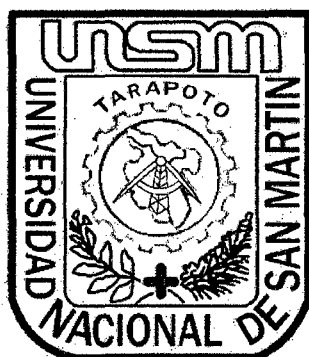


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Análisis cuantitativo del agua retenida en los horizontes del suelo y su influencia en la flora y fauna invertebrada en los cafetales entablados bajo sombra, ubicado en Jepelacio, Moyobamba 2012.**

## **TESIS**

Para Obtener el Título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

Bach. LIMBER ALBERTO LÓPEZ TUESTA

**ASESOR:**

Ing. RUBÉN RUIZ VALLES

**Nº DE REGISTRO: 06051713**

**MOYOBAMBA – PERÚ**

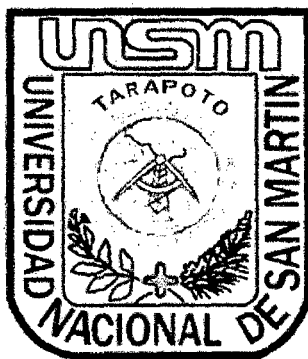
**2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Análisis cuantitativo del agua retenida en los horizontes del suelo y su influencia en la flora y fauna invertebrada en los cafetales entablados bajo sombra, ubicado en Japelacio, Moyobamba 2012.**

## **TESIS**

Para Obtener el Título de:  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

Bach. LIMBER ALBERTO LÓPEZ TUESTA

**ASESOR:**

Ing. RUBÉN RUIZ VALLES

**N° DE REGISTRO: 06051713**

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2014**

**ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **Once de la mañana del día Jueves 20 de Noviembre del Dos Mil Catorce**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

<b>Ing. JUAN JOSÉ PINEDO CANTA</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>Ing. MARCOS AQUILES AYALA DÍAZ</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>Lic. RONALD JULCA URQUIZA</b>	<b>MIEMBRO</b>
<b>Ing. RUBEN RUIZ VALLES</b>	<b>ASESOR</b>

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Títulado “**ANALISIS CUANTITATIVO DEL AGUA RETENIDA EN LOS HORIZONTES DEL SUELO Y SU INFLUENCIA EN LA FLORA Y FAUNA INVERTEBRADA EN LOS CAFETALES ENTABLADOS BAJO SOMBRA UBICADO JEPELACIO, MOYOBAMBA, 2013**”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Ambiental **LIMBER ALBERTO LÓPEZ TUESTA**; según Resolución Consejo de Facultad N° 0111-2013- UNSM-T-FE-CF de fecha **22 de Agosto del 2013**.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **TRECE ( 13 )**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **12:38** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

.....  
  
**Ing. Juan José Pinedo Canta**  
Presidente

.....  
  
**Ing. Marcos Aquiles Ayala Díaz**  
Secretario

.....  
  
**Lic. Ronald Julca Urquiza**  
Miembro

.....  
  
**Ing. Rubén Ruiz Valles**  
Asesor

## **DEDICATORIA**

*A mis padres y hermano por su apoyo en cada momento durante mis estudios.*

*A mi eterna acompañante y a mis hijos; quienes fueron siempre mi fortaleza para seguir a delante en mi formación profesional.*

*A la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto y a la Facultad de Ecología, por la preparación intelectual mediante los docentes.*

*A los caficultores de la región San Martín, quienes a diario se esfuerzan para dar el sustento a sus familias.*

**LIMBER ALBERTO LOPEZ TUESTA**

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi asesor Ing. Rubén Ruíz Valles, catedrático de la Universidad Nacional de San Martín–Tarapoto quien me brindó su apoyo a cada instante durante la ejecución de la presente investigación desde la elaboración del perfil, ejecución, análisis, sistematización de datos y elaboración de informe de tesis demostrando su alto espíritu humano y profesional.*

*A los catedráticos de la Universidad Nacional de San Martín por sus conocimientos y dedicación durante mi formación profesional.*

# ÍNDICE

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
	<b>i</b>
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....</b>	<b>1</b>
1.1    Planteamiento del problema.....	1
1.2    Objetivos.....	2
1.2.1.    Objetivo general.....	2
1.2.2.    Objetivos específicos.....	2
1.3    Fundamentación teórica.....	3
1.3.1.    Antecedentes de la investigación.....	3
1.3.2.    Bases teóricas.....	5
1.3.3.    Definición de términos.....	23
1.4    Variables.....	24
1.5    Hipótesis.....	24
<b>CAPITULO II: MARCO METODOLOGICO.....</b>	<b>25</b>
2.1.    Tipo de investigación.....	25
2.2.    Diseño de investigación.....	25
2.3.    Población y muestra.....	26
2.4.    Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
2.5.    Técnicas de procesamiento de datos.....	30
<b>CAPITULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
3.1.    Resultados.....	31
3.2.    Discusiones.....	45

3.3.	Conclusiones.....	47
3.4.	Recomendaciones.....	48
3.5.	Referencia bibliográficas.....	49
	Anexos.....	51



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación de acuerdo a su orientación aplicada denominado: Análisis cuantitativo del agua retenida en los horizontes del suelo y su influencia en la flora y fauna invertebrada en los cafetales entablados bajo sombra, ubicado en Jepelacio, Moyobamba 2012, establece determinar la cantidad de agua retenida en los horizontes de suelos del cafetal, así como también identificar especies de flora - fauna invertebrada y analizar la influencia del agua retenida en el suelo para rendimiento del cafetal, la densidad de la flora y fauna invertebrada. Este trabajo se centró en la conocer el porcentaje de humedad retenida por cada horizonte del suelo; para llegar a cumplir con los objetivos de esta investigación se utilizó metodología, técnicas y materiales característicos de la ingeniería que ayudaron en el proceso sistematización de la información de datos registradas en las salidas de campo.

El estudio se realizó en el sector Rupiñal, distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, región San Martín y se trabajó con un productor de café con estrecha coordinación. En los resultados obtenidos de la presente investigación se determinó que la cantidad de agua retenida en el horizonte A fue de 39.10%, en el horizonte B fue de 22.82% y en el horizonte C 20.59%, en porcentaje de humedad en la hojarasca fue de 83.29% resultados que nos ayudan a interpretar el comportamiento del agua retenida en los horizontes del suelo y sobre la importancia en la absorción de abonos y nutrientes para las plantas de café.

Posteriormente se identificó 86 plantas frutales (48.86 %), 9 plantas maderables (5.11 %), 80 pan llevar (45.45 %) y 1 plantas como otros (0.57 %). De igual manera se identificaron mariposas (*Ithomiinae*), grillo (*Trimerotropis ochraceipennis* Bl.), grillo topo (*Gryllotalpa gryllotalpa*), araña (Arácnida), hormigas (Formicidae), gusano de tierra *Lumbricus terrestris*, hongo comestible – callampa (*Pleurotus ostreatus*). Según los resultados del análisis físico - químico del suelo en la finca de café el horizonte A tiene un pH de 5.72 cuya clase textural es franco arenoso, el horizonte B tiene un pH de 5.63 y su clase textural corresponde a franco arcillo arenoso y por último el horizonte C tiene un pH de 4.64 cuya clase textural es franco arcilloso. Así mismo el % de

materia orgánica en cada horizonte fue: horizonte A 3.16 %, horizonte B 0.48 % y horizonte C 0.98 %.

Así mismo el agua retenida en el suelo en la finca de café tiene una influencia directa en el rendimiento del cafetal y la densidad de la flora y fauna invertebrada, con 39.10% el horizonte A retiene mayor humedad y por consiguiente se encontraron grillo (*Trimerotropis ochraceipennis* Bl.), grillo topo (*Gryllotalpa gryllotalpa*), araña (Arácnida), hormigas (Formicidae), gusano de tierra *Lumbricus terrestris*, hongo comestible – callampa (*Pleurotus ostreatus*). Al tener una buena humedad en el horizonte A nos refleja que los nutrientes que se incorporen al suelo serán fáciles de absorber por los cafetos; por otro lado la información recogida en esta investigación nos muestra se produjo 15 qq/ha en el presente año; resultados que sin duda aportan a conocer más la realidad de la caficultura en el Alto mayo y tomar decisiones políticas nacionales y regionales que ayuden a una mejor producción mejorando la calidad de vida de los productores en toda la región de San Martín.

## ABSTRACT

The present research work according to their orientation applied entitled: Quantitative analysis of water retained in the soil horizons and their influence on the flora and invertebrate fauna in coffee filed under shade, located in Jepelacio, Moyobamba 2012, states determine the amount of water retained in the soil horizons of the plantation, as well as identify plant - invertebrate fauna and analyze the influence of water retained in the soil to yield the coffee, the density of flora and invertebrate fauna. This work focused on knowing the moisture retained by each soil horizon; to get to meet the objectives of this research methodology, techniques and materials engineering characteristic that helped in the systematization process data information recorded on field trips was used.

The study was conducted in the Rupiñal sector Jepelacio district, province of Moyobamba, San Martín region and worked with a producer of coffee with close coordination. In the results of this investigation determined that the amount of water retained in the A horizon was 39.10 % in the horizon B was 22.82% and the horizon C 20.59 %, percentage of moisture in the litter was 83.29 % results help us to interpret the behavior of water retained in the soil horizons and the importance in the absorption of fertilizers and plant nutrients coffee.

86 Subsequently fruit plants (48.86 %), 9 woody plants (5.11 %), 80 pan out (45.45 %) and 1 other plants (0.57 %) were identified. Callampa (*Pleurotus ostreatus*) - Similarly butterflies (*Ithomiinae*), cricket (*Trimerotropis ochraceipennis* Bl), mole crickets (*Gryllotalpa grillotalpa*), spider (*Arachnida*), ants (*Formicidae*), earthworm *Lumbricus terrestris*, edible fungus was identified. According to the results of physical - chemical analysis of soil in the coffee farm the horizon has a pH of 5.72 which is sandy loam textural class, the horizon B has a pH of 5.63 and its textural class corresponds to sandy clay loam and finally the C horizon has a pH of 4.64 which is clay loam textural class. Also the % of organic matter in each horizon was: 3.16 % horizon horizon horizon B 0.48 % and 0.98 % C.

Also the guide retained in the soil at the coffee farm has a direct influence on the performance of the plantation and density of flora and invertebrate fauna, with 39.10 % the horizon and higher humidity Retine cricket consents were found (*Trimerotropis ochraceipennis* Bl), mole cricket (*Gryllotalpa grillotalpa*), spider (*Arachnida*), ants (*Formicidae*), earthworm *Lumbricus terrestris*, edible mushroom - callampa (*Pleurotus ostreatus*). By having a good moisture in the horizon reflects us nutrients that enter the soil will be easily absorbed by the coffee trees; On the other hand the information contained in this research shows us there was 15 quintals/ha this year; results that certainly bring to learn more reality of coffee growing in the Alto May and take national and regional political decisions that help better production improving the quality of life of producers in the region of San Martin.

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para MOGUEL & TOLEDO (1999) los ecosistemas han sido afectados por actividades antropogénicas como la introducción de cultivos de café, debido a la agricultura intensiva que se ha presentado por la importancia económica que tienen en el país. Un modelo relativamente bien estudiado y que ha recibido atención en los últimos años, son los cafetales a libre exposición y bajo sombra ya que dependiendo de la cobertura vegetal en que estén los cultivos la fauna y flora varia, bajo sombrío se encuentra una gran diversidad de fauna y flora asociada, mientras con la eliminación de cobertura se refleja en la disminución de la mayoría de los organismos.

El suelo se comporta como un depósito, conocer cuantitativamente la humedad del suelo presente en cafetales es muy importante ya que nos refleja la presencia en especies de fauna y de su influencia en el crecimiento de las plantas asociadas. Esto nos permite tomar decisiones en el adecuado manejo de las fincas evitando que los suelos se sequen por las excesivas temperaturas y/o por falta de especies de sombra.

Según NEPSTAND (2007) para el año 2020, el aumento de temperatura en el sector de Amazonía podría variar entre 0.5 C y 1.8 C, y para 2080 entre 1.6 C y 7.5 C. Cifras que demuestran que en la Amazonía el calentamiento será más severo. En la Amazonía el calentamiento global generará sequías, inundaciones, incremento en el nivel de sedimentos, incendios forestales, mortalidad de árboles e invasión de pasturas. En términos generales, se generará diversos impactos no solo a la biodiversidad, ecosistemas y procesos ecológicos, sino también a la sociedad en su conjunto y actividades humanas.

La descripción del problema expuesta anteriormente, me motivo a desarrollar la presente investigación, cuyo planteamiento del problema se sintetiza en la siguiente

interrogante: **¿Con el análisis cuantitativo del agua retenida en los horizontes del suelo, se determinara el comportamiento de la flora y fauna invertebrada en los cafetales entablados bajo sombra, ubicado en Jepelacio, Moyobamba, 2012?**

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

Analizar cuantitativamente el agua retenida en los horizontes del suelo y su influencia en la flora y fauna invertebrada en los cafetales entablados bajo sombra, ubicado en Jepelacio, Moyobamba, 2012.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la cantidad de agua retenida en los horizontes de suelos del cafetal, en el sector Rupiñal – Jepelacio.
- Identificar especies de flora y fauna en el cafetal.
- Analizar la influencia del agua retenida en el suelo, en el rendimiento del cafetal y la densidad de la flora y fauna invertebrada.

## 1.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.3.1. Antecedentes de la investigación

El suelo es un recurso natural vital, que está sometido a una presión de uso cada vez mayor y a procesos de degradación, entre ellos la erosión hídrica, la cual se considera a nivel mundial como el principal problema medioambiental que ocurre en la agricultura y, por consiguiente, el más importante que afrontar, para mantener la capacidad productiva de los suelos, y en el cual los agricultores tienen el mayor margen de adecuación.

RAMÍREZ (2010), en su publicación Riesgo de erosión en suelos de ladera de la zona cafetalera, sostiene que:

- ✓ *La erosión reduce la fertilidad y la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, por lo tanto perder suelo es perder agua. Cuando se pierde la estructura, se reduce la tasa de infiltración, la escorrentía aumenta y la capacidad de almacenamiento de agua disminuye.*

Para SAENZ (2011) en su tesis titulado Macrofauna y propiedades físico-químicas del suelo en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.) y bosques secundario sur occidente de Guatemala, llega a la siguiente conclusión:

- ✓ *La macrofauna se correlaciona con algunos atributos del suelo y se divide en dos comunidades, una relacionada con las concentraciones de bases y relación N:P (depredadores: Araneae, Formicidae, Pseudoscorpionidae, larvas y adultos de Coleoptera; descomponedores: Heteroptera y Gastropoda; saprofagos: Isopoda, Blattaria, Diplopoda, Symphyla y Gastropoda), la otra con un gradiente de densidad aparente opuesto a uno de porosidad y humedad (Oligochaeta, las saprofagas larvas de Diptera y los depredadores Chilopoda). Por lo tanto, los grupos funcionales de macrofauna, son potencialmente regulados por estos indicadores de calidad de suelo.*

En opinión de MARTINEZ (2007) en su publicación denominada Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, nos indica:

- ✓ *En los cafetales la sombra está dada por especies de importancia comercial, como la naranja, mandarina o plátano, que también generan ingresos para el productor. Entre las especies más utilizadas en los cafetales que tienen una sola especie para el sombrero están los chalahuites (*Inga spp.*), cuacuile (*Gliricidia sepium*) o ilite (*Alnus acuminata*), que no son producto comercial. La diversidad florística de los cafetales está íntimamente ligada a las condiciones ecológicas, sociales y económicas en que se encuentra inserto el cultivo del café y sus productores.*



### **1.3.2. Bases Teóricas**

#### **Definición de suelo**

La palabra suelo se deriva del latín “solum”, que significa suelo, tierra o parcela. Los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos: Material parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo.

El suelo es, desde el punto de vista del agricultor, el sitio para ubicar sus semillas y producir sus cosechas (WORTHEN, 1949).

#### **Funciones del suelo**

Para JIMENES & GONSALEZ 2006. Desde que se popularizó, la calidad se percibe de diversas formas, aunque quizás y de forma resumida se entiende como la conjunción de la utilidad y “salud” del suelo. Conviene no obstante acotar el término en virtud de su funcionalidad como:

- Capacidad de servir como sustrato para el crecimiento de las plantas, promoviendo la productividad de forma sostenible y
- Capacidad de atenuar la actividad contaminante y de favorecer la salud de las plantas, animales y el hombre.

El suelo es un componente fundamental de la biosfera ya que es la interfaz entre la tierra, el aire y el agua. Es un recurso no renovable, a escala de tiempo humana, que desempeña diversas funciones importantes para la vida. KARLEN et al. (1997) destacan las siguientes:

1. Sostiene el crecimiento y diversidad de plantas y animales aportando el medio físico, químico y biológico para los intercambios de agua, aire, nutrientes y energía.
2. Regula la distribución del agua entre la infiltración y esorrentía y regula el flujo de agua y solutos, incluyendo nitrógeno, fósforo, pesticidas y otros nutrientes y compuestos disueltos en el agua.

3. Almacena y modera la liberación de los nutrientes de los ciclos de las plantas y otros elementos.
4. Actúa como filtro para proteger la calidad del aire, agua y otros recursos.
5. Es el apoyo de estructuras y alberga riquezas arqueológicas asociados a la vivienda humana.
6. Filtra, amortigua, degrada, inmoviliza y detoxifica sustancias orgánicas e inorgánicas.

### **Componentes del suelo**

Los suelos constan de cuatro grandes componentes: Materia mineral, materia orgánica, agua y aire; la composición volumétrica aproximada es de 45, 5, 25 y 25%, respectivamente. Los constituyentes minerales (inorgánicos) de los suelos normalmente están compuestos de pequeños fragmentos de roca y minerales de varias clases. Las cuatro clases más importantes de partículas inorgánicas son: grava, arena, limo y arcilla.

### **Materia orgánica del suelo**

Según JARAMILLO (2002) todos los residuos de origen vegetal y animal que llegan al suelo conforman la materia orgánica del mismo; la principal fuente de ella son los residuos vegetales, los cuales aportan energía y alimento a los organismos del suelo, al tiempo que son la materia prima para la formación de los coloides orgánicos (**humus**) que se acumulan en el suelo.

### **Importancia de la materia orgánica en el suelo**

JARAMILLO, (2002). La materia orgánica, en todas sus diferentes formas, tiene efectos marcados en casi todas las propiedades del suelo; entre los que más se relacionan con la evolución del mismo pueden destacarse:

**Color:** La acumulación de humus, en el suelo, le transmite su color oscuro; este color aumenta la absorción de radiación y facilita su calentamiento,

mejorando la eficiencia de los procesos químicos que actúan en dicho suelo, así como el establecimiento y desarrollo de organismos en él.

**Humedad:** Al aumentar el contenido de humus, se incrementa la cantidad de agua que puede almacenar el suelo, sobre todo si es un suelo arenoso; además, mejora, notablemente, las relaciones hídricas del suelo, al mejorar la infiltración y reducir las pérdidas de agua por evaporación; todo lo anterior contribuye a aumentar la actividad química y biológica del suelo y por tanto su evolución.

**Estructura:** La acumulación de humus en el suelo favorece la formación de agregados esferoidales relativamente grandes y estables. Con ésto se mejoran la aireación, la porosidad, la permeabilidad, la velocidad de infiltración, el drenaje y el desarrollo radicular; además, se reducen la susceptibilidad del suelo a la erosión y la densidad aparente.

**CIC:** Su valor se incrementa en el suelo al aumentar el contenido de materia orgánica, debido a que la humificación incrementa el número de grupos carboxilo (-COOH) y fenólicos (-OH) que pueden disociarse, adquiriendo cargas negativas. Al incrementarse la CIC del suelo, se reducen y hasta evitan las pérdidas por lixiviación.

**pH:** Su valor puede disminuir al aumentar el contenido de humus, si el suelo tiene baja capacidad amortiguadora del poder acidificante que tenga el humus, ya que este está compuesto por ácidos orgánicos principalmente; así mismo, la disociación de grupos funcionales de la materia orgánica libera  $H^+$ ; al reducirse el pH, a ciertos valores, también se produce solubilización de  $Al^{3+}$ , el cual contribuye a aumentar la acidez del suelo.

**Disolución de minerales:** Algunos compuestos húmicos son capaces de disolver filosilicatos como biotita, muscovita, illita, caolinita.

**Compuestos órgano-minerales:** El humus puede unirse a coloides inorgánicos, formando complejos órgano-minerales de diferente grado de estabilidad; los materiales involucrados en los complejos tienen una menor tasa de alteración que aquella que tendrían, si estuvieran independientes en el suelo.

**Microorganismos:** La acumulación en el suelo de ciertos tipos de compuestos orgánicos, como lípidos principalmente, llega a ser tóxica para

algunos de los microorganismos del suelo y afecta aquellos procesos en los cuales intervienen (Nikonova y Tsiplionkov, 1989).

**Hidrofobicidad:** Algunos tipos de humus, al acumularse en el suelo, le imprimen a éste características hidrofóbicas, alterando sus relaciones hídricas (varios autores citados por DeBano, 1981).

### **Perfil del suelo**

Un perfil de suelo es la exposición vertical, de horizontes o capas horizontales, de una porción superficial de la corteza terrestre. Los perfiles de los suelos difieren ampliamente de región a región, en general los suelos tienen de tres a cinco horizontes y se clasifican en horizontes orgánicos (designados con la letra O) y horizontes minerales (con las letras A, B, C).

## **Características del suelo**

### **Profundidad del Suelo:**

JIMENEZ & GONSALEZ (2006) sostiene que dentro de la profundidad del suelo se tiene: Profundidad aparente y profundidad real o efectiva:

#### **a. Profundidad Aparente:**

Es aquella que va desde la superficie hasta donde se encuentra la roca madre.

#### **b. Profundidad Real o Efectiva:**

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos (napa freática, roca calcárea o hardpan), con la finalidad de conseguir el agua y los nutrientes indispensables; pueden penetrar más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten.

En suelos forestales, debe llegar hasta 1 metro, rara vez, las raíces de los árboles encuentran este medio. En suelos de profundidad menor de 1 metro, los árboles amplían sus raíces (raíces tablares). (Apellido autor, año).

## **PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO**

### **Movimientos del agua en el suelo**

El agua del suelo está sometida a dos tipos de fuerzas de acciones opuestas. Por un lado, las fuerzas de succión, tienden a retener el agua en los poros, mientras que la fuerza de la gravedad tiende a desplazarla a capas cada vez más profundas. De esta manera, si predominan las fuerzas de succión, el agua queda retenida; mientras que si la fuerza de la gravedad es más intensa, el agua se mueve hacia abajo. Pero también el agua asciende en el suelo. Esto se debe a la capilaridad (efecto especialmente intenso en los climas áridos) y por diferencia de humedad (los horizontes más profundos permanecen más húmedos al estar protegidos, por su lejanía de la superficie del suelo, a las pérdidas de agua debidas a la evaporación y a la absorción de las plantas. KARLEN et al, (1997).

Por otra parte el agua no sólo se mueve en sentido vertical sino que también lo hace en dirección lateral, movimiento generalizado en todos los relieves colinados y montañosos.

### **Permeabilidad**

Representa la facilidad de circulación del agua en el suelo. Está condicionada fundamentalmente por la textura y la estructura.

### **Perfil hídrico**

Es la curva que representa el estado de humedad del suelo con la profundidad.

## **Balance hídrico**

Representa la valoración del agua en el suelo a través de un periodo de tiempo.

Agua recibida: Precipitaciones atmosféricas y condensaciones.

$$\text{Agua retenida} = \text{Agua recibida} - \text{Agua perdida}$$

Agua perdida: Evaporación, transpiración (o sea evapotranspiración) y escorrentía (superficial, hipodérmica y profunda).

Lixiviación

Percolación

Capilaridad

## **El agua en el suelo**

### **Coefficientes hídricos:**

Según JARAMILLO (2002) los suelos tienen diferente capacidad de retener y habilitar agua para las plantas. Estos valores se expresan a través de los coeficientes hídricos: Capacidad de campo y Punto de Marchitez.

- **Capacidad de campo:** Es la máxima capacidad de agua que el suelo puede retener, es decir el agua que está retenida a 1/3 de atm. de tensión y que no está sujeta a la acción de la gravedad.
- **Punto de marchitez:** Es el contenido de humedad del suelo, donde la mayoría de las plantas, no compensan la absorción radicular con la evapotranspiración, mostrando síntomas de marchitez permanente. En este punto, el agua es retenida por el suelo a una tensión de 15 atm.
- **Agua disponible y agua aprovechable:** Agua disponible es la cantidad de agua que existe como diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez; mientras que, agua aprovechable es aproximadamente el 75% del agua disponible.

## **Clasificación del agua del suelo**

### **Clasificación Física del agua en el suelo**

#### **Agua gravitacional**

Ocupa los espacios porosos más grandes en el suelo, no es retenida en contra de la gravedad, desaparece entre 1 y 3 días después de una lluvia, si no existe una napa freática alta u horizontes impermeables sub-superficiales. MONTENEGRO & MALAGÓN (1990).

#### **Agua retenida**

Para HILLEY (1998), se encuentra en poros pequeños, se retiene en contra de la fuerza de gravedad. Se da por mecanismos de capilaridad, expansión de arcillas, atracción electrostática de coloides y solvatación de iones. Cuando menor es el contenido de agua, el suelo energía de retención es mayor. A esta energía de retención se le llama potencial del agua.

#### **Agua capilar**

Retenida en los poros de tamaño capilar (Microporos).

Se rige por las leyes que regulan la capilaridad

Incluye la mayor parte del agua que pueden absorber las plantas.

Está retenida a tensiones entre 0.1 y 31 bar.

#### **Agua higroscópica**

Retenida enérgicamente por los sólidos del suelo a valores de tensión mayores de 31 bar.

No es líquida y se mueve en forma de vapor.

No puede ser absorbida por plantas superiores.

#### **Parámetros hídricos**

Valores de contenido de agua en el suelo y potenciales matriz que se toman como parámetros para caracterizar los diferentes horizontes del suelo.

Capacidad de Campo (CC)

Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Coefficiente Higroscópico (CH)

#### Capacidad de campo

Contenido de agua que queda en el suelo después de 24 a 72 horas. Queda ocupando los microporos, los macroporos quedan con aire. (Hill, 2008)

#### Punto de marchitez permanente.

Contenido de agua en el cual una planta marchita no recupera su turgencia, aunque después se ponga en atmósfera saturada por 12 hrs. (Hill, 2008)

#### Coefficiente higroscópico

Agua retenida tan fuertemente que su mayor parte se considera no líquida y solamente puede moverse en forma de vapor. (Hill, 2008)

#### Agua disponible

Es la humedad entre CC y PMP.  $AD = CC - PMP$ . (Hill, 2008)

### **Densidad aparente y Agua disponible**

#### **Capacidad para retener agua en forma disponible (CRAFD):**

El agua disponible por unidad de volumen de un material depende fundamentalmente de su composición mecánica o granulométrica. JARAMILLO (2002).

<b>Clase textural</b>	<b>Agua disponible (<math>\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^3</math> suelo).100</b>
➤ Franco Arenoso	: 5%
➤ Franco	: 10%
➤ Franco Limoso	: 15 – 20%
➤ Franco Arcillo Limoso	: 20 – 25%



- Arcillo Limoso : 20 – 25%
- Arcilloso : 15 – 20%

### **Fases del suelo**

El suelo, según HILLEL (1998), es un sistema heterogéneo, polifásico, particulado, disperso y poroso en el cual el área interfacial por unidad de volumen puede ser muy grande. Las tres fases que componen el sistema suelo son:

La fase **sólida**, compuesta por el conjunto de las partículas inorgánicas (cristalinas y no cristalinas) y las orgánicas.

La fase **líquida**, que la componen el agua y los solutos que están disueltos en ella, es decir, la fase líquida es, en realidad, una solución: la solución del suelo.

La fase **gaseosa**: o atmósfera del suelo, formada por todos aquellos compuestos que se presentan en forma gaseosa y cuyos representantes más abundantes, en condiciones de aireación adecuada del suelo son el CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> y vapor de agua.

La manera como interactúan las fases mencionadas define el campo de actividad de la Física de suelos: al definir la composición y la organización de la fase sólida, queda definido, también, el espacio que van a ocupar las otras dos fases.

Al entender las relaciones planteadas se puede, entonces, hacer un uso y un manejo racionales del agua, de la aireación y del espacio para las raíces, evitándose problemas de compactación y de erosión, es decir, de degradación física del suelo. HILLEL (1998).

## **Relaciones entre las plantas y el agua**

GONZALEZ (1990), sostiene que el agua se mueve desde el suelo a la atmósfera, a través de las plantas, en respuesta a un gradiente de potencial. El suelo, las raíces, los tallos, las hojas y la atmósfera, forman un sistema continuo a través del que circula el agua. La velocidad del flujo de agua a través de este sistema, depende de la diferencia de potencial entre sus extremos, el suelo y la atmósfera, y de la resistencia total al movimiento, que es la suma de la que existe en cada uno de los componentes del sistema.

### **Las funciones más importantes del agua en la planta son:**

- ✓ Participa en reacciones químicas del protoplasma. Interviene directamente como reactivo en la fotosíntesis, respiración, hidrólisis del almidón, entre otras.
- ✓ Del agua almacenada en las vacuolas celulares depende la turgencia de la célula y la rigidez de la planta como conjunto.
- ✓ Participa en la diseminación de estructuras vegetales como esporas, frutos y semillas.

### **Déficit hídrico en planta**

Reducción del crecimiento, síntesis de materiales de la pared celular, división celular, desarrollo y morfología vegetal, aumenta la absorción de hojas y frutos, reduce el tamaño de la hoja, desarrollo reproductor, cierre estomático, disminución de la tasa transpiratoria y de la absorción de CO<sub>2</sub>, la fotosíntesis también se afecta como consecuencia de efectos directos sobre procesos enzimáticos, transporte electrónico y contenido en clorofilas, inducen la transcripción de RNAm.

### **Importancia de la capa vegetal en el suelo**

- Permite la **evapotranspiración**-permite que el agua quede en la superficie y sea evaporada.

- Disminuye la **infiltración(aumenta la evaporación)**- el agua que se infiltra en parte puede quedar retenida en un nivel freático del que no va a salir o puede pasar un tiempo de retención hasta llegar al afloramiento por manantiales de los que sí se podrá evaporar.
- **Influye sobre el agua de escorrentía superficial**- otra parte del agua va a resbalar por los troncos de árboles y llegar hasta ríos más limpia incluso de lo que cayó
- **Previene de la erosión**- si no hay un manto de vegetación suficiente sobre el suelo el agua puede tener efecto erosivo y arrastrar todos los nutrientes que se encuentren en él haciendo que pierda fertilidad
- **Influye en la caracterización del ecosistema**- la capa vegetal que recubre el suelo influirá sobre el tipo de animales que se encuentren sobre ella y forma parte de las cadenas tróficas. Un cambio provocado bruscamente sobre la vegetación puede ocasionar un ecosistema no viable e incluso resultar irreversible.

## TAXONOMIA

Según CHAPPA (2007), la familia de las Rubiáceas posee más 500 géneros y de 6 a 8 mil especies descritas. Menciona además este autor que el género *Coffea* pertenecen unas sesenta especies. De otra parte, se han señalado como cafetos botánicamente otro grupo de Rubiáceas, cuyos frutos se asemejan bastante a los del género *Coffea* y que están desprovistos de cafeína. Estos se han señalado como los falsos cafetos. La especie Arábica es la más difundida en el país, de mayor calidad y de gran aceptación en el mercado nacional e internacional.

La clasificación taxonómica para ambas especies de café es la siguiente:

Reino	:	Plantae
Tipo	:	Espermatofitas
Sub-tipo	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Sub-clase	:	Gamopétalas inferiorvariadas
Orden	:	Rubiales

Familia	:	Rubiáceas
Género	:	Coffea
Sub-género	:	Eucoffea
Especies	:	arabica, canephora, liberica, deweri

## **CONDICIONES Y CARACTERISTICAS DEL CAFE**

Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta. Podemos decir que el cultivo requiere una lluvia (o riego) abundante y uniformemente distribuida desde comienzos de la floración hasta finales del verano (Noviembre - Septiembre) para favorecer el desarrollo del fruto y de la madera. En otoño sin embargo es conveniente un período de sequía que induzca la floración del año siguiente.

La temperatura es el componente más relacionado con el crecimiento de la planta. Bajas temperaturas propician un desarrollo lento y una maduración de frutos tardía. De otra parte, las temperaturas altas aceleran la senescencia de los frutos, disminuyen la fotosíntesis, reducen el crecimiento y producción. Además, pueden causar: anomalías en la flor; fructificación limitada; la ocurrencia de enfermedades y plagas; afectar la longevidad de la planta, su productividad y rendimiento. Existe una tendencia a que ocurran tallos múltiples en localidades donde las temperaturas son altas. Para modificar los efectos de temperaturas altas en el ambiente dentro del cafetal puede establecerse sombra temporera y permanente.

## **CONDICIONES EDAFICAS**

El café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales. La reacción del suelo debe ser más bien ácida. Una variación del pH de 4.2-5.1 se considera lo mejor para el café arábigo en Brasil y para café robusta en el África Oriental.

## **MORFOLOGÍA**

### **Sistema radical**

Al igual que en el tallo en el sistema radical hay un eje central o raíz pivotante que crece y se desarrolla en forma cónica. Esta puede alcanzar hasta un metro de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. De la raíz pivotante salen dos tipos de raíces: unas fuertes y vigorosas que crecen en sentido lateral y que ayudan en el anclaje del arbusto y otras que salen de éstas de carácter secundario y terciario. Normalmente éstas se conocen como raicillas o pelos absorbentes. El sistema radical del cafeto es uno superficial, ya que se ha constatado que alrededor del 94% de las raíces se encuentran en el primer pie de profundidad en el suelo. Las raíces laterales pueden extenderse hasta un metro alejadas del tronco. Generalmente la longitud de las raíces coincide con el largo de las ramas.

### **Tallo**

El arbusto de café está compuesto generalmente de un solo tallo o eje central. El tallo exhibe dos tipos de crecimiento. Uno que hace crecer al arbusto verticalmente y otro en forma horizontal o lateral. El crecimiento vertical u ortotrópico es originado por una zona de crecimiento activo o plúmula en el ápice de la planta que va alargando a ésta durante toda su vida, formando el tallo central, nudos y entrenudos.

En los primeros 9 a 11 nudos de una planta joven sólo brotan hojas. De ahí en adelante esta comienza a emitir ramas laterales. Estas ramas de crecimiento lateral o plagio trópico se originan de unas yemas que se forman en las axilas superiores de las hojas. En cada axila se forman dos o más yemas unas sobre las otras. De las yemas superiores se desarrollan las ramas laterales que crecen horizontalmente. La yema inferior a menudo llamada accesoria, da origen a nuevos brotes ortotrópicos. Usualmente esta yema no se desarrolla a menos que el tallo principal sea decapitado, podado o agobiado.

La muerte de la yema apical causada por ataque de enfermedades, insectos, deficiencias nutricionales u otros puede causar la activación de las yemas accesorias a formar nuevos brotes que sustituirán al original. Las yemas crecen primero en sentido horizontal, luego se doblan y crecen verticalmente formando una rama ortotrópica que a su vez forma hojas y ramas laterales. No es hasta que el tejido del tallo principal o sustituto (según sea el caso) se vuelve lo suficiente maduro que se emiten las ramas laterales. En la parte inferior del tronco donde ya no hay hojas se forman yemas que al podar o doblar el tallo brota de esos nuevos chupones que sustituyen el anterior. En resumen puede concluirse que el café exhibe un dimorfismo único en su crecimiento vegetativo.

### **Ramas**

Las ramas laterales primarias se originan de yemas en las axilas de las hojas en el tallo central. Estas ramas se alargan continuamente y son producidas a medida que el eje central se alarga y madura. El crecimiento de éstas y la emisión de nuevas laterales en forma opuesta y decusada van dando lugar a una planta de forma cónica. Las ramas primarias plagiotrópicas dan origen a otras ramas que se conocen como secundarias y terciarias. En estas ramas se producen hojas, flores y frutos. A excepción de algunas especies, en el tronco o tallo del *C. arábica* normalmente se producen sólo yemas vegetativas, nunca flores ni fruto. Si a una rama lateral se le poda su ápice, no se induce la formación de otras ramas laterales en la misma axila, o sea, no tiene poder de renovación. En el caso de la propagación vegetativa, si se enraíza o se injerta una rama ortotrópica se obtiene una planta normal; de lo contrario, si fuere una rama plagiotrópica obtendríamos una planta baja y compacta con sólo ramas laterales. Es decir, que una rama plagiotrópica no da origen a una rama ortotrópica. Esta diferencia es de mucha importancia práctica cuando se propaga por injertos o esquejes y cuando se aplican los sistemas de poda. La eliminación del ápice de crecimiento de una rama lateral puede inducir al desarrollo de ramas secundarias y terciarias.

## **Hoja**

Las hojas aparecen en las ramas laterales o plagiotrópicas en un mismo plano y en posición opuesta. Tiene un pecíolo corto, plano en la parte superior y convexo en la inferior. La lámina es de textura fina, fuerte y ondulada. Su forma varía de ovalada (elíptica) a lanceolada. El haz de la hoja es de color verde brillante y verde claro mate en el envés. En la parte superior de la hoja las venas son hundidas y prominentes en la cara inferior. Su tamaño puede variar de 3 a 6 pulgadas de largo. La vida de las hojas en la especie arábica es de 7 a 8 meses mientras que en la *canephora* es de 7 a 10 meses.

## **Inflorescencia**

Se les encuentra formando grupos en las axilas de las hojas de las ramas plagiotrópicas y ocasionalmente en ramas ortotrópicas de madera tierna. Las flores son pequeñas, de color blanco y de olor fragante. Los cinco pétalos de la corola se unen formando un tubo. El número de pétalos puede variar de 4 a 9 dependiendo de la especie y la variedad. El cáliz está dividido en 4 a 5 sépalos. Las yemas florales aparecen generalmente a los dos o tres años dependiendo de la variedad. Nacen en las axilas de las hojas en las ramas laterales. Estas yemas tienen la capacidad de evolucionar en ramificaciones. La florecida no alcanza su plenitud hasta el cuarto o quinto año. La inflorescencia del café es una cima de eje muy corto que posee un número variado de flores. En los arábicos es de 2 a 9 y en los robustoides de 3 a 5. Como regla general se forman en la madera o tejido producida el año anterior. En las partes lignificadas del arbusto que posean de uno a tres años aparecen en gran número. Los granos de polen en la especie *canephora* y *liberica* son fácilmente transportados por brisas leves mientras que en la especie arábica no, debido a que son pesados y pegajosos. Las especies *canephora* y *liberica* son especies alógamas y los arábicos son autógamos. En las especies donde ocurre la polinización cruzada el elemento polinizador principal es el viento y luego los insectos. En los arábicos el 94% de la polinización es autopolinización y sólo en un 6% puede ocurrir polinización cruzada.

### **Fruto**

El fruto del cafeto es una drupa. Es de forma ovalada o elipsoidal ligeramente aplanada. Contiene normalmente dos semillas plano convexas separadas por el tabique (surco) interno del ovario. Pueden presentarse tres semillas o más en casos de ovarios tricelulares o pluricelulares o por falsa poliembrionía (cuando ovarios bicelulares presentan más de un óvulo en cada célula). A causa del aborto de un óvulo se puede originar un fruto de una sola semilla (caracolillo). El fruto es de color verde al principio, luego se torna amarillo y finalmente rojo aunque algunas variedades maduran color amarillo. El tiempo que transcurre desde la florecida hasta la maduración del grano varía según la especie.

<b>Especie</b>	<b>Tiempo</b>
<i>C. arábica</i>	6 a 8 meses
<i>C. canephora</i>	9 a 11 meses
<i>C. liberica</i>	11 a 14 meses

La semilla o cotiledón tiene un surco o hendidura en el centro del lado plano por donde se unen las dos semillas. El grano o semilla tiene un extremo que termina en forma puntiaguda donde se encuentra el embrión.

### **FISIOLOGÍA DEL CAFÉ**

La vida del cafeto comprende tres grandes periodos. El primero de crecimiento, que inicia con la germinación de la semilla y termina en edad adulta: comprende según las especies y condiciones del medio, de cuatro a siete años. El segundo periodo es el de producción: es el más largo, ya que se establece en quince a veinticinco años, y a veces más. El tercer y último periodo es el de decadencia fisiológica, que termina con la muerte de la planta.



## **Condiciones ambientales del café**

### **Importancia económica**

La dinámica del sistema agroindustrial del café en todos los países productores está influida en distintos grados por el comportamiento del mercado mundial porque dicho cultivo se extendió hasta alcanzar a más de 50 países de los continentes americano, asiático y africano. El café es uno de los pocos cultivos que se destinan en su mayor parte a la exportación; la maquinaria usada en su producción y procesamiento provienen en buena parte de países no productores; y sus precios son determinados en centros financieros de Nueva York y Londres.

En lo referente a costos, debemos resaltar que la producción del café necesita una gran cantidad de mano de obra desde su siembra hasta la recolección, siendo ésta última la que representa entre 40 y 60% de los costos totales. En este sentido se puede ver la importancia que esta actividad tiene, como generadora de empleo a escala mundial, para aproximadamente 25 millones de productores, la mayoría pequeños propietarios que viven en la pobreza.

El cultivo del café está muy extendido en numerosos países tropicales, en especial Brasil, que concentra poco más de un tercio de la producción mundial. El café es uno de los principales productos de origen agrícola comercializados en los mercados internacionales, y a menudo supone una gran contribución a las exportaciones de las regiones productoras. Se produjeron un total de 6,7 millones de toneladas de café anualmente entre los años 1998 y 2000, y se espera que se eleve la cifra a 7 millones de toneladas anualmente en 2010.

México a nivel mundial ocupa el quinto lugar como país productor después de Brasil, Colombia, Indonesia y Vietnam, con un volumen de producción que oscila entre los 4 a 5 millones de sacos por año. México a pesar de ser uno de los países que más produce café, tiene uno de los consumos más bajos (700 gramos per cápita), esto probablemente por la falta de difusión para incrementar el consumo, la carencia de cultura de café de los

mexicanos y los tabús que existen alrededor del café en el aspecto de salud. La superficie con cafetos en el país representa 3.2% de la tierra sembrada, según cifras del último censo cafetalero realizado por el Instituto Mexicano del Café (publicado y revisado en 1992 por el Consejo Mexicano del Café).

Desde el punto de vista económico, entre 1985 y 1991 el café participó en promedio con el 2.6% del valor total de las exportaciones y 36% del valor de las exportaciones agrícolas, porcentaje que se reduce sensiblemente entre 1990 y 1993, debido a los bajos niveles de precios prevalecientes en esos años. No obstante que el repunte de precios posterior a 1994 incidió en una mayor participación de este producto en el valor de las exportaciones, su importancia total ha declinado, aunque sigue siendo el principal producto agrícola de exportación. Así, en 1997 se captaron 827 millones de dólares por su venta en los mercados internacionales, lo que representa el 1.43% del PIB agropecuario, mientras que en 1996, México captó divisas por concepto de exportaciones de café, del orden de los 795.5 millones de dólares, 85% del total se debió al café verde sin descafeinar (676.7 millones), 67 millones por café verde descafeinado y 30 millones por extractos, esencias y concentrados.

La especie económicamente más importante de café es *Coffea arabica* la cual produce aproximadamente el 80-90% de la producción mundial, *C.canephora* cerca del 20% y *C.iberica* sobre un 1%. Las semillas de algunas especies salvajes se usan localmente.

### 1.3.3. Definición de términos

**Aroma:** Se relaciona con la fragancia característica que desprende la taza de café. Un aroma delicadamente fino, fragante y penetrante es la manifestación de un buen café, el cual está dado por el contenido de lípidos, especialmente de los aceites finos, contenidos en la almendra. ORTEGA (2003).

**Caficultor:** Persona que se dedica al cultivo del café. SAIN y CALVO (2009).

**Calicatas:** Son las observaciones más detalladas; se llevan a cabo en huecos (calicatas) de aproximadamente 1.5 x 1.5 m y entre 1.5 y 2 m de profundidad en los cuales se encuentra expuesto el perfil completo del suelo. RAMIREZ 2010.

**pH:** Es la expresión cuantitativa de la acidez o alcalinidad de una solución, en una escala de 0 a 14 (ácido a básico, respectivamente). Una solución neutra tiene un pH de 7, menor de 7 es ácido, mayor de 7 es alcalino. FITZPATRICK 1996.

**Post cosecha:** Esta etapa se la conoce también como “beneficio del café” y se realiza de dos maneras: por vía húmeda y por vía seca. ORTEGA (2003).

## **1.4 VARIABLES**

### **1.4.1. Independiente (X)**

Cantidad de agua retenida en los horizontes del suelo

### **1.4.2. Dependiente (Y)**

Influencia en la flora y fauna invertebrada

## **1.5 HIPOTESIS**

**H<sub>0</sub>:** El análisis cuantitativo del agua retenida en los horizontes del suelo, no influyen significativamente en la flora y fauna invertebrada en los cafetales establecidos bajo sombra.

**H<sub>1</sub>:** El análisis cuantitativo del agua retenida en los horizontes del suelo, influye significativamente en la flora y fauna invertebrada en los cafetales establecidos bajo sombra.

## **CAPITULO II**

### **MARCO METODOLOGICO**

#### **2.1 TIPO DE INVESTIGACION**

##### **2.1.1 De acuerdo a la orientación**

Aplicada

##### **2.1.2 De acuerdo a la técnica de contrastación**

Descriptiva

#### **2.2 DISEÑO DE INVESTIGACION**

En la presente investigación se buscó que con el menor costo posible tener una mayor precisión en concordancia a las características de la muestra a evaluarse, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Homogeneidad de la población.
- Superficie.
- Accesibilidad.

En tal sentido la combinación de estos factores determinará la condición básica para el diseño del estudio. La población está comprendida por 01 Ha. de finca de café en donde se realizó el muestreo respectivo para determinar la cantidad de agua retenida por horizontes del suelo. Por lo tanto las parcelas en estudio cumplen con las siguientes características:

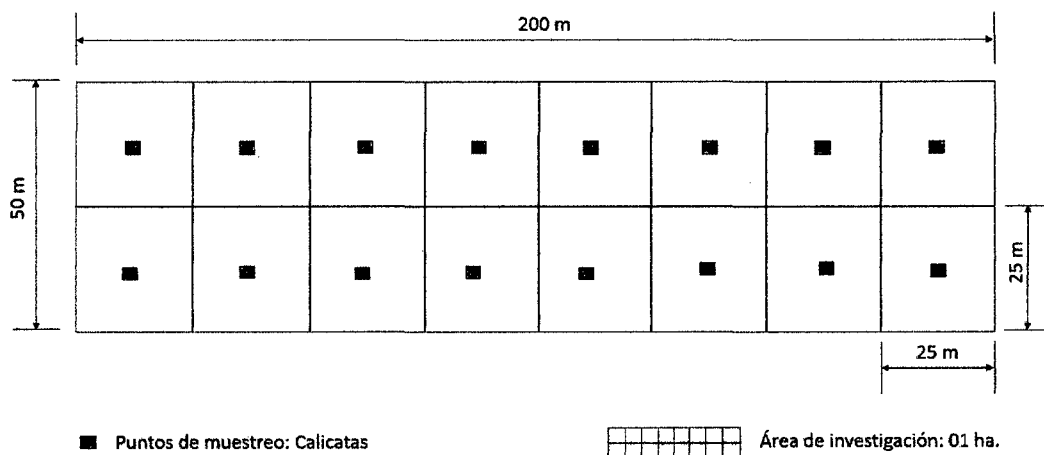
- Población homogénea.
- Superficie.
- Fácil acceso.

Por lo que el diseño requerido es:

- Cobertura completa del área.

El diseño está en función del cumplimiento de los objetivos del estudio y para la presente investigación se evaluó el 100 % del área de la finca de café comprendida de 16 transectos de 25 x 25 m.

**Figura N ° 01 – Diseño de investigación**



Fuente: Elaboración propia, 2014. Basado en datos de campo.

## 2.3 POBLACION Y MUESTRA

### **Población:**

La población estuvo conformada por la superficie de terreno de la finca de café, comprendida aproximadamente en un área total de 10,000 m<sup>2</sup> (01 ha) en el sector Rupiñal.

### **Muestra:**

*Estuvo constituido por 125 cm<sup>3</sup> de suelo/horizonte/calicata.*

## 2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron las siguientes:

### Técnicas

#### ✓ Selección del área de estudio

Se seleccionó como área de estudio una parcela de café de la variedad catimor ubicada en el sector “Rupiñal” en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, región San Martín, por los siguientes motivos:

- Es un cafetal que tiene tres años y medio de edad, con características y condiciones óptimas para realizar el estudio.
- Tienen presencia de árboles de sombra (frutales, pan llevar, maderables, etc.) en toda la extensión de la parcela.
- La finca de café posee una buena accesibilidad.
- El área constituye una zona húmeda con presencia de fauna invertebrada ideal para el estudio.

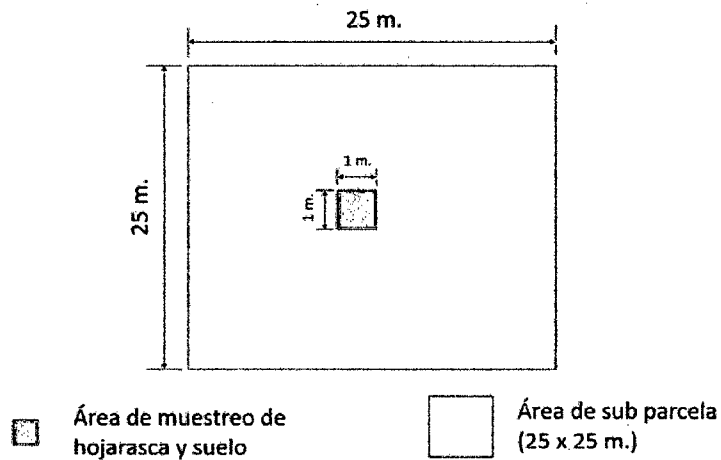
#### ✓ Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada a 25 minutos a pie desde el distrito de Jepelacio, comprende un área de 10000 m<sup>2</sup>, el cual se dividió en 16 sub parcelas de 625 m<sup>2</sup> (25 x 25 m.), en las que se colectaron muestras de hojarasca en un área de 1 m<sup>2</sup> por cada sub parcela parte céntrica, y se realizó el estudio de muestreo de suelo para su respectivo análisis por un especialista en suelos y para el cálculo del porcentaje de humedad retenida. Del mismo modo de identifico especies de flora en toda área total, y fauna invertebrada.

#### ✓ Selección de las parcelas de estudio

Debido que el área de estudio está constituida por 01 ha (10000 m<sup>2</sup>), se delimito y selecciono 16 sub parcelas de 25 x 25 m. cada uno; posteriormente se ubicó la parte céntrica en la cual se realizó el muestreo de hojarasca y suelos por horizonte (1 x 1 m.).

**Figura N° 02 – Diseño de una (01) sub parcela de estudio.**



Fuente: Elaboración propia, 2014.

✓ **Muestreo de suelo**

En la calicata de 1 m<sup>2</sup> (1 m x 1 m.) se tomó muestras de cada horizonte del suelo, recolectando en total tres (03) sub muestras por calicata, cada uno de ellas conformada con 5 cm<sup>3</sup> (haciendo 125cm<sup>3</sup> de suelo), cada sub muestra de suelo extraído se ubicado en una “bolsa codificada” para su identificación siendo pesado el mismo día y luego fue gradualmente pesado cada cinco días hasta obtener un peso seco constante.

✓ **Delimitación de parcelas e identificación de flora.**

Inicialmente se procedió a delimitar el área de estudio 10000 m<sup>2</sup> de café (200 x 50 m.) con rafias envueltas en jalones. Se procedió a cuantificar el número de árboles presentes en el cafetal (frutales, pan llevar, maderables, otros), cuyos datos fueros registrados en cuaderno de campo.



✓ **Recolección de hojarasca.**

La recolección de muestras de hojarasca se realizó en un área de 1 m<sup>2</sup> (1 x 1 m) en la parte céntrica de la sub parcela de 25 x 25 m; muestra que fue pesada obteniéndose un peso inicial, que fue gradualmente pesado cada cinco días hasta obtener un peso seco constante, lo cual nos permitió calcular la humedad de las muestras, teniendo en cuenta que el secado de las muestras fue a temperatura ambiente.

✓ **Identificación de fauna invertebrada**

Para registrar la presencia de fauna invertebrada se consideró toda el área de investigación, aprovechando al máximo los lugares del muestreo de hojarasca y suelo así como también al momento de la identificación de árboles.

**Instrumentos**

- ✓ GPS carmín
- ✓ Cámara fotográfica digital
- ✓ Wincha de 50 m.
- ✓ Flexómetro de 3 m.
- ✓ Balanza digital

**Herramientas y materiales**

- ✓ Palana
- ✓ Machete
- ✓ Barreta
- ✓ Rafia
- ✓ Bolsas

## 2.5 TECNICAS DE PROCEDIMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Para el cálculo del porcentaje de contenido de humedad por horizontes del suelo en la finca de café, se utilizó la siguiente fórmula citada por AREVALO, et al (2003):

$$CH \% = \left( \frac{PFM (gr) - PSM(gr)}{PSM (gr)} \right) \times 100$$

**Dónde:**

CH % = Contenido de humedad

PFM = Peso fresco de la muestra

PSM = Peso seco de la muestra

Así mismo, se usaron las siguientes fórmulas que ayudaron a brindar un mayor sustento científico a la investigación ya estas sirven para interpretar las los promedios de las cantidades de agua retenida en los horizontes del suelo que se obtienen del muestreo de campo.

Media.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Moda

$$\text{Moda} = L_2 + \left( \frac{d_1}{d_1 + d_2} \right) c$$

Varianza

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

## CAPITULO III

### RESULTADOS

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Determinación de la cantidad de agua retenida en los horizontes del suelo del cafetal, en el sector “Rupiñal” – Jepelacio.

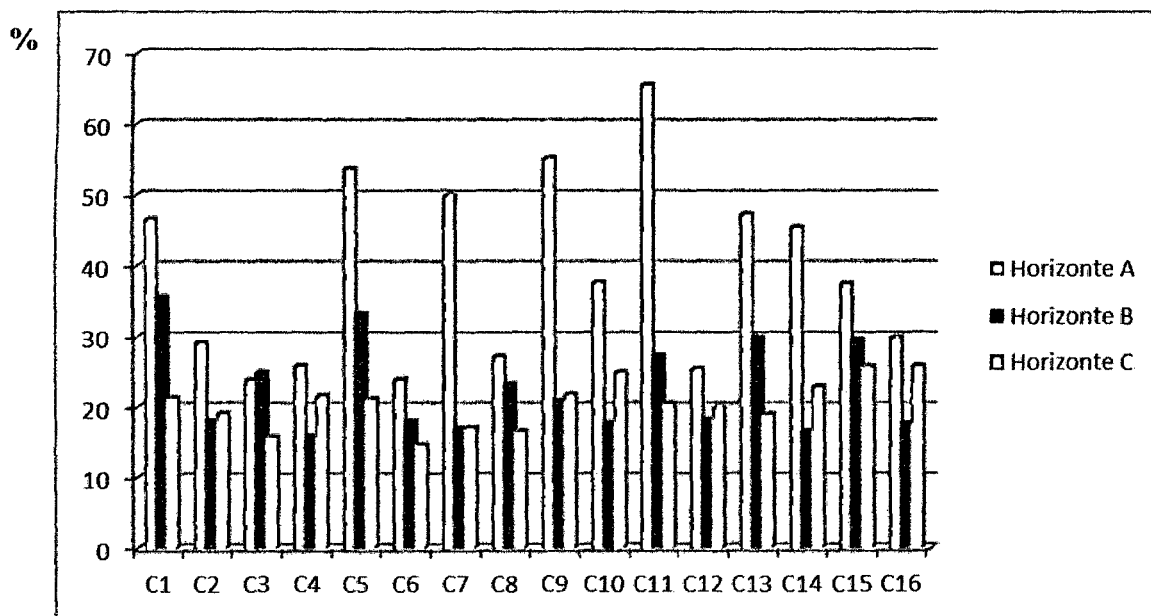
Para determinar la cantidad de agua en cada horizonte del suelo en la finca de café entablado bajo sombra se procedió a delimitar el área de investigación (200 x 50 m.) posteriormente se subdividió transectos de 25 x 25 m. teniendo en total 16 sub-parcelas, en cada parcela se realizó 01 calicata en la parte céntrica, donde se realizó el respectivo muestreo de hojarasca y del volumen del suelo (aproximadamente 5 cm<sup>3</sup>) por horizonte, se fue codificando cada muestra para posteriormente realizar el cálculo del porcentaje de contenido de humedad presente en el suelo, cuyos resultados se detallan a continuación:

Tabla N° 01 – Resumen de promedio en porcentaje (%) de humedad retenida por calicata de hojarasca y horizontes del suelo – sector “Rupiñal”.

N° Calicata	% de humedad			
	Hojarasca	Horizonte A	Horizonte B	Horizonte C
C1	71	47	36	21
C2	77	29	18	19
C3	82	24	25	16
C4	85	26	16	22
C5	96	54	33	21
C6	78	24	18	15
C7	86	50	17	17
C8	93	27	23	17
C9	83	55	21	22
C10	90	38	18	25
C11	73	66	27	21
C12	57	25	18	20
C13	90	47	30	19
C14	86	46	17	23
C15	90	38	30	26
C16	94	30	18	26
Σ	1332.69	625.58	365.08	329.48
Promedio	83.29	39.10	22.82	20.59

Fuente: Elaboración propia, 2014. Basado en datos de campo.

**Gráfico N° 01 – Distribución promedio porcentual (%) de humedad retenida por calicata - horizonte A, B, C, – sector “Rupiñal”.**

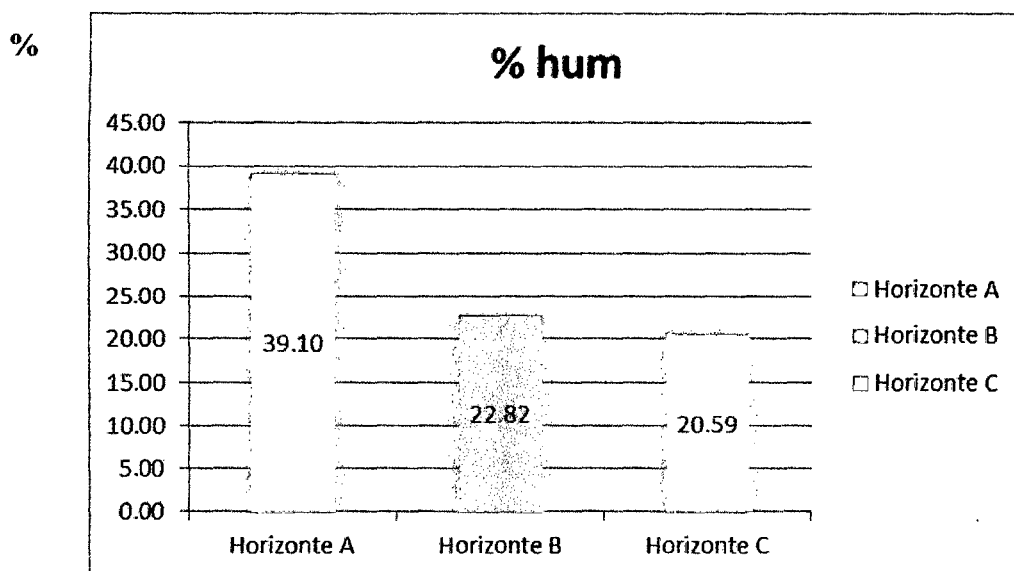


**Calicatas**

**Interpretación:**

En el gráfico N° 01 podemos observar claramente que al realizar el cálculo del porcentaje de humedad del suelo, la calicata N° 11 en su horizonte A tiene un 66 % mucho más que los demás, la calicata N° 01 en su horizonte B con un 36 %, y la calicata N° 16 llega a retener un 26 % de humedad. Resultados que nos permiten analizar que, de las 16 calicatas en el horizonte A se encontró mayor % de humedad.

**Gráfico N° 02 – Distribución promedio porcentual (%) de humedad retenida por horizonte A, B, C, – sector “Rupiñal”.**

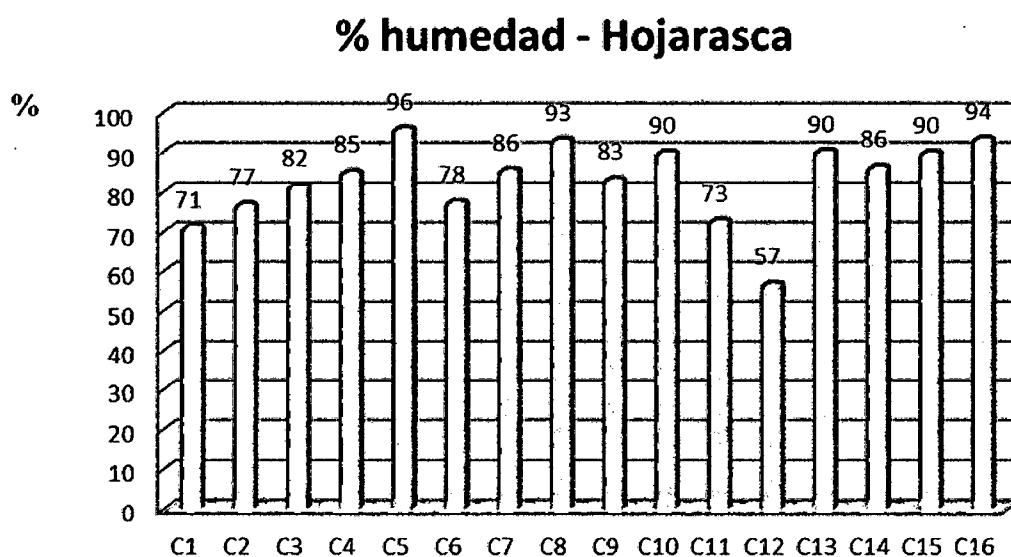


**Interpretación:**

**Horizontes**

En el gráfico N° 02 podemos observar claramente que al realizar el cálculo de % humedad del suelo por horizontes del total de las 16 calicatas, el horizonte A tiene un 39.10 %, el horizonte B un 22.82 %, y el horizonte C un 20.59 % de humedad. Por tanto del total de muestreos realizados en la finca del café de la variedad catimor, el horizonte con mayor % de humedad es el horizonte A con un 39.10 %.

**Gráfico N° 03 – Distribución porcentual (%) de humedad retenida por calicata - hojarasca – sector “Rupiñal”.**



**Calicatas**

**Interpretación:**

En el gráfico N° 03 podemos observar, la calicata N° 5 posee 96.20% de humedad en diferencia a la calicata N° 12 que tiene 57.14%. Esto nos indica claramente que la hojarasca juega un papel muy importante en brindar humedad al suelo y de esta forma pueda ser aprovechada por los cafetos.

**Tabla N° 02 - Media estadística por horizontes, sector “Rupiña”.**

Media estadística	Horizonte A	Horizonte B	Horizonte C
X	39	23	21
Xm	38	20	21
Mo	38	18	21
S	163	40	11

Fuente: Elaboración propia, 2014. Basado en datos de campo.

### 3.1.2. Identificación y evaluación de especies de flora y fauna en el cafetal.

#### Densidad de flora identificada

Tabla N° 03 – Especies frutales, sector “Rupiñal”.

N° Ord	Nombre común	Nombre científico	N° plantas
01	“Guaba”	<i>Inga edulis</i>	25
02	“Mango”	<i>Mangifera indica</i>	2
03	“Cacao”	<i>Theobroma cacao</i>	50
04	“Caimito”	<i>Pouteria caimito</i>	1
05	“Chope”	<i>Gustavia sp</i>	1
06	“Naranja”	<i>Citrus aurantium</i>	2
07	“Mandarina”	<i>Citrus nobilis</i>	1
08	“Palta”	<i>Persea americana</i>	2
09	“Pan de árbol”	<i>Arhocarpus altilis</i>	1
10	“Limón”	<i>Citrus limonum risso</i>	1
<b>TOTAL</b>			<b>86</b>

Fuente: Elaboración propia basado en datos de campo, en base al manual de MOSTACEBO (2000).

Tabla N° 04 – Especies maderables, sector “Rupiñal”.

N° Ord	Nombre común	Nombre científico	N° plantas
01	“Cedro”	<i>Cedrela odorata</i>	6
02	“Caucho”	<i>Ficus elastica</i>	1
03	“Renaco”	<i>Ficus sp</i>	1
04	“Mullaco”	<i>Muehlenbeckia volcanica</i>	1
<b>TOTAL</b>			<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia basado en datos de campo, en base al manual de MOSTACEBO (2000).

**Tabla N° 05 – Especies de pan llevar, sector “Rupiñal”.**

N° Ord	Nombre común	Nombre científico	N° plantas
01	“Yuca”	<i>Manihot esculenta</i>	50
02	“Plátano”	<i>Musa paradisiaca</i>	30
<b>TOTAL</b>			<b>80</b>

Fuente: Elaboración propia basado en datos de campo, en base al manual de MOSTACEBO (2000).

**Tabla N° 06 – Otras especies.**

N° Ord	Nombre común	Nombre científico	N° plantas
01	“Bombonaje”	<i>Carludovica palmata</i>	1
<b>TOTAL</b>			<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia basado en datos de campo, en base al manual de MOSTACEBO (2000).

**Resúmen de especies identificadas en la finca de café - sector “Rupiñal”.**

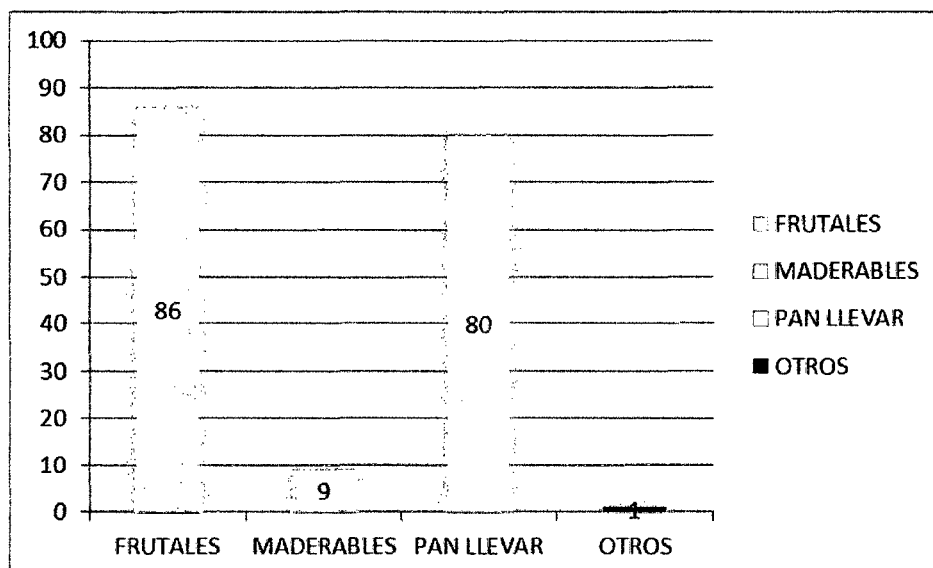
**Tabla N° 07 – Números de plantas identificados en porcentaje.**

FLORA	N° PLANTAS	%
Frutales	86	48.86
Maderables	9	5.11
Pan llevar	80	45.45
Otros	1	0.57
<b>TOTAL</b>	<b>176</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia basado en datos de campo, en base al manual de MOSTACEBO (2000).



**Gráfico N° 04 – Distribución del número de plantas identificadas asociadas al café, sector “Rupiñal”.**



**Interpretación:**

En el gráfico N° 04 podemos ver que se identificó 86 plantas frutales que representan el 48.86%, 9 plantas maderables que constituyen un 5.11%, 80 de pan llevar que representan 45.45% y solo 1 la que se considera otros 0.57%.

**Tabla N° 08 – Identificación de “hongo comestible”.**

N°	Nombre común	Detalle
03	“Callampa”	<i>Pleurotus ostreatus</i>

Fuente: Elaboración propia basado en datos de campo, en base al manual de MOSTACEBO (2000).

## Población de fauna identificada en el área de investigación

Tabla N° 09 – Identificación de población - fauna

N°	Nombre común	Detalle
01	“Grillo”	<i>Trimerotropis ochraceipennis Bl.</i>
02	“Grillo topo”	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>
03	“Mariposas”	Lepidoptera: <i>Ithomiinae</i>
04	“Polilla”	Larva de polilla
05	“Arañas”	Arácnida
06	“Hormigas”	Formicidae
07	“Gusano de tierra”	<i>Lumbricus terrestris</i>

Fuente: Elaboración propia basado en datos de campo, en base al manual de MOSTACEBO (2000).

### Análisis físico – químico del suelo.

Para poder conocer las propiedades físico – químico del suelo se realizó el respectivo muestreo de suelos siguiendo normas establecidas por cada horizonte (A, B, C) codificándolo respectivamente, para su posterior análisis en el laboratorio por un especialista en suelos, cuyos datos se detallan a continuación:

Tabla N° 10 – Resultado del análisis de suelo.

M	H	pH	C.E. Ds/m	M.O. %	N	P	K
					%	ppm	ppm
M1	A	5.72	2.43	3.16	0.094	4.80	30.42
M2	B	5.63	0.79	0.48	0.160	4.40	24.33
M3	C	4.64	0.98	0.04	0.001	4.00	18.25

Fuente: P y S Ingenieros Consultores, 2014. Basado en datos de campo.

**Interpretación:** El suelo del área de investigación tiene un promedio de pH 5.33 clasificado como moderadamente ácido, de igual manera el promedio de materia orgánica presente es de 1.2% clasificado como bajo; en cuanto al N, P, K el promedio fue de 0.085% (N), 4.4 ppm (P) bajo, y 24.33 ppm (K) bajo.

**Tabla N° 11 – Resultado del análisis de suelo.**

M	H	Análisis mecánico %			Clase textural
		Arena	Limo	Arcilla	
M1	A	78.40	8.40	13.20	Frac. Arenoso
M2	B	59.40	18.20	22.40	Frac. Arc. Aren.
M3	C	32.00	33.80	34.20	Frac. Arcilloso

Fuente: P y S Ingenieros Consultores, 2014. Basado en datos de campo.

**Interpretación:** El análisis mecánico realizado al suelo nos indica que el promedio de arena fue de 56.6%, limo 20.13% y arcilla fue de 23.25%. La clase textural del horizonte A (franco arenoso), horizonte B (franco arcillo arenoso) y para el horizonte C (franco arcilloso).

**Tabla N° 12 – Resultado del análisis de suelo**

M	H	CIC	Cationes cambiabiles					Suma De Bases	% Sat. De Alum.
			Ca	Mg	K+	Na+	Al <sup>+++</sup> H <sup>+</sup>		
			Meq./100 gr						
M1	A	12.24	10.00	2.00	0.10	0.14	0.00	12.24	0.00
M2	B	12.01	8.25	1.75	0.08	0.13	1.80	10.21	17.60
M3	C	16.12	9.05	0.48	0.06	0.13	6.40	3.00	70.30

Fuente: P y S Ingenieros Consultores, 2014. Basado en datos de campo.

Al promediar la suma de bases de los horizontes se obtuvo 8.5 y el % de sat. de alum. se obtuvo 29.3%.

**3.1.3. Análisis de la influencia del agua retenida en el suelo, en el rendimiento del cafetal y la densidad de la flora y fauna invertebrada.**

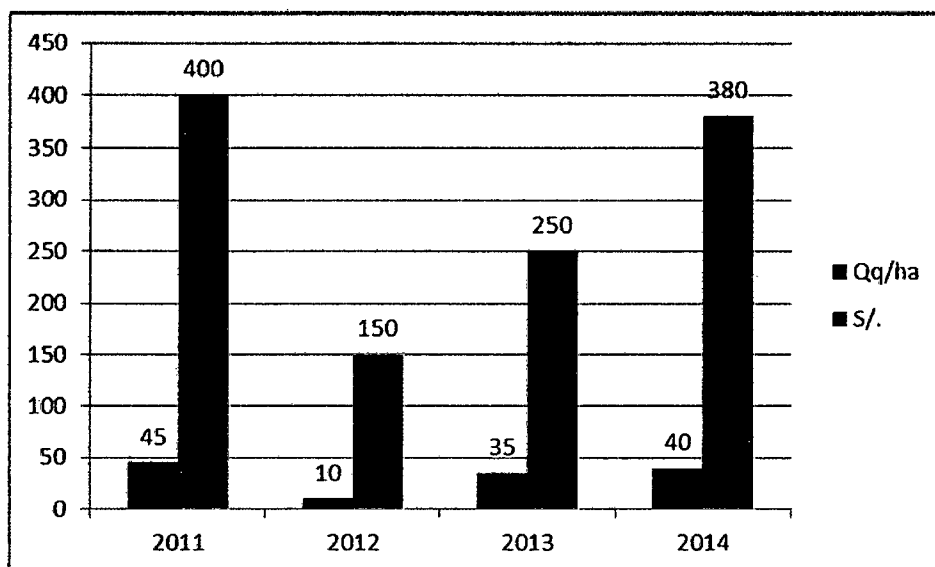
**Datos de rendimiento del cafetal promedio en el distrito de Jepelacio**

**Tabla N° 06: Producción referencial del cafetal en el sector de estudio.**

	2014	2013	2012	2011
<b>Qq/ha</b>	40	35	10	45
<b>S/.</b>	380	250	150	400

Fuente: Elaboración propia, 2014. Basado en datos de campo.

**Gráfico N° 05 – Datos de producción del área de influencia, sector “Rupiñal”.**



**Interpretación:**

En el gráfico N° 05 se visualiza que en el año 2011 se obtuvo 45 qq/ha, con una venta de S/. 400.00 por qq mientras que en el 2012 se obtuvo solo 10 qq/ha cuya venta descendió a S/. 150.00 por qq, en el año 2013 el rendimiento fue de 250 qq/ha y la venta fue de S/. 35.00 por qq, y en el presente año se obtuvo 40 qq/h y la venta

fue de S/. 380.00 Nuevos Soles por qq. Estos datos fueron obtenidos mediante el dialogo con productores de café del distrito de Jepelacio.

### Rendimiento de producción de café en el área de investigación

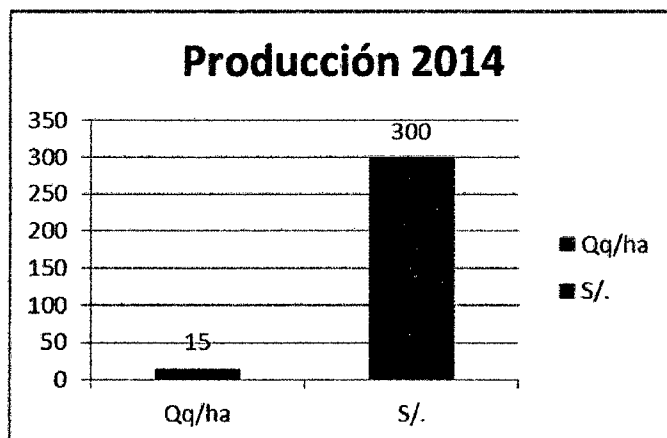
**Productor** : María Tuesta Chávez      **Región** : San Martín  
**Altitud** : 1036 m.s.n.m.      **Provincia** : Moyobamba  
**Variedad** : Catimor      **Distrito** : Jepelacio  
**Sector** : “Rupiñal”

**Tabla N° 14 – Producción de café del área de investigación**

	<b>2014</b>
<b>Qq/ha</b>	15
<b>S/.</b>	300

Fuente. Elaboración propia, 2014. Basado en datos de campo.

**Gráfico N° 06 – Distribución de la producción de café en el área de investigación**



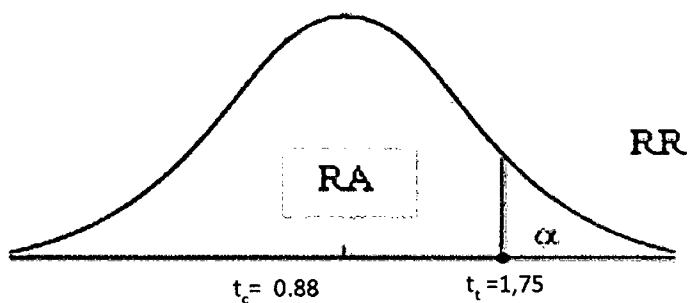
**Interpretación:** En el presente año el área de investigación tuvo una producción de café de 15 qq.ha y la venta fue S/. 300.00 Nuevos Soles por qq.

## Prueba estadística

Tabla N° 15 – Calculo estadístico – horizonte A

Hipótesis	T calculada	T tabulada	Nivel de significancia	Decisión
$H_0 \neq H_1$	0.88	1.75	$\alpha = 5\%$	Rechazar $H_0$

**Gráfico N° 07: Comparación de la t calculada y la t tabulada.**



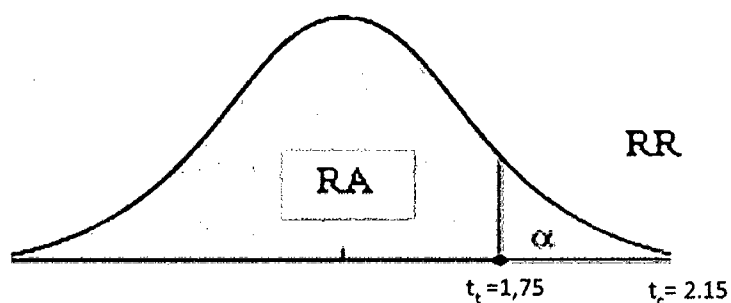
### **Interpretación**

El análisis corresponde a los promedios de los porcentajes de la cantidad de agua retenida en el horizonte A, en donde la t – calculada (0.88), es menor que t - tabulado (1,75); en la prueba unilateral de cola a la izquierda, ubicándose en la región de aceptación. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, y acepta la hipótesis alterna por tanto el análisis cuantitativo del agua retenida en los horizontes del suelo, influye significativamente en la flora y fauna invertebrados en los cafetales establecidos bajo sombra.

**Tabla N° 16 – Calculo estadístico – horizonte B**

Hipótesis	T calculada	T tabulada	Nivel de significancia	Decisión
$H_0 \neq H_1$	2.15	1.75	$\alpha = 5\%$	Rechazar $H_0$

**Gráfico N° 08: Comparación de la t calculada y la t tabulada.**



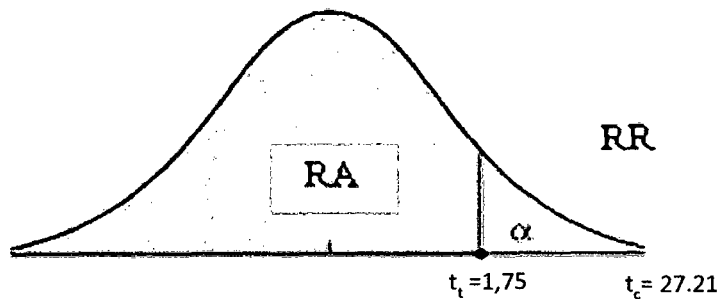
**Interpretación**

El análisis corresponde a los promedios de los porcentajes de la cantidad de agua retenida en el horizonte A, en donde la t – calculada (2.15), es mayor que t - tabulado (1,75); en la prueba unilateral de cola a la derecha, ubicándose en la región de rechazo. De manera que rechaza la hipótesis alterna por no hay influye en el comportamiento de la flora y fauna.

**Tabla N° 17 – Calculo estadístico – horizonte C**

Hipótesis	T calculada	T tabulada	Nivel de significancia	Decisión
$H_0 \neq H_1$	7.21	1.75	$\alpha = 5\%$	Rechazar $H_0$

**Gráfico N° 09: Comparación de la t calculada y la t tabulada.**



### Interpretación

El análisis corresponde a los promedios de los porcentajes de la cantidad de agua retenida en el horizonte A, en donde la t – calculada (7.21), es mayor que t - tabulado (1,75); en la prueba unilateral de cola a la derecha, ubicándose en la región de rechazo. De manera que rechaza la hipótesis alterna por no hay influye en el comportamiento de la flora y fauna.



## 3.2 Discusiones

### 3.2.1. Cantidad de agua retenida en los horizontes de suelos del cafetal.

RAMIREZ (2011), nos indica que la erosión reduce la fertilidad y la capacidad de almacenamiento de agua, y al realizar el respectivo calculo y análisis de datos en la presente investigación se determinó que la calicata N° 11 en su horizonte A tiene un 66 % mucho más que los demás las 16 calicatas. Como resumen del total de las muestras evaluadas podemos indicar que el horizonte A tiene 39.10%, horizonte B 22.82% y el horizonte C 20.59%. Resultados que nos permiten tomar acciones en cuanto al abonamiento e incorporación de nutrientes al suelo puesto que al tener humedad en el suelo entonces la asimilación de estas sustancias será mucho más rápido para la planta, esta información de muy importante para los productores de café en el Alto Mayo. Así mismo el promedio de porcentaje de humedad en la hojarasca de las 16 calicatas fue 83.29 % dato muy importante ya que esto genera que la humedad del suelo se mantenga.

### 3.2.2. Identificación y evaluación de especies de flora y fauna en el cafetal

MARTINEZ (2007), entre las especies más usadas en cafetales usadas como sombrío están los chalahuites (*Inga spp.*), cuacuite (*Gliricidia sepium*) o ilite (*Alnus acuminata*), que no son producto comercial. El agua retenida en el suelo cumple una función importante para la planta así como también para los micro y macro organismos presente en el suelo, por tanto donde existe más humedad existe más abundancia en flora y fauna; en la presente investigación se identificaron 86 plantas frutales (48.86 %), 9 plantas maderables (5.11 %), 80 pan llevar (45.45 %) y 1 plantas como otros (0.57 %). De igual manera se identificaron mariposas (*Ithomiinae*), grillo (*Trimerotropis ochraceipennis Bl.*), grillo topo (*Gryllotalpa grillotalpa*), araña (Arácnida), hormigas (Formicidae), gusano de tierra *Lumbricus terrestris*, hongo comestible – callampa (*Pleurotus ostreatus*).

Los resultados del análisis físico - químico del suelo en la finca de café (área de investigación), nos refleja que el horizonte A tiene un pH de 5.72 cuya clase textural es franco arenoso, el horizonte B tiene un pH de 5.63 y su clase textural corresponde a franco arcillo arenoso y por último el horizonte C tiene un pH de 4.64 cuya clase textural es franco arcilloso; el promedio de % de N fue de 0.085%, 4.4 ppm (P) bajo, y 24.33 ppm (K) bajo.

### **3.3.3. Análisis de la influencia del agua retenida en el suelo, en el rendimiento de cafetal y la densidad de flora y fauna.**

Tal como se demuestra en el primer resultado el horizonte A retiene mayor cantidad de humedad en el suelo (39.10%), esta información es muy importante porque nos facilita tomar decisiones con fines de abonamiento e incorporación de nutrientes al suelo (la absorción de nutrientes en suelos con cierto grado de humedad es mayor a diferencia de un suelo seco). Los datos obtenidos de la presente investigación también permiten afirmar que un suelo con un incremento de humedad tendrá mayores rendimientos gracias a la máxima utilización de la lluvia, así mismo disminuirá el riesgo de pérdidas de rendimiento debido a las sequías. La planta tendrá más disponibilidad de acceder al agua sin dificultad para su desarrollo y crecimiento evitando que se marchiten.

En el presente año el área de investigación tuvo una producción de café de 15 qq.ha y la venta fue S/. 300.00 Nuevos Soles por qq. Con respecto a las especies de flora MARTINEZ (2007), nos indica que en los cafetales la sombra está dada por especies de importancia comercial, como la naranja, mandarina o plátano, que también generan ingresos para el productor. Se identificó 86 plantas frutales (48.86 %), 80 plantas de pan llevar (45.45 %) especies que forman parte para el consumo y venta del productor. Así mismo estas especies de flora constituyen el hábitat de especies de fauna, fauna invertebrada, macro y micro fauna.

### 3.3. Conclusiones

- Se determinó que la cantidad de agua retenida en el horizonte A es de 39.10 %, en el horizonte B es de 22.82 % y en el horizonte C 20.59 %. Y en porcentaje de humedad en la hojarasca fue de 83.29% en la finca de café de la variedad catimor ubicada en el sector Rupiñal, distrito de Japelacio, provincia de Moyobamba, región San Martín.
- Se identificó 86 plantas frutales (48.86 %), 9 plantas maderables (5.11 %), 80 pan llevar (45.45 %) y 1 plantas como otros (0.57 %). De igual manera se identificaron mariposas (*Ithomiinae*), grillo (*Trimerotropis ochraceipennis* Bl.), grillo topo (*Gryllotalpa gryllotalpa*), araña (Arácnida), hormigas (Formicidae), gusano de tierra *Lumbricus terrestris*, hongo comestible – callampa (*Pleurotus ostreatus*). Según los resultados del análisis físico - químico del suelo en la finca de café el horizonte A tiene un pH de 5.72 cuya clase textural es franco arenoso, el horizonte B tiene un pH de 5.63 y su clase textural corresponde a franco arcillo arenoso y por último el horizonte C tiene un pH de 4.64 cuya clase textural es franco arcilloso. Así mismo el % de materia orgánica en cada horizonte fue: horizonte A 3.16 %, horizonte B 0.48 % y horizonte C 0.98 %.
- El agua retenida en el suelo en la finca de café tiene una influencia directa en el rendimiento del cafetal y la densidad de la flora y fauna invertebrada, con 39.10% el horizonte A retiene mayor humedad y por consiguiente se encontraron grillo (*Trimerotropis ochraceipennis* Bl.), grillo topo (*Gryllotalpa gryllotalpa*), araña (Arácnida), hormigas (Formicidae), gusano de tierra *Lumbricus terrestris*, hongo comestible – callampa (*Pleurotus ostreatus*). Al tener una buena humedad en el horizonte A nos refleja que los nutrientes que se incorporen al suelo serán fáciles de absorber por los cafetos.

### **3.4. Recomendaciones**

- Ampliar la presente investigación que permita recoger información de la realidad de la finca de café y su producción, del mismo modo para conocer las principales plagas y enfermedades y su influencia con el contenido de humedad presente en el suelo del cafetal.
- Realizar capacitación a los productores en el marco de los resultados obtenidos en la presente investigación en coordinación con las entidades del estado como Gobierno Regional de San Martín, Dirección de Agricultura sobre temas de conservación de suelos, abonamiento y otros.
- Tener en cuenta el manejo que el productor le da a su finca de café ya que es un factor importante que ayudarían a obtener resultados más detallados entre tradicional, convencional, orgánico y sostenible.

### 3.5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ **ARÉVALO, L. ALEGRE, J., PALM, C. (2003).** Determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en el Perú. INIA. Perú.
- ✓ **CHAPPA, S. C. (2007).** Sistemas productivos en la región San Martín. Tarapoto – Perú.
- ✓ **FITZPATRICK, E. (1996).** Introducción a la ciencia de los suelos. México.
- ✓ **GONZÁLEZ, A. (1990).** Guías de prácticas de la Maestría en Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- ✓ **HILLEY, D. (1998).** Física de suelo ambiental. Prensa Académica. San Diego.
- ✓ **JARAMILLO, J. Daniel (2002).** Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- ✓ **JIMENEZ B, R & GONZALES Q, V. (2006).** Edafología. Volumen 13. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- ✓ **KARLEN, D.L., MAUSBACH, M.J. DORAN, J.W., CLINE R.G. HARRIS, R.F., SCHUMAN, G.E. (1997).** Calidad de suelo: un concepto, definición, y marco para evaluación. Sociedad de Ciencia de Suelo de América Diario. Madrid.
- ✓ **ORTEGA, Jaime (2003).** Análisis sectorial del café. Ecuador.
- ✓ **RAMIREZ O, Fernando (2010).** Riesgo de erosión en suelos de ladera de la zona cafetalera. Fondo Nacional del Café. Colombia.
- ✓ **SAENZ D, Laura (2011).** Macrofauna y propiedades fisio-químicas del suelo en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao L.*) y bosques secundarios en el sur occidente de Guatemala. Guatemala. Pág. 50.
- ✓ **SAIN, Gustavo y CALVO, Guillen (2009).** Agricultura de America Latina y el Caribe. Costa Rica.
- ✓ **MARTINEZ, Miguel. (2007).** Revista Mexicana de Biodiversidad. Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. México.
- ✓ **MITACC MEZA M. (2011).** Tópicos de estadística descriptiva y probabilidad. 2da edición. Lima – Perú.

- ✓ **MOGUEL, P. & TOLEDO, V. (1990).** Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology. Mexico.
- ✓ **MONTENEGRO, H. y D. MALAGÓN. 1990.** Propiedades físicas de los suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
- ✓ **MOSTACEDO B. y FREDERICKSEN T. 2000.** Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (Santa Cruz de la Sierra) 92p.
- ✓ **NEPSTAD, C. Daniel. (2007).** Vínculos viciosos de la amazonia. WWF Internacional. Estados Unidos.
- ✓ **WORTHEN, E.L. (1949).** Suelos agrícolas: su conservación y fertilización. México.

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**

**MAPA DE UBICACIÓN DEL AREA DE  
INVESTIGACION**



**ANEXO N° 02**

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO  
DEL SUELO**



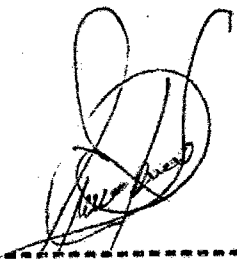
# P Y S INGENIEROS CONSULTORES

De: Ing. Max Beltran Pezo Perea

Jr. Martín de la Riva N° 169 Telf. (042) 524210 - 942478379 RPM \*432106

## Análisis de caracterización de Suelos

Número de Muestra				pH	C.E. Ds/m.	M.O. %	N %	p ppm	K ppm	ANÁLISIS MECÁNICO				CIC	cationes cambiabes					Suma de Bases	% Sat. De Aluminio
Calc.	H.	Profun.	Campo							ARENA	LIMO	ARCILLA	CLASE TEXTURAL		Ca	Mg	K+	Na+	Al+ + H+		
				%			meq./100gr														
01	Ao	0-25	M1	5.72	2.43	3.16	0.094	4.80	30.42	78.40	8.40	13.20	Frac. Arenoso	12.24	10.00	2.00	0.10	0.14	0.00	12.24	0.00
	B	25-80	M2	5.63	0.79	0.48	0.160	4.40	24.33	59.40	18.20	22.40	Frac. Arc. Arenoso	10.21	8.25	1.75	0.08	0.13	1.80	10.21	17.60
	C	80-140	M3	4.64	0.98	0.04	0.001	4.00	18.25	32.00	33.80	34.20	Frac. Arcilloso	9.10	9.05	0.48	0.06	0.13	6.40	3.00	70.30

  
 -----  
**ING. MAX BELTRAN PEZO PEREA**  
 C.I.P. N° 72185  
 Registro Nacional de Especialistas en  
 Levantamiento de Suelos N° 13

**ANEXO N° 03**

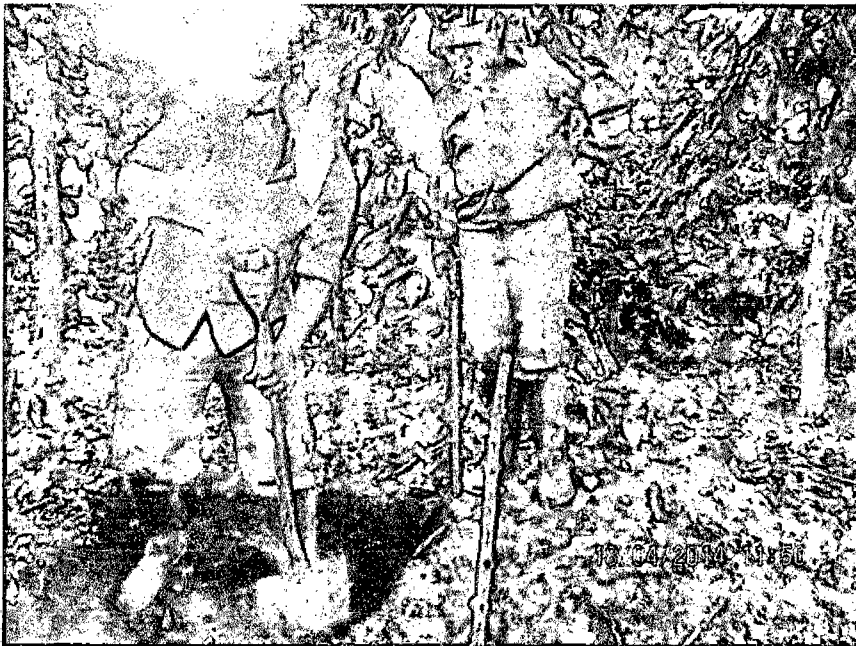
**PANEL FOTOGRAFICO**

**Fotografía N° 01**



En la fotografía N° 01 Delimitación del área de investigación junto al Ing. Rubén Ruiz valles asesor de tesis y del personal de apoyo.

**Fotografía N° 02**



En la fotografía N° 02 Excavación de calicata junto a la supervisión del asesor de tesis, sector Rupiñal.

**Fotografía N° 03**



En la fotografía N° 03 Recojo de muestra de suelo por horizonte de la calicata N° 02

**Fotografía N° 04**



En la fotografía N° 04 Tesista codificando de la calicata y el letrero del trabajo de investigación.

**Fotografía N° 05**



En la fotografía N° 05 – Tesista georreferenciando el área de investigación y la finca de café.

**Fotografía N° 06**



En la fotografía N° 06 Registro del peso de la muestra de suelo por horizonte.

**Fotografía N° 07**



En la fotográfica N° 07 Hongo comestible (callampa), especie que caracteriza a zonas húmedas.

**Fotografía N° 08**



En la fotográfica N° 08 Especie de la familia *Araneidae* (*Argiopidae*).

Fotografía N° 09



En la fotografía N° 09 “Grillo topo” (*Orthoptera – Gryllotalpidae*)

Fotografía N° 10



En la fotografía N° 10 “Avispero” (*Hymenoptera: Vespidae*)

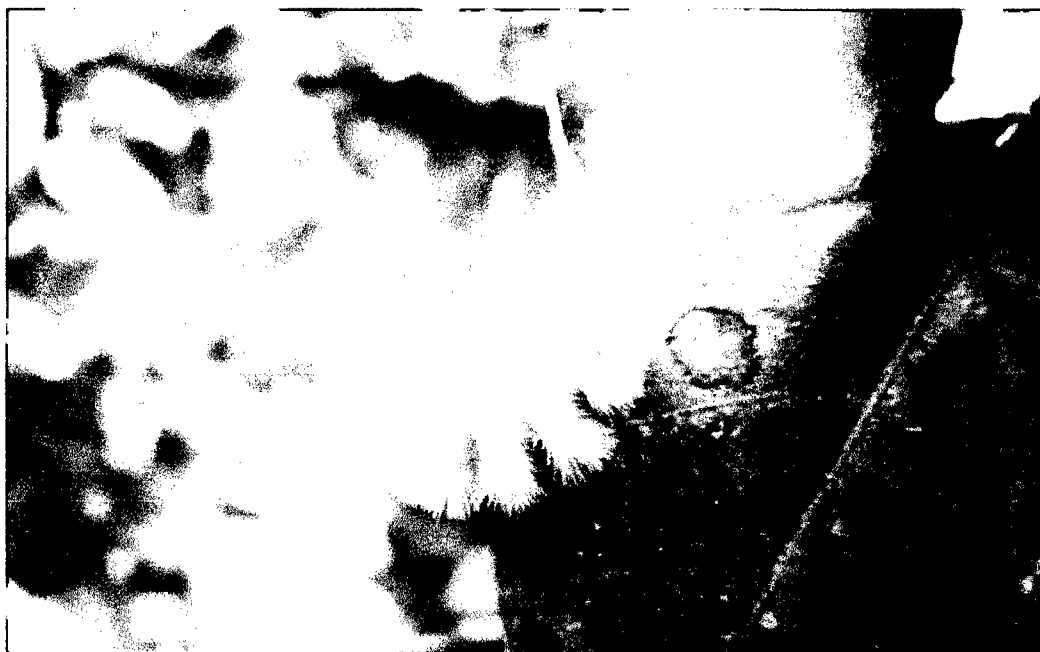


**Fotografía N° 11**



En la fotografía N° 11 Larva de una polilla (*Lepidoptera – Megalopygidae*)

**Fotografía N° 12**



En la fotografía N° 12 Larva de polilla en una hoja de planta de café.

Fotografía N° 14



En la fotografía N° 14 Insecto adulto (*Orthoptera – Tettigoniidae*)

Fotografía N ° 15



En la fotografía N° 15 Tesista realizando parte del trabajo de campo en la finca de café.

Fotografía N° 16



En la fotografía N° 16 Insecto adulto "Grillo" *Orthoptera - Gryllidae*.

Fotografía N° 17



En la fotografía N° 17 Lepidópteros (*Lepidoptera - Ithomiinae*).

Fotografía N° 18



En la fotografía N° 18 – “Hormigas” (*Hymenoptera – Formicidae*).

Fotografía N° 19



En la fotografía N° 19 – “Gusano de tierra” (*Lumbricus terrestris*)

**ANEXO N° 04**

**RESOLUCION DE APROBACION DE EJECUCION DE  
PROYECTO DE TESIS**



**Resolución Consejo de Facultad N° 0111-2013-UNSM-T-FE-CF.**

Moyobamba, 22 de Agosto del 2013

Visto el Expediente N° 1779 de fecha 20-08-2013; presentado por los miembros de jurado de tesis, sobre ejecución de proyecto de tesis.

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante CARTA S/N° -2013-UNSM-T/FE.JJPC-MOY; manifiestan que se ha realizado el levantamiento de observaciones, sugiriendo su aprobación del proyecto intitulado "Análisis cuantitativo del agua retenida en los horizontes del suelo y su influencia en la flora y fauna invertebrada en los cafetales entablados bajo sombra, ubicados en Jepelacio, Moyobamba, 2013", presentado por el bachiller Limber Alberto López Tuesta; se establece el procedimiento para la presentación, sustentación y aprobación de proyecto de tesis.

Que, estando de conformidad con lo opinado y acordado en sesión ordinaria de Consejo de Facultad de fecha 22-08-2013, y en uso de las atribuciones conferidas por ley.

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Aprobar la Ejecución del proyecto de Tesis intitulado: "ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL AGUA RETENIDA EN LOS HORIZONTES DEL SUELO Y SU INFLUENCIA EN LA FLORA Y FAUNA INVERTEBRADA EN LOS CAFETALES ENTABLADOS BAJO SOMBRA, UBICADO EN JEPELACIO, MOYOBAMBA, 2013"; inscrito con código N° 06051713 presentado por el Bachiller LIMBER ALBERTO LOPEZ TUESTA; asesorado por el Ing. RUBEN RUIZ VALLES.

**Artículo 2°.-** Dar a conocer al Departamento Académico y a la Comisión Grados, Títulos y Práctica Pre profesional, para su conocimiento, registro y control.

Regístrese, comuníquese y archívese.



M.Sc. Astrit Ruíz Ríos  
Decana



Ing. Ángel Tuesta Casique  
Secretario Académico