



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TESIS DE GRADO**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO

**TEMA**

“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA FIJACIÓN DE NITRÓGENO A TRAVÉS DE LA SIEMBRA DE MUCUNA (*Stizolobium aterrimum*), KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides*) Y MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoii*) EN LA ZONA DE QUEVEDO”.

**AUTOR**

MARLON ROLANDO PARRALES QUINTANA

**DIRECTOR**

ING. PEDRO ROSERO TUFÍÑO

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

**2015**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TEMA:**

“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA FIJACIÓN DE NITRÓGENO A TRAVÉS DE LA SIEMBRA DE MUCUNA (*Stizolobium aterrimum*), KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides*) Y MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoil*) EN LA ZONA DE QUEVEDO”.

**Tesis de Grado**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Revisión de la Tesis de Grado:**

.....  
**Ing. Agr. Ramiro Gaibor Fernández**

**PRESIDENTE**

.....  
.....  
**Ing. Agr. Cesar Bermeo Toledo**  
**Ramos**

**DOCENTE**

**Ing. Agr. Luis Llerena**

**DOCENTE**

## CERTIFICADO

En calidad de director de la tesis titulada **“ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA FIJACIÓN DE NITRÓGENO A TRAVÉS DE LA SIEMBRA DE MUCUNA (*Stizolobium aterrimum*), KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides*) Y MANÍ FORRAJERO (*Arachis pintoii*) EN LA ZONA DE QUEVEDO”**, certifico que el egresado **MARLON ROLANDO PARRALES QUINTANA** de la carrera de Ingeniería agronómica condujeron el trabajo de campo acorde con las técnicas y exigencias para este tipo de investigación, sujetándose al diseño experimental para realizar las evaluaciones e interpretaciones.

Una vez revisado y corregido el mencionado documento certifico que este cumple con los requisitos reglamentarios.

Atentamente:

.....

**Ing. Pedro Rosero Tufiño**

## **RESPONSABILIDAD**

LOS RESULTADOS, ANÁLISIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SON DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL AUTOR.

MARLON ROLANDO PARRALES QUINTANA

## **AGRADECIMIENTOS**

Dejo constancia de mi agradecimiento a:

- Dios por su divina presencia en cada momento de mi vida.
- Ing. Adm, Empr. Agrop. Paula Plaza Zambrano
- Ing. Agr. Cesar Bermeo
- Ing.
- Agradecimiento especial

Y a cada una de las personas que de alguna manera contribuyeron para que la investigación realizada culmine con éxito, permitiéndome lograr un objetivo más en mi formación como persona y profesional.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a los dos seres más especiales de mi vida a mis padres Mayra y Arlondo quienes con sus consejos, amor, comprensión y amistad me formaron como un hombre capaz y valiente.

A mis hermanos con quienes he vivido muchas experiencias que han consolidado nuestros lazos de hermandad.

A mis amigos y amigas con los que forme una hermosa y sólida amistad.

A mi esposa y a mi hijo que esta por llegar que siempre han estado a mi lado apoyándome y dándome fuerzas para alcanzar mi objetivo.

A los docentes quienes con sus enseñanzas y amistad contribuyeron a formarme como profesional.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la finca “LA MARIA” en el Proyecto de Abonos Orgánicos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7 vía Quevedo- El Empalme, durante los meses de agosto del 2013 hasta marzo del 2015.

La investigación tuvo como objetivo general “Evaluar la fijación de nitrógeno de las leguminosas en estudio para determinar la mayor cantidad de aportación”, y como específicos: Analizar la calidad del suelo en los tratamientos con la realización de un análisis químico y biológico. Analizar la fijación de nitrógeno para mejorar suelos erosionados. Determinar la fijación de nitrógeno de las leguminosas en investigación. Establecer la transformación de las leguminosas en materia orgánica en la descomposición.

Se empleó el diseño experimental “Bloques Completos al Azar” (BCA) con Arreglo Factorial a efecto de 9 tratamientos con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia, y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los factores y tratamientos se aplicó las pruebas DMS y Tuckey al 95% de probabilidad.

Las leguminosas empleadas fueron: Mucuna (*Stizilobium aterrimum*), Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y Maní Forrajero (*Arachis pinthoil*), las cuales fueron sembradas a tres distancias cada una siendo la primero de 0.20 x 0.40, la segunda de 0.40 x 0.50 y la tercera 0.60 x 0.60. tomando la primer muestra de suelo en el mes de Agosto del 2014 y la ultima en el mes de marzo del 2014.

La relación nitrógeno potencial antes y después de la siembra de las leguminosas mostro el aumento esperado durante el proceso de la investigación. En general el nitrógeno potencial se eleva a través del tiempo siendo mejor el tratamiento 2 = mucuna con un valor de 6,37ppm seguido del T3 con 6,02 y el T9 con 5,40, siendo el más bajo el tratamiento 8 compuesto de maní forrajero con un valor de 3,53 partes por millón.

El análisis químico reporto las mayores de cantidades de nitrógeno, fosforo, azufre, zinc, boro, base de suma se obtuvieron en el tratamiento 5 compuesto por Kudzú sembrado a un distancia de 0,40 X 0,50m con un valor de 18ppm, 29ppm, 38ppm, 5,5ppm; 0,67ppm, 11,76 meg/100ml.

## SUMMARY

This research was conducted at the "LA MARIA" in the Draft Organic Fertilizers, Faculty of Agricultural Sciences, State Technical University of Quevedo (UTEQ), located at km 7 track Quevedo- El Empalme, during the months of August 2013 to March 2015.

The research had as general objective "Assessing nitrogen fixation of legumes in study to determine the highest amount of contribution", and as specific: Analyze soil quality in treatments with performing chemical and biological analysis. Analyze nitrogen fixation to improve eroded soils. Determine nitrogen fixation of legumes in research. Set the transformation of organic matter in legumes decomposition.

Experimental design "Randomized Complete Block" (BCA) was used with factorial arrangement in order to 9 treatments with 3 replicates. The variables evaluated were subjected to analysis of variance, and to determine the statistical difference between the means of the factors and treatments DMS and Tuckey test was applied to 95% probability.

The legumes used were: Mucuna (*Stizilobium aterrimum*) Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) and Peanut Forage (*Arachis pinthoil*), which were planted at three distances each being the first of 0.20 x 0.40, the second of 0.40 x 0.50 and the third 0.60 x 0.60. taking the first soil sample in the month of August 2014 and the last in the month of March 2014.

The potential nitrogen ratio before and after seeding of legumes showed the expected increase during the investigation. In general the potential nitrogen rises over time getting better treatment 2 = mucuna worth 6,37ppm followed

by T3 to T9 with 6.02 and 5.40, with the lowest treatment peanut Compound 8 forage worth 3.53 ppm.

Chemical analysis of the largest reported amounts of nitrogen, phosphorus, sulfur, zinc, boron, total base was obtained by treating compound 5 planted Kudzu a distance of 0.40 x 0.50m with a value of 18ppm, 29ppm , 38ppm, 5,5ppm; 0,67ppm, 11.76 meg / 100ml.

# ÍNDICE

Contenido	Pág.
<b>CAPITULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
A. Justificación.....	4
B. Objetivos.....	4
1. General.....	4
2. Especifico.....	4
C. Hipótesis.....	5
<b>CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>7</b>
2.2 Ciclo del nitrógeno.....	7
2.2.1 Nitrificación.....	8
2.2.2 Desnitrificación.....	8
2.2.3 Fijación del nitrógeno.....	9
2.2.4 Fijación biológica del nitrógeno.....	9

2.3 Leguminosas.....	10
2.3.1 Beneficios de las leguminosas.....	10
2.3.2 Las leguminosas en cultivos de cobertura.....	11
2.4 Ventajas y desventajas del uso de leguminosas.....	12
2.4.1 Ventajas en el uso de leguminosas.....	12
2.4.2 Desventajas en el uso de leguminosas.....	13
2.5 Especies de leguminosas utilizadas en la investigación.....	13
2.5.1 Mucuna ( <i>Stizolobiumaterrima</i> ).....	13
2.5.1.1 Características.....	14
2.5.1.2 Ventajas de la mucuna.....	15
2.6 Kudzu ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ).....	15
2.6.1 Características.....	16
2.6.2 Conservación y mejora el suelo.....	16
2.7 Maní Forrajero ( <i>Arachis pinto</i> ).....	17
2.7.1 Usos del maní forrajero.....	17
2.7.2 Características.....	18
2.7.3 Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas.....	18
2.8 Nodulación.....	19

2.9 Humedad de Suelo.....	19
2.10 pH del suelo.....	19
<b>CAPITULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
A. Localización.....	22
B. Características agroclimáticas de la zona del ensayo.....	22
C. Materiales.....	22
D. Equipos.....	23
E. Tipo de línea de investigación.....	23
F. Tratamientos.....	23
G. Manejo del experimento.....	24
H. Variables a evaluar .....	25
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Resultados.....	28
A. Porcentaje de humedad en el suelo.....	28
B. pH.....	29
C. Cantidad de nódulos en plantas (Rhizobium).....	30
D. Nitrógeno potencial.....	31

E. Calidad del suelo (análisis químico y biológico).....	32
F. Materia orgánica presente en el suelo.....	44
4.2 Discusiones.....	45
<b>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
5.1 Conclusiones.....	49
5.2 Recomendaciones.....	50
<b>CAPITULO VI BIBLIOGRAFIAS.....</b>	<b>51</b>
<b>6.1 Literatura citada.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Tratamientos resultantes de la combinación de tres leguminosas, Y tres distancias de siembra	23
2	Esquema de análisis de varianza	24

3	Resultados e interpretación de la humedad en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	28
4	Resultados e interpretación del pH en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	29
5	Resultados e interpretación de la cantidad de nódulos en la Rhizobium en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	30
6	Resultados e interpretación del nitrógeno potencial en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	31
7	Resultados e interpretación del análisis especial de suelo sobre macro y micronutrientes antes de la siembra en la investigación de análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	37
8	Resultados e interpretación del análisis especial de suelo sobre macro y micronutrientes después de la siembra en la investigación de análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo.	38
9	Resultados e interpretación del análisis especial de suelo antes de la siembra para análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	39
	Resultados e interpretación del análisis especial de suelo después de la siembra para análisis y determinación de la	40

10	fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	
11	Resultados e interpretación del análisis especial biológico de microorganismos antes y después de la siembra en la investigación de análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	43
12	Resultados e interpretación de la materia orgánica en la investigación de análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de Mucuna ( <i>Stizolobium aterrimum</i> ), Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ) y Maní Forrajero ( <i>Arachis pintoil</i> ) en la zona de Quevedo	44

## CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE

### Cuadro

- 1 Análisis Físico Químico de suelo 28/08/2013
- 2 Análisis Físico Químico de suelo 07/01/2014
- 3 Análisis Físico Químico de suelo 31/03/2014

### Figura

- 1 Cultivo Establecido
- 2 Parcela de Mucuna
- 3 Parcela de Mani Forrajero
- 4 Control de Malezas
- 5 Riego de las Parcelas
- 6 Vista General de las Parcelas Experimentales
- 7 Nodulación En Plantas
- 8 Nódulos de Mucuna
- 9 Pesaje de Muestra de Biomasa de Mani forrajero
- 10 Pesaje muestra de biomasa de Kudzú
- 11 Corte de las leguminosas
- 12 Incorporación de las leguminosas al suelo

**CAPITULO I**

**MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se desarrollan grandes esfuerzos por incrementar la producción de alimentos, para una población cada vez más creciente. Sin embargo todo pedazo de tierra tiene una capacidad de producir, es decir puede nutrir a un número limitado de plantas y al exceder este mínimo, a corto y largo plazo se producirá la degradación del recurso suelo y eventualmente su desertificación al existir las causas condicionantes.

El uso indiscriminado de agroquímicos, causa el deterioro de los recursos naturales y en consecuencia la alteración del ecosistema, por lo que es necesario tomar medidas para la conservación de la naturaleza.

Si la conservación de suelos a de repercutir en el bienestar del hombre, toda programación debe estar fundada en una investigación, cuyas conclusiones adecuadamente llevadas a la práctica conducen a detener el avance erosivo y deterioro de los suelos, a la vez elevaran gradualmente el rendimiento de las cosechas, con el aumento de la producción de los suelos.

La degradación del suelo se puede definir como todo proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir. Aunque se puede producir por causas naturales, la degradación del suelo es fundamentalmente la consecuencia directa de su utilización por el hombre, bien como resultado de actuaciones directas, como actividades agrícolas, forestales, ganaderas, agroquímicas y riego, o por acciones indirectas, como son las actividades industriales, eliminación de residuos, transporte, etc.

Estos procesos de degradación se pueden clasificar en función de su naturaleza y del tipo de consecuencias negativas que provocan en las propiedades del suelo: biológicos, como la disminución del contenido en materia orgánica incorporada en el suelo; físicos, como el deterioro de la estructura del suelo por compactación y aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad y de la capacidad de retención de agua o pérdida de suelo por erosión; y químicos, como la pérdida de elementos

nutrientes, acidificación, salinización, sodificación y aumento de la toxicidad. Estos últimos son los que se engloban dentro del término contaminación (FAO, 1983).

La materia orgánica es indispensable para mantener la fertilidad del suelo. De ahí que su incorporación en forma de abono es indispensable en sistemas de producción ecológica.

Esta práctica, en conjunto con otras como: las obras de conservación de suelos, la adecuada rotación y asociación de plantas, la diversificación de cultivos en el tiempo y en el espacio, entre otras, nos aseguran el alcance de un equilibrio en el sistema y, por lo tanto, una producción continua, es decir, la posibilidad de sembrar todo el año y por muchos años (Añasco, 2005).

#### **A. Problematización**

Uno de los principales problemas que afronta la agricultura actual en el Ecuador son los bajos rendimientos de los cultivos comerciales, debido al abuso de los suelos en donde se han utilizado excesivamente maquinarias pesadas para labores tales como arado, fumigaciones, cosechas, etc.

Las malas prácticas de cultivo y el constante uso de fertilizantes químicos, ha provocado que en algunas regiones la producción agrícola disminuya, se bloquee la asimilación de micronutrientes como el hierro, manganeso, zinc y cobre, y se reduzca la población de microorganismos, por la disminución del contenido de carbono orgánico y la fracción húmica del suelo.

La fertilización de los cultivos en la actualidad se basa en el uso de productos que no benefician de ninguna manera los contenidos de materia orgánica ni las propiedades físicas de los suelos, lo que ocasiona la disminución de la retención de humedad, el deterioro de la estructura y la disminución de la permeabilidad entre otros (Vidal, 2007).

## **B. Justificación**

La escasez de tierras de cultivo, el avance de la degradación y el crecimiento acelerado de la población, son los principales factores que han impulsado la rehabilitación de los suelos, además de aumentar la frontera agrícola en las regiones, contribuye a disminuir la presión por suelos de cultivo que ejerce la población de bajos ingresos económicos y que practica una agricultura de subsistencia.

La tendencia actual en la agricultura es encontrar alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuyan el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores de crecimiento producido por la industria química, que posee un elevado riesgo de contaminación ambiental.

La presente investigación pretende mejorar la presencia de macro y micro nutrientes, en los suelos a través de la siembra de leguminosas que fijaran nitrógeno al compost y establecer la fertilización orgánica en los cultivos como una de las alternativas confiables para disminuir la contaminación ambiental, bajar los costos de producción, aumentando así la producción, ya que estos productos además de incrementar el rendimiento de cultivos, disminuyen la contaminación del agua, conservan el suelo, incrementan la microfauna y la recuperación de ambientes degradados (FAO, 1983).

## **C. Objetivos**

### **1. General**

- Evaluar la fijación de nitrógeno de las leguminosas en estudio para determinar la mayor cantidad de aportación.

### **2. Específicos**

- Analizar la calidad del suelo en los tratamientos con la realización de un análisis químico y biológico.
- Analizar la fijación de nitrógeno para mejorar suelos erosionados.

- Determinar la fijación de nitrógeno de las especies leguminosas en investigación.
- Establecer la transformación de las leguminosas en materia orgánica en la descomposición.

#### **D. Hipótesis**

Se espera obtener un suelo de mayor calidad en los tratamientos de algunas leguminosas, debido a la concentración de nitrógeno más alta que aportan.

**CAPITULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.2. Ciclo del nitrógeno

El ciclo del nitrógeno proporciona una buena representación de las posibles vías que podría seguir el nitrógeno después de la degradación del cianuro. El ciclo del nitrógeno incorpora cianuro como HCN. El ácido cianhídrico es degradado a la forma más reducida de nitrógeno, amonio, el cual es entonces susceptible a cambios en el potencial redox de la solución. La oxidación y reducción de las especies de nitrógeno es acompañada típicamente por microorganismos. Las formas comunes del nitrógeno en soluciones acuosas, como las del suelo, son nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y cianuro ( $\text{CN}^-$ ); no obstante, sólo como nitrato penetra a la planta (Meehan, 2000).

Los seres vivos requieren el nitrógeno para la síntesis de moléculas orgánicas esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos y el ADN; por lo tanto, es un elemento indispensable para el desarrollo de los seres vivos (Lenntech, 2008).

Menciona además que el aire de la atmósfera contiene un 78% de nitrógeno y a pesar de su abundancia, pocos son los organismos capaces de absorberlo directamente para utilizarlo en sus procesos vitales. Por ejemplo, las plantas para sintetizar proteínas necesitan el nitrógeno en su forma fijada, es decir incorporado en compuestos orgánicos (Martínez, 2009)

En el curso del último siglo la especie humana se ha convertido en una fuente permanente de aporte de nitrógeno al medio ambiente, mediante la quema de combustibles fósiles, el uso en exceso de fertilizantes nitrogenados y el cultivo de leguminosas. Una parte importante de estas actividades se desarrolla en el marco de un modelo de agricultura intensiva, ideado con el fin de resolver la creciente demanda de alimentos en un escenario de crecimiento progresivo de la población mundial y limitación de la superficie cultivable. En este proceso de intensificación de las prácticas agrarias basado, fundamentalmente, en el riego

y en el manejo de una fuente de nutrientes adicionales que los suelos no poseen el sector de los fertilizantes nitrogenados desempeña un papel absolutamente imprescindible (Martínez, 2009)

### **2.2.1. Nitrificación**

El amonio presente en el suelo puede sufrir dos procesos de oxidación sucesivos producidos por ciertos grupos de bacterias que actúan en condiciones aerobias: bacterias del género *Nitrosomonas*, que oxidan a nitrito, y bacterias del género *Nitrobacter*, que oxidan a nitrato, en el proceso denominado nitrificación. Este proceso requiere la presencia de oxígeno y ocurre rápidamente a temperaturas entre 15 y 30 °C y pH entre 6,5 y 7,5. Otros factores que regulan la nitrificación son la concentración de amonio, la concentración de dióxido de carbono, la relación C/N y el potencial redox del suelo (Martínez, 2009)

### **2.2.2. Desnitrificación**

Es el proceso que tiene lugar por la acción de bacterias reductoras (anaerobias facultativas) como las *Pseudomonas*, que actúan bajo condiciones anaeróbicas (suelos encharcados) y transforman el nitrógeno mineral del suelo en N<sub>2</sub> y, en menor medida, en óxidos nitrosos. Para que se produzca la desnitrificación se requieren concentraciones de carbono soluble mayores de 2 mg L<sup>-1</sup> y concentraciones de oxígeno disuelto menores de 2 mg L<sup>-1</sup>.

Este proceso se ve favorecido a temperaturas de 25 °C o superiores, pH entre 6 y 8, bajo drenaje del suelo y existencia de altas concentraciones de compuestos orgánicos que actúen como donadores de electrones o, en su defecto, otras fuentes de electrones como la pirita, la glaucomita, el Fe<sup>2+</sup>, el Mn<sup>2+</sup>, o el S<sup>2-</sup> (Martínez, 2009).

### **2.2.3. Fijación del nitrógeno**

Tres procesos desempeñan un papel importante en la fijación del nitrógeno en la biosfera. Uno de estos es el relámpago. La energía contenida en un relámpago rompe las moléculas de nitrógeno y permite que se combine con el oxígeno del aire. Por otra parte, mediante los procesos industriales se fija el nitrógeno, en este proceso el hidrógeno y el nitrógeno reaccionan para formar amoníaco,  $\text{NH}_3$ . Dicho proceso es utilizado por ejemplo para la fabricación de fertilizantes. De igual manera, las bacterias nitrificantes son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico que utilizan las plantas para llevar a cabo sus funciones (Lenntech, 2008).

#### **2.2.4. Fijación biológica del nitrógeno**

A pesar que el nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ) se encuentra en la atmosfera en una concentración de casi el 80 %, ni plantas ni animales tienen una forma fácil para obtener el nitrógeno suficiente para su crecimiento. Esta situación se hace aún más crítica ya que el  $\text{N}_2$  es una molécula muy estable químicamente y de esta forma no está disponible para la mayoría de los organismos vivos. Este debe ser fijado antes que pueda ser asimilado. Las formas más comunes de encontrar el nitrógeno es el proceso mediante el cual se lleva a cabo la reducción de nitrógeno molecular a amonio (Newton, 2002).

El nitrógeno atmosférico es fijado por acción de algunos microorganismos, hasta llegar al estado de nitratos. Los microorganismos que intervienen en estos fenómenos se dividen en dos grupos: los de vida libre y los simbióticos.

La fijación del nitrógeno mediante la acción independiente de microorganismos se llama no simbiótica, para distinguirla del tipo simbiótico de fijación del nitrógeno producida por la acción asociación de bacterias radicales y leguminosas. Los productos finales son proteínas, en la fijación simbiótica del nitrógeno la mayor parte se encuentra en las leguminosas; en tanto que en la fijación no simbiótica las proteínas formadas, permanecen en las células de las bacterias asimbióticas (Bernal, Conservación de Forrajes, 2002).

### **2.3. Leguminosas**

El nombre de la familia de las leguminosas, Leguminosae, se deriva de la palabra "legumbre" que es el nombre del tipo de fruto (vaina) característico de las plantas de esta familia. Una legumbre es un fruto monocarpelar, que contiene una sola hilera de semillas y que hace su dehiscencia a lo largo de dos suturas o costillas.

A medida que crece la planta leguminosa, las bacterias simbióticas que forman las nudosidades de las raíces, pueden utilizar el nitrógeno del aire y multiplicarse dentro de las nudosidades. La planta dispone a su vez del nitrógeno, que ayuda a su nutrición y crecimiento. Las leguminosas son dicotiledóneas. Pueden ser anuales, bianuales o perennes (Hernández, 2005).

### **2.3.1. Beneficios de las leguminosas**

La habilidad de las leguminosas para fijar N<sub>2</sub> atmosférico, y adicionar N externo al ecosistema suelo-cultivo, es un beneficio distintivo de esta familia de plantas.

Cuando los fertilizantes nitrogenados son caros y no aprovechables, los sistemas de producción de cultivos dependen del nitrógeno fijado por las leguminosas para mantener el ciclo del nitrógeno a un nivel productivo sostenible. Tales limitaciones de la aprovechabilidad y el costo de los fertilizantes nitrogenados no son comunes en muchos países desarrollados.

La cantidad de nitrógeno fijado biológicamente por las leguminosas cada año varía enormemente de cero a varios cientos de kg./ha. Muchas leguminosas de grano son eficientes en la fijación del nitrógeno. Pero, las variables que afectan la cantidad de nitrógeno fijado no solamente incluyen la especie de leguminosa y el cultivar, sino también otros factores como: tipo de suelo y textura, pH, nivel en el suelo de N-nitrato, temperatura y regímenes de humedad, aprovechabilidad de otros nutrientes y manejo del cultivo (especialmente el cosechado).

El valor económico del nitrógeno fijado por las leguminosas varía ampliamente. Se debe considerar el costo de producción de las leguminosas, la cantidad de N fijado y devuelto al suelo, y la aprovechabilidad de este N por cultivos futuros.

Existen otros beneficios de usar leguminosas en un sistema de cultivo que podrían permitir la comparación con cualquier fertilizante nitrogenado, pero, desafortunadamente a menudo se omiten por lo difícil de su cuantificación.

Generalmente, los rendimientos mínimos de un cultivo de grano creciendo en rotación son de 10-20% más altos que aquellos para cultivos continuos de gramíneas a pesar de la cantidad de fertilizante aplicado al cultivo de granos. Esta respuesta se refiere, a menudo, como el efecto de la rotación. Porque el nitrógeno adicional no se puede eliminar totalmente de la diferencia en rendimiento (Hernández, 2005).

### **2.3.2. Las leguminosas en cultivos de cobertura**

Las funciones de los cultivos de cobertura en sistemas perennes cambian durante el ciclo de desarrollo en los cultivos. Durante la fase inicial de establecimiento, los cultivos de cobertura pueden reducir la lixiviación de nutrientes en el suelo, absorbiendo los nutrientes disponibles, los mismos que no son aun accesibles al sistema radicular parcialmente desarrollado de los perennes.

Los cultivos de cobertura más comúnmente usados en plantaciones tropicales y subtropicales son *Pueraria phaseoloides* (Kudzú tropical, el cual se establece lentamente alcanzando una cobertura total del suelo después de 10 meses y deberán mantenerse los troncos de los árboles libres de esta leguminosa), *Desmodium ovalifolium* (el cual es tolerante a la sombra), *Arachis sp.*, *Calapogonium sp.*, *Mucuna pruriens*, *M. bracteata*, *Canavalia ensiformis.*, *Dolichos lablab*, *Vigna radiata*, *Vigna unguiculata* el maní forrajero (*Arachis pintoï*) kudzú (*Pueraria phaseoloides* etc., Los cultivos de cobertura también son usados en plantaciones madereras (Cortés, 2003).

## 2.4 Ventajas y desventajas del uso de leguminosas.

### 2.4.1 Ventajas en el uso de leguminosas

Los cultivos de cobertura están creciendo rápidamente en América Latina, debido a los factores siguientes:

- a) **Costo bajo de establecimiento.** Una vez que las semillas están disponibles, pueden distribuirse entre los agricultores, abaratando el costo de la semilla.
- b) **Simplicidad.** No hay necesidad de conocimientos o herramientas sofisticados.
- c) **Bajo riesgo.** El tamaño de la semillas es de mediano a grande, como el caso de Canavalia, Mucuna, Cacahuate forrajero, Soya forrajera (*Neonotonia wightii*), Kudzù, lo que facilita la siembra y reduce los riesgos de establecimiento.
- d) **Competitividad.** Pese a que las especies varían en su vigor, una característica que permite su selección de acuerdo al nivel de competitividad requerida, algunas especies como Kudzù y Mucuna son excepcionalmente buenas para competir con malezas agresivas, tales como los zacates Johnson (*Shorgum halepense*) y Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*).
- e) **Variabilidad.** Existe una gran gama de alternativas para escoger la leguminosa adecuada con base a los objetivos de su utilización. Por ejemplo: coberturas anuales y perennes, hábito rastrero, como el cacahuate forrajero), tolerancia al calor como Canavalia, resistencia a plagas como Mucuna y facilidad para la descomposición de la materia verde para convertirse en materia seca u orgánica (Hernández, 2005).

## 2.4.2 Desventajas en el uso de leguminosas

- a) **Competencia en épocas del año.** Se necesita un manejo cuidadoso para prevenir la competencia entre el cultivo de cobertura y el cultivo de los cítricos por ejemplo, en la época de sequía al competir por humedad del suelo, en la fase de floración y amarre de frutos, competencia por nutrimentos, al momento de la cosecha, dificulten las operaciones al momento de la recolección de fruta.
- b) **Hospederos de animales.** Los agricultores reclaman que en el cultivo de los cítricos se puede atraer animales plaga como ratas de campo y serpientes venenosas.
- c) **Riesgo de incendios.** Algunas leguminosas aportan grandes cantidades de materia seca, lo cual en la época de sequía puede contribuir a que se presenten riesgo para incendios.
- d) **Costos por establecimiento de algunas leguminosas.** Las leguminosas de cobertura de ciclo anual, tienen que sembrarse cada año, lo cual incrementa los costos de producción en el cultivo de los cítricos. (Hernández, 2005).

## 2.5 Especies de leguminosas utilizadas en la investigación

### 2.5.2 *Mucuna (Stizolobium aterrimum)*

Las especies de esta familia de plantas tienen la capacidad de asimilar nitrógeno del aire y almacenarlo en las raíces, tallos y hojas. El nitrógeno se encuentra concentrado sobre todo en los "nódulos" de las raíces, pequeñas "papitas", que se pueden observar cuando se arranca una planta con sus raíces cuidadosamente de la tierra. La *Mucuna* mejora el suelo y lo pone más productivo por abonarlo con nitrógeno y por estimular la vida del suelo. Bajo sus hojas hay sombra y humedad. Eso les gusta por ejemplo a las lombrices y otros animales útiles para el suelo (Blanchart, 2006).

La Mucuna es un cultivo de cobertura o estiércol verde, los cuales aportan materia orgánica y nitrógeno (N) al suelo. Se informan rendimientos de biomasa fresca de 5.5 a 21 t/ha y de N de hasta 331 kg/ha. En experimentos conducidos en varias localidades en Puerto Rico, se han informado rendimientos de biomasa seca de 0.5 a 3 t/ha y de 35 a 129 kg/ha de N. La Mucuna produce compuestos nematicidas y puede reducir las poblaciones de nematodos en rotaciones con otros cultivos. También tiene efectos alelopáticos que suprime el crecimiento de malezas (Acosta, 2009).

Como la mayoría de las leguminosas, Mucuna tiene la capacidad de fijar el Nitrógeno atmosférico mediante una relación simbiótica con microorganismos del suelo. El Nitrógeno es convertido por los rizobios de las raíces de la planta en una forma asimilable, que se almacena en las hojas, tallos y semillas; convirtiendo a la planta en una fuente eficiente de Nitrógeno (Buckles, 1998).

### 2.5.1.1 Características

<b>Nombre Científico:</b>	<i>Stizolobium aterrimum</i>
<b>Clasificación:</b>	Leguminosas
<b>Hábito Crecimiento:</b>	Trepador rastrero
<b>Tipo de Suelo:</b>	Baja a mediana fertilidad, bien drenado
<b>Altitud:</b>	Hasta 1600msnm
<b>Precipitación Pluvial:</b>	Mínima 800mm anuales
<b>Tolerancia a Sequia:</b>	Alta
<b>Tolerancia a Humedad:</b>	Mediana
<b>Tolerancia a Sombra:</b>	Alta
<b>Uso:</b>	Abono verde, cobertura
<b>Ciclo hasta el florecimiento:</b>	150 a 180 días
<b>Fijación de Nitrógeno:</b>	170 a 210kg/ha
<b>% Proteína en M.V:</b>	18 a 20%
<b>Siembra:</b>	20 a 25kg/mz en siembras puras

### **2.5.1.2 Ventajas de la mucuna**

Esta planta tiene raíces profundas lo que le permite extraer y fijar nitrógeno de las profundidades, en niveles de unas 80 a 120 libras por manzana de Nitrógeno en forma disponible, el cual se va liberando lentamente durante la descomposición de las hojas, ramas y tallos. Además de esto, la mucuna produce hasta 9 libras por metro cuadrado, esto es unos 630 quintales por manzana de materia verde en cinco meses, lo cual contribuye no solo al aporte de Nitrógeno sino al mejoramiento de la condición física del suelos. También tiene un papel muy importante en el control de malezas, pues al cubrir el suelo impiden que los rayos del sol lleguen a las semillas impidiendo su germinación.

También se ha demostrado que la mucuna reduce la actividad de los nematodos al incorporarse como materia verde al suelo. Se asocia bien con el maíz y sorgo con podas. El ganado consume bien sus hojas o las semillas, pero cocidas o descascaradas, no sobrepasando un 25% de la dieta. Controla la erosión, reduce el tiempo de descanso a un año. Se necesitan 4 días para “chapiar” cortar una manzana, mientras que con rastrojo de tres años se necesitan 12 días (Blanchart, 2006).

### **2.6 Kudzú (*Pueraria phaseoloides*)**

Es una leguminosa tropical herbácea permanente, vigorosa, voluble y trepadora de raíces profundas. Echa raíces en los nudos formando ramas laterales o secundarias que se entretrejen en una masa de vegetación de 75 cm. de alto 9 meses después de la siembra, sofocando y eliminando a las malezas. Originaria del Asia Sudoriental, Malasia e Indonesia, se encuentra muy difundida en los trópicos húmedos del mundo. En la sequía se desprenden las hojas pero sobrevive rebrotando en las próximas lluvias. Se propaga naturalmente por rizomas colonizando extensas zonas aptas con suficientes precipitaciones. Tiene alta capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo e

incorporarlo, sea como abono verde o por la caída de sus hojas. Se estima un aporte de 600 Kg. de Nitrógeno por hectárea al año (Gómez, 2003).

### 2.6.2 Características:

<b>Nombre Científico:</b>	<i>Pueraria phaseoloides</i>
<b>Clasificación:</b>	Leguminosas
<b>Tipo de Suelo:</b>	Media a alta fertilidad
<b>Precipitación Pluvial:</b>	Superior 900 - 2,000mm anuales
<b>Resistencia a Humedad:</b>	Media
<b>Hábito Crecimiento:</b>	Trepadora estolonífera
<b>% Proteína en M.V.:</b>	23%
<b>Asociación:</b>	Gramíneas
<b>Palatabilidad:</b>	Buena
<b>Ciclo hasta florecimiento:</b>	90 días, es perenne.
<b>Fijación de Nitrógeno:</b>	100 a 120 Kg./ha
<b>Uso:</b>	Cultivo de cobertura, pastoreo y banco de proteína.
<b>Se consideran estos datos en pastizales manejados técnicamente</b>	(Fertilización, Preparación del suelo, Rotación de Potreros, Compactación, etc.)

### **2.6.3 Conservación y mejora el suelo**

Kudzú se ha utilizado como una forma de control de la erosión y también para mejorar el suelo, como una leguminosa, que aumenta el nitrógeno en el suelo a través de una relación simbiótica con las bacterias fijadoras de nitrógeno. Sus raíces pivotantes profundas también transfieren valiosos minerales del subsuelo a la superficie del suelo, mejorando así la capa superior del suelo. En la sección deforestada de la cuenca del Amazonas en el centro de Brasil, se ha utilizado para mejorar el suelo de poros espacio en latosoles arcilla, liberando de este modo aún más agua para las plantas que en el suelo antes de la deforestación (Bernal, 2002).

### **2.7 Maní Forrajero (*Arachis pintoï*)**

El maní forrajero es una leguminosa perenne, herbácea de crecimiento rastrero y estolonífero, puede alcanzar 40 cm de altura. Su raíz es pivotante y su tallo circular, las hojas son alternas y compuestas, de cuatro folíolos y estípulas pubescentes. Su inflorescencia es en forma de espiga axilar de color amarillo.

El fruto es una vaina indehiscente. Puede soportar hasta 3 unidades animales por hectárea en asociación con gramíneas (CIAT, 2010)

El maní forrajero perenne (*Arachis Pintoï*) se ha convertido en una opción forrajera para mejorar los sistemas ganaderos y promover sistemas menos vulnerables y dependientes de ingredientes importados. Debido a su alta capacidad de fijación de nitrógeno, rápida degradación de su hojarasca, estímulo sobre la diversidad biológica del suelo y mejoría en el contenido de materia orgánica del suelo, su presencia permite la recuperación de suelos degradados (Rojas, 2001).

### **2.7.1 Usos del maní forrajero**

Por la capacidad de producir estolones y generar nuevas plantas en sus nudos, es ideal como cobertura en cultivos tales como, Palma Africana, Marañón, Cítricos, Cacao y café.

Su crecimiento bajo y denso ofrece más ventajas en su manejo que otras leguminosas tradicionales usadas para este fin como el Kudzú tropical.

El uso del maní forrajero como cobertura vegetal tiene beneficios económicos, ya que permite ahorro de insumos en el control de malezas y fertilización nitrogenada (Pardo, 1999)m

### **2.7.2 Características:**

- Leguminosa perenne, rastrera y estolonífera.
- Excelente en asociación con pastos.
- Resistente al pisoteo y tolera sombra.
- Buena digestibilidad y palatabilidad.
- Fija hasta 180 kg de nitrógeno por año.
- Proteína 18 % y 16 ton / ha / año /ms
- Adaptación 0 – 1800 msnm
- Preparación 1,500 – 3000 mm.
- Adaptación, suelos pobres o fértiles.
- Usos: pastoreo, banco de proteína, cobertura y ornamental.
- Densidad de siembra 6 – 8 kg por ha.

### **2.7.3 Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas**

La simbiosis Rhizobium – leguminosa es la más importante desde un punto de vista agronómico, se establece entre bacterias englobados bajo el término

rizobios y las raíces de las leguminosas y como resultado de la simbiosis se forman los nódulos, en cuyo interior las bacterias se diferencian en bacteroides, donde tiene lugar la fijación en simbiosis de nitrógeno atmosférico.

Entre los fijadores en simbiosis, además de los rizobios, se incluye al actinomiceto *Frankia* que establece una relación simbiótica con plantas actinorrhizas, que suelen ser arbustos o árboles que habitan en suelos pobres en nitrógeno o en climas adversos y desarrollan nódulos fijadores de nitrógeno en sus raíces al ser infectados por *Frankia* (Loreto, 2007).

## **2.8 Nodulación**

El establecimiento de la simbiosis fijadora de nitrógeno es el resultado de tres eventos: a) la infección intracelular de las células hospedadoras por el microsimbionte; b) el desarrollo y organogénesis del módulo; y c) el proceso de fijación de nitrógeno. El primer y segundo evento ocurren simultáneamente, mientras que la fijación ocurre después de que la organogénesis está completada y solo si la infección bacteriana es la adecuada (Samac, 2007).

## **2.9 Humedad de Suelo**

La actuación de las nitrógeno bacterias está altamente controlada por el contenido de agua del suelo. En general, la nitrificación tiende a disminuir tanto en condiciones de excesiva humedad, como en aquellas de escasez. En realidad, existe para cada suelo un óptimo de humedad, por encima y por debajo del cual hay más lentitud en la producción de nitratos. Este óptimo varía con la textura del suelo y aumenta con el contenido en coloides. Ordinariamente, para suelos cultivados varía entre el 12 y 18 % de agua. Por esta razón, la nitrificación puede reducirse notablemente en verano por insuficiente humedad, así como en invierno y en zonas de alta pluviometría (Navarro, 2003).

## 2.10 pH del suelo

La acidez o alcalinidad de un medio influye sobre el crecimiento microbiano. Algunos microorganismos se desarrollan mejor a pH alto 9-14 alcalinófilos, mientras que otros a pH bajo 5-2 acidófilos, estos rangos pueden variar debido a la adaptabilidad de muchas cepas. Aquellos microorganismos que crecen a rangos de pH de 6-8 se llaman neutrófilos; hay que tener en cuenta que el pH intracelular debe permanecer próximo a la neutralidad, aunque el pH externo sea altamente ácido o básico. En muchos casos el microorganismo como consecuencia de su metabolismo crea un gradiente extracelular de iones  $\text{OH}^-$  o  $\text{H}^+$  (Rico, 2004).

Cada organismo tiene un rango de pH dentro del cual es posible el crecimiento y normalmente posee un pH óptimo muy bien definido. La mayoría de los ambientes naturales tienen valores de pH de 5,9 y los organismos con pH óptimo equivalente a son los habituales. Solo unas pocas especies pueden crecer a pH inferior a 2 o mayor a 10 (Mandigan, 2000).

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. Localización**

La presente investigación se realizó en la finca “LA MARIA” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7 vía Quevedo- El Empalme, en el Proyecto de Abonos Orgánicos de la Facultad de Ciencias Agrarias en los meses de agosto del 2013 a marzo del 2014.

#### **B. Características agroclimáticas de la zona del ensayo<sup>1</sup>**

Zona climática	:	Tropical húmedo
Temperatura promedio	:	25,0 °C
Humedad Relativa	:	84 %
Heliofania	:	894 horas/luz/año
Precipitación anual	:	2286.6 mm
Topografía del terreno	:	Plano
Textura del suelo	:	Textura franco-arcilloso
Ph	:	5,7

#### **C. Materiales**

---

<sup>1</sup> Datos tomados de la Estación Meteorológica del INAMHI, localizada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias “INIAP” ubicada en el km 5 vía Quevedo – El Empalme

Se utilizaron 3 leguminosas fijadoras de nitrógeno y 3 distancias de siembras.

#### **D. Equipos**

##### **Materiales de oficina**

- Computadora
- Calculadora
- Hojas
- Lapiceros

##### **Materiales para toma de datos**

- Balanza
- Cámara fotográfica
- Registros
- Peachimetro
- Cinta métrica

#### **E. Tipo de línea de investigación**

Cabe indicar que el tema de investigación corresponde a la línea agrícola (2) y a la ciencia técnica (13).

#### **F. Tratamientos**

**Cuadro 1:** Leguminosas y distancias a estudiar

<b>Tratamientos</b>	<b>Leguminosas</b>	<b>D. de Siembra (m)</b>
T1	Mucuna	0.20 × 0.40
T2	Mucuna	0.40 × 0.50

T3	Mucuna	0.60 × 0.60
T4	Kudzu	0.20 × 0.40
T5	Kudzu	0.40 × 0.50
T6	Kudzu	0.60 × 0.60
T7	Maní forrajero	0.20 × 0.40
T8	Maní forrajero	0.40 × 0.50
T9	Maní forrajero	0.60 × 0.60

### 1. Diseño del Experimento

Se empleó el diseño experimental bloques completos al azar con arreglo factorial 9 tratamientos, en 3 repeticiones.

Las variables en estudio fueron sometidas al análisis de varianza, para determinar la significación estadística y a las pruebas de DMS y Tuckey al 95% de probabilidad para establecer las diferencias estadísticas de los tratamientos.

### Cuadro 2. Análisis de varianza

ADEVA	
F. Variación	G.L
Repeticiones (r-1)	2
Leguminosas (tr-1)	2
D. siembra	2
leguminosas x D. Siembra	4
Error Exp. (bd-1) (r-1)	16
Total (bdr-1)	26

### G. Manejo del experimento

## 1. Siembra de las Leguminosas

La siembra de las leguminosas seleccionadas para la investigación (Mucuna, Kudzú y Maní Forrajero), en cada una de las unidades experimentales de acuerdo a los tratamientos expuestos.

## 2. Control de Malezas

Las deshierbas se realizaron de forma manual.

## H. Variables a evaluar

Se procedió a registrar las variables desde el momento del establecimiento de la investigación.

### 1. Porcentaje de humedad

La humedad se la controló tomando muestras de los tratamientos en estudios y se los llevó al laboratorio de biotecnología de Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) donde se utilizará una estufa y posteriormente se realizaron los cálculos correspondiente con la fórmula.

$$\% H = \frac{(PSH - PSS) \times 100\%}{100gr}$$

Dónde:

**%H** = porcentaje de humedad

**PSH** = peso de substrato húmedo

**PSS** = peso de substrato seco

### 2. pH

El pH se controló con un peachimetro cónico, introduciéndolo durante 5 minutos, se lo lavó y colocó en cada uno de los tratamientos.

### 3. Cantidad de nódulos en plantas (Rhizobium)

Se procedió a medir la producción de nódulos por planta (número, peso y color). Para el efecto se tomaron los nódulos de cuatro plantas por parcela. Se utilizó la escala de Bradley, R. (1982), para definir el color interno de los nódulos, según se detalla:

Rojo o rosado	4
Verde	3
Otros especificar	2
Variables	1
Nulo (no hay nódulos)	0

### 4. Nitrógeno potencial

Se procedió a cortar una muestra en cada parcela en la etapa de prefloración, de la cantidad cosechada se tomó una muestra la cual se secó en una estufa a 65° centígrados durante 8 horas. Las muestras secas se molieron, se tamizaron y se determinaron por medio de método Kjeldahl el % de nitrógeno en base a peso seco. Para determinar el nitrógeno por hectárea se aplicó la siguiente relación:

$$N/ha = \text{biomasa kg/ha} \times \% \text{ MS} \times \% \text{ N}$$

**Dónde:**

N/ha = Nitrógeno por Hectárea

Biomasa Kg/ha = Kilogramos de biomasa por hectárea

% MS = Porcentaje de Materia Seca

% N = Porcentaje de Nitrógeno

### 5. Calidad del suelo (análisis químico y biológico)

La calidad del suelo se comprobó por su composición química y biológica. En el caso de la composición química se determinaron por los análisis de los macro y micronutrientes y la biológica por la carga de macro y microorganismos.

## **6. Materia orgánica**

Se tomaron las muestras de suelo y se enviaron al laboratorio, para determinar los niveles de materia orgánica.

# **CAPITULO IV**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### A. Porcentaje de humedad en el suelo

En el cuadro N°3 de acuerdo a la prueba DMS, el tratamiento 1 registro mejor humedad después de la siembra con un valor de 55% durante la investigación, pero el mayor aumento de humedad lo presento el tratamiento 7 compuesto por maní forrajero sembrado a una distancia de 0,20 X 0,40m, presentando un aumento de 23 - 46% esto quiere decir que la humedad incremento en un 23% después de la siembra, siendo el tratamiento 8 compuesto de maní forrajero sembrado a 0,40 X 0,50m el de menor acumulación de humedad. Teniendo un coeficiente de variación de 19,83% antes de la siembra y 19,91% después de la siembra. La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los tratamientos.

**CUADRO N° 3.** Resultados e interpretación de la humedad en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*Stizolobium aterrimum*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*Arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

RESULTADOS DE LA HUMEDAD (%)			
TRATAMIENTO	DISTANCIA DE SIEMBRA	ANTES DE LA SIEMBRA	DESPUÉS DE LA SIEMBRA
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	38 a	55 a

T2 Mucuna	0,40 X 0,50	35 a	50 a
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	35 a	50 a
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	33 a	48 a
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	36 a	51 a
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	33 a	47 a
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	23 a	46 a
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	35 a	43 a
T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	32 a	50 a
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>		<b>19,83 %</b>	<b>19,91 %</b>

## B. pH

En el cuadro N° 4, se presentan los resultados del análisis del pH presente en el suelo antes y después de la siembra de las leguminosas, donde se puede observar que en todos los tratamientos existe un cambio significativo después de la siembra siendo el tratamiento N° 1 el mejor que asciende de 5,8 a 6,3 volviendo el pH de Media Acido a Ligeramente Alcalino.

Los tratamientos 2, 3, 4 y 5 presentaron después de la siembra un pH de 6,2 mejorándolo en 0,5 convirtiéndolo en Ligeramente Alcalino con relación a los resultados obtenidos antes de la siembra de 5.7; siendo el de menor transformación el tratamiento 7 que contiene maní forrajero manteniéndolo Medio Acido con un valor de 5.9.

**CUADRO N° 4.** Resultados e interpretación del pH en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*Stizolobium aterrimum*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*Arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

<b>INTERPRETACIÓN DEL pH</b>			
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DISTANCIA DE SIEMBRA</b>	<b>ANTES DE LA SIEMBRA</b>	<b>DESPUÉS DE LA SIEMBRA</b>

T1 Mucuna	0,20 X 0,40	5,8 MeAc	6,3 Lac
T2 Mucuna	0,40 X 0,50	5,8 MeAc	6,2 Lac
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	5,7 MeAc	6,2 Lac
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	5,8 MeAc	6,2 Lac
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	5,8 MeAc	6,2 Lac
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	5,8 MeAc	6,1 Lac
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	5,7 MeAc	5,9 MeAc
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	5,8 MeAc	6,0 MeAc
T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	5,8 MeAc	6,1 Lac

MeAc= Medio Acido      Lac = Ligeramente Alc

### C. Cantidad de nódulos en plantas (Rhizobium)

La comparación de las medias correspondiente a la cantidad de nódulos en plantas presentó alta significancia estadística y un coeficiente de variación 44,93% para el número de nódulos, 42,18% para el peso y 11,36% para el color. El tratamiento T6 compuesto por Kudzú sembrado a 0,60 X 0,60m, presento 17,7 nódulos en planta seguido del tratamiento 4 y 1 con 17,4, 17,08 respectivamente. El mejor peso lo presento el T1 = mucuna sembrado a 0,20 X 0,40m, registrando 0,77g, mientras que el color lo mostro el T5 = kudzú sembrado a 0,40 X 0,50m, con 3,73 denominado Rojo o rosado de acuerdo a la escala de Bradley.

**CUADRO Nº 5.** Resultados e interpretación de la cantidad de nódulos en la Rhizobium en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*Stizolobium aterrimum*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*Arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

TRATAMIENTO	DISTANCIA DE SIEMBRA	NODULOS (Nº planta)	PESO (gr)	COLOR (escala)
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	17,08 ab	0,77 a	3,65 a

T2 Mucuna	0,40 X 0,50	15,5 b	0,67 a	3,61 ab
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	15,9 b	0,70 a	3,63 ab
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	17,4 ab	0,40 b	3,59 ab
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	18,9. A	0,48 b	3,73 a
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	17,7.ab	0,47 b	3,68 a
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	16,08 ab	0,24 c	2,99 c
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	15,08 b	0,26 c	3,13 bc
T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	15,5 b	0,38 bc	3,23 bc
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>		<b>44,93 %</b>	<b>42,18 %</b>	<b>11,36 %</b>

#### D. Nitrógeno potencial

Las relaciones nitrógeno potencial antes y después de la siembra de las leguminosas mostraron el aumento esperado durante el proceso de la investigación. En general el nitrógeno potencial se eleva a través del tiempo demostrando significancia estadística, presentando un coeficiente de variación de 46,73 % y siendo mejor el tratamiento 2 = mucuna con un valor de 6,37ppm seguido del T3 con 6,02 y el T9 con 5,40, siendo el más bajo el tratamiento 8 compuesto de maní forrajero con un valor de 3,53 partes por millón.

**CUADRO N° 6.** Resultados e interpretación del nitrógeno potencial en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*stizolobium aterrimum*), kudzú (*pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>DISTANCIA DE SIEMBRA</b>	<b>NITROGENO POTENCIAL (PPM)</b>
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	4,58 a
T2 Mucuna	0,40 X 0,50	6,37 a

T3 Mucuna	0,60 X 0,60	6,02 a
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	5,00 a
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	4,05 a
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	5,11 a
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	5,01 a
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	3,53 a
T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	5,40 a
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>		<b>46,73 %</b>

## **E. Calidad del suelo (análisis químico y biológico)**

Los resultados de la calidad del suelo se presentan en el cuadro 5,6,7,8 y 9 donde se realizó un análisis antes y otros después de la siembra de las leguminosas en estudio para poder así determinar el efecto (aumento o disminución) de los componentes presente en el suelo.

### **1. Nitrógeno**

El tratamiento que presento la mejor transformación fue el N° 5 compuesto por Kudzú sembrado a un distancia de 0,40 X 0,50m, cambiándolo de bajo con 18ppm a alto con un valor de 68ppm. Seguido del tratamiento 8 = maní forrajero sembrado a 0,40 X 0,50m, presentando antes de la siembra un valor bajo de 18ppm elevando después de la siembra a alto en una cantidad de 58ppm. El tratamiento que menor cambio presento durante la investigación fue el N° 2 compuesto por mucuna sembrado a un distancia de 0,40 X 0,50m, mejorándolo de 18ppm a 20 partes por millón.

### **2. Fósforo**

El aumento más representativo lo presento el tratamiento N° 4 compuesto por Kudzú sembrado a una distancia de 0,20 X 0,40m, aumentándolo en 29ppm seguido del T5 Kudzú sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m, elevando a 26ppm el tratamiento que presento el aumento en menor cantidad fue el N° 6 compuesto por Kudzú con la distancia de siembra de 0,60 X 0,60m, en 8 partes por millón.

### **3. Potasio**

Los resultados muestran como el mejor tratamiento al N° 2 compuesto por mucuna sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m, de medio con 0,35 elevándolo a alto con 0,73 mili equivalentes por 100 mililitros. Seguido del T1= mucuna sembrado a 0,20 X 0,40m, cambiándolo de medio con 0,39 a alto con 0,62. Mientras que los tratamientos 6, 7, 8, y 9 no sufrieron cambios algunos manteniéndose igual antes y después de la siembra.

### **4. Calcio.**

Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos no causaron efecto antes y después de la siembra ya que se mantuvieron con las mismas cantidades e igual nivel (alto).

### **5. Magnesio**

Los resultados obtenidos muestran como mejor tratamiento al N° 1 mucuna sembrado a 0,20 X 0,4m, incrementando 0,9 partes por millón, ya que de 1,1 lo transformo a 2,0 mili equivalentes por 100 mililitros, seguidos del tratamiento 7, 8 y 9 acrecentándolos 0,2 mientras que los tratamiento 2 y 6 no sufrieron modificación alguna.

### **6. Azufre**

Todos los tratamientos presentaron un cambio de bajo a alto, pero él que incremento en mayor proporción fue el N° 5 con un valor de 38ppm ya que antes de la siembra dio 4ppm y después de la siembra arrojó 42ppm; seguido del tratamiento 4 (36ppm) y 6 (32ppm) mientras que los tratamientos 1, 2, 8, 9 se elevaron 17 partes por millón más.

## **7. Zinc**

Los resultados obtenidos durante la investigación antes y después de la siembra de las leguminosas en estudio se mantuvieron en un nivel medio pero si hubo un ligero incremento después de la realización de la siembra siendo el tratamiento N° 5 Kudzú sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m, el que presento el cambio más alto de 4,2ppm a 5,5ppm aumentándolo en 1,3ppm más seguido del tratamiento N° 6 Kudzú sembrado a una distancia de 0,60 X 0,60m, con 3,9ppm a 4,7ppm; los tratamientos 1, 8, y 9 se ampliaron 0,2 partes por millón, mientras que el tratamiento N° 7 compuesto de maní forrajero perdió 0,1 parte por millón.

## **8. Cobre**

Los tratamientos que mejor repuesta presentaron en igual proporción fueron T7 y T8 con un ascenso de 1,7ppm; seguido del tratamiento 5 aumentando de 8,3ppm a 9,3ppm; el que menor aumento tuvo fue el tratamiento N° 2= mucuna sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m con un ampliación de 0,1ppm.

## **9. Hierro**

Los valores más altos se registraron en el T1 y T2 mucuna sembrados a 0,20 X 0,40m y 0,40 X 0,50m, respectivamente ampliándolo con 61ppm, seguidos de los tratamientos 4, 6, 8, y 9 elevándolos a 55ppm más, y el que menos aumento presento fue el tratamiento N° 3 compuesto por mucuna sembrado a 0,60 X 0,60m, con un valor de 48 partes por millón.

## **10. Manganeso**

El tratamiento que mejor repuesta presento fue el N° 8 compuesto por maní forrajero sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m, elevándolo de 4,9 a 6,6; seguido de los tratamientos 2 y 9 incrementándoles a 1ppm y el que menor aumento registro fue el tratamiento 4 con un valor de 0,2 partes por millón.

## **11. Boro**

El mejor resultado lo obtuvo el tratamiento N° 5= Kudzú sembrado a 0,40 X 0,50 aumentando de 0,33 a 0,67 (0,34ppm), seguido del T4 cambiándolo de 0,24 a 0,55ppm, los tratamientos 6 y 8 no registraron cambio ninguno.

## **12. Relación Ca/Mg**

La relación Ca/Mg presento antes de la siembra el tratamiento 1 como optimo 4.5. Mientras que todos los tratamiento antes y después de la siembra presentaron valores altos, siendo el que presento el cambio de relación fue el tratamiento 1, aumentándolo de 4,4 a 8,1 (3,7) seguido de los tratamientos 7, 8, 9, con un valor de 1,7, mientras que los tratamiento 2 y 6 no sufrieron alteración alguno.

## **13. Relación Mg/K**

Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 antes de la siembra se encontraban dentro del rango optimo (2,5 – 15) mientras el resto de los tratamientos presentaron valores bajo dentro del rango (>2,5), después de la siembra todos los tratamientos se volvieron bajos con valores >2,5.

## **14. Relación Ca+Mg/K**

El análisis de suelo dio como resultado antes y después de la siembra un rango óptimo (10-40) en todos los tratamientos. Siendo el tratamiento 2 el más alto con 28,75 antes de la siembra y el tratamiento 9 después de la siembra con un valor de 25,38 en relación Ca+Mg/K. También se puede observar que el tratamiento 8 antes de la siembra alcanzó menor relación con un valor de 14,64 y después de la siembra se obtuvo en el tratamiento 2 con un valor de 13,70 relación Ca+Mg/K.

### **15. Suma de base**

La suma de base antes y después de la siembra de las leguminosas presentó saturación mediana en todos los tratamientos ya que se encuentra dentro del rango 10-30.

El tratamiento 6 presentó mayor base con un valor de 11,47 meg/100ml antes de la siembra, siendo el de menor base el tratamiento 2 con un valor de 10,35 meg/100ml.

Después de la siembra el tratamiento 5 registro mayor base de 11,76 meg/100ml y el de menor fue el tratamiento 9 con 10,29 meg/100ml, valor que se encuentran dentro del rango mediana.

### **16. Textura**

La clase textural que se presenta en el análisis de suelo se encuentra dentro de los terrenos MEDIOS como son franco-limosos y francos presentando propiedades más adecuadas para el desarrollo de los cultivos.

El tratamiento 1 se mantuvo antes y después de la siembra con su misma clase textural franco-limoso; los tratamientos 2, 3, 4, 5, 6 y 9 de igual manera se mantuvieron con su clase textural de franco; mientras que el tratamiento 5, 7 y 8 pasaron de franco a franco –limoso.



**CUADRO N° 7.** Resultados e interpretación del análisis especial de suelo sobre macro y micronutrientes antes de la siembra en la investigación de análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*Stizolobium aterrimum*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*Arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

<b>ANÁLISIS ESPECIAL DE SUELO ANTES DE LA SIEMBRA DE LAS LEGUMINOSAS</b>												
<b>Tratamientos</b>	<b>Distancias</b>	<b>NH4</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>B</b>
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	18 B	32 A	0,39 M	9 A	1,1 M	5 B	4,1 M	8,9 A	114 A	6,0 M	0,27 B
T2 Mucuna	0,40 X 0,50	18 B	35 A	0,35 M	9 A	1,0 M	4 B	3,9 M	9,2 A	115 A	5,3 M	0,32 B
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	19 B	33 A	0,39 M	9 A	0,9 B	4 B	4,1 M	8,6 A	115 A	5,9M	0,30 B
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	20 B	34 A	0,43 A	9 A	1,0 B	8 B	4,4 M	8,8 A	118 A	6,7 M	0,24 B
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	18 B	39 A	0,53 A	9 A	1,1 M	4 B	4,2 M	8,3 A	119 A	6,5 M	0,33 B
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	19 B	39 A	0,45 A	10 A	1,0 M	5 B	3,9 M	8,1 A	111 A	5,2 M	0,36 B
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	17 B	33 A	0,43 A	9 A	0,9 B	5 B	4,1 M	7,5 A	113 A	5,8 M	0,32 B
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	18 B	31 A	0,46 A	9 A	0,9 B	4 B	3,9 M	8,7 A	107 A	4,9 B	0,31 B
T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	13 B	30 A	0,39 M	9 A	0,9 B	10 B	4,0 M	8,8 A	109 A	5,1 M	0,30 B

**A: Alto B: Bajo M: Medio**

**CUADRO Nº 8.** Resultados e interpretación del análisis especial de suelo sobre macro y micronutrientes después de la siembra en la investigación de análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*Stizolobium aterrimum*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*Arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

ANÁLISIS ESPECIAL DE SUELO DESPUES DE LA SIEMBRA DE LAS LEGUMINOSAS												
Tratamientos	Distancias	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	34 M	48 A	0,62 A	9 A	2,0 M	22 A	4,3 M	9,4 A	175 A	6,4 M	0,40 B
T2 Mucuna	0,40 X 0,50	20 M	47 A	0,73 A	9 A	1,0 M	21 A	4,2 M	9,3 A	176 A	6,3 M	0,52 M
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	30 M	48 A	0,61 A	9 A	1,0 M	22 A	4,5 M	9,3 A	163 A	5,8 M	0,31 B
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	43 A	63 A	0,63 A	9 A	1,1 M	44 A	4,5 M	9,1 A	173 A	6,9 M	0,55 M
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	68 A	65 A	0,66 A	10 A	1,2 M	42 A	5,5 M	9,3 A	168 A	6,5 M	0,67 M
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	55 A	47 A	0,45 A	10 A	1,0 M	37 A	4,7 M	8,4 A	166 A	6,4 M	0,36 B
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	52 A	46 A	0,43 A	9 A	1,1 M	21 A	4,0 M	9,2 A	163 A	6,7 M	0,33 B
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	58 A	54 A	0,46 A	9 A	1,1 M	21 A	4,1 M	10,4 A	162 A	6,6 M	0,31 B
T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	49 A	48 A	0,39 M	9 A	1,1 M	27 A	4,2 M	9,3 A	164 A	6,1 M	0,35 B

A: Alto B: Bajo M: Medio

**CUADRO Nº 9.** Resultados e interpretación del análisis especial de suelo antes de la siembra para análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*Stizolobium aterrimum*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*Arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

<b>ANÁLISIS ESPECIAL DE SUELO ANTES DE LA SIEMBRA DE LAS LEGUMINOSAS</b>									
<b>Tratamientos</b>	<b>Distancias</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg</b>	$\Sigma$ <b>Bases</b>	<b>Textura (%)</b>			<b>Clase</b>
		<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>K</b>		<b>Arena</b>	<b>Limo</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Textural</b>
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	4,5	5,13	28,21	11,39	36	50	14	Fra-Lim
T2 Mucuna	0,40 X 0,50	9,0	2,86	28,57	10,35	36	48	16	Franco
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	9,0	2,56	25,64	10,39	34	48	18	Franco
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	8,1	2,56	23,49	10,53	36	48	16	Franco
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	7,5	2,26	19,25	10,73	34	50	16	Fra-Lim
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	10,0	2,13	23,40	11,47	36	48	16	Franco
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	8,1	1,86	17,12	10,69	36	50	14	Fra-Lim
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	8,1	1,59	14,64	10,79	36	50	14	Fra-Lim

T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	8,1	1,62	14,85	10,78	34	40	18	Franco
-------------------	-------------	-----	------	-------	-------	----	----	----	--------

**CUADRO Nº 10.** Resultados e interpretación del análisis especial de suelo después de la siembra para análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*Stizolobium aterrimum*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*Arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

ANÁLISIS ESPECIAL DE SUELO DESPUÉS DE LA SIEMBRA DE LAS LEGUMINOSAS									
Tratamientos	Distancias	Ca	Mg	Ca+Mg	$\Sigma$ Bases	Textura (%)			Clase
		Mg	K	K		Arena	Limo	Arcilla	Textural
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	8,1	1,77	16,29	10,72	39	52	9	Fra-limo
T2 Mucuna	0,40 X 0,50	9,0	1,37	13,70	10,73	37	48	15	Franco
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	10,0	1,48	16,23	10,51	38	48	13	Franco

T4 Kudzú	0,20 X 0,40	9,0	1,59	15,87	10,63	35	48	17	Franco
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	9,0	1,67	16,82	11,76	37	48	15	Franco
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	10,0	2,22	24,44	11,45	37	46	17	Franco
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	10,0	2,09	23,02	10,33	43	42	15	Franco
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	10,0	1,96	21,52	10,36	35	46	19	Franco
T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	10,0	2,31	25,38	10,29	39	46	15	Franco

---

## **Análisis biológico**

En el cuadro 9 se presentan los análisis del laboratorio para obtención de microorganismos utilizando medio de cultivo Potato Dextrosa Agar (PDA); a través de la técnica de dilución seriada en platos Petri la identificación de los hongos filamentosos se realizó a los ocho días, una antes de la siembra y después de la siembra.

### **1. Penicillium**

Antes de la siembra presento 0,10 por UFC\*g de suelo  $-1$  ( $10^4$ ) siendo el T1 = mucuna el que aumento la presencia a 6,10 UFC seguido del T2 con un valor de 5,60 UFC el T3 y T4 con 1,10 UFC y 0,65 UFC, respectivamente los demás tratamiento no presentaron valores.

### **2. Trichoderma**

El análisis exhibió antes de la siembra 1,15 UFC\*g de suelo  $-1$  ( $10^4$ ) elevando la colonia de UFC, el tratamiento 6 compuesto por kudzú sembrado a una distancia de 0,60 X 0,60m a 9,00 UFC seguido del tratamiento 1 y 2 con 3,00 UFC cada uno, mientras que el tratamiento 9 compuesto por maní forrajero sembrado a 0,60 X 0,60m descendió a 0,60 UFC\*g de suelo  $-1$  ( $10^4$ ).

### **3. Fusarium**

Los resultados muestran que antes de la siembra el fusarium presenta 2,0 UFC\*g de suelo  $-1$  ( $10^4$ ). Mientras que después de la siembra T5 = kudzú con la distancia de 0,40 X 0,50m amplía 3,80 UFC seguido del T6 con 2,65 UFC y el tratamiento 9 descendió a 0,65 UFC.

#### **4. Rhyzopus**

El rhyzopus presento una UFC\*g de suelo  $-1 (10^4)$  antes de la siembra de 1,60 y después de la siembra solo en el tratamiento T7 = maní forrajero 0,20 X 0,40m presento 2,00 en los demás tratamiento no se presentaron valores.

#### **5. Bacterias**

El análisis muestra 82,2 UFC\*g de suelo  $-1 (10^4)$  antes de la siembra y poblaciones altas de 140 – 135 – 118 para los tratamiento 7; 5 y 1 después de la siembra y en los tratamiento 2, 3, y 4 la población de bacterias desciende a (47,6), (44,8), (35,5), UFC\*g de suelo  $-1 (10^4)$ .

#### **6. Mucor**

Los resultados muestran que antes de la siembra no presentaron valores pero que después de la siembra el T8 = maní forrajero con las distancias de siembra de 0,40 X 0,50m dio la población más alta con 0,35 UFC\*g de suelo  $-1 (10^4)$ . Seguido de T2 y T3 con 0,30 cada uno, mientras que el valor más bajo lo registro T4 con 0,10, pero los tratamientos 5, 6, 7, y 9 no presentaron UFC\*g de suelo  $-1 (10^4)$ .

#### **7. Aspergillus**

Antes de la siembra no se presentó el Aspergillus pero después de la siembra de las leguminosas se mostró con las poblaciones más altas en el tratamiento 7 y 6 con (5,0) (4,0) y la población más bajo la presento el tratamiento 8 con 0,30 mientras que los tratamiento 4 y 5 no registraron UFC\*g de suelo  $-1 (10^4)$ .

**CUADRO Nº 11.** Resultados e interpretación del análisis especial biológico de microorganismos antes y después de la siembra para análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*Stizolobium aterrimum*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*Arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

<b>Análisis biológico UFC*g de suelo<sup>-1</sup> (10<sup>4</sup>)</b>								
<b>Tratamientos</b>	<b>Distancias</b>	<b>Penicillium</b>	<b>Mucor</b>	<b>Aspergillus</b>	<b>Trichoderma</b>	<b>Fusarium</b>	<b>Rhyzopus</b>	<b>Baterías</b>
<b>Antes de la siembra</b>		0,10	-	-	1,15	2,0	1,60	82,2
<b>Después de la siembra</b>								
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	6,10	0,20	0,40	3,00	-	-	118
T2 Mucuna	0,40 X 0,50	5,60	0,30	1,10	3,00	-	-	35,5
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	1,10	0,30	2,55	-	2,00	-	47,6
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	0,65	0,10	-	2,15	1,00	-	44,8
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	-	-	-	2,45	3,80	-	135
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	-	-	4,0	9,00	2,65	-	85,0
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	-	-	5,0	2,30	-	2,00	140
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	-	0,35	0,30	2,15	-	-	90,0

T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	-	-	2,00	0,60	0,65	-	54,5
-------------------	-------------	---	---	------	------	------	---	------

---

## F. Materia orgánica presente en el suelo

En el cuadro N° 12 se presentan los resultados de Materia Orgánica del suelo donde el análisis realizado a los 204 días después de la siembra presento el mejor porcentaje en el tratamiento 8 compuesto de maní forrajero sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m, con un valor de 6,8% considerándose como alto y mejorándolo en 1,8% ya que antes de la siembra proporcionó 5,0% valor que se considera como medio, seguido del tratamiento 9 que contiene maní forrajero con una distancia de siembra de 0,60 X 0,60m, con un valor de 6,7% también considerado alto y el tratamiento que menor porcentaje de aumento presento fue T3 = mucuna sembrado a una distancia de 0,60 X 0,60m, con un porcentaje de 5,0 a 5,8 pero sin embargo lo transformo de media a alto.

**CUADRO N° 12.** Resultados e interpretación de la materia orgánica en el análisis y determinación de la fijación de nitrógeno a través de la siembra de mucuna (*stizolobium aterrimum*), kudzú (*pueraria phaseoloides*) y maní forrajero (*arachis pintoil*) en la zona de Quevedo.

MATERIA ORGÁNICA (%)			
TRATAMIENTO	DISTANCIA DE SIEMBRA	ANTES DE LA SIEMBRA	DESPUÉS DE LA SIEMBRA
T1 Mucuna	0,20 X 0,40	5,3 A	6,0 A
T2 Mucuna	0,40 X 0,50	5,0 M	6,0 A
T3 Mucuna	0,60 X 0,60	5,0 M	5,8 A
T4 Kudzú	0,20 X 0,40	6,6 A	6,3 A
T5 Kudzú	0,40 X 0,50	6,3 A	6,3 A
T6 Kudzú	0,60 X 0,60	6,2 A	6,0 A
T7 Maní forrajero	0,20 X 0,40	5,2 A	6,3 A
T8 Maní forrajero	0,40 X 0,50	5,0 M	6,8 A
T9 Maní forrajero	0,60 X 0,60	5,3 A	6,7 A

A: Alto B: Bajo M: Medio

## 4.2. Discusiones

El porcentaje de humedad en el suelo, donde se hizo las comparaciones entre antes y después de la siembra de las leguminosas mostraron al tratamiento 1 compuesto por mucuna con mejor humedad después de la siembra con un valor de 55%, pero el mayor aumento de humedad lo presento el tratamiento 7 compuesto por maní forrajero sembrado a una distancia de 0,20 X 0,40m, presentando un aumento de 23 a 46% esto quiere decir que la humedad incremento en un 23% después de la siembra concordando con lo expuesto por **Acosta, 2009** la mucuna mejora el suelo y lo pone más productivo por abonarlo con nitrógeno y por estimular la vida del suelo. Bajo sus hojas hay sombra y humedad.

El pH presente en el suelo antes y después de la siembra de las leguminosas, donde se puede observar que en todos los tratamientos existe un cambio significativo después de la siembra siendo el tratamiento N° 1 el mejor que asciende de 5,8 a 6,3 volviendo el pH de Media Acido a Ligeramente Alcalino como propone (**Hsu y Buckley, 2009**) estas cantidades dependen de las sales que este en el suelo y que es capaz de retener debido a su textura y la alta cantidad de materia orgánica.

La mayor cantidad de nódulos en plantas se presentó en el tratamiento 6 compuesto por Kudzú sembrado a 0,60 X 0,60m, con un valor de 17,7 nódulos en planta seguido del tratamiento 4 y 1 con 17,4, 17,08 respectivamente. El mejor peso lo presento el T1 = mucuna sembrado a 0,20 X 0,40m, registrando 0,77g, mientras que el color lo mostro el T5 = kudzú sembrado a 0,40 X 0,50m, con 3,73 denominado rojo o rosado de acuerdo a la escala de Bradley.

La relación nitrógeno potencial antes y después de la siembra de las leguminosas mostro el aumento esperado durante el proceso de la investigación. En general el nitrógeno potencial se eleva a través del tiempo siendo mejor el tratamiento 2 = mucuna con un valor de 6,37ppm

seguido del T3 con 6,02 y el T9 con 5,40, siendo el más bajo el tratamiento 8 compuesto de maní forrajero con un valor de 3,53 partes por millón.

El análisis químico reportó las mayores de cantidades de nitrógeno, fósforo, azufre, zinc, boro, base de suma se obtuvieron en el tratamiento 5 compuesto por kudzú sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m con un valor de 18ppm, 29ppm, 38ppm, 5,5ppm; 0,67ppm, 11,76 meg/100ml. La cantidad más elevada de potasio se la obtuvo con el tratamiento 2 compuesto por mucuna sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m con un valor de medio a alto como es de 0,73 miliequivalentes por 100 mililitros. En el magnesio y la relación Ca/Mg el mejor fue el tratamiento al N° 1 mucuna sembrado a 0,20 X 0,4m, incrementando 0,9 partes por millón, ya que de 1,1 lo transformo a 2,0 miliequivalentes por 100 mililitros y teniendo una relación óptimo de 4.5. En el cobre las mayores cantidades se la obtuvieron en el tratamiento 7 y 8 con un ascenso de 1.7 ppm. El Hierro el valor más alto se registraron en el T1 y T2 mucuna sembrados a 0,20 X 0,40m y 0,40 X 0,50m, respectivamente ampliándolo con 61ppm.

El Manganeseo el mejor se presentó en el tratamiento 8 compuesto por maní forrajero sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m, elevándolo de 4,9 a 6,6ppm. En la relación Mg/K los mejores tratamientos fueron 1, 2, 3 y 4 antes de la siembra se encontraban dentro del rango optimo (2,5 – 15) después de la siembra todos los tratamientos se volvieron bajos con valores >2,5. La relación Ca+Mg/K se la obtuvo con el tratamiento 2 con un valor de 28,75 antes de la siembra y en el tratamiento 9 después de la siembra con un valor de 25,38 dichos valores están dentro de los rango optimo (10-40). La textura que se mantuvieron en la transformación fue con la de los tratamientos 2, 3, 4, 5, 6 y 9.

La mayor cantidad de microorganismos se presentaron en los tratamientos 1= mucuna sembrados a 0,20 X 0,40m; tratamiento 6= kudzú sembrado a una distancia de 0,60 X 0,60m; T5 = kudzú con la distancia de 0,40 X 0,50m; T7 = maní forrajero 0,20 X 0,40m y el tratamiento T8 = maní forrajero con las distancias de siembra de 0,40 X 0,50m.

La Materia Orgánica del suelo presento un aumento significativo en cada uno de los tratamiento, como es en el tratamiento 8 compuesto de maní forrajero sembrado a una distancia de 0,40 X 0,50m, aumento un valor de 6,8% considerándoselo como alto y mejorándolo en 1,8% ya que antes de la siembra proporcionó 5,0% valor que se considera como medio.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

Del análisis de los resultados y de la discusión se concluye lo siguiente:

1. En general el nitrógeno potencial se eleva a través del tiempo con la siembra de las leguminosas. El mejor tratamiento fue el 2 = mucuna con un valor de 6,37ppm.
2. Con la siembra de leguminosas la humedad después de la siembra logra valores de 55% teniendo en cuenta la época. el mayor aumento de humedad lo presentó el tratamiento 7 compuesto por maní forrajero sembrado a una distancia de 0,20 X 0,40m presentando un aumento de humedad del 23%.
3. En general la siembra de leguminosas mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
4. Las distancias de siembras no representan cambios significativos sin embargo se recomienda la distancia 0,20 X 0,40m.

## **5.2. Recomendaciones**

- 1.** Realizar investigaciones sobre el control de la erosión para mejorar el suelo con leguminosa, que aumentan el nitrógeno en el suelo a través de una relación simbiótica con las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- 2.** Introducir leguminosas como cobertura de agro-ecosistema donde se realiza solo un ciclo de cultivos al año como una alternativa eficaz para mejorar sustancialmente las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo.
- 3.** Destacar los beneficios que brindan las leguminosas al suelo, asociadas a cultivos, su fácil manejo y disponibilidad para el agricultor.

## **CAPITULO VI**

### **BIBLIOGRAFIAS**

## 6.1 Literatura citada

### Bibliografía

- Acosta, C. (06 de 11 de 2009). Recuperado el 25 de 04 de 2014, de [prorganico.info/mucuna.pdf](http://prorganico.info/mucuna.pdf)
- Añasco, A. e. (2005). *Preparacion y uso de abonos organicos solidos y liquidos*. San Jose - Costa Rica: CEDECO - OIT.
- Bernal. (12 de 04 de 2002). Recuperado el 15 de 06 de 2014, de [http://campodocs.com/articulos-informativos/article\\_75998.html](http://campodocs.com/articulos-informativos/article_75998.html)
- Bernal. (12 de 09 de 2002). Conservación de Forrajes. *Boletín Técnico*. Bogotá.
- Blanchart. (14 de 06 de 2006). Recuperado el 05 de 09 de 2014, de <http://teca.fao.org/es/read/3645>
- Buckles. (15 de 12 de 1998). Recuperado el 12 de 06 de 2014, de [www.bdigital.unal.edu.co/712/1/7075003.2009.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/712/1/7075003.2009.pdf)
- CIAT. (06 de 11 de 2010). Recuperado el 14 de 08 de 2014, de [pastos-forrajes.wikispaces.com/file/view/maniii2.docx](http://pastos-forrajes.wikispaces.com/file/view/maniii2.docx)
- Cortés. (12 de 08 de 2003). Recuperado el 14 de 03 de 2014, de <https://es.scribd.com/doc/93373517/Universidad-Nacional-Agraria-Cultivos-de-Cobertura-Para-Sistemas-de-Cultivos-Perennes-Guia-Tecnica>
- FAO, P. (1983). *Suelos*. Recuperado el 21 de 02 de 2014, de [www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt6\\_tecnicas\\_recuperacion\\_suelos\\_contaminados.pdf](http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt6_tecnicas_recuperacion_suelos_contaminados.pdf)
- Gómez, M. (05 de 12 de 2003). Recuperado el 03 de 07 de 2014, de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/foros/kudzu-tropical-pueraria-phaceoloides-t27071/141-p0.htm>
- Hernández. (24 de 09 de 2005). Recuperado el 02 de 08 de 2014, de [www.concitver.com/.../control%20de%20malezas%20y%20coberturas](http://www.concitver.com/.../control%20de%20malezas%20y%20coberturas).

- Lenntech. (02 de 10 de 2008). Recuperado el 04 de 03 de 2014, de <http://www.lenntech.es/ciclo-nitrogeno.htm>
- Loreto, N. (25 de 11 de 2007). Recuperado el 12 de 09 de 2014, de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/2927/1/2008-TesisLoretoNaya.pdf>
- Mandigan. (15 de 08 de 2000). Recuperado el 17 de 10 de 2014, de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis145.pdf>
- Martínez, B. (27 de 05 de 2009). Recuperado el 03 de 03 de 2014, de [http://www.ica.csic.es/modpub/docs/tesis/pdf\\_0\\_64.pdf](http://www.ica.csic.es/modpub/docs/tesis/pdf_0_64.pdf)
- Meehan. (15 de 03 de 2000). *Ciclo del nitrógeno y cianuro* . Recuperado el 25 de 02 de 2014, de <https://es.scribd.com/doc/32347777/32/Ciclo-del-nitrogeno-y-cianuro>
- Navarro, G. (19 de 05 de 2003). Recuperado el 17 de 09 de 2014, de <https://books.google.com.ec/books?isbn=848476656X>
- Newton. (2002). *Nitrogen Fixation- A General Overvien in Nitrogen Fixation at the Millennium G. Jeffery Leigh*. Elsevier Publication .
- Pardo, O. (14 de 12 de 1999). Recuperado el 14 de 10 de 2014, de [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061024152146\\_Alternativas%20forrajeras%20para%20ganado.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024152146_Alternativas%20forrajeras%20para%20ganado.pdf)
- Pomares, g. (22 de 05 de 2003). Recuperado el 10 de 03 de 2014, de [http://cedeco.or.cr/files/Abonos\\_organicos.pdf](http://cedeco.or.cr/files/Abonos_organicos.pdf)
- Rico. (11 de 08 de 2004). Recuperado el 15 de 11 de 2014, de <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis145.pdf>
- Rojas, A. (10 de 05 de 2001). Recuperado el 03 de 10 de 2014, de [www.avpa.ula.ve/eventos/xi\\_seminario/Conferencias/Articulo-9.pdf](http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-9.pdf)
- Romero, M. (05 de 10 de 2010). Recuperado el 05 de 12 de 2014, de [dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/.../13T0695%20ROMERO%20MARIA](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/.../13T0695%20ROMERO%20MARIA).

Samac. (2007). *Recent advances in legume microbe interactions. recognition, defense response, and symbiosis from a genomic perspective. Plant Physiology* .

Vidal. (05 de 11 de 2007). Recuperado el 12 de 10 de 2014, de <file:///C:/Users/Acer/Downloads/Abonos%20Verdes.pdf>

# **ANEXOS**

Cuadro 1. Análisis Físico Químico de suelo 28/08/2013



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**

Nombre : Parrales Marlon Sr.  
 Dirección :  
 Ciudad : Quevedo  
 Teléfono :  
 Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**

Nombre : La María  
 Provincia : Los Ríos  
 Cantón : Quevedo  
 Parroquia :  
 Ubicación : Sitio La María UTEQ

**PARA USO DEL LABORATORIO**

Cultivo Actual :  
 N° Reporte : 003764  
 Fecha de Muestreo : 28/08/2013  
 Fecha de Ingreso : 28/08/2013  
 Fecha de Salida : 10/09/2013

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		még/100ml				ppm				
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
68297	Muestra 1		5,4 Ac RC	8 B	24 A	0,31 M	8 M	1,0 M	10 M	2,7 M	4,4 A	98 A	2,1 B	0,60 M



**INTERPRETACION**

pH			Elementos: de N a B
MAc - Muy Acido	LAc - Liger. Acido	LA - Lige. Alcalino	B - Bajo
Ac - Acido	PN - Prac. Neutro	MeAl - Media. Alcalino	M - Medio
MeAc - Media. Acido	N - Neutro	Al - Alcalino	A - Alto
		RC - Requiere Cal	

**METODOLOGIA USADA**

pH - Suelo: agua (1:2,5)  
 N,P,B - Colorimetría  
 S - Turbidimetría  
 K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn - Absorción atómica

**EXTRACTANTES**

Olsen Modificado  
 N,P,K,Cu,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn  
 Fosfato de Calcio Monobásico  
 B,S

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.

RESPONSABLE LABORATORIO



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ctp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Parrales Marlon Sr.	Nombre :	La María	Cultivo Actual :	
Dirección :		Provincia :	Los Ríos	N° de Reporte :	003764
Ciudad :	Quevedo	Cantón :	Quevedo	Fecha de Muestreo :	28/08/2013
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	28/08/2013
Fax :		Ubicación :	Sitio La María UTEQ	Fecha de Salida :	10/09/2013

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)/5	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
68297					5,0 M	8,0	3,23	29,03	9,31			42	44	14	Franco



INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Walkley Black
Al+H	= Titulación con NaOH

*[Handwritten Signature]*  
**LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS**

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
 reclamos en los resultados

*[Handwritten Signature]*  
**RESPONSABLE LABORATORIO**



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Aguardo 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.ctp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre	: Parales Marian Sa.
Dirección	:
Ciudad	: Quevedo
Teléfono	:
Fax	:

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre	: La María
Provincia	: Los Ríos
Cantón	: Quevedo
Parroquia	:
Ubicación	: S/Sa La María UTEQ

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual	:
N° Reporte	: 004131
Fecha de Muestreo	: 07/01/2014
Fecha de Ingreso	: 07/01/2014
Fecha de Salida	: 21/01/2014

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			mg/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
69971	Muestra T1		6,3 <b>LAc</b>	34 <b>M</b>	48 <b>A</b>	0,39 <b>M</b>	9 <b>A</b>	2,0 <b>M</b>	5 <b>B</b>	4,1 <b>M</b>	8,9 <b>A</b>	175 <b>A</b>	6,4 <b>M</b>	0,40 <b>B</b>	
69972	Muestra T2		6,2 <b>LAc</b>	18 <b>B</b>	47 <b>A</b>	0,35 <b>M</b>	9 <b>A</b>	1,0 <b>M</b>	4 <b>B</b>	3,9 <b>M</b>	9,2 <b>A</b>	170 <b>A</b>	6,3 <b>M</b>	0,52 <b>M</b>	
69973	Muestra T3		6,2 <b>LAc</b>	30 <b>M</b>	48 <b>A</b>	0,39 <b>M</b>	9 <b>A</b>	1,0 <b>M</b>	4 <b>B</b>	4,1 <b>M</b>	8,6 <b>A</b>	163 <b>A</b>	5,8 <b>M</b>	0,50 <b>B</b>	
69974	Katón T1		6,2 <b>LAc</b>	43 <b>A</b>	63 <b>A</b>	0,43 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,3 <b>M</b>	8 <b>B</b>	4,4 <b>M</b>	8,8 <b>A</b>	173 <b>A</b>	6,9 <b>M</b>	0,55 <b>M</b>	
69975	Katón T3		6,2 <b>LAc</b>	68 <b>A</b>	65 <b>A</b>	0,53 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,2 <b>M</b>	4 <b>B</b>	4,2 <b>M</b>	8,3 <b>A</b>	168 <b>A</b>	6,5 <b>M</b>	0,67 <b>M</b>	
69976	Katón T5		6,1 <b>LAc</b>	53 <b>A</b>	47 <b>A</b>	0,47 <b>A</b>	10 <b>A</b>	1,0 <b>M</b>	5 <b>B</b>	3,9 <b>M</b>	8,4 <b>A</b>	166 <b>A</b>	6,4 <b>M</b>	0,36 <b>B</b>	
69977	Mueñ Fungosa T7		5,9 <b>MxAc</b>	52 <b>A</b>	46 <b>A</b>	0,59 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,1 <b>M</b>	5 <b>B</b>	4,1 <b>M</b>	9,2 <b>A</b>	162 <b>A</b>	6,7 <b>M</b>	0,32 <b>B</b>	
69978	Mueñ Fungosa T8		6,0 <b>MxAc</b>	58 <b>A</b>	54 <b>A</b>	0,69 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,1 <b>M</b>	4 <b>B</b>	3,9 <b>M</b>	10,4 <b>A</b>	162 <b>A</b>	6,6 <b>M</b>	0,31 <b>B</b>	
69979	Mueñ Fungosa T9		6,1 <b>LAc</b>	49 <b>A</b>	48 <b>A</b>	0,68 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,1 <b>M</b>	10 <b>M</b>	4,0 <b>M</b>	8,8 <b>A</b>	164 <b>A</b>	6,1 <b>M</b>	0,30 <b>B</b>	



INTERPRETACION					
pH			Nivelamiento de S a B		
8.5+	- Muy Acido	LAc	- Liger. Acido	LAl	- Liger. Alcalino
Ac	- Acido	PN	- Phac. Neutro	MAl	- Int. Alcalino
MxAc	- Media. Acido	N	- Neutro	Al	- Alcalino

METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH	- NaCl: agua (1:2.5)	Olsen Modificado	
N,P,K	- Colorimetrica	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
S	- Turbidimetrica	Fosforo de Calor Microbiologico	
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	- Absorción atómica	BLS	

*[Firma]*  
 LIDER DPTO. NAC SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
 en tres bolsas, siempre en el que se reportan  
 resultados en los resultados

*[Firma]*  
 RESPONSABLE LABORATORIO



## ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	PARA USO DEL LABORATORIO
Nombre : Parrales Marlon Sr.	Nombre : La María	Cultivo Actual :
Dirección :	Provincia : Los Ríos	N° de Reporte : 004131
Ciudad : Quevedo	Cantón : Quevedo	Fecha de Muestreo : 07/01/2014
Teléfono :	Parroquia :	Fecha de Ingreso : 07/01/2014
Fax :	Ubicación : Sitio La María UTEQ	Fecha de Salida : 21/01/2014

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na									Arena	Limo	Arcilla	
Laborat.				C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl				
69971					5,3 A	4,5	5,13	28,21	11,39			36	50	14	Franco-Limoso
69972					5,0 M	9,0	2,86	28,57	10,35			36	48	16	Franco
69973					5,0 M	9,0	2,56	25,64	10,39			34	48	18	Franco
69974					6,6 A	8,1	2,56	23,49	10,53			36	48	16	Franco
69975					6,3 A	7,5	2,26	19,25	10,73			34	50	16	Franco-Limoso
69976					6,2 A	10,0	2,13	23,40	11,47			36	48	16	Franco
69977					5,2 A	8,1	1,86	17,12	10,69			36	50	14	Franco-Limoso
69978					5,0 M	8,1	1,59	14,64	10,79			36	50	14	Franco-Limoso
69979					5,3 A	8,1	1,62	14,85	10,78			34	48	18	Franco



INTERPRETACION				ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl			
<b>B</b> = Bajo	<b>NS</b> = No Salino	<b>S</b> = Salino	<b>B</b> = Bajo	<b>C.E.</b> = Conductividad Eléctrica	<b>C.E.</b> = Conductímetro	<b>M.O.</b> = Titulación de Welkley Black	<b>Al+H</b> = Titulación con NaOH
<b>M</b> = Medio	<b>LS</b> = Lig. Salino	<b>MS</b> = Muy Salino	<b>M</b> = Medio	<b>M.O.</b> = Materia Orgánica	<b>RAS</b> = Relación de Adsorción de Sodio		
<b>T</b> = Tóxico			<b>A</b> = Alto				

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
reclamaciones en los resultados.

RESPONSABLE LABORATORIO

Cuadro 3. Análisis Físico Químico de suelo 31/03/2014



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Parrales Marlon Sr.	Nombre :	La María	Cultivo Actual :	
Dirección :		Provincia :	Los Ríos	N° Reporte :	004353
Ciudad :	Quevedo	Cantón :	Quevedo	Fecha de Muestreo :	31/03/2014
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	31/03/2014
Fax :		Ubicación :	Sitio La María UTEQ	Fecha de Salida :	14/04/2014

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
70940	Mucuna T1		6,3 <b>LAc</b>	34 <b>M</b>	48 <b>A</b>	0,62 <b>A</b>	9 <b>A</b>	2,0 <b>M</b>	22 <b>A</b>	4,3 <b>M</b>	9,4 <b>A</b>	175 <b>A</b>	6,4 <b>M</b>	0,40 <b>B</b>	
70941	Mucuna T2		6,2 <b>LAc</b>	20 <b>M</b>	47 <b>A</b>	0,73 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,0 <b>M</b>	21 <b>A</b>	4,2 <b>M</b>	9,3 <b>A</b>	176 <b>A</b>	6,3 <b>M</b>	0,52 <b>M</b>	
70942	Mucuna T3		6,2 <b>LAc</b>	30 <b>M</b>	48 <b>A</b>	0,61 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,0 <b>M</b>	22 <b>A</b>	4,5 <b>M</b>	9,3 <b>A</b>	163 <b>A</b>	5,8 <b>M</b>	0,31 <b>B</b>	
70943	Mucuna T4 Kutzú		6,2 <b>LAc</b>	43 <b>A</b>	63 <b>A</b>	0,63 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,1 <b>M</b>	44 <b>A</b>	4,5 <b>M</b>	9,1 <b>A</b>	173 <b>A</b>	6,9 <b>M</b>	0,55 <b>M</b>	
70944	Mucuna T5 Kutzú		6,2 <b>LAc</b>	68 <b>A</b>	65 <b>A</b>	0,66 <b>A</b>	10 <b>A</b>	1,2 <b>M</b>	42 <b>A</b>	5,5 <b>M</b>	9,3 <b>A</b>	168 <b>A</b>	6,5 <b>M</b>	0,67 <b>M</b>	
70945	Mucuna T6 Kutzú		6,1 <b>LAc</b>	55 <b>A</b>	47 <b>A</b>	0,45 <b>A</b>	10 <b>A</b>	1,0 <b>M</b>	37 <b>A</b>	4,7 <b>M</b>	8,4 <b>A</b>	166 <b>A</b>	6,4 <b>M</b>	0,36 <b>B</b>	
70946	Mucuna T7 Maniforrajero		5,9 <b>MeAc</b>	52 <b>A</b>	46 <b>A</b>	0,43 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,1 <b>M</b>	21 <b>A</b>	4,0 <b>M</b>	9,2 <b>A</b>	163 <b>A</b>	6,7 <b>M</b>	0,33 <b>B</b>	
70947	Mucuna T8 Maniforrajero		6,0 <b>MeAc</b>	58 <b>A</b>	54 <b>A</b>	0,46 <b>A</b>	9 <b>A</b>	1,1 <b>M</b>	21 <b>A</b>	4,1 <b>M</b>	10,4 <b>A</b>	162 <b>A</b>	6,6 <b>M</b>	0,31 <b>B</b>	
70948	Mucuna T9 Maniforrajero		6,1 <b>LAc</b>	49 <b>A</b>	48 <b>A</b>	0,39 <b>M</b>	9 <b>A</b>	1,1 <b>M</b>	27 <b>A</b>	4,2 <b>M</b>	9,3 <b>A</b>	164 <b>A</b>	6,1 <b>M</b>	0,35 <b>B</b>	

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
reclamos en los resultados

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				= Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
<b>MAc</b> = Muy Acido	<b>LAc</b> = Liger. Acido	<b>LAl</b> = Lige. Alcalino	<b>RC</b> = Requisitos Cal	<b>pH</b>	= Colorimetría	<b>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>	
<b>Ac</b> = Acido	<b>PN</b> = Prac. Neutro	<b>MeAl</b> = Media. Alcalino		<b>S</b>	= Turbidimetría	Fosfito de Calcio Monobásico	
<b>MeAc</b> = Media. Acido	<b>N</b> = Neutro	<b>Al</b> = Alcalino		<b>K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>	= Absorción atómica	<b>BS</b>	

  
 DIRECTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



  
 RESPONSABLE LABORATORIO



## ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	PARA USO DEL LABORATORIO
Nombre : Parrales Marlon Sr.	Nombre : La María	Cultivo Actual :
Dirección :	Provincia : Los Ríos	N° de Reporte : 004353
Ciudad : Quevedo	Cantón : Quevedo	Fecha de Muestreo : 31/03/2014
Teléfono :	Parroquia :	Fecha de Ingreso : 31/03/2014
Fax :	Ubicación : Sitio La María UTEQ	Fecha de Salida : 14/04/2014

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)/2	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
70940					6,0 ▲	8,1	1,77	16,29	10,72			39	52	9	Franco-Limoso
70941					6,0 ▲	9,0	1,37	13,70	10,73			37	48	15	Franco
70942					5,8 ▲	10,0	1,48	16,23	10,51			39	48	13	Franco
70943					6,3 ▲	9,0	1,59	15,87	10,63			35	48	17	Franco
70944					6,3 ▲	9,0	1,67	16,82	11,76			37	48	15	Franco
70945					6,0 ▲	10,0	2,22	24,44	11,45			37	46	17	Franco
70946					6,3 ▲	10,0	2,09	23,02	10,33			43	42	15	Franco
70947					6,8 ▲	10,0	1,96	21,52	10,36			35	46	19	Franco
70948					6,7 ▲	10,0	2,31	25,38	10,29			39	46	15	Franco

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
reclamos en los resultados

INTERPRETACION				ABREVIATURAS			METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na	C.E.			M.O. y Cl	C.E.	C.E. = Conductímetro		
<b>B</b> = Bajo	<b>NS</b> = No Salino	<b>S</b> = Salino	<b>B</b> = Bajo	<b>M.O.</b>	<b>M.O.</b>	<b>M.O.</b> = Titulación de Wetkey Blacl		
<b>M</b> = Medio	<b>LS</b> = Lig. Salino	<b>MS</b> = Muy Salino	<b>M</b> = Medio	<b>RAS</b>	<b>RAS</b>	<b>Al+H</b> = Titulación con NaOH		
<b>T</b> = Tóxico			<b>A</b> = Alto					

DIRECTOR DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO



**Foto 1. Cultivo Establecido**



**Foto 2. Parcela de Mucuna**



**Foto 3. Parcela de Mani Forrajero**



**Foto 4. Control de Malezas**



**Foto 5. Riego de las Parcelas**



**Foto 6. Vista General de las Parcelas Experimentales**



**Foto 7. Nodulación En Plantas**



**Foto 8. Nódulos de Mucuna**



**Foto 9. Pesaje de Muestra de Biomasa de Mani forrajero.**



**Foto 10. Pesaje de muestra de biomasa de Kudzú**



**Foto 11. Corte de las leguminosas**



**Foto 12. Incorporación de las leguminosas al suelo**

