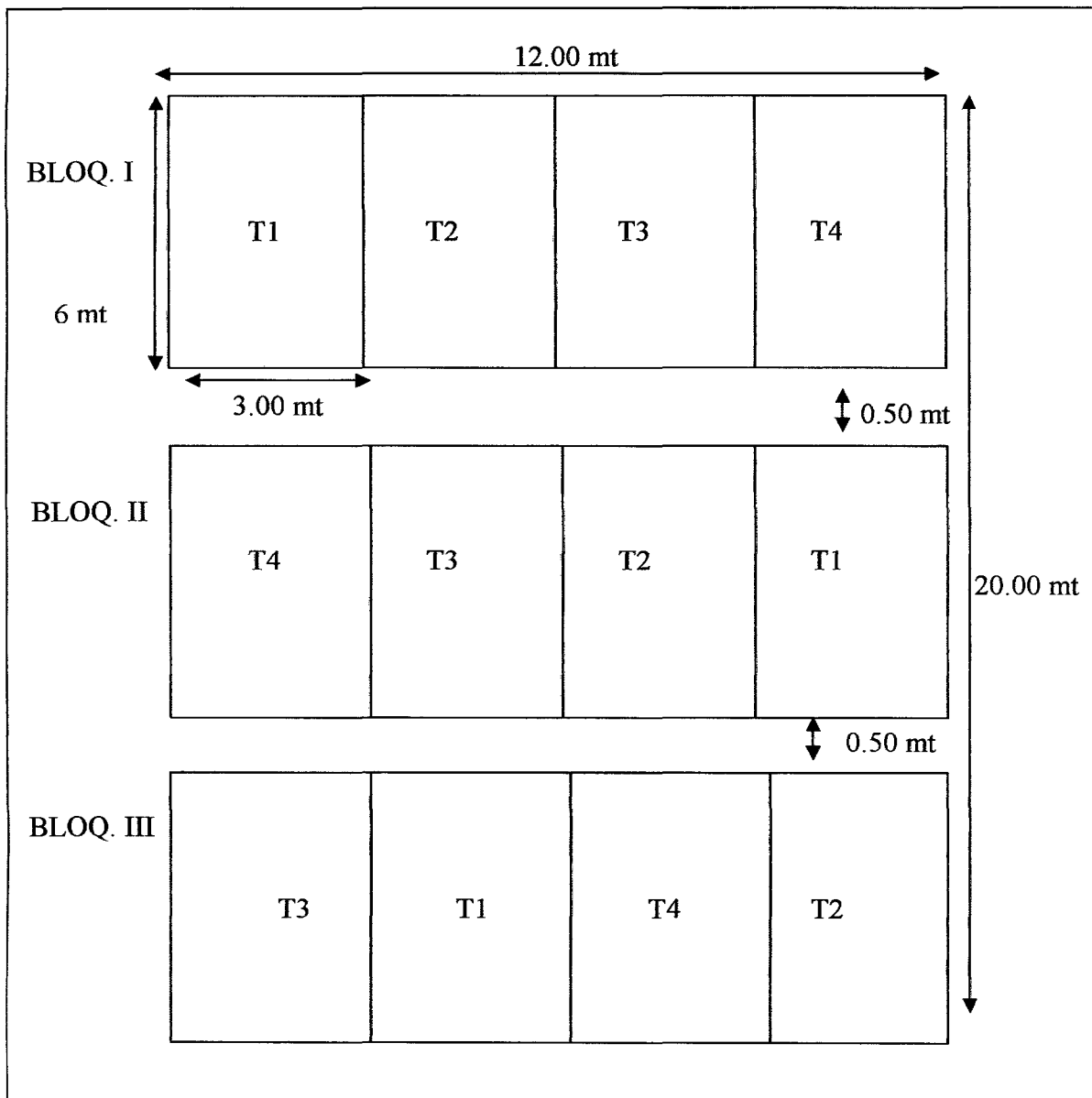


Figura 2. Croquis de distribución de bloques y tratamientos

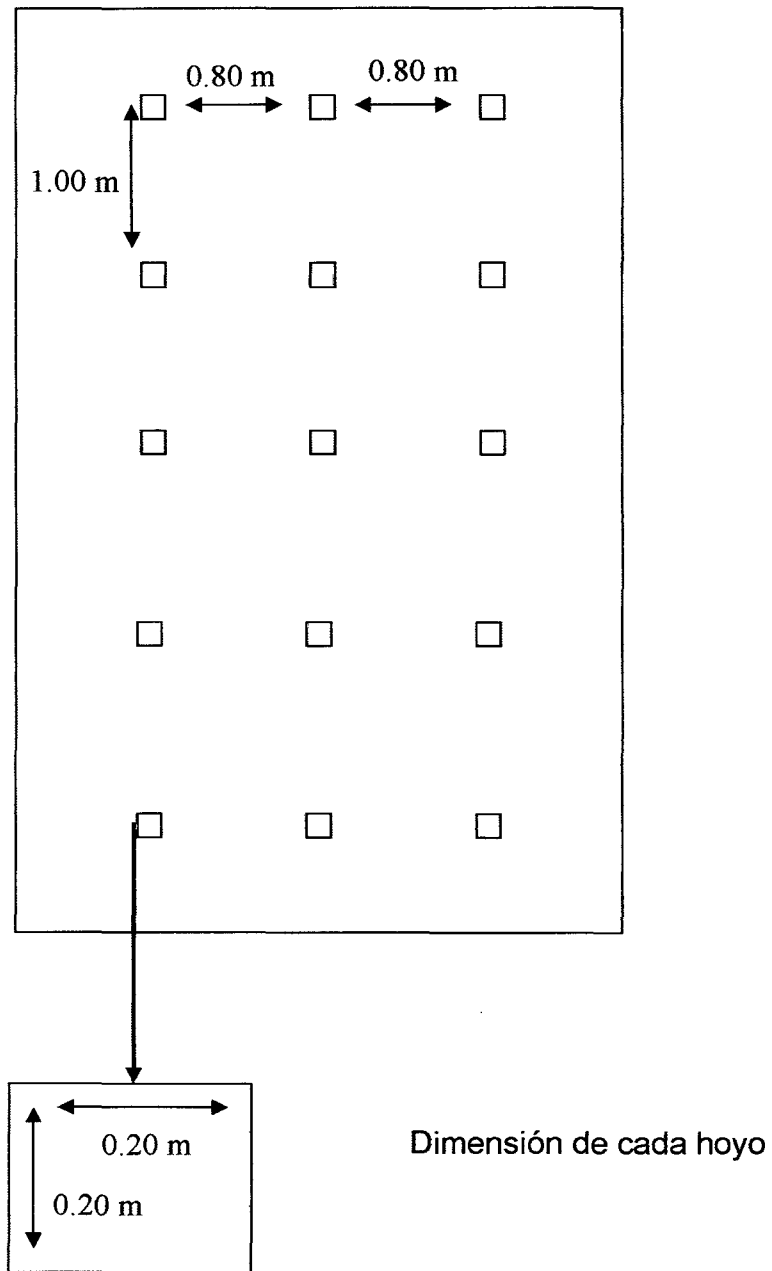


Figura 3. Croquis de Instalación de la planta por tratamiento

### 3.6. Medidas del campo experimental

#### 3.6.1. Dimensión del campo experimental

Largo	:	20.00 m.
Ancho	:	12.0 m.
Área neta del campo experimental	:	240.00 m <sup>2</sup>

#### 3.6.2. Características de cada Parcela

Número de parcelas/bloque	:	4
Largo de parcela	:	6.00 m
Ancho de parcela	:	3.00 m
Área de cada parcela	:	18 m <sup>2</sup>
Distancia entre esquejes	:	0.80 m * 1 m.
Nº de matas por parcelas	:	30

### 3.7. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño de bloque completo al azar (DBCA), con tres repeticiones por tratamiento. La superficie total del ensayo es de 240.00 m<sup>2</sup>.

Los parámetros controlados serán:

1. Porcentaje de prendimiento de la planta.
2. Altura de planta.
3. Número de macollos
4. Peso fresco
5. Peso seco

Su formula matemática:

$$Y_{ij} = \mu_0 + \alpha_i + \beta_j + E$$

Donde:  $Y_{ij}$  = Observación perteneciente a j-ésima bloque bajo el tratamiento

$\mu_0$  = es la media general común

$\alpha_i$  = efecto del tratamiento en el nivel i

$\beta_j$  = efecto del bloque en el nivel j

E = variable aleatoria del error

### **3.7.1. Tratamientos aplicados**

T1 = 26 Kg. de estiércol de ovino / parcela

T2 = 36 Kg. de estiércol de ovino/ parcela

T3 = 46 Kg. de estiércol de ovino/ parcela

T4 = Testigo

### **3.7.2. Bloques**

I Bloque

II Bloque

III Bloque

## **3.8. Técnicas de procedimiento y análisis de datos**

El análisis de datos se realizó con el sistema de análisis estadístico SAS para Windows, considerando la prueba Duncan.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

Para realizar la evaluación de altura de planta se tuvo en consideración los datos de precipitación en mm/mes y de humedad relativa (%), los mismos que fueron proporcionados por la estación meteorológica de la UNAS-Supte.

Cuadro 3. Datos climatológicos de la estación Supte, microcuenca de la provincia de Leoncio Prado y altura de la planta (m) evaluados en el periodo de febrero-noviembre del 2008.

	Precipitación (mm/mes)	Humedad Relativa (%)	TRATAMIENTOS			
			T1	T2	T3	T4
Abril	232.4	85	0.28	0.28	0.30	0.27
Mayo	130.3	84	0.55	0.56	0.59	0.55
Junio	117.8	85	0.82	0.86	0.89	0.82
Julio	265.6	83	1.13	1.13	1.18	1.09
Agosto	54.2	85	1.53	1.48	1.63	1.54
Setiembre	166.3	84	1.82	1.77	1.92	1.81
Noviembre	138.7	85	2.09	2.20	2.16	1.99

Fuente: Gabinete de Meteorología y Climatología de la FRNR-UNAS (2008) y elaboración propia. Julio (2010).

Según el cuadro 3, las figuras 4 y 5, se aprecia mayor altura con el T2 donde la altura de planta alcanza los 2.20 m comparando con los demás datos el más bajo corresponde al T4 siendo 1.99 m, en todos los casos se observa mayor crecimiento a partir de los meses de agosto, setiembre y noviembre en los cuales la precipitación disminuye. Semejante son los resultados obtenidos comparando con la humedad relativa.

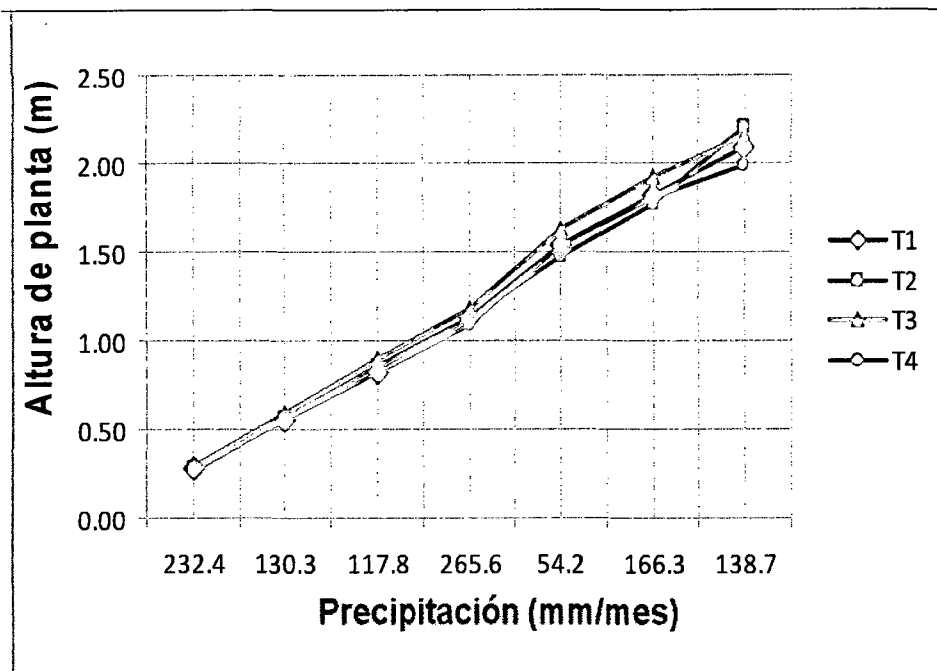


Figura 4. Altura de planta y precipitación.

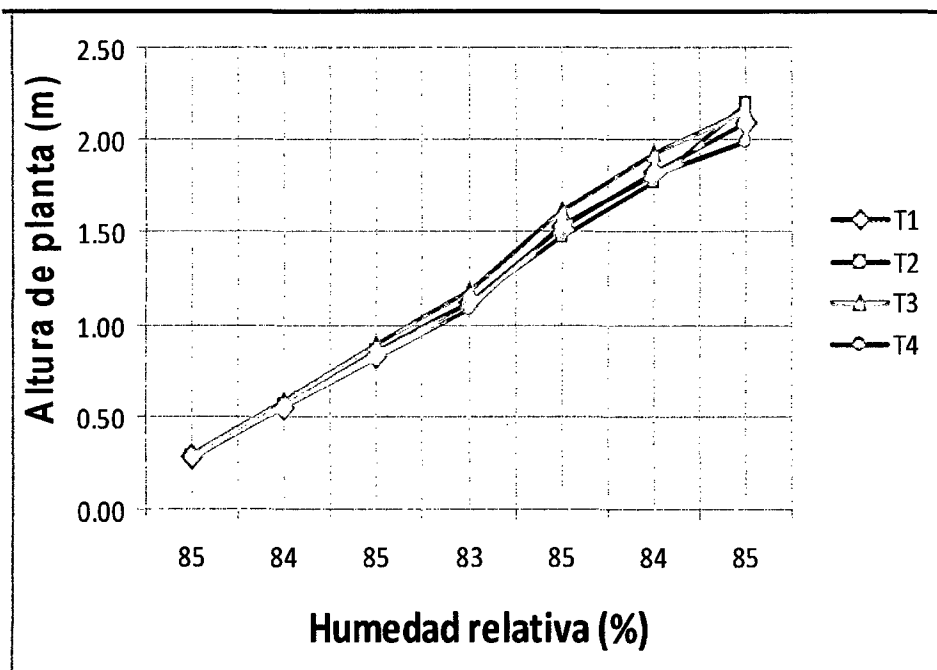


Figura 5. Altura de planta y humedad relativa



Analizando estadísticamente, con un nivel de significancia al 5 % en la medición de altura de planta entre los tratamientos obtenemos un  $F_c=0.46$  la misma que se enmarca al rango de aceptación, por lo tanto se acepta  $H_0$ : No hay respuesta por parte de esta especie a la aplicación de abonos orgánicos.

Concluimos que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Confirmándolo una vez mas la Prueba de Duncan indicando que todos los tratamientos son iguales, es decir no existe diferencia significativa entre ellos.

#### 4.2. Peso fresco de la planta

El mayor peso fresco se obtuvo con el T2= 36 Kg. / Parcela de estiércol de ovino siendo en gramos = 1023.91, y el mas bajo rendimiento en peso fresco se obtuvo con el T4 = 637.32 g, que es el testigo. Similar a los resultados obtenidos al peso seco de la planta, constatándolo según el cuadro 4 y la figura 6.

Estadísticamente, se analizó el peso fresco de la planta con la prueba de Duncan con un nivel de significancia al 5% el cual nos indica que existen dos grupos, uno donde están los tratamientos T1, T2 y T3 y el otro grupo solo el T4. Obteniendo un  $F_c=2.52$ , que esta dentro de la región de aceptación aceptando la hipótesis nula y concluimos que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 4. Peso fresco de la planta (g) por tratamientos al final de la evaluación.

	Peso fresco (g)
T1	876.54
T2	1023.91
T3	865.78
T4	637.33

Fuente: Elaboración propia. Julio 2010.

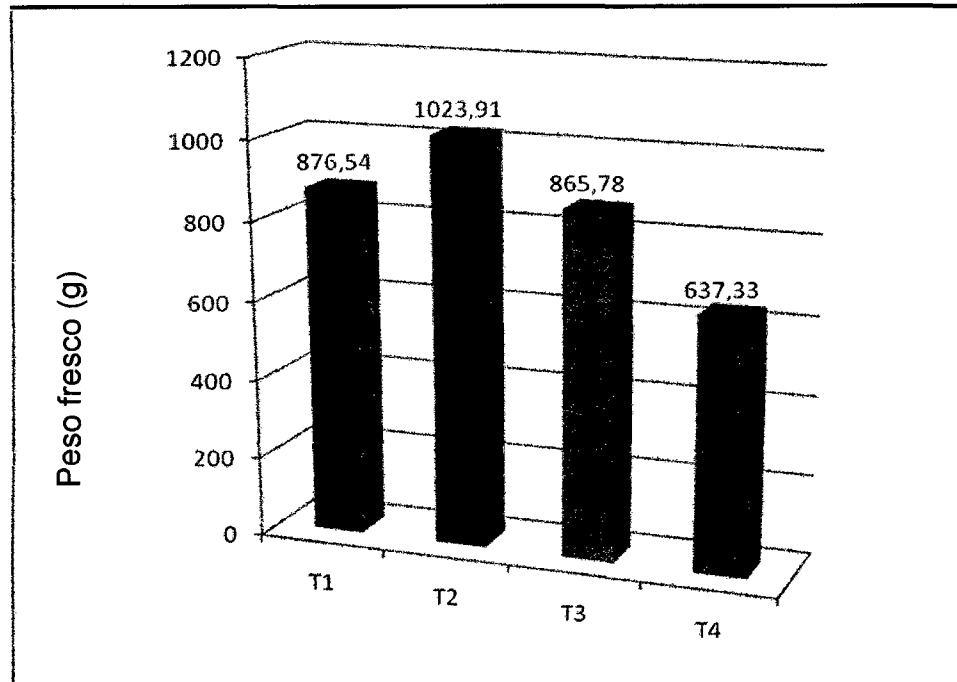


Figura 6. Peso fresco de la planta (g) por tratamientos al final de la evaluación

#### 4.3. Del peso seco de la planta

Observando el cuadro 5 y la figura 7, nos damos cuenta que el mayor peso seco se obtuvo con el T2= 723.12 y el mas bajo rendimiento en peso seco se obtuvo con el T4 =452.5 g, que es el testigo.

La prueba Duncan con un nivel de significancia del 5% nos indica que existen dos grupos al analizar el peso seco de la planta, uno donde están los tratamientos T1, T2 y T3 y el otro grupo solo el T4.

Logrando un  $F_c=2.46$  pertenece a la región de aceptación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y concluimos que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 5. Peso seco de la planta (g) por tratamientos al final de la evaluación.

	Peso seco (g)
T1	626.07
T2	723.12
T3	603.37
T4	452.50

Fuente: Elaboración propia. Julio 2010.

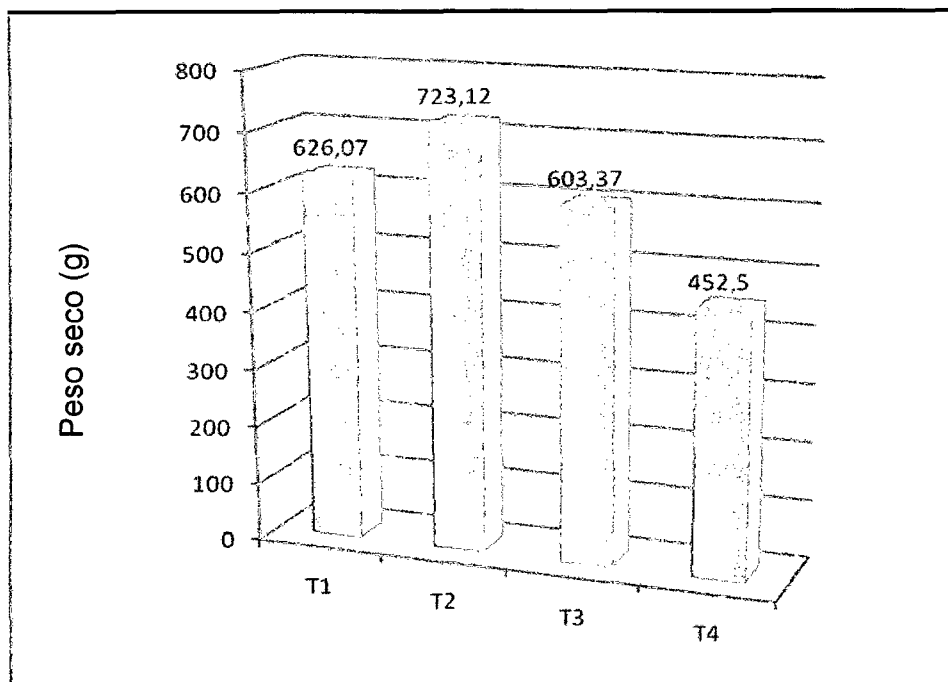


Figura 7. Peso seco de la planta (g) por tratamientos al final de la evaluación.

#### 4.4. Del número de macollos

En la figura 8 y en el cuadro 6, se observa que el mayor número de macollos se obtiene con el T3 y el T2, manteniéndose más estable su evolución desde la quincena de julio hasta su última evaluación.

Al analizar el número de plantas con la prueba Duncan y un nivel de significancia del 5% nos indica que existen dos grupos, uno donde están los tratamientos T4, T2 y T3 y el otro grupo solo el T1. Calculando así un  $F_c=3.35$  estando dentro de la región de aceptación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se concluye que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 6. Número de macollos en los diferentes meses de evaluación.

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Noviembre
T1	5	6	5	5	5	5	5
T2	9	10	9	10	10	10	10
T3	12	10	10	10	10	10	10
T4	12	10	8	9	9	9	9

Fuente: Elaboración propia. Julio 2010.

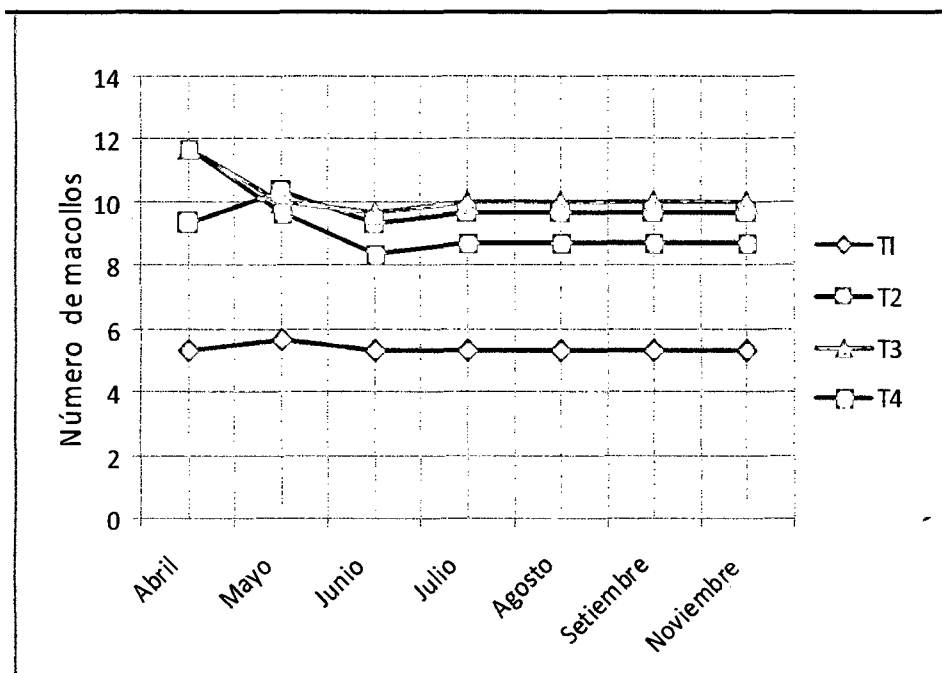


Figura 8. Número de macollos por tratamientos.

#### 4.5. Del porcentaje de prendimiento

Se observa en el cuadro 7, el porcentaje de prendimiento en el primer mes de evaluación mayor prendimiento con los T3 y T4, los cuales tienen mayor dosis de estiercol de ovino.

Cuadro 7. Porcentaje de prendimiento

	Abril
T1	18
T2	31
T3	39
T4	39

Fuente: Elaboración propia. Julio 2010.

#### 4.6 De los suelos

Según los resultados obtenidos de los análisis realizados en el Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se tiene:

- Respecto a las propiedades químicas en general, el pH del suelo inicial que es de 4.3 se incrementa, con los tratamientos aplicados se

tiene un resultado mejor con el T2 igual a 6.4, con el T1 igual a 6.3, con el T3 igual a 5.9 y con el testigo de 6.2, notándose un nivel alto de pH con el T1 y con el T2 en los cuales se aplico menor cantidad de estiércol de ovino mientras que, con la aplicación de mayor dosis de estiércol de ovino con el T3 se tuvo menor incremento de pH, debiéndose al proceso de humificación del estiércol al seguir descomponiéndose, que libera  $\text{CO}_2$  al suelo y con el agua forma el  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , acidificando el medio .

- El porcentaje de materia organica inicial es de 3.2 con la aplicación de los abonos a los tratamientos T1, T2, T3, y T4 este se incrementa a 5.6, 6.0, 5.0 y 5.0 respectivamente, indicandonos que se tuvo un efecto, en todos los tratamientos la misma que fue mas acentuada con el T2.

- En lo que respecta el porcentaje inicial de nitrogeno de 0.14 despues de la aplicación de los T1, T2, T3, y T4 se incrementa a 0.25, 0.27, 0.23, y 0.23 propiamente, indicandonos que hubo incremento en todos los tratamientos y mas con el T2, no teniendo diferencia significativa entre los tratamientos.

- Ocurriendo lo mismo con el fósforo (ppm) de 4.6 se incrementa a 8 ppm y en el caso de  $\text{K}_2\text{O}$  de 169 (Kg/Ha) disminuye a 124, 164, 173 y 127 correspondientemente a los tratamientos.

- El porcentaje de bases cambiables mejora con los tratamientos de 16.667 a 18.87, 80, 41.77 y 36.27. Mientras que la acides cambiable disminuye claramente con el T2 de 75 a 20 %.

- Finalmente, el efecto de la incorporacion del estiercol de ovino y cal al suelo de se muestra en el cuadro 8, donde el analisis inicial y final de las propiedades fisicas nos indica que la textura varia de Arcilloso (Ar) paso a ser Franco Arcilloso (Fo Ar) con todos los tratamientos.

## V. DISCUSIÓN

Según lo referido por GUENTHER (1950); GUPTA y JAIN (1978), la citronella requiere un clima caluroso, tropical, con bastante luz, lluvia abundante aunque no excesiva, estos factores de calor y sol conducen a la acumulación del aceite en la planta, pero fuertes lluvias durante varios días consecutivos reducen el rendimiento de la planta y aceite, notándose en los resultados obtenidos de número de macollos, porcentaje de prendimiento y la altura de planta comparados con los datos de precipitación de Supte en los periodos de febrero-noviembre 2008, en el cual se tiene mayor crecimiento cuando la cantidad de precipitación disminuye notablemente desde el mes de Agosto 2008, mientras que la humedad relativa se mantiene casi constante no alterando en el crecimiento de la planta.

NAIR (1980), indica que el la citronella es una planta muy resistente, adaptada a una gran variedad de suelos y condiciones climáticas, plantándose asimismo en suelos de buena calidad y como cobertura vegetal en suelos desgastados, desnudos, en los declives de las montañas, siempre y cuando no se estanque agua por un tiempo prolongado, para que su desarrollo no se vea perturbado, destacando en particular su crecimiento en suelos pobres, aunque el rendimiento de masa vegetal se incrementa cuando es cultivado sobre suelos fértiles, comparando con lo mencionado y lo obtenido con el T2, nos damos cuenta que tiene relación a lo mencionado ya que su aporte de masa vegetal con este tratamiento es el mas alto.

La finalidad de sembrar esta especie como barrera viva es de proteger el suelo contra la acción directa de las lluvias al amortiguar el impacto erosivo de la gota de lluvia y formar una barrera que disminuye la fuerza y

velocidad del agua de escorrentía, además que ayudan a mejorar el amarre del suelo y aumentan la fertilidad del mismo por el constante aporte de abono orgánico, concordando con lo mencionado por la CORPOCALDAS (2007).

En lo referido por CLAYUCA (2007), en los terrenos con pendientes mayores del 15%, no es aconsejable la incorporación de material vegetal al suelo por cuanto se debe remover mucho la tierra favoreciéndose la pérdida de suelo por erosión, como en la medición de pendiente realizada se obtuvo una pendiente entre 7 a 10 %, se procedió a la incorporación de material vegetal agregando a éste los residuos de las deshierbas y esparciéndolos sobre el terreno para que además de aportar nutrientes al suelo sirvan como cobertura muerta o mulch.

La tendencia global del manejo de los sistemas productivos demanda conocimientos básicos de los recursos tales como el manejo de las enmiendas agrícolas aplicadas al suelo así como los abonos orgánicos que incluyen todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejoradores de suelos, según JEAUVONS (2002) y SOTO (2002), en el trabajo de investigación antes de la siembra de *Cymbopogon winterianus*, se neutralizó el suelo con la aplicación de cal buscando mejorar las condiciones del suelo, bajando el grado de acidez, posteriormente se aplicó diferentes dosis de estiércol ovino para determinar con cual de estas dosis nos rinde mejor la planta para un buen aprovechamiento.

Como lo citado en la pagina de GEOCITIES (2007), indicando que los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad no menor de 10Tm/ha al año, de preferencia de manera diversificada, con estos conocimientos literarios se procedió a la aplicación de diferentes dosis de estiércol ovino para determinar con cual de las dosis aplicadas de abono orgánico se obtenía mayor influencia, tanto en el desarrollo de la planta, en

biomasa y en mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

TRINIDAD (2009), describe que los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas, en la mayoría de los casos, el resultado del incremento de la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación que los productos de la descomposición ejercen sobre las partículas del suelo; las condiciones de fertilidad aumentan lo cual hace que el suelo tenga la capacidad de sostener un cultivo rentable, concordando con lo mencionado por el autor ya que con la aplicación del abono orgánico y constatando con el análisis de suelo inicial y final se nota mejoramiento de las condiciones físicas, químicas y por lo tanto biológicas del suelo.

Según JUAREZ (1999), los efectos de la enmienda están directamente relacionados con la forma de aplicación, la cantidad, oportunidad, fuente empleada, de esta manera se tiene efectos benéficos como el incremento de la solubilidad y disponibilidad de la mayoría de los nutrientes, aumenta la actividad microbiológica acelerando la descomposición de la materia orgánica, notándose un mayor incremento de M.O con el T2, lo que libera nutrimentos minerales fácilmente aprovechables, disminuye la solubilidad de elementos tóxicos tales como Al, Mn, Fe que en altas concentraciones tienen efectos negativos en el desarrollo vegetal, constatándolo con los análisis de suelos y observando mejores resultados con el T2, mejora la estructura del suelo por acción agregante de la cal sobre las partículas sueltas, influye sobre el desarrollo radicular aumentando la superficie de absorción de nutrientes.

En las propiedades físicas químicas del suelo, el cambio de la clase textural de arcilloso a franco arcilloso en todos los tratamientos puede ser una consecuencia de la disminución del contenido de arcilla por la erosión debido a la alta precipitación. En cuanto a las propiedades químicas, la ligera



disminución de pH con el tratamiento T3 en el cual se aplicó mayor dosis de estiércol de ovino, comparado con los demás tratamientos y resultados obtenidos, puede atribuirse a la mineralización de la materia orgánica esto puede deberse al proceso de humificación del estiércol de ovino aplicado al seguir descomponiéndose; libera  $\text{CO}_2$  al suelo y con el agua forma el  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , acidificando el medio, coincidiendo con lo citado según VISCOVICH (1979).

TRINIDAD (1999), menciona que con el uso de abonos orgánicos se ha observado que el pH en suelos ligeramente ácidos o neutros, tiende a aumentar, concordando con los resultados de los análisis realizados con los valores de pH.

Con el tratamiento T2 se obtuvo mayor incremento de porcentaje de materia orgánica de 2.8% y de N un 0.13%, esto podría obedecer al efecto de la adición de las mayores dosis de materia orgánica y a la baja mineralización, la transformación de la materia orgánica ayudó en la nutrición de las plantas, contrastando estos resultados con lo mencionado por la FAO (1983)

Así mismo lo referido por BOWEN (1986), y según los resultados, el incremento de Ca y Mg en todos los tratamientos obedecen a la aplicación de cal que al reaccionar con el suelo aportaron Ca, trayendo consigo una disminución de Al y H como efecto de la neutralización.

Por otro lado la disminución de Al y H, también es afectado por la aplicación del estiércol de ovino, así tenemos que en los tratamientos T2 y T3, que recibieron mayor cantidad de estiércol de ovino, el contenido de Al y H disminuyó significativamente hasta en 8 y 6.20 unidades respectivamente.

Se dice que el Al y la materia orgánica forman compuestos organominerales de tal manera que al Al lo hacen menos soluble y menos tóxico. Para el caso del P hay un incremento en todos los tratamientos pero

mas el T2, la probable explicación seria el aporte de este elemento como consecuencia de la aplicación de estiércol de ovino y al efecto del encalado, que reduce la solubilidad del Fe y Al en el suelo, por consiguiente se estaría reteniendo menor cantidad de P en forma insoluble (BOWEN, 1986).

En cuanto al incremento del  $K_2O$  obedece solamente a la aplicación del estiércol de ovino.

La reducción de CICE, en todos los tratamientos probados se debe al efecto del pH en vista, ya que cuando baja, las cargas variables de los coloides se tornan positivas, consecuentemente disminuyen las cargas negativas y por ende la CICE, coincidiendo con lo referido por ESTRADA (1978) y THOMAS (1971).

Los rendimientos de todo cultivo depende de muchos factores, uno de ellos la fertilidad de los suelos, citado por la FAO (1983), los resultados obtenidos en este estudio corroboran esta afirmación donde la aplicación de la dosis del T2 en suelos de extrema acidez, la aplicación de estiércol de ovino y cal, favorecieron para obtener mayores rendimientos en peso seco de citronella.

Los efectos benéficos de la aplicación de estiércol de ovino en suelos de extrema acidez, en el numero de macollos de la citronella, se observa que al aplicar el estiércol de ovino en dosis del T2 y T3, se tiene mayor rendimiento relacionándose que en estos tratamientos se aplico mayor dosis de estiércol de ovino. Ocurriendo lo mismo con la altura de planta y peso seco.

Según las figuras 4 y 5, se observa el efecto de los niveles aplicados, indicándonos que la altura de la planta tiene un relación directa al desarrollo fisiológico de la planta y determinada por el crecimiento longitudinal de la hoja, que fueron influenciadas básicamente por la acumulación de

sustancias nutritivas, provistas por el estiércol de ovino, teniendo mejores resultados con el T2.

GIRÓN *et al.* (2000), clasifican a *C. winterianus* como una planta plaguicida, refiriendo que estas plantas han cobrado interés por el hecho de ser un método natural y de costo menor para el control de plagas en cultivos de hortalizas, granos, frutas y otros, contribuyendo a mantener el equilibrio ecológico sin afectar drásticamente el desarrollo, cambio y evolución de la naturaleza, lo referido por el autor coincide con lo obtenido en la parcela de experimento ya que en esta parte no creció malezas.

## VI. CONCLUSIONES

1. La aplicación de cal y estiércol de ovino en el suelo extremadamente ácido reduce el contenido de Al, H, ClCe y disminuyendo la acides del suelo (pH), se incrementa la materia orgánica y la disponibilidad de P y K<sub>2</sub>O.
2. La aplicación de 36 Kg. de estiércol de ovino/parcela (T2), reportó los mayores rendimientos en altura (2.20 m), desarrollo de numero de macollos, peso fresco (1023.91 g) y peso seco (723.12 g).
3. Cuando no se aplica el estiércol de ovino (testigo), disminuye la altura de planta (1.99 m), desarrollo de numero de macollos, peso fresco (637.33 g) y peso seco (452.50 g).
4. No hay respuesta por parte del *Cymbopogon winterianus* (Citronella) a la aplicación de abonos orgánicos.
5. El desarrollo del *Cymbopogon winterianus* se ve influenciada por la precipitación, teniendo un óptimo desarrollo en zonas de trópico con alta humedad relativa, lluvias entre 2500 - 2800 mm al año
6. El *Cymbopogon winterianus*, se aprovecha como cobertura vegetal y ayuda en la recuperación del suelo (fijación), también es utilizable de manera diversificada (industrializado) teniendo un amplio mercado nacional e internacional.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Para la zona de Supte San Jorge y zonas con similares condiciones de suelo y clima, se recomienda la aplicación del T2 (36 Kg. de estiércol de ovino/parcela) y cal, para mejores resultados al instalar *Cymbopogon winterianus* (citronella).
2. Continuar evaluando el presente trabajo y procesar las hojas para la obtención del aceite esencial, y hacer un estudio cromatográfico para determinar si la dosis de estiércol de ovino aplicados en los diferentes tratamientos influye en la calidad de este.
3. Realizar un estudio con la aplicación de dosis más altas de cal y estiércol de ovino, para verificar si estos influyen en la planta y en la recuperación de suelos.
4. Realizar la siembra en épocas de menos lluvias y con suelos de buen drenaje y pendientes moderadas.
5. Promocionar este cultivo, ya que posee muchas bondades además de ser recuperadora de suelos y de generar ingresos económicos a las familias que lo cultivan, ya que puede ser una posibilidad de exportar productos no tradicionales, teniendo en cuenta que el Tratado de Libre Comercio (TLC) que incentiva la exportación de productos no tradicionales, motivándonos en la parte económica, social y ambiental.

## VIII. ABSTRACT

The following research was done at the FUNDO SAN CARLOS located inside the town of SUPTE SAN JORGE, belonging to RUPA RUPA district, in HUANUCO department of PERU. This investigation took eleven months starting in January, and finishing in November 2008.

In this place the soil is degraded, and eroded because of different causes like migratory agriculture, single cultivation, and inadequate management of the soil. For these reasons, the purpose of this work was the recovering of these soils using sheep manure, and seeding of *Cymbopogon winterianus* (citronella). We evaluate the influence of three different dosis of organic fertilizer (sheep manure) in conjunction of the seeding of Citronella. We analyze the soil before and after the application of organic fertilizer in 240 m<sup>2</sup> of soil for this research. We analyze the influence of these treatments in the Citronella plantation we used the Duncan's Multiple Range Test.

There were no statistically significative differences among the different treatments of organic fertilizer in the citronella plantation, accepting the null hypothesis.

We found certain numerically difference analyzing the variations in the soil and the plantations. The best results were found with the T2 treatment. (Using 36 kg of sheep manure by parcel) improving the soil texture from clayey to franly clayey. The soil pH increased to 2,1 changing from extremely acid to weakly acid. Regarding the chemical parameters the soil content of Al, H, ClCe decreased.

The amount of organic material (as a percentage) increase to 2,8%, nitrogen in 0,13%. The availability of P, and  $K_2O$  increase too. For these reasons we found an improvement in height and the amount of clusters of Citronella giving us an increase in the amount of biomass. These findings would give a better economical income to the farmers.

Finally we conclude that Citronella plantations must be promoted. This plant was useful on helping the recovery of degraded soils, creating economical incomes because of his different applications in natural medicine ( as a medicinal herb ) , cosmetical use ( as a profume ) , and others ( Citronella oil production, mosquito repellent, insecticides, etc ). These properties are related to different chemical principles like geraniol, and citronelol who get antiseptic qualities.

Citronella-related products would be a good alternative to add in our non traditional exportations associated to the Free Market Treatise (FMT).

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO, J. 1992. Comparativo de rendimiento de 12 híbridos y dos variedades de maíz en Tingo Maria. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 80 p.
- AGROMISIONES. 2008. Citronella. [En Línea]:  
([http://www.agro.misiones.gov.ar/biblioteca/Citronela\\_desarrollo.htm](http://www.agro.misiones.gov.ar/biblioteca/Citronela_desarrollo.htm),  
10 Ene. 2008 )
- ALTIERI, M. 1987. In situ conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Ec Bot*- 41: 86-89.
- ÁLVAREZ, N. 2001. La Diversidad biológica y cultural, raíz de la vida rural. *Revista Biodiversidad/ Sustento y cultivos*. No 27: P.11-15.
- ARÉVALO, L. 1980. Efecto de la cal, potasio, magnesio en el rendimiento de materia seca en cultivo de maíz. Tesis Ing. Agronomo. Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 85 p.
- BENZING, A. 2001. *Agricultura Orgánica. Fundamentos para la región andina*. Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Alemania. 682 p.
- BOWEN, J.; KRATKY. 1986. El estiércol y el suelo. *Agricultura de las Américas (EE.UU)*. 35 p.



- CASTIÑEIRAS, L. 2001. Manejo y conservación in situ de recursos genéticos de plantas cultivadas en huertos caseros de Cuba. Agricultura Orgánica. (CU) 7 (1). MINAGRI. 45 p.
- CIEDPERU. 2007. Cultivo de cobertura y abonos verdes. [En Línea]: (<http://www.ciedperu.org/bae/bae71/b71c.htm>, 10 Ene. 2008)
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CALDAS (CORPOCALDAS). 2007. [En Línea]: ([http://www.corpocaldas.gov.co/admin/files/anterior/bio\\_barreras\\_vivas.htm](http://www.corpocaldas.gov.co/admin/files/anterior/bio_barreras_vivas.htm), 19 Ene. 2008)
- COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. Intensive Farming and the Impact on the Environment and the Rural Economy of Rescritins on que Use of Chemical and Animal Fertilizers. Bruselas-Luxemburgo, 1989.. C. LOEHR, Pollution Control for Agriculture, Academic Press, Inc. Nueva York, 1977.
- CLAYUCA. 2007. Efecto de las barreras vivas. [En Línea] : ([http://www.clayuca.org/PDF/libro\\_yuca/capitulo06.pdf](http://www.clayuca.org/PDF/libro_yuca/capitulo06.pdf), 25 Feb 2008)
- CUESTA, M. 2002. La agricultura orgánica y las dimensiones del desarrollo. XIII Congreso del INCA. Universidad Agraria de La Habana. 54 p.
- ESTRADA, J. 1978. Efecto de la aplicación de la cal y el fósforo a horizontes específicos, de un suelo ácido sobre el crecimiento y contenido de fósforo y aluminio en el maíz. Manual de análisis de suelos y planta Universidad Nacional Agraria la Molina. 150 p.
- FAO. 1983. El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina. Boletín de suelos de la FAO . Nº 51. 253 p.

- GEOCITIES. 2007. Abonos orgánicos. [En Línea]:  
(<http://www.geocities.com/raaaperu/ao.html#abono>, 28 Dic. 2007)
- GIRÓN, N. 2000. "La investigación etnobotánica y su integración a programas de desarrollo en salud. Revista de Plantas Medicinales.9 (19) : 37-41
- GUPTA, B.; JAIN, N. 1978.Cultivation and Utilization of Genus *Cymbopogon* in India. Indian Perfumer. India 22 (2) : 55-68.
- GUENTHER, E. 1950. The essential oils. D. Van Nostrand Company (Ed). New York. :63-69.
- HUERTA, C. 2001. La Herbolaria, mito o realidad. Biodiversitas. Comisión Nacional para el conocimiento u uso de la biodiversidad. México. 3 (12): 1-7 p.
- JEAVONS, J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Ecology actions of the Midpeninsula. Estados Unidos. 261 p.
- JUAREZ, B. 1999. Mecánica de Suelos. Fundamentos de la mecánica de suelos. Editorial LIMUSA, S.A. Balderas-México.
- LASARIDI, K.; PROTOPAPA, I.; KOTSOU, M.; PILIDIS, G.; MANIOS, T.; KYRIACOU, A. 2006. Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. Journal of Environmental Management 80: 58-65
- LAMBE, T. 1972. Mecánica de Suelos. Instituto Tecnológico de Massachussets. Editorial LIMUSA-WILEY, S.A. Mexico. 582p.

- LEBLANC, H.; CERRATO, M.; MIRANDA, A.; VALLE, G. 2007. Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. *Tierra Tropical* 3: 97-107.
- LERCH, G. 1984. Diagramas climáticos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. 71 p.
- LÓPEZ M., SOTO O., ÁGUILA CH., 2006. Producción, usos y comercialización de plantas medicinales en el Municipio Palmira. Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible. Universidad de Cienfuegos. [En Línea]: ([anaisalopez1@yahoo.es](mailto:anaisalopez1@yahoo.es), 17 Jun. 2008)
- MÉNDEZ, R.; QUESADA, L. ; SARMIENTO, W.; BECERRA, M. y PASOS, R. 2000. Paquete tecnológico integral sobre plantas medicinales. *Revista Centro Agrícola. Cuba.* (4). Año 27: Octubre - Diciembre. 96 p.
- MINAGRI, INIFAT. 2000. Manual técnico de organopónicos y huertos intensivos. 60 p.
- NAIR, G. ; CÁCERES. 1980. "Field Experiment with Micronutrients on Yield of grass and oil and citral content of oil East Indian Lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* ) Variety OD-19". *Indian Perfumer. India* 7 (1): 55-58 p.
- NORIEGA, G.; ALTAMIRANO, A. 1998. Manual de lombricultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 200p.
- PANEQUE, V.; CALAÑA, J. 2004 Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico. Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y forestales. La Habana, Cuba. 54 p.

- ORTEGA C. 2001. Drenaje De Suelos Agrícolas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Centro Regional de Investigación Remehue - Chile. 64p.
- PEREZ A *et al.* 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Avenida Imbert #5, Las Carolinas, La Vega, República Dominicana. [En Línea]: ( [pnunez@idiaf.org.do](mailto:pnunez@idiaf.org.do), 12 Feb. 2008)
- ROIG J. 1974. "Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba". La Habana. Ediciones Ciencia y Técnica. 805 p S.N. 2006. Efecto de las enmiendas orgánicas. VII Congreso SEAE Zaragoza.
- ROSETE, A.; SOTO, R. 1987. "Feeding of Heifers with Fodder Residues from Water Vapor Distillation of Citronella *Cymbopogon-winterianus* Jowitt and West Indian Lemongrass *Cymbopogon-citratus* Stapf." Cuban Journal of Agricultural Science 21 (3): 259-263.
- SOCIEDAD CHILENA DE LA CIENCIA DEL SUELO. 2009. [En Línea]: ([http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-27912008000300002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000300002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt), 20 Feb. 2010)
- SOTO, R. 2002. Contribución al manejo agrícola para la producción comercial de la Caña Santa (*Cymbopogon citratus*) en Cuba. 96 p. Tesis (en opción al grado científico de doctor en Ciencias Agrícolas). Instituto Superior de Ciencias agropecuarias de La Habana. Fructuoso Rodríguez.
- SOTO, M. 2003. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Edit. Meléndez, G. San José, Costa Rica, pp. 20-49.

TRINIDAD, S. 2009. Abonos Orgánicos. Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Post graduados. México. [En Línea]: ([dgdr.mssp@sagar.op.mx](mailto:dgdr.mssp@sagar.op.mx), 12 Mar. 2010)

THOMAS, G. 1971. The Basic chemistry of soil de acedity. Agronomy Journal N° 12: 1-41

VÁSQUEZ, V. 1990. Experimentación Agrícola, Edit. Amaru S.A. Perú. Pág., 70-88

VISCOVICH, P. 1979. Convierta la basura en abono valioso. Boletín de la Corporación Nacional de fertilizantes. Perú 35 p.

WIKIPEDIA. 2007. Cymbopogon. [En Línea] : (<http://es.wikipedia.org/wiki/Cymbopogon>, 05 Feb. 2008)

**ANEXO**

## Apéndice 1. Análisis físico químico de suelos inicial

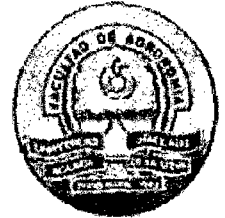


# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



## ANALISIS DE SUELOS

Procedencia: Tingo Maria-Supte San Jorge

Solicitante: Cárdenas Alvarado Isabel B.

Número de Muestra		CE	ANALISIS MECANICO				pH	CO <sub>3</sub> Ca	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CAMBIABLES Cmol(+)/kg									
Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	%	%
																				Bas.Cam	Ac.Camb	
M72-08	M1		23	36	41	Arcillosa	4,3		3,2	0,14	4,60	169		1,90	0,30			9,60	1,40	13,20	16,67	83,33

Para: % Bases Cambiables= (Ca+Mg+K+Na)/CICe\*100

Para: % Acides Cambiables= (Al+H)/CICe\*100

## Apéndice 2. Análisis físico químico de suelos final



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561156 Aptdo. 156



## ANALISIS DE SUELOS

Procedencia: Tingo Maria-Supte San Jorge

Solicitante: Cárdenas Alvarado Isabel B.

Número de Muestra		CE	ANALISIS MECANICO				pH	CO <sub>3</sub> Ca	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CAMBIABLES Cmol(+)/kg										
Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	%	%	%
																					Bas.Cam	Ac.Camb	Sat. Al
M131-09	T1		32	37	31	Fo.Ar	6,3		5,6	0,25	5,80	182		1,30	0,70			8,30	0,30	10,60	18,87	81,13	78,30
M132-09	T2		30	39	31	Fo.Ar	6,4		6,0	0,27	8,00	184		4,50	2,30			1,60	0,10	8,50	80,00	20,00	18,82
M133-09	T3		26	37	37	Fo.Ar	5,9		5,0	0,23	5,40	173		2,20	1,10			3,40	1,20	7,90	41,77	58,23	43,04
M134-09	T4		28	35	37	Fo.Ar	6,2		5,0	0,23	5,30	177		2,40	1,30			6,00	0,50	10,20	36,27	63,73	58,82

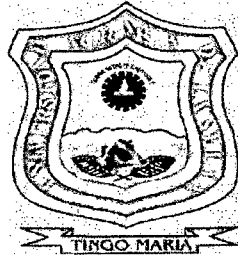
Para: % Bases Cambiables= (Ca+Mg+K+Na)/CICe\*100

Para: % Acides Cambiables= (Al+H)/CICe\*100

Para: % Saturacion De Aluminio= (Al/CICe)\*100



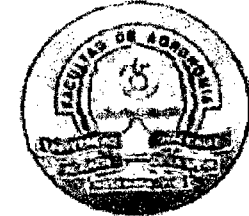
### Apéndice 3. Análisis del estiércol de ovino



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561156 Aptdo. 156



### ANALISIS DE PLANTAS

Procedencia: Tingo Maria-Supte San Jorge

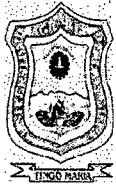
Solicitante: Cárdenas Alvarado Isabel B.

Número de muestra de laboratorio					Base seca		Base húmeda	
	pH	C.E.	Materia seca	Humedad	Ceniza	Materia orgánica	Ceniza	Materia orgánica
	%	(ds/m)	%	%	%	%	%	%
M232	8,8	2,2	19,91	80,09	44,35	55,65	8,83	91,17

Número de muestra de laboratorio	N	P	K	Mg	Ca
	%	%	%	%	%
	1,1	0,3	2,19	1,07	4,80

N	P	K	Mg
(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
1422,3	204,2	17,91	18,27

#### Apéndice 4. Datos climatológicos de la Microcuenca de Supte



## UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Recursos Naturales Renovables

Gabinete de Meteorología y Climatología



#### Datos climatológicos de la Estación Supte (Tplu) Microcuenca de la Provincia de Leoncio Prado Tingo Maria

Periodo Abril-Noviembre 2008

	Precipitacion (mm/mes)	Humedad Relativa (%)
Abril	232,4	85
Mayo	130,3	84
Junio	117,8	85
Julio	265,6	83
Agosto	54,2	85
Setiembre	166,3	84
Noviembre	138,7	85

## **Apéndice 5. Galería de fotos**



Figura 9. Reconocimiento del terreno 31/12/07



Figura 10. Limpieza del terreno 11/01/08



Figura 11. Limpieza del terreno 11/01/08



Figura 12. Cuadrando el terreno 14/01/08



Figura 13. Muestreo de suelo 14/01/08

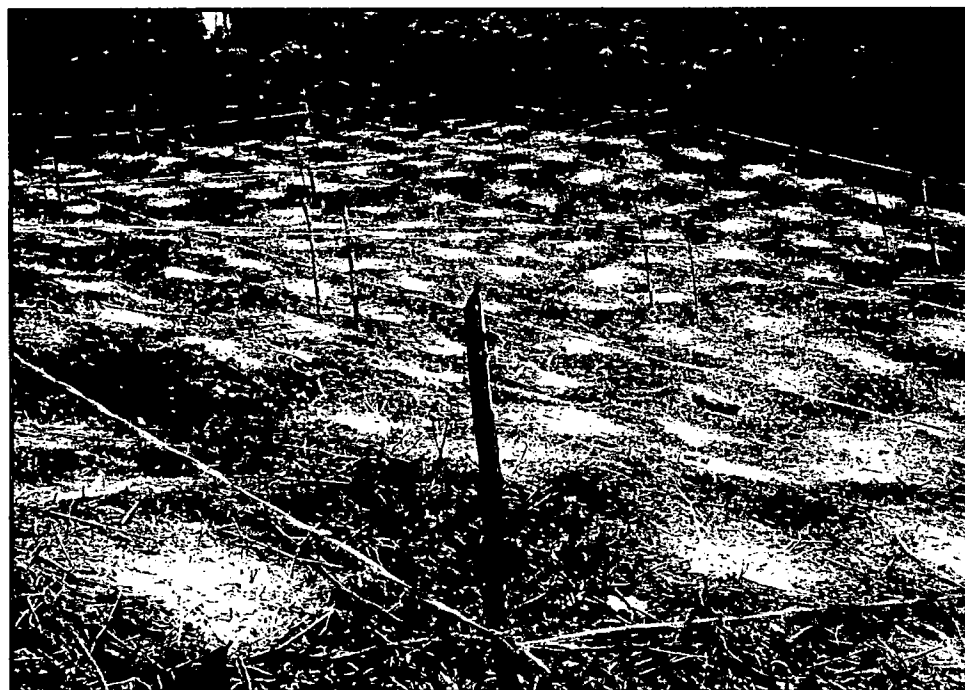


Figura 14. Encalando el terreno 14/01/08



Figura 15. Abonamiento del terreno 26/01/08



Figura 16. Instalación del cultivo 19/02/08



Figura 17. Finalizando la instalación del cultivo 19/02/08

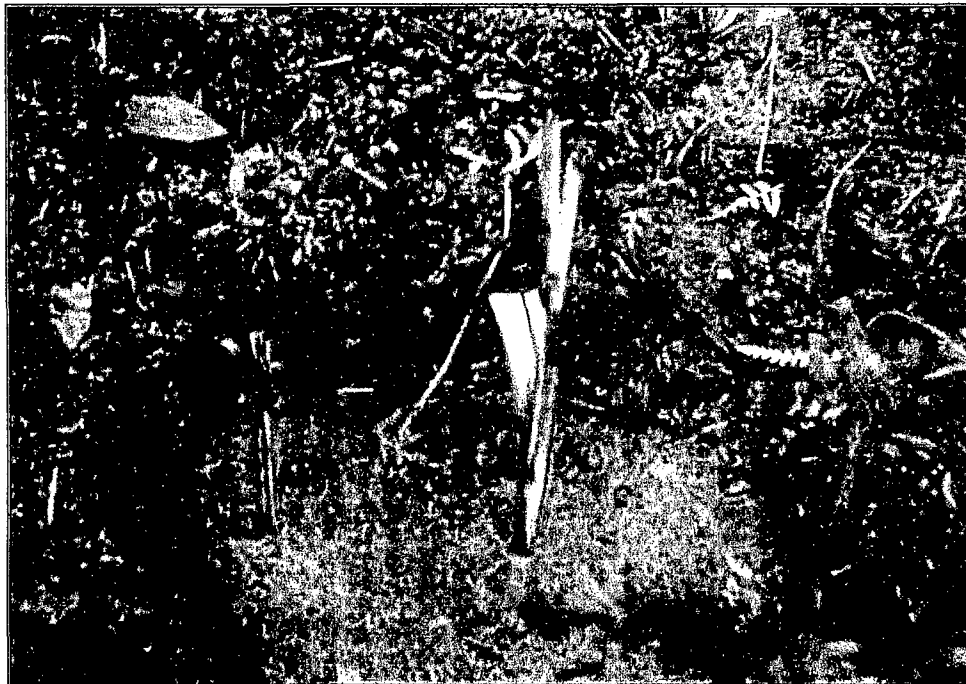


Figura 18. Mantenimiento de parcela I 29/02/08



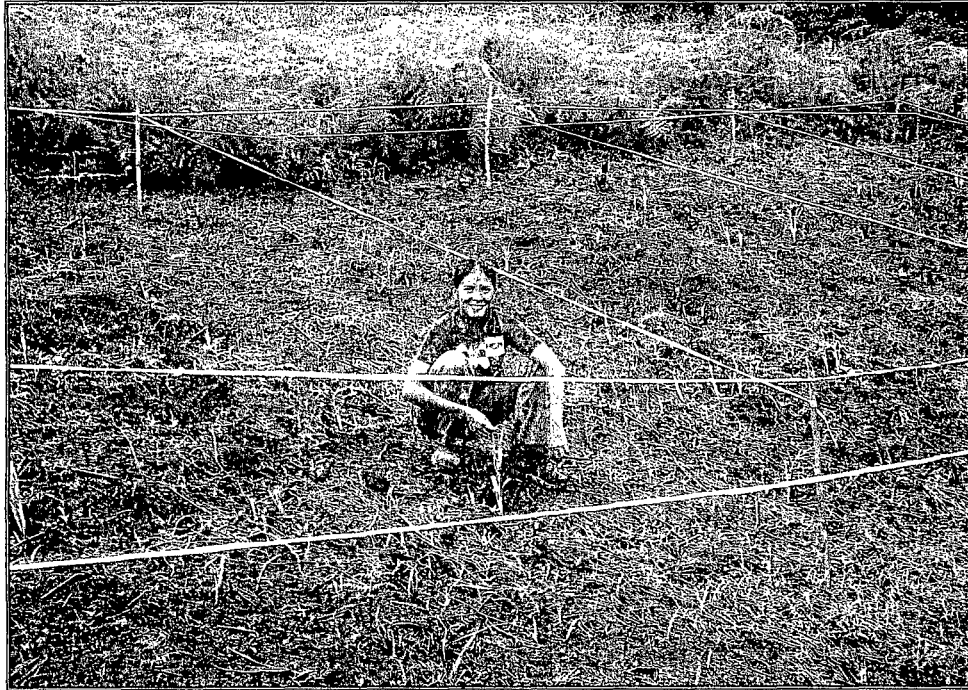


Figura 19. Mantenimiento de parcela II 23/03/08



Figura 20. Evaluación 19/04/08



Figura 21. Evaluación del 19/06/2009



Figura 22. Evaluación del 19/06/08



Figura 23. Evaluación del 19/06/08



Figura 24. Evaluación del 19/06/08



Figura 25. Evaluación del 19/07/08



Figura 26. Evaluación del 19/08/08



Figura 27. Visita del presidente de jurado de tesis, Ing. Jaime Torres



Figura 28. Visita del presidente de jurado de tesis, Ing. Jaime Torres y Sr. Walter Cárdenas



Figura 29. Evaluación del 11/11/08



Figura 30. Recolección de biomasa para ser procesado y determinar peso fresco y seco

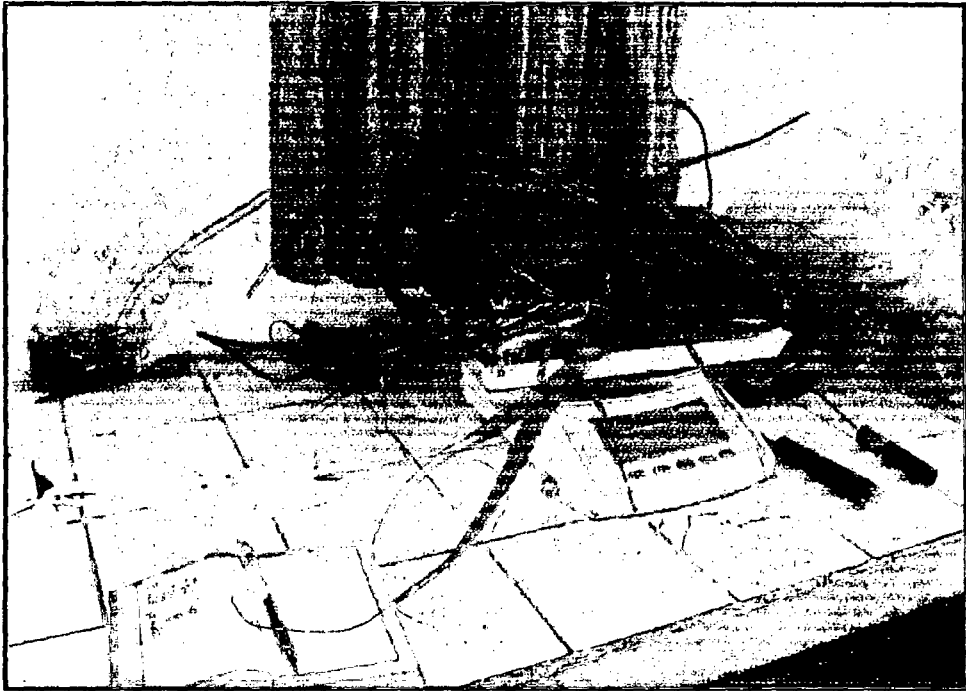


Figura 31. Biomasa llevada al laboratorio de la UNAS