



UNAP

**FACULTAD DE
CIENCIAS FORESTALES**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ECOLOGÍA
DE BOSQUES TROPICALES**

TESIS

**DETERMINACION DE LA ERODABILIDAD DEL SUELO MEDIANTE LA
FÓRMULA SUGERIDA POR BOUYOCOS EN UNA PLANTACIÓN DE
SIMAROUBA AMARA; (CIEFOR) - PUERTO ALMENDRAS, LORETO, PERÚ –
2015**

Tesis para optar el título de:

INGENIERO EN ECOLOGIA DE BOSQUES TROPICALES

Autor:

JOSET JOSAFAT DAVILA ACOSTA

IQUITOS – PERU

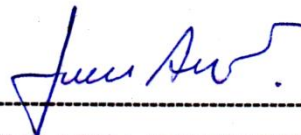
2015



ING° ANGEL EDUARDO MAURI LAURA, MSc
PRESIDENTE



ING° JORGE ELIAS ALVAN RUIZ, Dr.
MIEMBRO



ING° JARLIN ARELLANO VALDERRAMA
MIEMBRO



ING° JORGE LUIS RODRIGUEZ GOMEZ, Dr.
ASESOR

ACTA DE SUSTENTACIÓN
DE TESIS Nº 649

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller **JOSET JOSAPAT DAVILA ACOSTA** titulada: **"DETERMINACION DE LA ERODABILIDAD DEL SUELO MEDIANTE LA FORMULA SUGERIDA POR BOUYOUCCOS EN UNA PLANTACION DE SIMAROUBA AMARA; (CIEFOR) – PUERTO ALMENDRAS, LORETO, PERU - 2015"** formuladas las observaciones y analizadas las respuestas, lo declaramos


Con el calificador de:


En consecuencia queda en condición de ser calificado:


Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.


[Handwritten signature]
Hoy Presento
Apto

Iquitos, 30 de Junio 2015


Ing. Angel Eduardo Maury Laura, M. Sc.
Presidente


Ing. Jorge Elias Alán Ruiz, Dr.
Miembro


Ing. Jarlin Arellano Valdenama
Miembro


Ing. Jorge Luis Rodríguez Gómez, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

- Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.
- Mi madre Kitty Acosta y mi padre Víctor Dávila, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron y gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ustedes.
- Mis abuelos Perla Da Silva y Miguel Acosta (QEPD), por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.
- Mis hermanos, Aarón Jafet, Josue Joseph, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.
- Mi sobrino, Jurick Radamel, para que veas en mí un ejemplo a seguir.
- Todos mis amigos, Leslie, Edwin, Edgardo, Lilia, José Luis, Gabriel, Linder, Andrey, Andrés, Emiliano, Enrique, Pedro, Jackson, por compartir los buenos y malos momentos.
- Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

AGRADECIMIENTO

- A mi alma mater Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP) por haberme dado la oportunidad para mi formación profesional.
- A la Facultad de Ciencias Forestales por haberme acogido en sus aulas y haber recibido los conocimientos necesarios para mi formación.
- A los trabajadores del CIEFOR Puerto almendras, por haberme acogido en el tiempo de trabajo de campo para la realización de esta tesis.
- Hago extensivo este agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en el logro de la presente tesis.

CUADRO DE CONTENIDO

| | Pág |
|---|-----------|
| I INTRODUCCION | 1 |
| II PROBLEMA | 4 |
| 2.1. Descripción del problema | 4 |
| 2.2. Planteamiento del problema | 5 |
| III HIPOTESIS | 6 |
| 3.1. Hipótesis general | 6 |
| 3.2. Hipótesis Alternativa | 6 |
| 3.3. Hipótesis Nula | 6 |
| IV OBJETIVOS | 7 |
| 4.1. Objetivo General | 7 |
| 4.2. Objetivo Específicos | 7 |
| V VARIABLES, INDICADORES E INDICES | 8 |
| VI MARCO TEORICO Antecedentes | 9 |
| VII MARCO CONCEPTUAL | 26 |
| VIII MATERIALES Y METODOS | 28 |
| 8.1 Lugar de ejecución | 28 |
| 8.2 Accesibilidad | 28 |
| 8.3 Materiales de campo | 30 |
| 8.4 Materiales de gabinete | 31 |
| 8.5 Método | 32 |
| 8.6 Metodología | 32 |
| 8.7 Tratamiento estadístico | 36 |
| 8.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 36 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| | 8.9 Técnicas de presentación de resultados | 36 |
| IX | RESULTADOS | 37 |
| X | DISCUSIONES | 45 |
| XI | CONCLUSIONES | 47 |
| XII | RECOMENDACIONES | 49 |
| XIII | BIBLIOGRAFIA | 50 |
| | ANEXOS | 52 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la plantación forestal de Marúpa, se le dio la codificación de **“Macal” (Marúpa calculado)** se encuentra ubicada en el Departamento de Loreto, Provincia de Maynas, distrito de San Juan se ubica. Con una Latitud de 3° 46' 01". Longitud 73° 17'01". Altura de 126msnm.

El objetivo general fue Conocer mediante la fórmula sugerida por BOUYOUCOS la erodabilidad del suelo a través de la relación proporcional del porcentaje de la cantidad de arcilla, limo y arena presente en el suelo de una plantación de *Simarouba amara* de 20 años de edad. El tipo de investigación del presente estudio es el descriptivo y transversal, que permitirá conocer el estado en que se encuentra el suelo con respecto a la erodabilidad. El nivel de la investigación fue el detallado, debido a que se realizaran 5 tomas de muestra para el estudio dentro de la parcela; La población es la parcela de la plantación de la especie de Marúpa del CIEFOR Puerto Almendra la muestra fue de 5 tomas. El procedimiento empleado en el análisis fue mediante el método de Bouyouco para determinar el tipo de textura existente en la zona. El suelo tiene una alta erodabilidad en esta plantación de *Simarouba amara* y se encuentra en el segundo punto evaluado de sus tres horizontes, los suelos de esta área sufren más erosión que en los otros puntos analizados, la textura de arena es mayor en todos sus horizontes, lo cual se determina que son suelos sueltos, con baja capacidad de retención de humedad, esta área tiene mayor erosión y son vulnerables en su suelo, el menor porcentaje de erodabilidad se presenta en el segundo punto en todos sus horizontes, la relación que se observa con su textura nos indica que el alto porcentaje de arcilla determina el bajo porcentaje de erodabilidad de acuerdo a las características que presenta este tipo de suelo hacen que sean resistentes a

la erosión de suelo, tiene cuatro zonas que presentan un alto porcentaje de erodabilidad siendo el porcentaje de mayor erodabilidad con 2.70% y se encuentra en el segundo punto evaluado en el horizonte de 20-40cm; en general este punto todos sus horizontes presentan alto porcentaje de erodabilidad.

La erodabilidad con resultado de 2.42% se encuentra también en el segundo punto y en el primer horizonte 0-20cm,

La erodabilidad con resultado de 2.23% está en el tercer horizonte de 40-60 cm del segundo punto y el ultimo se encuentra en el quinto punto del horizonte de 0-20cm, con 1.05% de erodabilidad.

I. INTRODUCCION

Siendo la Región Loreto, un territorio de una vasta diversidad de tipos de suelos, es importante estudiar la erodabilidad del suelo mediante la fórmula sugerida por bouyoucos en una plantación de *Simarouba amara*; (CIEFOR) - puerto almendras, Loreto, - Perú. Según **Plaster, (2000)**, indica que: Las propiedades físicas son características del suelo que un agricultor puede ver o sentir. Estas propiedades físicas afectan principalmente de que como se usan los suelos para el crecimiento de plantas o para otras actividades. ¿Está el suelo suelto para que las raíces puedan crecer fácilmente a través de él o el agua rezuma fácilmente? O ¿Está la tierra apretada e impide el crecimiento de la raíz y la absorción del agua?, ¿Cómo suministra bien la tierra el agua, el aire y los nutrientes? Un conocimiento de las propiedades físicas puede ayudar a contestar estas preguntas. La propiedad de la tierra más fundamental, la que más influencia tiene sobre otros rasgos del suelo, es la textura. La textura del suelo determina la proporción de tres tamaños de partículas de suelo (arena (grande), limo (medio) y arcilla (pequeño)). El tamaño de las partículas del suelo, a su vez, afecta tanto a los rasgos del suelo como a la capacidad de retención de agua y a la aireación.

La arena, la fracción de suelo más grande, está compuesta principalmente de granos de cuarzo meteorizados. Los granos individuales de arena, excepto los más finos, son visibles a simple vista. Todos son areniscos al tacto. Los granos de arena no se pegan los unos a los otros, de forma que actúan como granos individuales en el suelo. Suficiente arena en un suelo crea grandes poros, de forma que la arena favorece la infiltración del agua (proporción en el que el agua entra en el suelo) y la aireación. Por otro lado, grandes cantidades de arena

disminuyen la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes. El limo, es la fracción del suelo de tamaño medio. Las partículas de limo son suaves o como el polvo al contacto (como el talco). Al igual que la arena, los granos de limo no se unen los unos a los otros. De todas las fracciones del suelo, el limo tiene la mejor capacidad para retener grandes cantidades de agua en una forma que puede ser usada por las plantas.

La arcilla es la fracción de suelo más pequeña, más diminuta, como una lámina de cristal. Mientras que la arena y el limo simplemente resultan de la estructura de la roca en pequeñas partículas, la arcilla es el resultado de reacciones químicas entre minerales meteorizados para formar partículas diminutas de nuevos minerales. Las partículas de arcilla se pegan las unas a las otras y por ello no se comportan como granos individuales en el suelo. La arcilla mojada es normalmente pegajosa y puede ser moldeada. Algunos tipos de arcilla se hinchan cuando están húmedos y encogen cuando se secan.

No es sorprendente que los suelos con alto contenido de arcilla retengan mejor el agua y los nutrientes. De forma inversa, las arcillas están menos aireadas y el agua rezuma en ellas más lentamente. Las clases de textura se han establecido teniendo en cuenta el comportamiento del suelo frente al agua y la respuesta de las plantas. A este respecto, la arcilla es más determinante que las otras fracciones, como se pone en manifiesto en el triángulo de texturas. Un suelo incluye la denominación de arcilloso a partir de un contenido de 20% arcilla, mientras que se requiere un contenido de 40% de limo para que incluya en la denominación de limoso, y más del 40% de arena para que incluya la denominación de arenoso.

En tal sentido, el desarrollo del presente trabajo de investigación contribuye, por un lado, a la obtención de la información de la erodabilidad del suelo mediante la fórmula sugerida por bouyoucos en una plantación de *Simarouba amara*; en el (CIEFOR) -Puerto Almendras, Loreto, - Perú.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

Conforme aumenta el deterioro ambiental, también crece la preocupación en grandes sectores de la población por encontrar herramientas para revertir estas tendencias negativas, tomando en cuenta los problemas sociales y económicos específicos de cada sociedad.

El suelo es un factor ecológico importante, pues sirve de sustrato alimenticio a las plantas y por ende a los animales y alberga una numerosa flora y fauna que lo renueva continuamente. Asimismo el suelo está íntimamente relacionado con el clima, orografía y el agua, sufriendo variaciones importantes en relación al declive, temperatura, precipitación, altura, etc. **(BrackEgg)**

El suelo es un cuerpo tridimensional; por lo cual, para tener un entendimiento completo y preciso de este recurso, se debe examinar su interior y una de las formas de poder examinarlo es a través de un estudio de erodabilidad que pretende contribuir al estudio de los suelos de nuestra región, pues como se sabe la composición de las comunidades de plantas esta generalmente determinada por la calidad de los suelos. Como es típico en la selva baja amazónica, la variación a pequeña escala en los tipos de suelos y la gran diversidad florística hacen difícil definir comunidades y tipos de hábitat, pudiéndose decir que un suelo tiene una buena textura en relación con la erodabilidad cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición morfológico.

El estudio de la erodabilidad de un suelo exige la apertura de hoyos (calicatas), que es una excavación que se realiza en el suelo y ver para comprender su organización.

Son pocos los estudios como estos en nuestra amazonia, es por eso el gran interés de conocer la erodabilidad del suelo mediante la fórmula sugerida por bouyoucos en una plantación de *Simarouba amara*; (CIEFOR) - puerto almendras, Loreto, - Perú.

2.2. Planteamiento del problema

¿Será posible, con el estudio de la erodabilidad del suelo mediante la fórmula sugerida por bouyoucos en una plantación de *Simarouba amara*; (CIEFOR) - puerto almendras, Loreto, - Perú. Permitirá llegar a comprender la organización del suelo y su relación proporcional del porcentaje de la cantidad de arcilla, limo y arena como un todo, su génesis y respuesta frente a diversos usos.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

El estudio de la erodabilidad del suelo en una plantación de *Simarouba amara* en las instalaciones del CIEFOR - UNAP. Permite llegar a comprender la organización del suelo y su relación proporcional del porcentaje de la cantidad de arcilla, limo y arena como un todo, su génesis y respuesta frente a diversos usos.

3.2. Hipótesis alterna

Con el estudio de la erodabilidad del suelo en una plantación de *Simarouba amara* en las instalaciones del CIEFOR - UNAP. Si Permitirá llegar a comprender la organización del suelo y su relación proporcional del porcentaje de la cantidad de arcilla, limo y arena como un todo, su génesis y respuesta frente a diversos usos.

3.3. Hipótesis nula

Con el estudio de la erodabilidad del suelo en una plantación de *Simarouba amara* en las instalaciones del CIEFOR - UNAP. No Permitirá llegar a comprender la organización del suelo y su relación proporcional del porcentaje de la cantidad de arcilla, limo y arena como un todo, su génesis y respuesta frente a diversos usos.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Conocer mediante la fórmula sugerida por BOUYOUCOS la erodabilidad del suelo a través de la relación proporcional del porcentaje de la cantidad de arcilla, limo y arena presente en el suelo de una plantación de *Simarouba amara* de 20 años de edad.

4.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar la erodabilidad del suelo y determinar áreas vulnerables a la erosión de suelo en la plantación de *Simarouba amara*

- ✓ Conocer a través del porcentaje de limo, arcilla y arena presentes en las muestras de suelos la relación que presentan con la erodabilidad de los suelos evaluados en los cinco puntos de recolección de la plantación *Simarouba amara*.

V. VARIABLES, INDICADORES E ÍNDICES

En el siguiente cuadro se muestra la variable de estudio con sus respectivos indicadores e índices.

| VARIABLE | INDICADORES | ÍNDICES |
|--|---|----------|
| El suelo de una plantación de <i>Simarouba amara</i> en las instalaciones del CIEFOR - | ✓ Lugares en cual se cavarán | Conteo |
| | ✓ Muestreo por horizontes | cm. y kg |
| | ✓ Análisis de las muestras en el laboratorio | gr. |
| | ✓ arena, limo y arcilla presentes en la muestra de suelo. | % |

VI. MARCO TEORICO

Antecedentes

Perfil Según **Oriol & Valle (1938)** menciona que:

El estudio morfológico de un suelo exige la apertura de calicatas, que es una excavación. Para facilitar el trabajo, uno de sus frentes tiene 70 a 100cm de ancho, y su profundidad debe ser tal que permita llegar a comprender la organización del suelo como un todo, su génesis y respuesta frente a diversos usos. En el área mediterránea suele ser suficiente profundizar hasta 180cm, si no aparece antes el material originario o un horizonte fuertemente cementado que impida seguir profundizando. Una calicata tiene tres paredes verticales para poder observar bien el perfil y los horizontes y la otra inclinada o con escalones para facilitar la entrada.

La erodabilidad del suelo

Definición

La erodabilidad del suelo es su vulnerabilidad o susceptibilidad a la erosión, es decir, la inversa de la resistencia a la erosión. Un suelo con erodabilidad elevada sufrirá más erosión que un suelo con erodabilidad baja si ambos están expuestos al mismo tipo de lluvia. Mientras que, la erosividad de lluvia es una medida bastante directa de las propiedades físicas de esta, la evaluación de la erodabilidad es mucho más complicada, ya que depende de numerosas variables.

Factores que influyen en la erodabilidad

Dos grupos de factores influyen en la erodabilidad. Están, en primer lugar, las características físicas del suelo, es decir, el tipo edáfico y, en segundo lugar, los tratamientos a que se le haya sometido. La parte relativa al tratamiento es la de mayor efecto, a su vez que la más difícil de determinar.

Características físicas del suelo

Durante mucho tiempo los edafólogos han intentado relacionar la erosión, tal como se mide en el campo, con diversas características físicas del suelo, que pueden medirse en laboratorios. De hecho, los trabajos en este terreno han incluido, aisladas o en combinación, casi todas las propiedades del suelo susceptibles de ser medidas, y BRYAN (1968) revisó más de treinta estudios de este tipo. La obra inicial se realizó en Estados Unidos por la década de los 1930, cuando se pretendió explicar los resultados de los primeros experimentos sobre erosión del suelo en función de las propiedades de éste (LUTZ, 1934). BOYOUCOS (1935) sugirió que la erodabilidad es proporcional a la razón.

$$\frac{\% \textit{arena} + \% \textit{limo}}{\% \textit{arcilla}}$$

MIDDLETON (1930 Y 1932) empleo una “razón de dispersión” basada en los cambios del contenido del limo y de arcilla antes y después de la dispersión del suelo en agua. PEELE (1937) incluyó una medida de la velocidad de percolación del agua a través del suelo, y YODER (1936) desarrolló una técnica adoptada más tarde en los estudios de estructura del suelo, para medir la estabilidad de los

agregados de partículas cuando son agitados mecánicamente en agua. Otros métodos basados esencialmente en el análisis mecánico utilizado en Rusia por VOZNESENSKY y ARSTRUUI (1940), en la India por BALLAL (1954) y por MEHTA *et al.* (1958), en Japón por NISHIAKATA y TAKEUCHI (1955) y en Francia por HENIN (1963). Las propiedades químicas fueron también investigadas por WALIS y ESTEVAN (1961). Algunos de estos estudios han tenido éxito parcial, ya que han proporcionado indicaciones acerca de la resistencia a la erosión de diferentes tipos de suelo (por ejemplo, EPSTEIN y GRANT, 1967), o han permitido una evaluación comparativa de los efectos de distintas prácticas anti erosivas en un determinado suelo. Hasta hace poco el método había sido menos provechoso para proporcionar una estimación cuantitativa de la cantidad de erosión que puede esperarse cuando se somete a un suelo a una lluvia de erosividad conocida. El problema cambió cuando WISCHMEIER y otros (1969) demostraron la existencia de una buena correlación entre la erodabilidad y un índice que engloba 15 propiedades físicas del suelo. Posteriormente el método ha sido perfeccionado y simplificado, hasta hacerlo práctico empleando solo cinco propiedades, resultando ser prometedor (WISCHMEIER, 1971).

Buscando un tratamiento más directo del problema, algunos investigadores han realizado medidas de erodabilidad sometiendo el suelo a pruebas más directamente relacionadas con lo que sucede en la naturaleza. ELLISON (1947) sugirió que la resistencia a la erosión por impacto y la resistencia a la erosión por arrastre debían medirse por separado, y esta línea de conducta fue luego reprendida por OVENS (1969). Otros estudios sobre la medición de la resistencia

a un flujo de agua fueron realizados en Rusia por GUSSAK (1946), quien midió el volumen y la velocidad del agua necesaria para arrastrar un determinado peso de suelo en un lecho especialmente diseñado, y por ALDERMAN (1956), quien midió el tamaño del cráter producido por un chorro de agua que caía sobre un suelo sumergido. Sin embargo, estas pruebas son relativamente artificiales, y además se han realizado sobre muestras de suelo, con la consiguiente incertidumbre de si al acto de extraer la muestra puede haber alterado las propiedades cuya medida se intenta.

Otro enfoque de la cuestión consiste en someter el suelo en la acción de la lluvia y medir la erosión resultante. La lluvia natural es inadecuada a causa de su variabilidad e impredecibilidad, y las investigaciones se orientan a medir las variaciones de la erodabilidad del suelo en condiciones de erosividad contante. Los simuladores de lluvia artificial se han empleado con frecuencia, tanto en el laboratorio sobre muestras de suelo, pero ciertas técnicas deben mencionarse aquí, ya que se desarrollaron especialmente para estudiar algún aspecto de la erodabilidad. El método más simple consiste en hacer caer gotas aisladas de una bureta (McCall A. 1944, y RAI *et al*, 1954), probando en el laboratorio estructuras de suelo. Se forman grandes gotas, del orden 5 o 6 mm de diámetro, que generalmente solo caen algunos decímetros. VILENSKY (1945) utilizo una combinación de gotas aisladas y de gotas dispersas para medir la ruptura de los aglomerados de suelo. Para observar la fragmentación de la estructura en condiciones de lluvia tropical, PEREIRA (1956) estudio los efectos del impacto fuerte, haciendo caer grandes gotas de 6 mm de diámetro desde 2 metros de

altura sobre muestras de suelo, suponiendo que las gotas muy grandes que alcanzan el 50% de su velocidad límite, tendrían un efecto comparable al de las gotas más pequeñas que caen a su velocidad límite. Un principio similar, si bien con mayor variedad de tamaño de gotas, fue empleado por MOLDENHAUER (1965). Para poder realizar pruebas de erodabilidad en campo, sobre suelo no tratado, ADAMS *et al* (1957) idearon un simulador de lluvia portátil. En este instrumento 100 boquillas conectadas a tubos capilares formaban gotas 5,5 mm; en el tubo capilar se insertaba un fino alambre para controlar mejor el tamaño de la gota. La altura de caída era un metro, de manera que cada gota tenía una energía cinética igual a la de una gota de 3,44 mm de diámetro, cayendo a velocidad límite.

Utilizando simuladores, numerosas investigaciones han arrojado resultados interesantes, siendo especialmente notables los de ADAMS *et al* (1958) y MOLDENHAUER (1965). Estos estudios dan solo una medida relativa de cómo unos y otros suelos responden a la erosión y sus resultados no pueden relacionarse directamente con las pérdidas de suelo, aunque su aplicación es útil. En las estaciones experimentales de campo se registran las pérdidas de suelo en los tipos de suelo disponibles, por lo que un método que permita comparar las erodabilidades empleando simuladores de lluvia permite extender los resultados a aquellos suelos para los que no se cuenta con dato de campo.

Gestión de tierras

La magnitud de la erosión del suelo que tiene lugar bajo determinadas condiciones, no se ve influenciada solamente por el propio suelo, sino también por el tratamiento que este recibe. Un suelo puede perder, digamos 400 toneladas por hectárea y año cuando los surcos están orientados en la dirección de la máxima pendiente, mientras que el mismo suelo, empleando en el cultivo eficiente de pasto puede perder solo unos kilogramos por hectárea. La diferencia en erosión debida a diferencias en el tratamiento de un mismo suelo es mucho mayor que la que se da en distintos suelos que reciben el mismo tratamiento. De hecho, la erodabilidad se ve más influida por el tratamiento del suelo que por cualquier otro factor. Por tratamiento se entiende no solamente la gestión de la tierra en sentido amplio, sino también las decisiones de detalle, acerca del tipo de cultivo concreto. La mejor gestión de la tierra puede ser definida como el uso más productivo e intensivo que la tierra puede es capaz sin llegar a degradarse. Vale la pena destacar la naturaleza constructiva de este punto de vista. La política de conservación de suelo actualmente en uso debe ser positiva y estimulante, no restrictiva. No tiene sentido conservar un suelo y no aprovecharlo; la demanda debe orientarse a usar al máximo posible todos los recursos sin desperdiciarlos.

La mejor ayuda para asegurar el rendimiento del uso de la tierra es, sin duda, la clasificación de capacidades agrícolas. Pero esencia consiste en recoger, ante todo, todos los datos principales del área considerada como una inspección especial. Estos datos incluyen conceptos tales como tipo de suelo, espesor, características de drenaje, pendiente, etc., todos los cuales pueden tomarse o

definirse fácilmente en el campo. De acuerdo con estos datos de la tierra se asigna a una entre ocho clases de terreno. Estas clases reflejan el riesgo de erosión, lo que indica la combinación de prácticas que se requieren para que la tierra pueda usarse con eficacia y productividad. Este sistema fue establecido en primer lugar por el servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos, pero se ha adoptado con éxito, a menudo con modificaciones locales, en otros países con climas tan diferentes, que no cabe duda de que puede aplicarse a cualquier lugar en que la erosión constituya un problema.

Organización de los cultivos

De la misma manera que la erosión puede modificarse ampliamente según el tratamiento que se dé a la tierra, para un determinado tratamiento pueden darse también grandes diferencias en cuanto a la erosión, según sean los cultivos concretos que se efectúen, pero daremos ahora un ejemplo sencillo: se halló que la pérdida de suelo en dos parcelas experimentales adyacentes e idénticas era 15 veces mayor para una de ellas, con cultivo de maíz mal llevado, que en la otra con un cultivo de maíz adecuadamente llevado (HUDSON, 1957). Estas diferencias en la erosión son, probablemente, más espectaculares en las tierras arables y con cultivos de surco, pero también se han registrado amplias diferencias en experimentos con praderas naturales, pastos sembrados, bosques de todo tipo y, de hecho, en cualquier tipo de vegetación. El anticuado concepto de que los cultivos pueden clasificarse en “constructores de suelo” y “consumidores de suelo”, a aplicarse los métodos científicos al abonado, y la idea ha sido refutada por los estudios recientes sobre erosión. Se ha demostrado en efecto, que el

descenso de fertilidad asociado con ciertos cultivos, es debido más a la erosión que estos provocan que al hecho de que la planta agote las sustancias nutritivas del suelo. Naturalmente los cultivos con plantas densamente dispuestas, como prados y pastos, tienden a cubrir mejor y a proteger el suelo, y los cultivos de surco, como el algodón y el maíz, suministran menos protección, pero tratamiento adecuado. Se ha demostrado mediante experimentos, que un cultivo de maíz eficaz y bien organizado, puede minimizar la erosión y construir suelo, mientras que un pasto tratado inadecuadamente puede comportar un fuerte descenso de la producción, cuando hay pérdidas importantes de suelo y de elementos nutritivos. En el fondo la organización de los cultivos para el control de la erosión puede resumirse en la siguiente frase: “la erosión depende, no de lo que se cultiva, sino de cómo se cultiva”.

Medidas de control

En el análisis de los factores que influyen en la erodabilidad del suelo lleva a discutir la cuestión del posible control de la erosión. Esta es función de la erosividad y la erodabilidad; la erosividad depende exclusivamente de la lluvia y, por tanto, no puede controlarse. La erodabilidad depende en parte de las propiedades físicas del suelo, que tampoco pueden cambiarse, y del uso de la tierra y organización de los cultivos, factores estos últimos, que sí pueden ser controlados.

Relación entre el control mecánico y control biológico

Las dos principales divisiones de la ordenación- la de la tierra y la de los cultivos- se corresponden bastante bien con dos clases de medidas de control de la erosión, las obras de protección mecánica, que implican movimiento de tierra modelado del suelo, y las medidas no mecánicas, que tienden a reducir la erosión del suelo mediante cultivos apropiados y mediante animales. Las expresiones de medidas biológicas de control o medidas bionómicas de control, que se emplean a veces aunque ni son completas ni apropiadas del todo. Las obras mecánicas de protección se hallan íntimamente relacionadas con la elección del uso que va a dársele a la tierra. Por ejemplo, sucede con frecuencia que un terreno requiera la construcción de terrazas acanaladas si va a usarse para cultivos de surco, mientras que si se emplean para pastos, tales obras no se necesitan. En la Clasificación de Capacidades Agrologicas la relación entre el tratamiento de la tierra y el control mecánico es particularmente evidente, ya que las acciones recomendadas para cada tipo de tierra se refieren tanto a la protección mecánica como al sistema de cultivo.

La relación de estos dos aspectos del control de la erosión- la protección mecánica y las medidas biológicas- puede ilustrarse con una analogía. Empleando un símil bélico, diríamos que el hombre está en guerra y su enemigo es la erosión. El hombre está sometido a un fuerte ataque y ha sufrido importantes pérdidas en enfrentamientos previos. La acción más urgente es levantar fuertes defensas para prevenir nuevas incursiones dl enemigo. Tras la protección de estas obras defensivas pueden trazarse planes y construirse refuerzos hasta que pueda

lanzarse el contraataque destinado a eliminar al enemigo. Las obras de protección mecánica son esta primera línea defensiva, absolutamente indispensable para prevenir daños posteriores. Pero una guerra no puede ganarse tan solo mediante tácticas defensivas, y el ataque lanzado al amparo de una posición bien defendida, emplea como armas un mejor uso de la tierra, una mejor gestión de los cultivos y un laboreo con sólidas bases científicas.

Alternativamente, para emplear una metáfora más pacífica, la tarea de crear una industria agrícola mejorada en las naciones en desarrollo, puede compararse a la erección de un gran edificio. En cualquier construcción grande, la primera tarea es excavar hoyos en el suelo y verter en ellos gran cantidad de hormigón, para proporcionar al edificio unos cimientos son firmes podemos comenzar a construir la parte utilizable del edificio, lo que serán tiendas, oficinas o viviendas. La analogía es muy útil, ya que una nueva agricultura, con el aumento de producción necesario para alimentar a los millones de personas hambrientas que hay en el mundo, solo puede crearse cuando se apoya en los sólidos de los cimientos de las obras adecuadas de protección mecánica. Otras semejanzas que se dan en la analogía son: los de protección deben proceder a las de laboreo y cultivo; la construcción de los cimientos se hace de una vez por todas, requiriendo después solo un mantenimiento de rutina. Las medidas de protección mecánica son las mismas: una gran tarea de proyecto y obra al principio, que luego solamente necesita un mantenimiento sencillo.

La posición relativa de la protección mecánica y biológica es clara. Los trabajos mecánicos no son constructivos o productivos en sí mismos, pero casi siempre

son necesarios, y donde se requieran deben efectuarse primero, luego pueden aplicarse los principios de un correcto uso de la tierra y las técnicas de agronomía científica, que reducirán y controlaran la erosión al tiempo que aumentan la producción. Ambos tipos de medidas no son alternativos sino complementarios y deben utilizarse los dos, si bien cada uno de ellos sirve a un propósito distinto. En los capítulos siguientes se discutirán los detalles de los métodos de conservación del suelo, comenzando en el próximo con los principios de la construcción de obras de protección mecánica.

(NORMAN HUDSON. 1982)

Escorrentía superficial frente a infiltración

Una vez que el agua atraviesa la capa de hojarasca o de musgos y alcanza la superficie del suelo, puede seguir dos vías: se infiltra en el suelo y fluye a través de éste, o se escurre superficialmente. Esto está controlado por la capacidad de infiltración de cada suelo en particular, las características de la precipitación, el estado de humedad del suelo y la pendiente. Para el caso de los bosques andinos, la mayoría de los estudios relacionados con la capacidad de infiltración en estos suelos (andisoles, con alto contenido de materia orgánica) coincide en que presentan una alta tasa de infiltración. Esto permite que la recarga del agua del suelo y de los acuíferos desde estos ecosistemas sea mayor, lo que provoca que se mantengan los caudales de los ríos incluso durante el verano.

(TOBÓN.C.2009)

Erodibilidad y su relación con los agregados del suelo

La erodabilidad del suelo (susceptibilidad del suelo a la erosión) es considerada como una propiedad inherente, que depende de numerosos parámetros hidrológicos, texturales y estructurales (El-Swaify, 1981). Conseguir entender como cada uno de estos parámetros afectan la erodabilidad es valioso, ya que con ello se logran predicciones de la susceptibilidad de un suelo a la erosión, con menos esfuerzo, costos y tiempo, que los requeridos por medios experimentales bajo lluvia natural o bajo lluvias simuladas. Es por esta razón que muchos investigadores aproximan estos problemas a pruebas para establecer índices de erodabilidad, para usos directo en la cuantificación productiva y de pérdida de suelos por erosión (Yamamoto y Anderson, 1973 citados por El-Swaify, 1981). Sin embargo, algunos autores, han publicado ecuaciones para la predicción de factores de erodabilidad del suelo, mediante la selección de parámetros básicos del suelo o por combinación de ellos (Barnet y Rogers, 1966; Wischmeier y Mannering, 1969 citados por El-Swaify, 1981). Generalmente se ha encontrado que un gran número de tales parámetros son necesarios para alcanzar una estimación razonable de la erodabilidad del suelo (El-Swaify, 1981). En algunos casos fue posible obtener aproximaciones de la erodabilidad mediante el uso de un limitado número de parámetros (Wischmeier et al, 1971 citados por El-Swaify, 1981). Tales ecuaciones predictivas, no han sido desarrolladas para los suelos tropicales, ni los métodos predictivos disponibles, han sido ensayados en tales suelos (El-Swaify, 1981).

El-Swaify, 1981 afirma, que la susceptibilidad de los suelos tropicales a la erosión por el agua dependen todavía de propiedades o interrelaciones de propiedades indeterminadas. El establecimiento de tales propiedades o interrelaciones pueden ser necesarias para predicciones exitosas de estas susceptibilidades por métodos simplificados (El-Swaify, 1981).

(EL-SWAIFY, 1981)

Clases texturales

Para determinar el tipo granulométrico o clase textural de un suelo, se recurre a varios métodos.

Se utilizan cada vez más los diagramas triangulares, siendo el triángulo de referencia un triángulo equilátero, un lado del triángulo corresponde a la arcilla, al otro al limo, el tercero a la arena. Cada uno de sus lados se encuentra graduado de 10 en 10 y va de 0 a 100, y sobre la retícula se transporta la cantidad del elemento que representa.

El interior del triángulo está dividido en casillas, cada una de ellas representa una clase textural de suelo caracterizado por las proporciones de los elementos dominantes.

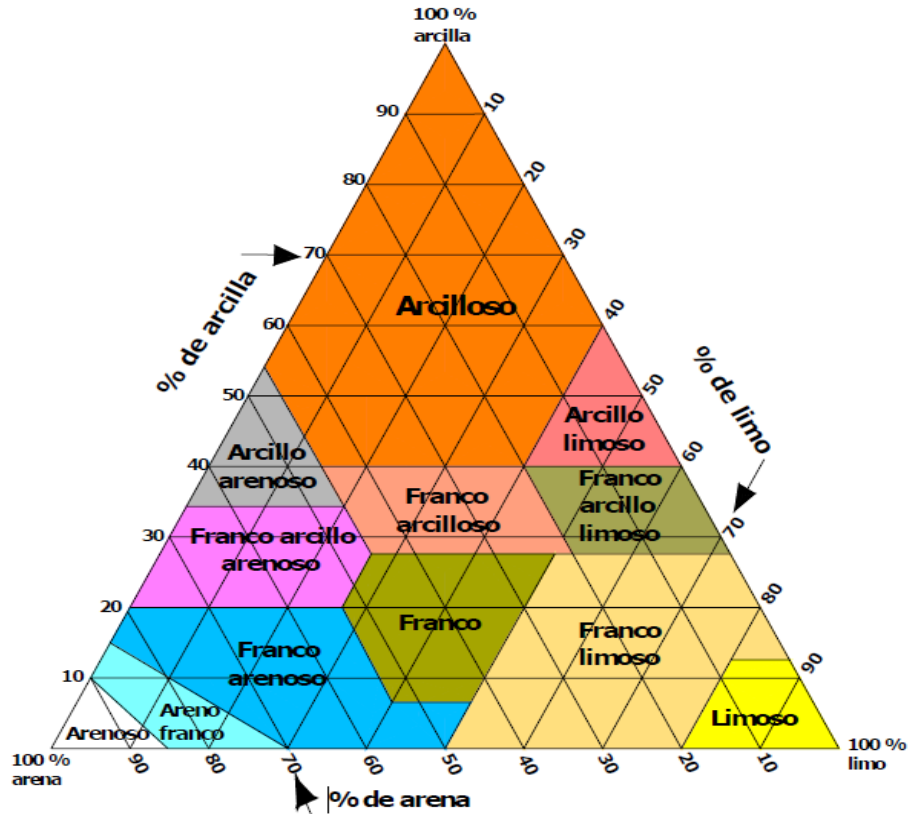


Figura 1: Triángulo textural de USDA

En la figura 1, figuran las doce clases texturales de acuerdo a la clasificación americana, como así también el porcentaje medio de los contenidos de las fracciones arena, limo y arcilla.

(ALVAREZ, C. y VELOZO, 1974)

Descripción textural de suelos

Arena, es un suelo que varía entre 85 a 100% de arena. 0 a 15% de limo y de 0 a 10% de arcilla. Son suelos sueltos, con baja capacidad de retención de humedad, su productividad, en general, es baja.

Areno francoso, son suelos donde la arena varía entre 70 a 90%. El limo entre 0 a 30% y la arcilla entre 0 a 15% son suelos sueltos, presentan baja capacidad de retención de la humedad, bajo contenido de nutrientes y no tienen estructura su laboreo es de fácil ejecución.

Franco arenoso, los suelos de esta clase contienen entre 43 a 80% de arena, de 0 a 50% de limo y de 0 a 20% de arcilla. Las características agrícolas de este suelo, en general, son adecuadas para el desarrollo de diferentes clases de cultivo y son suelos muy productivos si se les maneja correctamente.

Franco, los suelos de esta lectura contienen entre 23 y 52% de arena, de 28 a 50% de limo y de 7 a 27% de arcilla. Estos suelos presentan características físicas idóneas para el desarrollo satisfactorio de los cultivos. Los suelos de esta textura son ideales para la obtención de altos rendimientos y alta productividad.

Franco limoso, estos suelos contienen proporciones de arena entre 0 a 50%, limo entre 50 a 88% y arcilla entre 0 a 27% por sus características físicas y químicas se asemejan en ciertos aspectos a los suelos de textura franca.

Franco arcilloso, los suelos formados por esta clase de textura contienen de 20 a 45 % de arena, 15 a 53% de limo y 27 a 40% de arcilla. Son suelos altamente productivos, presentan alta capacidad de retención de humedad.

Franco arcillo arenoso, estos suelos contienen 45 a 80% de arena, 0 a 28% de limo y 20 a 35% de arcilla. Agrícolamente estos suelos son excelentes son altamente productivos.

Franco arcillo limoso, los suelos de esta textura presentan de 0 – 20% de arena, de 40 a 73% de limo y 27 a 40% de arcilla. En general se los clasifica como suelos excelentes agrícolamente. Estos suelos pueden presentar problemas físicos si son manejados irracionalmente, en especial, si el contenido de arena es bajo. Limoso, el contenido de arena varía de 0 a 20%, limo de 80 a 100% y arcilla de 0 a 12%. Son suelos de elevada fertilidad y mediante un manejo adecuado del agua de riego o de lluvias, es posible disminuir al mínimo las dificultades que se presenten.

Arcilla, los suelos de esta textura presentan de 0 a 45% de arena, de 0 a 40% de limo y de 40 a 100% de arcilla. Son suelos fértiles y de alta productividad, su manejo es difícil por el elevado contenido de arcilla y aun es peor si esta arcilla se presenta mezclada de partículas de limo fino.

Arcillo arenoso, son suelos con 45 a 65% de arena, de 0 a 20% de limo y de 35 a 65% de arcilla. Son suelos de buena calidad, sus características de producción pueden mejorarse haciendo un manejo adecuado del mismo.

Arcillo limoso, los suelos de esta clase son muy fértiles, su contenido de arena varía de 0-20%, de limo de 40 a 60% y de arcilla de 40 a 60%. El principal

problema de los suelos de esta clase es la degradación física que afecta negativamente en los rendimientos de los cultivos

(MOGOLLÓN, L y J. COMERMA, 1.994)

VII. MARCO CONCEPTUAL

ACIDEZ CAMBIABLE: Es el porcentaje de la CIC de los cationes ácidos (aluminio más hidrógeno) retenidos en los coloides.

AREAS MISCELANEAS: Son unidades esencialmente no edáficas debido a factores desfavorables que presentan, como por ejemplo una severa erosión activa, lavaje de agua, condiciones desfavorables de suelo o actividades del hombre y que pueden o no soportar algún tipo de vegetación. Por lo general, estas áreas no presentan interés o vocación para fines agropecuario ni forestal.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC): Es la capacidad que exhiben los coloides del suelo de retener cationes e intercambiarlos con los de la solución suelo. Se debe gracias a las cargas negativas superficiales que exponen los coloides.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO EFECTIVA (CIC Efectiva): Es la CIC que se halla sumando todos los cationes presentes sobre los coloides.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL (CIC Total): Es la CIC que se determina usando como solución extractante el Acetato de Amonio 1N pH 7,0.

CARGA DEPENDIENTE DEL pH: Carga negativa que presentan los coloides debido a la ionización de sus radicales, ocasionada por un incremento en el pH o reacción del suelo.

CATION DE CAMBIO O CAMBIABLE: Cationes que se encuentran neutralizando las cargas negativas del complejo coloidal. Se consideran: Ca, Mg, K, Na, Al y H.

COLOIDE DEL SUELO: Partículas presentes en el suelo, que presentan un reducido tamaño y una gran área superficial: humus, arcilla, óxidos hidratados de Fe y Al y minerales amorfos como el alófono.

COMPLEJO ARCILLO –HUMICO: Sinónimo de los coloides del suelo.

COMPLEJO DE CAMBIO: Sinónimo de los coloides del suelo.

VIII. MATERIALES Y METODOS

Materiales

Descripcion y características de la zona de estudio

Lugar de ejecución

Ubicación política

El área de estudio, se encuentra ubicada en el Departamento de Loreto, Provincia de Maynas, distrito de San Juan se ubica. Con una Latitud de 3° 46' 01". Longitud 73° 17'01". Altura de 126msnm. (Ver figura nº 05)

Se trabajó en la plantación forestal de Marúpa se le dio la codificación de “**Macal**” (**Marúpa calculado**) a los 5 puntos donde se recolectaron las 15 muestras de suelo. Se encuentran en las siguientes coordenadas dentro de la plantación de *Simarouba amara* (Ver figura nº 06):

- ✓ Primer punto tomado: coordenada, 18M: 0680430; UTM: 9576805
- ✓ Segundo punto tomado: coordenada, 18M: 0680420; UTM: 9576846
- ✓ Tercer punto tomado: coordenada, 18M: 0680418; UTM: 9576875
- ✓ cuarto punto tomado: coordenada, 18M: 0680392; UTM: 9576828
- ✓ Quinto punto tomado: coordenada, 18M: 0680442; UTM: 9576855.

Accesibilidad

Para llegar al CIEFOR – Puerto Almendra, se puede hacer a través de dos medios teniendo como punto de referencia la ciudad de Iquitos: un por carretera afirmada y el otro exclusivamente por vía fluvial por el rio Nanay.

Clima

El clima es tropical ecuatorial, caracterizado por lluvia abundantes durante casi todos los meses del año. La precipitación media anual está estimada en 3050 mm. La temperatura media anual es de 26° C y no varía más de 1° C todo el año. Las temperaturas máximas y mínimas promedio anual alcanzan 32° C y 21° C respectivamente. La humedad relativa media es de 87% y la evaporación potencial promedio anual de 1518 mm. **PANDURO (1992).**

Zona de vida

De acuerdo a TOSSI (1960), la zona de estudio está ubicado en la zona de vida denominada Bosque Húmedo tropical (Bh-T), cuyas características fisonómicas, estructural y de composición florística, corresponden a precipitaciones mayores a 3500 mm. y menores a 2000 mm.

Fisiografía

Según los estudios realizados por ONERN (1975), en la zona de se puede distinguir una gran unidad fisiográfica denominada “paisaje aluvial”, caracterizada principalmente por la fisiografía relativamente plana (0-5%) y conformada tanto por sedimentos recientes del Holoceno, como por antiguos sedimentos del terciario y del pleistoceno que han sido depositados por las aguas del rio Nanay.

Dentro de este se identificó dos sub-paisajes: llanura de inundación y llanura de sedimentación.

Geología

Según el estudio geológico realizado por ONERN (1975), al nivel de reconocimiento, muestra que los materiales que conforman la zona, pertenecen al sistema Terciario Superior y Cuaternario de la era Cenozoica. En el Terciario Superior se encuentra la formación Iquitos (Ts Q-ip) y en el cuaternario tenemos depósitos fluviales aguajales (Q-h).

Materiales de Campo:

MATERIALES:

De campo:

- Cinta métrica de 30m.
- Libreta de campo
- Lápiz
- Botas de jebe
- Machete
- Pala
- Bolsas y ligas
- Cámara digital
- Cilindros metálicos
- Plumón indeleble

De laboratorio:

- Balanza analítica
- Licuadora
- Frascos lavados
- Probetas
- Cucharilla
- Cronometro
- Vasitos
- Hidrómetro de Bouyucos

De gabinete:

- Lápices
- Papel bond
- Laptop
- Programa office
- Bibliografías

Reactivo:

- Hexametáfosfato de sodio

Método

El tipo de investigación del presente estudio es el descriptivo y transversal, que permitirá conocer el estado en que se encuentra el suelo con respecto a la erodabilidad.

El nivel de la investigación fue el detallado, debido a que se realizaran 5 tomas de muestra para el estudio dentro de la parcela.

La población es la parcela de la plantación de la especie de Marúpa del CIEFOR Puerto Almendra la muestra será de 5 tomas.

Metodología:

Localización del área de estudio

El área de estudio, se encuentra ubicada en el Departamento de Loreto, Provincia de Maynas, distrito de San Juan se ubica. Con una Latitud de 3° 46' 01". Longitud 73° 17'01". Altura de 126msnm. (Ver figura nº 05)

Se trabajó en la plantación forestal de Marúpa se le dio la codificación de "**Macal**" (**Marúpa calculado**) a los 5 puntos donde se recolectaron las 15 muestras de suelo. Se encuentran en las siguientes coordenadas dentro de la plantación de Simarouba amara.

- ✓ Primer punto tomado: coordenada, 18M: 0680430; UTM: 9576805
- ✓ Segundo punto tomado: coordenada, 18M: 0680420; UTM: 9576846
- ✓ Tercer punto tomado: coordenada, 18M: 0680418; UTM: 9576875
- ✓ cuarto punto tomado: coordenada, 18M: 0680392; UTM: 9576828
- ✓ Quinto punto tomado: coordenada, 18M: 0680442; UTM: 9576855.

Trabajo de pre campo

En esta fase se tomaron decisiones con el ingeniero David Urquiza sobre la localización del área de estudio, en función a las necesidades de estudio del área. En este caso se eligió la parcela de Plantaciones de *Simarouba amara* “marúpa” del fundo UNAP. Se procedió a seleccionar los lugares en cual se cavarán mediante un barreno, esta tenía que estar ubicada a partir del centro de la parcela.

Trabajo de campo

Apertura a través del barreno

La selección del punto de estudio tuvo por objetivo principal seleccionar cinco puntos en forma de cruz en la parcela. La descripción detallada de los perfiles del suelo se hizo a partir de una apertura realizada por el barreno. (ver figuras nº 06).

Muestreo por horizontes

Para el muestreo de los horizontes se procedió a tomar muestras a partir de 0 – 20 cm, 20 – 40 cm, y 40 – 60 cm, con el barreno y al mismo tiempo se recolectó 1 kg de suelo de cada una de estos horizontes codificándolos respectivamente para evitar confusiones. Luego se dejaron secar las muestras tomadas con el cilindro y las muestras de kilo de suelo a temperatura ambiente, para que una vez ya secas sean tamizadas y llevadas al laboratorio para su respectivo análisis.

Trabajo de post campo

Análisis de las muestras en el laboratorio

Para el análisis de laboratorio que se realizó en las instalaciones del centro de investigación de recursos naturales (CIRNA), primero se procedió a desmigajar en pequeños trozos las muestras de suelo recolectadas en la plantación de *Simarouba amara*, para luego dejarlas a secar durante casi una semana a temperatura ambiente, estas muestras se codificaron respectivamente para evitar confusiones con otras muestras. (Ver figura nº 07)

Una vez secas las muestras se procedieron a molerlas en un mortero y tamizarlas respectivamente (ver figura nº 07), obteniendo así unas muestras más fáciles de manipular al momento de pesar los 50 gr de suelo en la balanza, luego se procedió a emplear el método de Bouyouco el cual mide la densidad de la suspensión suelo – agua pudiendo así determinar el porcentaje de arena, limo y arcilla presentes en la muestra de suelo analizada. (Ver figura 08).

El procedimiento empleado en el análisis mediante el método de Bouyouco para determinar el tipo de textura fue el siguiente

- a)** Se pesa 50 gr de suelo y se coloca en frascos. Se agrega 100 ml de la solución dispersante de Hexametáfosfato de sodio se mueve con una cucharita para mezclarlo bien.

- b)** Se agrega 200 ml de agua destilada y se agita mecánicamente con una licuadora durante 3 minutos.

- c)** Pasar lavando bien al frasco de sedimentación y llevar a la probeta de volumen de 1000 ml con agua destilada.
- d)** Tapar con las manos a la probeta y agitarlo invirtiéndolo hacia arriba, y hacia abajo unas diez veces con el objetivo de separar bien del fondo cualquier suelo que ya se haya sedimentado. Regresar a la probeta a la meza de trabajo después se empieza a medir el tiempo de sedimentación.
- e)** Unos 20 – 25 segundos antes de finalizar el periodo, se sumerge muy cuidadosamente el hidrómetro de Bouyouco en ella, y se toma la primera lectura a los 40 segundos.
- f)** Se saca cuidadosamente el hidrómetro, se le enjuaga y se coloca en una probeta con agua desionizada.
- g)** Unos 20 – 25 segundo antes de lectura correspondiente a las 2 horas, se introduce, nuevamente el hidrómetro en la muestra y se toma la siguiente lectura.
- h)** Proceder en forma similar con las muestras restantes.

Una vez obtenidos los datos de arena, limo y arcilla mediante el método de Bouyouco, se procedió a introducir estos datos al Excel en una tabla para medir el método de Bouyouco (ver cuadro 2) el cual nos indica el % de cada una de las partículas.

Análisis de la erodabilidad mediante la fórmula de Bouyouco

Después de obtener los porcentajes de arena, limo y arcilla se procedió a sacar el porcentaje de erodabilidad de suelo mediante la fórmula sugerida por Bouyouco:

$$\frac{\% \textit{arena} + \% \textit{limo}}{\% \textit{arcilla}}$$

Una vez determinado los porcentajes de erodabilidad de suelo de cada punto tomados de las 15 muestras, se procedió al análisis de estas.

Se trabajó esta fórmula de forma intrínseca porque determinamos la erodabilidad mediante la relación proporcional de la textura en la fórmula de BOUYUCOS.

Tratamiento estadístico

No se realizó.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se registraron los datos en formatos de campo.

Técnicas de presentación de resultados

Se presentaron los resultados en cuadros, gráficos y figuras.

IX. RESULTADOS

Cálculo de la erodabilidad mediante la fórmula propuesta por bouyuco:

$$\frac{\% \text{ arena} + \% \text{ limo}}{\% \text{ arcilla}}$$

a) Primer punto tomado: coordenada, 18M: 0680430 ;UTM: 9576805

- Macal 01 horizonte 0-20cm

$$\frac{24.3\% + 8.5\%}{67.2\%} = 0.49\%$$

- Macal 01 horizonte 20-40cm

$$\frac{16.7\% + 8.4\%}{74.9\%} = 0.33\%$$

- Macal 01 horizonte 40-60cm

$$\frac{12.7\% + 14.4\%}{72.9\%} = 0.37\%$$

En el primer punto tomado se observa que el mayor porcentaje de erodabilidad es 0.49 % en el horizonte de 0-20cm, y el menor porcentaje de erodabilidad es 0.33% en el horizonte de 20-40cm, en un análisis total de este punto se observa que es menos propenso a ser vulnerable a la erosión.

b) Segundo punto tomado: coordenada, 18M: 0680420; UTM: 9576846

- **Macal 02 horizonte 0-20cm**

$$\frac{66.2\% + 4.6\%}{29.2\%} = 2.42\%$$

- **Macal 02 horizonte 20-40cm**

$$\frac{66.4\% + 4.6\%}{27.1\%} = 2.70\%$$

- **Macal 02 horizonte 40-60cm**

$$\frac{62.5\% + 6.5\%}{31.0\%} = 2.23\%$$

En el segundo punto tomado se observa que el mayor porcentaje de erodabilidad está en el horizonte de 20-40cm, con 2.70% y el menor porcentaje de erodabilidad está en el horizonte de 40-60cm con 2.23%. En el análisis total de este punto se observa que es un área con un alto grado de erodabilidad lo cual es más propenso a ser vulnerable a la erosión de suelos.

c) tercer punto tomado: coordenada, 18M: 0680418; UTM: 9576875

- **Macal 03 horizonte 0-20cm**

$$\frac{32.4\% + 10.6\%}{57.0\%} = 0.75\%$$

- **Macal 03 horizonte 20-40cm**

$$\frac{28.4\% + 8.7\%}{62.8\%} = 0.59\%$$

- **Macal 03 horizonte 40-60cm**

$$\frac{35.5\% + 5.7\%}{58.8\%} = 0.70\%$$

En el tercer punto se observa que el porcentaje mayor de erodabilidad se encuentra en el horizonte de 0-20cm, con 0.75% y el menor porcentaje de erodabilidad se encuentra en el horizonte 20-40cm con 0.59% en el análisis general se demuestra que en estos tres horizontes están cerca al 1% de erodabilidad lo cual están propensos a una posible vulnerabilidad a la erosión en sus suelos.

d) cuarto punto tomado: coordenada, 18M: 0680392; UTM: 9576828

- **Macal 04 horizonte 0-20cm**

$$\frac{(52.3\%) + (-3.4\%)}{51.1\%} = 0.96\%$$

- **Macal 04 horizonte 20-40cm**

$$\frac{36.7\% + 10.3\%}{53.0\%} = 0.89\%$$

- **Macal 04 horizonte 40-60cm**

$$\frac{30.4\% + 10.5\%}{59.1\%} = 0.69\%$$

En el cuarto punto se observa que el porcentaje mayor de erodabilidad es 0.96% que se encuentra en el horizonte de 0-20cm; y el porcentaje menor de erodabilidad es 0.69% lo cual se encuentra en el horizonte de 40-60cm, en el análisis general de este punto se determina que también están propensos a la vulnerabilidad a erosión que al igual que al tercer punto, también están cerca al 1% de erodabilidad.

e) Quinto punto tomado: coordenada, 18M: 0680442; UTM: 9576855

- **Macal 05 horizonte 0-20cm**

$$\frac{41.2\%+9.9\%}{48.8\%} = 1.05\%$$

- **Macal 05 horizonte 20-40cm**

$$\frac{32.7\%+16.2\%}{51.1\%} = 0.96\%$$

- **Macal 05 horizonte 40-60cm**

$$\frac{28.7\%+4.3\%}{67.0\%} = 0.49\%$$

En el quinto punto se observa que el porcentaje mayor de erodabilidad de suelo se encuentra en el horizonte de 0-20cm, con 1.05% y el porcentaje menor de erodabilidad de suelos se encuentra en el horizonte de 40-60cm, con 0.49% en el análisis general de este punto se determina que en el primer horizonte se encuentra vulnerado a la erosión y el segundo horizonte esta propenso a la vulnerabilidad de la erosión de suelo y en el tercer horizonte no está propenso a la erosión de suelo.

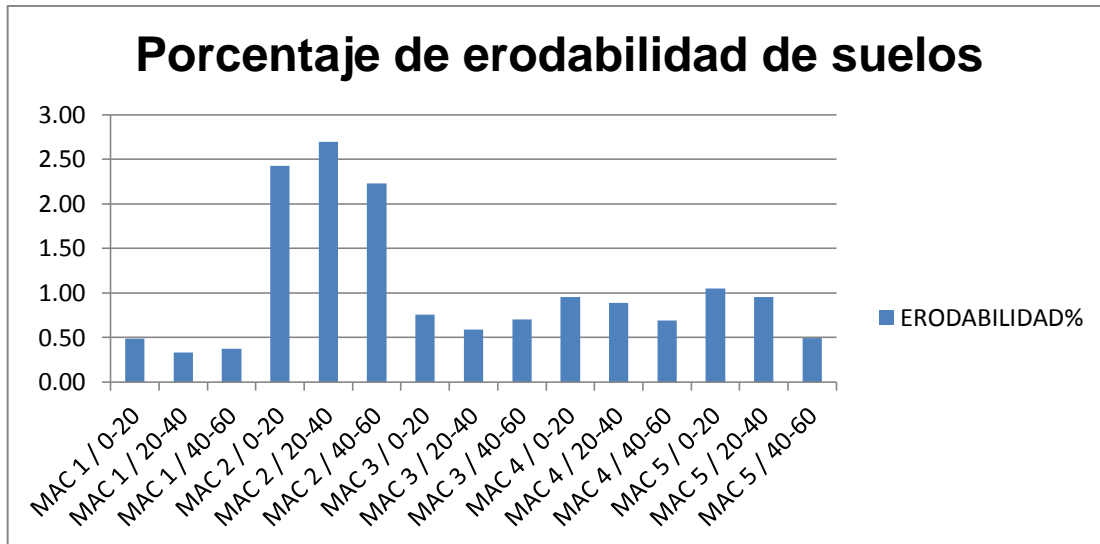


FIGURA Nº 02: Porcentaje de Erodabilidad de suelos

En la figura 2, se observa que en los cinco puntos analizados el porcentaje con mayor erodabilidad de suelos se encuentra en el segundo punto analizado siendo todos sus horizontes muy altos en porcentaje de erodabilidad; el mayor porcentaje de erodabilidad es 2.70% lo cual determina que estos suelos sufren más erosión que los demás puntos evaluados. El menor porcentaje de erodabilidad se encuentra en el primer punto donde se tomó la muestra en todos sus horizontes. Lo cual el menor es 0.33% y está en el segundo horizonte (20-40cm) del primer punto.

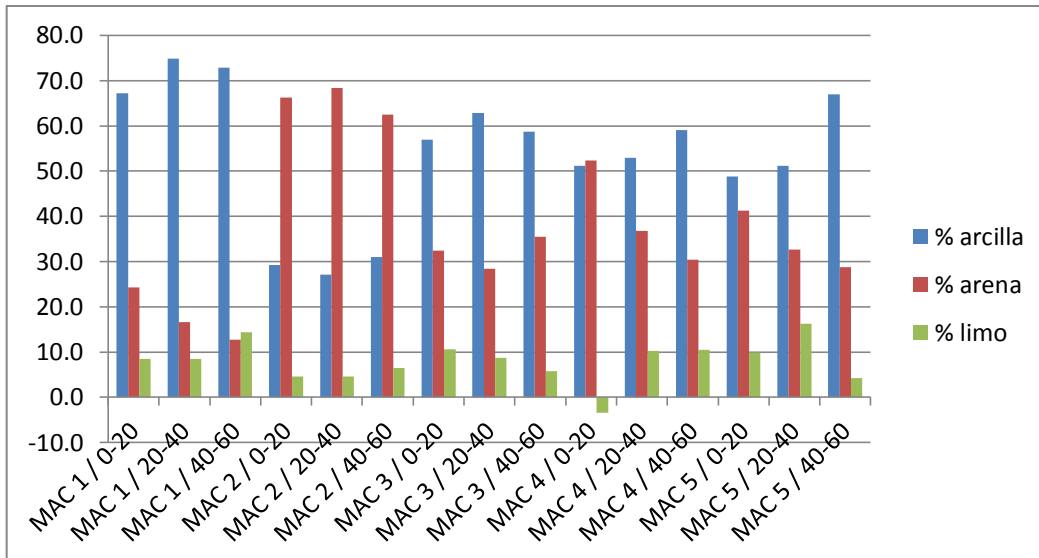


FIGURA N°03: Porcentajes de textura (arena, limo y arcilla), en los cinco puntos evaluados

En la figura 3, se observa que el mayor porcentaje de arcilla se encuentra en el primer punto con 74.9% en el segundo horizonte (20-40cm); y el menor porcentaje de arcilla se encuentra en el segundo punto con 27.1% en el segundo horizonte (20-40cm). En cuanto al porcentaje de arena se observa que hay un mayor porcentaje de 68.4% y se encuentra en el segundo punto y en el segundo horizonte (20-40cm), y el menor porcentaje de arena es 12.7%, y se encuentra en el primer punto del tercer horizonte (40-60cm); el mayor porcentaje de limo es 16.2%, se encuentra en el quinto punto, del segundo horizonte (20-40cm), y el menor porcentaje de limo es -3.2% se encuentra en el primer horizonte del cuarto punto.

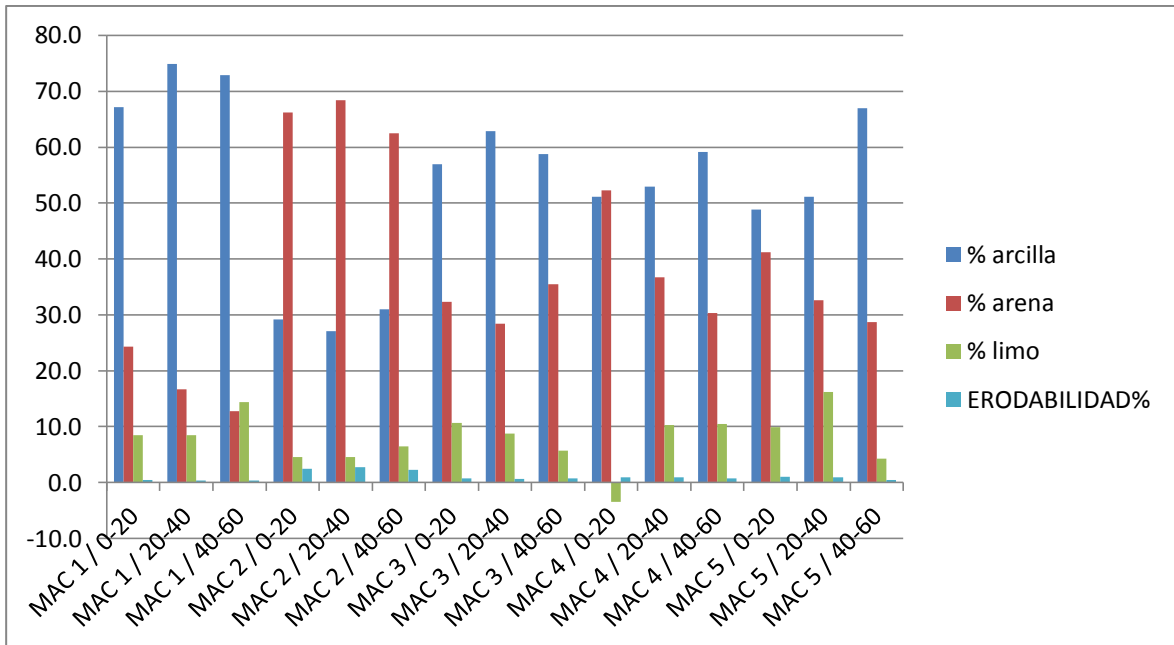


FIGURA N° 04: Comparación del porcentaje textura (arena, limo y arcilla) con el porcentaje de la erodabilidad de suelos.

Como se observa en la figura 4, se demuestra que la relación entre el porcentaje de la clase textural de suelo con la erodabilidad, está en el mayor porcentaje de arena que presenta el segundo punto evaluado el nivel de erodabilidad que presenta en sus horizontes son muy altos; tiene que ver por qué en este punto hay mayor porcentaje de arena lo cual es muy vulnerable a la erosión ya que son suelos sueltos, con baja capacidad de retención de humedad, su productividad, en general, es baja. En cuanto al primer punto analizado se observa que existe menos porcentaje de erodabilidad en sus horizontes por que existe un alto porcentaje de arcilla lo cual por sus características físicas son muy resistentes a la erosión de suelo.

CUADRO Nº 1: Representación en Excel del cálculo de la erodabilidad de suelos de los cinco puntos tomados con el barreno, que en total se recolectaron 15 muestras de suelo.

CUADRO Nº 1: Representación en Excel del cálculo de la erodabilidad de suelos de los cinco puntos tomados con el barreno, que en total se recolectaron 15 muestras de suelo.

| Muestra | Peso (gr) | % arcilla | % arena | % limo | total % | ERODABILIDAD% |
|---------------|-----------|-----------|---------|--------|---------|---------------|
| MAC 1 / 0-20 | 50 | 67.2 | 24.3 | 8.5 | 100.0 | 0.49 |
| MAC 1 / 20-40 | 50 | 74.9 | 16.7 | 8.4 | 100 | 0.33 |
| MAC 1 / 40-60 | 50 | 72.9 | 12.7 | 14.4 | 100 | 0.37 |
| MAC 2 / 0-20 | 50 | 29.2 | 66.2 | 4.6 | 100 | 2.42 |
| MAC 2 / 20-40 | 50 | 27.1 | 68.4 | 4.6 | 100 | 2.70 |
| MAC 2 / 40-60 | 50 | 31.0 | 62.5 | 6.5 | 100 | 2.23 |
| MAC 3 / 0-20 | 50 | 57.0 | 32.4 | 10.6 | 100 | 0.75 |
| MAC 3 / 20-40 | 50 | 62.8 | 28.4 | 8.7 | 100 | 0.59 |
| MAC 3 / 40-60 | 50 | 58.8 | 35.5 | 5.7 | 100 | 0.70 |
| MAC 4 / 0-20 | 50 | 51.1 | 52.3 | -3.4 | 100 | 0.96 |
| MAC 4 / 20-40 | 50 | 53.0 | 36.7 | 10.3 | 100 | 0.89 |
| MAC 4 / 40-60 | 50 | 59.1 | 30.4 | 10.5 | 100 | 0.69 |
| MAC 5 / 0-20 | 50 | 48.8 | 41.2 | 9.9 | 100 | 1.05 |
| MAC 5 / 20-40 | 50 | 51.1 | 32.7 | 16.2 | 100 | 0.96 |
| MAC 5 / 40-60 | 50 | 67.0 | 28.7 | 4.3 | 100 | 0.49 |

X. DISCUSIONES

Morgan, 2005. Afirma que la vegetación actúa como cubierta protectora, estableciéndose como un *buffer* entre el suelo y la atmósfera. Como regla general, la efectividad de la vegetación para reducir la erosión de impacto depende directamente de la altura y continuidad de la copa de los árboles, así como la densidad de la cobertura superficial (pastos, hierbas y arbustos). La presencia de una *cobertura vegetal* no solo protege el suelo contra la erosión de impacto, sino que también brinda rugosidad al terreno por el que el flujo superficial viaja, reduciendo su velocidad y, por ende, su poder erosivo.

Coppin y Richards, 1990. Determinaron una relación entre la cobertura vegetal y las tasas de erosión relativas, llegando a la conclusión de que mientras más cobertura vegetal, menor es la erosión esperada. Por estas razones, el establecimiento de plantas es la forma más efectiva de controlar la erosión y la sedimentación, pues una vez ocurrido esto, las tasas de pérdida de suelo disminuyen significativamente.

Morria y Fan, 1997. Mencionan, para definir el nivel de erodabilidad, pues no todas las clases texturales se erosionan con la misma facilidad. Si bien las partículas más finas son más livianas, éstas poseen una mayor superficie de contacto entre ellas y, por lo tanto, una mayor cohesividad, lo que las hace más resistentes a la erosión. Por otro lado, las partículas más gruesas son más pesadas, lo que también aumenta su resistencia a la erosión. Sin embargo, las partículas medianas (0,1 a 1 mm) no poseen cohesividad ni peso relevantes, por lo que son éstas las más erosionables. Por esta razón, se dice que la variable decisiva, en términos de la erosión con respecto a la textura del suelo, es el

porcentaje de limo, pues dicha clase textural se encuentra entre las clases arcilla y arena, siguiendo el mismo principio antes descrito.

XI. CONCLUSIONES

1. El suelo tiene una alta erodabilidad en esta plantación de *Simarouba amara* y se encuentra en el segundo punto evaluado de sus tres horizontes.
2. Los suelos de esta área sufren más erosión que en los otros puntos analizados.
3. La textura de arena es mayor en todos sus horizontes, lo cual se determina que son suelos sueltos, con baja capacidad de retención de humedad, esta área tiene mayor erosión y son vulnerables en su suelo.
4. El menor porcentaje de erodabilidad se presenta en el segundo punto en todos sus horizontes, la relación que se observa con su textura nos indica que el alto porcentaje de arcilla determina el bajo porcentaje de erodabilidad de acuerdo a las características que presenta este tipo de suelo hacen que sean resistentes a la erosión de suelo.
5. Se encontraron cuatro zonas que presenta un alto porcentaje de erodabilidad siendo el porcentaje de mayor erodabilidad con 2.70% y se encuentra en el segundo punto evaluado en el horizonte de 20-40cm; en general este punto todos sus horizontes presentan alto porcentaje de erodabilidad.
6. La erodabilidad con resultado de 2.42% se encuentra también en el segundo punto y en el primer horizonte 0-20cm,
7. La erodabilidad con resultado de 2.23% está en el tercer horizonte de 40-60 cm del segundo punto y el ultimo se encuentra en el quinto punto del horizonte de 0-20cm, con 1.05% de erodabilidad.

8. El menor porcentaje de erodabilidad es 0.33% que se encuentra en el primer punto en el horizonte de 20-40cm,
9. Se encontró horizontes que presentan bajos porcentajes de erodabilidad con resultados de 0.37% también se encuentra en el primer punto en el horizonte de 40-60cm; el siguiente es 0.49% se encuentra en el primer punto en el horizonte de 0-20cm.

XII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al momento de recolectar las muestras codificar cada una de estas para que así se pueda evitar confusiones de muestras.
2. Al sacar las muestras de cada estrato, se debe realizarlo con mucha cautela, tratando de que no se pierda ningún pedazo de estos, para no tener error de toma de datos
3. Para dar un mejor reconocimiento en el campo acerca de los colores de los horizontes y su diferenciación, sería necesario tener una tabla Bunsen, en la cual se especifiquen los colores que hay y nos sea más accesible el determinar el tono de color de cada estrato.
4. Es importante al momento de realizar el análisis de suelo en el laboratorio contar con todos los equipos y reactivos necesarios para evitar complicaciones.
5. Desarrollar trabajos de investigación con la finalidad de aportar información para la planificación y tratamiento de los suelos de esta plantación para obtener un buen manejo de estos bosques.

XIII. BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, C. y VELOZO, 1974. Contribución a la caracterización de suelos del área basáltica alrededores de Laureles, Depto. de Salto; primera aproximación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 30 p.

BRACK, A. Biodiversidad y ambiente en el Perú [2000](#)

COPPIN, N.; RICHARDS, I. 1990. Use of vegetation in civil engineering. CIRIA/Butterworths, London.

EL-SWAIFY, S.A. Susceptibilites of certain tropical soils to erosion by water. In: GREENLAND, D.J.; LAL,R. Ed. Soil Conservation & Management in the humid tropics. Chinchester (Inglaterra), John Wiley & Sons, 1981. Pp.71 - 77.)

NORMAN HUDSON. 1982 "Conservación del suelo", la erodabilidad del suelo. Editorial Reverté, S.A. Barcelona – España. Pág. 67-73. Cap. 5.

MORGAN, R. 2005. Soil erosion and conservation. National Soil Resources Institute. Cran field University. Blackwell Science Ltd. Oxford, UK. 304 p.

MOGOLLÓN, L y J. COMERMA, 1.994. Suelos de Venezuela. Gerencia Corporativa de Asuntos Públicos de PALMAVEN, PDVSA. Ed. Ex Libris, C.A. Caracas. 313 p.).

MORRIA, G.; FAN, J. 1997. Reservoir sedimentation handbook. McGraw-Hill. New York, NY.

PANDURO, M. 1992. Diversidad arbórea de un bosque tipo "Varrilla" en Iquitos, Tesis para Ingeniero forestal Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 105 p.+ anexos.

TOBÓN.C.2009. Los bosques andinos y el agua. Serie investigación y sistematización #4. Programa regional ECOBOMA-INTERCOOPERACION, CONDESAN. Quito, mayo 2009.

ANEXOS



Figura Nº 05: Parcela donde se trabajó en la recolección de las muestra de suelo
“plantación de *Simarouba amara*”



Figura Nº 06: Trabajo en el campo: Toma de coordenadas con el GPS de los 5 puntos evaluados. Después se procedió a librar los puntos de recolección para obtener las muestras de suelo, Perforación del suelo a través del barreno para obtener las muestras de suelo.



Figura N° 07: Trabajo en el laboratorio: Muestra seca de suelo obtenida para el análisis de textura. Proceder a moler las muestras de suelo. Tamizado de la muestra de suelo después de ser molida.



Figura N° 08: Muestras de suelo analizado para determinar la textura (el porcentaje de arena, limo y arcilla). Potenciómetro.