

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

La deforestación en el Ecuador es un fenómeno complejo de analizar debido a la multiplicidad de factores que la producen. Entre ellos se pueden citar los asentamientos agrícolas y pecuarios (alrededor del 60% de la superficie talada de bosque cada año), en segundo lugar por la demanda de madera para uso generalizado de la población y en procesos industriales, en tercer lugar por la falta de planificación en la ejecución de obras de infraestructura (petróleo, electricidad, caminos, etc.).

La deforestación puede contribuir al crecimiento económico a corto plazo y al alivio de la pobreza, pero con frecuencia a costo del deterioro ambiental y social que se debe valorar. Algunos de los costos del deterioro ambiental afectan al país y otros a la comunidad internacional (Ministerio de Ambiente 2006).

En la Región Interandina del país los suelos son de origen volcánico, contienen capas endurecidas, las cuales debido a procesos erosivos (físicos y biológicos) han aflorado a la superficie, convirtiendo extensas zonas agrícolas en improductivas.

De Noni y Trujillo (1986, citados por Rodríguez, 1996) determinaron que en el Ecuador la erosión activa o potencialmente activa en más del 12% de la superficie del país. Concomitante a la erosión se produce la pobreza y marginalidad de la población, ya que las implicaciones económicas de este fenómeno son directas para el agricultor por la pérdida de productividad de sus terrenos erosionados; e, indirectas o externas, por el perjuicio que pueden producir para el desarrollo de los recursos hídricos por la sedimentación y contaminación en obras de riego y represas.

La laguna de Yahuarcocha por su parte, constituye un importante recolector de la erosión de las montañas que la rodean así como de desechos y sedimentos arrastrados por los canales que llegan hacia ella, debido a la inadecuada utilización del suelo y a la cada vez más escasa cobertura vegetal de su entorno. Estos factores producen contaminación y disminuyen la profundidad y el espejo de agua.

Vallejo (1995), encontró que la profundidad promedio del vaso era de 9m en el centro y de 2.5m en el litoral de la laguna, con importantes fluctuaciones en el nivel de acuerdo con la precipitación y consecuente alimentación de los afluentes; y, que anualmente se perdían 354 toneladas de suelo por hectárea. Según la misma autora, el agua es más oscura en los sitios de arrastre de sedimento; tiene un pH 9 que es alcalino que es inadecuado para la vida de los peces; contiene 376 ppm de sales en suspensión, presencia de fosfatos, nitratos, y alto índice de cloruros y coliformes (5000 gérmenes /ml con fuerte tendencia al aumento).

La pérdida de vegetación, especialmente nativa se ve agudizada por las prácticas agrícolas en pendientes fuertes y frecuente mal uso del suelo, factores que agravan los procesos erosivos de la cuenca donde por otra parte la lluvia es relativamente escasa cuando llega a 476mm precipitación baja que no ayuda grandemente a la regeneración natural del bosque.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Con la presente investigación se determinó alternativas de protección y mejoramiento de los suelos erosionados de la cuenca lacustre Yahuarcocha, para salvaguardar la red hidrográfica y disminuir el arrastre de sedimentos hacia la laguna misma que es el principal atractivo turístico de la ciudad de Ibarra.

Se probaron tres especies nativas: faique *Acacia macracantha* Humb et Bompl; guarango *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze y molle *Schinus molle* L., que

fueron seleccionadas con base en la vegetación existente en la zona, por su utilidad como protectoras del suelo, por su resistencia a la sequía y su adaptación a suelos endurecidos. Además estas especies tienen interesantes aplicaciones para la agricultura medicina e industria.

Los beneficios del empleo de especies nativas como las utilizadas en el presente trabajo se incrementan, al ser usadas para la protección del suelo, cuando se combinan con zanjas de infiltración cuya función esencial es de ayudar a la retención de agua y sedimentos, por cuanto cortan la longitud de la pendiente, disminuyendo la velocidad y volúmenes de escorrentía.

La meta principal del estudio fue contribuir con información relacionada con el crecimiento de las especies y ventajas de las zanjas de infiltración en la conservación de humedad; esto con el fin de emprender planes de reforestación más amplios dentro de la microcuenca.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

Contribuir con alternativas para la protección de suelos erosionados de la parte media de la microcuenca Yahuarcocha, mediante la plantación de tres especies nativas dispuestas en zanjas de infiltración, para disminuir el arrastre de sedimentos hacia la laguna.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Determinar las características biofísicas – químicas del área de estudio antes y a los 10 meses de instalado el ensayo.
- Evaluar el crecimiento de las especies, en diámetro basal y altura, porcentaje de sobrevivencia y estado sanitario en condiciones de vivero.
- Determinar el crecimiento inicial de las especies plantadas, en condiciones de campo; en cada uno de los tratamientos: con humus y sin humus en cuatro sitios de la microcuenca.
- Comparar el contenido de humedad del suelo con zanjas y sin zanjas de infiltración, en función de variaciones climáticas.
- Determinar costos de los tratamientos.

1.4 Hipótesis:

1.4.1 Hipótesis alternativa

- El desarrollo de las plantas depende de la especie y la aplicación de humus.
- El mejoramiento de las características físico – químicas del suelo es diferente y está en relación con la especie.
- La regeneración natural es similar en cada uno de los cuatro sitios experimentales.

1.4.2 Hipótesis nula

- El desarrollo de las plantas no depende de las especies y la aplicación de humus.
- Las especies plantadas no ayudan a mejorar las propiedades físico-químicas del suelo y a la regeneración de la vegetación.
- La regeneración natural no es similar en los cuatro sitios experimentales.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El suelo

Fuentes (1989, p 9) dice que el suelo es la parte más superficial de la corteza terrestre, con un espesor que varía de unos pocos centímetros a dos o tres metros, en donde los reinos vegetal y animal establecen una relación íntima con el reino mineral. Los vegetales toman del suelo agua y nutrientes y los animales elaboran su propia materia a costa de los vegetales. Los residuos de animales y vegetales vuelven al suelo, en donde la materia orgánica se descompone por la acción de microorganismos para dar de nuevo los productos originales.

2.1.1 Características físicas del suelo

Los suelos se componen de partículas sólidas, agua y aire en proporciones variables. La naturaleza de sus componentes, las cantidades relativas de cada una de ellos y la forma en que se encuentran unidos determina, en gran medida, el espesor de suelo que pueden explorar las raíces, la disponibilidad de oxígeno y de nutrientes y la movilidad del agua dentro del suelo USDA (1992).

2.1.1.1 La textura

Las partículas minerales del suelo cuyo tamaño es inferior a 2 milímetros constituyen la tierra fina. Atendiendo exclusivamente al tamaño de las partículas de la tierra fina.

- **Arena**

Partículas cuyo tamaño esta comprendido entre 2 y arenas finas las 0.05milímetros.Se llaman arenas gruesas las comprendidas entre 2 y 0.2 mm comprendidas entre 0.2 y 0.05 milímetros.

- **Limo**

Partículas cuyo tamaño esta comprendido entre 0.05 y 0.002milímetros.

- **Arcilla**

Partículas con tamaño inferior a 0.002 milímetros. Se denomina textura o composición granulométrica del suelo a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que posee.

Según la textura, los suelos se clasifican de la siguiente forma:

- **Textura fina o arcillosa**

En estos suelos predomina la arcilla Son adherentes, poco aireados, muy difíciles de labrar y retienen gran cantidad de agua.

- **Textura arenosa**

Predomina la arena. Son suelos poco cohesivos, de fácil labranza, con buena aireación para el desarrollo de las raíces y poco poder retentivo de la humedad.

- **Textura limosa**

Tienen un contenido alto de limo. Son suelos poco estables y por tanto, sensibles a los agentes de degradación.

- **Textura franca**

Estos suelos contienen una mezcla de arena , limo y arcilla en proporción equilibrada, de tal modo que presentan las buenas cualidades de cada una de las tres fracciones (Valarezo, 2002).

2.1.1.2 Estructura del suelo

Recibe el nombre de estructura del suelo la ordenación de sus partículas minerales individuales (arena, limo y arcilla) para formar otras unidades de mayor tamaño, que son los agregados .Estos agregados están formados por una agrupación de partículas de arena limo y arcilla enlazadas o cementadas por materia orgánica y compuestos minerales.

Un trozo de suelo se fragmenta con la mano, sin gran esfuerzo, en trozos más pequeños. Estos, a su vez, se dividen en otros más pequeños y así sucesivamente, hasta que se llega a unos trozos más resistentes que ya no se fragmentan más que con un esfuerzo mayor. Estos últimos elementos, que se dan y persisten en el suelo de forma natural, a diferencia de otros elementos causados por alteraciones artificiales, como son los terrones, producidos por labores efectuados bajo ciertas condiciones USDA (1992).

Según la forma y ordenación de los agregados se distinguen los siguientes tipos de estructura:

- **Laminar**

Los agregados tienen una forma aplanada, con dimensión horizontal de mayor tamaño que la vertical.

- **Poliédrica**

Los agregados tienen forma poliédrica con dimensiones horizontal y vertical aproximadamente del mismo tamaño, encajados entre si unos con otros.

- **Prismática**

Los agregados tienen todas las caras planas en forma de prisma, con la altura de mayor tamaño que la anchura.

- **Columnar**

Esta estructura es semejante a la anterior, pero los prismas tienen las bases redondeadas. Por lo general esta estructura es consecuencia de una edad avanzada del suelo o de presencia de sodio en la disolución del suelo.

- **Granular**

Los agregados son esferas imperfectas, cuyo tamaño puede oscilar de uno a 10 milímetros de grosor. Esta estructura es muy ventajosa para los cultivos, ya que al no ajustarse entre sí, las esferas dejan entre ellas unos amplios espacios por donde pueden circular el aire y el agua. La estructura migajosa es un caso particular de la estructura granular que tienen los agregados muy porosos.

Con relación al tamaño de los agregados, la estructura puede ser: fina, media o gruesa.

En cuanto al grado de desarrollo de los agregados, la estructura puede ser:

- **Fuerte**

Los agregados, que ocupan la mayor parte del suelo, se pueden manejar con facilidad.

- **Moderada**

Con agregados relativamente bien formados, muchos de los cuales se pueden separar con la mano.

- **Débil**

Los agregados se distinguen únicamente cuando el suelo está húmedo y apenas se puede separar con la mano.

- **Sin estructura**

Los agregados no se distinguen, debido a la falta de aglomeración (estructura de grano suelto), como ocurre en los suelos arenosos, o en la formación de una masa cohesiva, sin líneas de fractura definidas (estructura masiva) (*Ibid* p 23).

2.1.1.3 Porosidad

Los poros del suelo son los espacios comprendidos entre las partículas sólidas. Por lo general la mitad, aproximadamente, del volumen total del suelo está ocupado por los sólidos y la otra mitad está ocupada por los poros.

Los poros están ocupados por aire y agua en proporciones que dependen de la humedad del suelo. Los poros pequeños están ocupados por agua y los poros grandes están ocupados por aire, salvo cuando el suelo está saturado de agua, en cuyo caso ésta ocupa todo el espacio poroso (*Ibid*, p. 25).

2.1.1.4 Densidad del suelo

De acuerdo con USDA (1999), la densidad aparente es una propiedad dinámica que varía con la condición estructural del suelo. Esta condición puede ser alterada por alteración agrícola; pisoteo de animales; maquinaria agrícola; y clima, por ejemplo por impacto de gotas de lluvia.

En esta misma obra se afirma que cuanto mayor la densidad, menor el espacio poroso para el movimiento del agua, crecimiento y penetración de raíces, y el desarrollo de las plántulas (*Ibid*).

Estratos compactados del suelo tienen altas densidades aparentes, restringen el crecimiento de las raíces, e inhiben el movimiento del aire y el agua a través del suelo (*Ibid*).

Altas cantidades de materia orgánica reducen el valor, por que es mucho más ligera que la materia mineral (*Ibid*).

2.1.1.5 El color del suelo

Según FitzPatrick (1996 p 109-110) muchos suelos se denominan con base en su color, dado que es la propiedad más evidente y fácil de recordar; más aún, muchas veces puede determinarse el tipo de suelo de acuerdo con su color.

Generalmente, el color del suelo está determinado por la naturaleza del material fino, así como por la cantidad y el estado del hierro, de la materia orgánica o de ambos. El color rojo de algunos suelos de áreas tropicales y subtropicales se debe a la presencia de hematina. Sin embargo, la goetita es el responsable de la coloración inorgánica de los suelos bien drenados, cuya coloración varía entre café rojizo y amarillo, de acuerdo con el grado de hidratación. Las formas muy hidratadas son de color amarillo o amarillo café y también se les conoce con el nombre de limonita.

Los colores gris, verde oliva y azul se presentan en suelos de lugares húmedos y se originan por la presencia de hierro en estado reducido o ferroso. Conforme aumenta el contenido de materia orgánica, el color de los horizontes superficiales generalmente cambia de café oscuro o negro. Los colores oscuros del suelo también son producidos por la presencia de dióxido de manganeso o por el carbón de las quemadas.

Los colores gris claro y blanco se originan por la falta de alteración de los materiales originales de colores claros, el depósito de carbonato de calcio y la

eferescencia de sales. Los colores claros también se originan por la pérdida de las sustancias colorantes; en suelos como el podzol se forma un horizonte blanquecino característico. Otro aspecto de la coloración de los suelos es que la superficie de los pedos puede tener un color diferente al de su interior debido a la presencia de una cubierta o una superficie blanqueada.

El patrón de color de algunos suelos puede ser moteado, rayado, manchado, vetado o con lenguas. El patrón más común e importante es el de motas de color amarillo y café sobre fondo gris, que se interpreta como resultado del humedecimiento y secado estacional de los horizontes.

Aunque los colores de la mayoría de los horizontes son el resultado de procesos pedogénicos, en algunos casos son heredados del material original; por ejemplo, muchos sedimentos del devónico y del permotriásico son de color rojo brillante (Ibid).

2.1.1.6 El perfil del suelo

FitzPatrick (1996, p.97) indica que puede considerarse que todos los perfiles del suelo presentan tres estratos: superior, intermedio, inferior. El estrato superior comienza en la superficie o cerca de ella, y generalmente se compone de horizontes con gran cantidad de materia orgánica y muy transformados por los procesos biológicos. El estrato intermedio a menudo contiene horizontes con material lavado proveniente del estrato superior. El inferior presenta gran variedad de materiales; puede haber material inalterado, una base sólida o un depósito de sustancias como la calcita o el yeso.

- **Grosor de los horizontes**

Los horizontes mejor desarrollados tienen límites bien definidos. Algunos horizontes, por ejemplo los fondos de hierro, miden menos de un centímetro de

grueso, mientras que los horizontes de suelos tropicales muy meteorizados llegan a medir hasta varios metros de espesor. Los horizontes rara vez tienen grosores similares y en algunos casos presentan lenguas que penetran en el horizonte subyacente (Henao, J 1998).

- **Limite de los horizontes**

Los horizontes generalmente se distinguen por las diferencias de color, y las divisiones entre ellos varían en nitidez y contorno. Existen cinco clases diferentes de nitidez y cinco de contorno (*Ibid*).

Clases de nitidez

- Clara: el cambio ocurre entre 5 y 10cm.
- Definida: el cambio ocurre entre 2 y 10cm.
- Gradual: el cambio ocurre entre 10 y 20cm.
- Difusa: el cambio ocurre en más de 20cm.
- Abrupta: el cambio ocurre en 2cm.

Clases de contorno

- Suave: casi recto.
- Sinuoso: ligeramente ondulado.
- Lobulado: con lóbulos regulares.
- Irregular: muy ondulado y mamilado.
- Lenguado: con lenguas que penetran el horizonte subyacente (*Ibid, p 98*).

Consistencia y propiedades de manejo.

Cuando se presiona un terrón entre los dedos, éste se opone a cierta resistencia al desmoronamiento y a la deformación, según su composición mecánica, el grado

de agregación y el contenido de materia orgánica y humedad.

La presión necesaria para romper un terrón aumenta con el contenido de material fino; las arenas presentan poca cohesión, mientras forman agregados muy duros.

Las arenas húmedas tiene cierta cohesión, en tanto que las arcilla húmedas son plásticas y se tornan muy pegajosas al mojarse, especialmente cuando tienen un contenido alto de montmorilonita. La presencia de grandes cantidades de materia orgánica humificada en el suelo proporciona grandes ventajas, debido a que aumenta la plasticidad de los suelos arenosos produce un efecto inverso, puesto que disminuye la adhesividad. La consistencia de los suelos de textura media no cambia mucho por las variaciones en el contenido de humedad. En estado seco o húmedo son friables o ligeramente firmes, con agregados bien formados que se desmoronan fácilmente bajo presión. Estos suelos son ligeramente pegajosos cuando están húmedos, pero nunca en el mismo grado que las arcillas.

Algunos horizontes masivos y duros presentan un grado considerable de resistencia para desmoronarse. Como consecuencia de la cementación por sustancias como óxidos de hierro, óxidos de aluminio y carbonato de calcio. Dicha resistencia también puede ser ocasionada por la compactación física.

La consistencia de un suelo constituye una propiedad muy importante para la agricultura, pues es esencial que tenga una adecuada para poderlo cultivar. Si es demasiado seco y duro, la maquinaria se somete a un esfuerzo excesivo; por el contrario, cuando el suelo es demasiado húmedo y pegajoso, la maquinaria puede estancarse y los suelos encharcarse, lo que implantará condiciones desfavorables para la siembra.

Las clases de consistencia son:

- Quebradiza: firme, se rompe espontáneamente de manera explosiva.
- Compacta: firme y maciza.
- Firme: puede quebrarse con los dedos.

- Esponjosa: friable y con poca densidad aparente.
- Fluida: cuando algunos suelos están mojados se comportan como líquidos y fluyen.
- Friable: con poca cohesión, se desmorona entre los dedos con facilidad.
- Dura: se necesita una considerable fuerza para romper los terrones.
- Suelta: presenta granos individuales o agregados.
- Plástica: el suelo húmedo se modela con facilidad.
- Jabonosa: pegajosa, plástica y jabonosa al tacto; es típica de suelos con grandes cantidades de sodio intercambiable.
- Suave: con muy poca cohesión; se desmorona con poca presión.
- Pegajosa: el suelo se adhiere a otros objetos con facilidad.
- Tenaz: plástica pero difícil de modelar.
- Tixotrópica: friable o firme y húmeda; al amasarlo se vuelve cada vez más húmedo.

La consistencia de la mayoría de los materiales cambia con el grado de humedad: Por ejemplo, algunas arcillas son duras cuando están secas, plásticas cuando están húmedas, y pegajosas cuando están mojadas (Valarezo, 2002).

2.1.1.7 La temperatura del suelo

La temperatura del suelo depende fundamentalmente de la intensidad de la radiación solar recibida que, a su vez, está condicionada por varios factores Fuentes (1989 p19).

- El ángulo de incidencia de los rayos solares.
- La nubosidad.
- El color del suelo
- El contenido de agua
- La cubierta vegetal.

2.1.1.8 Indicadores Químicos

Los indicadores químicos se refieren a condiciones de este tipo que afectan las relaciones suelo planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, la disponibilidad del agua y los nutrientes para las plantas y microorganismos. Algunos indicadores son la disponibilidad de nutrimentos, carbono orgánico total, carbono orgánico lábil, pH, conductividad eléctrica, capacidad de absorción de fosfatos, capacidad de intercambio de cationes, cambios en la materia orgánica, nitrógeno total y nitrógeno mineralizable (Bautista 2004).

- **Macronutrientes**

Para explicar las propiedades químicas de los suelos debemos hablar de: Macronutrientes (MC) llamados de esta manera porque la planta los toma en grandes cantidades. Se trata del nitrógeno (N), el fósforo (P), el azufre (S) y el potasio (K).

El nitrógeno (N), es el más estudiado y el más inestable en el sistema suelo pero se lo puede regenerar de varias maneras: mediante la aplicación de fertilizantes químicos sintéticos o de fertilizantes naturales (compost, lombricompostos, etc.) y a través de la utilización de bacterias específicas fijadoras de nitrógeno atmosférico. Estas prácticas culturales complementan obviamente al aporte de minerales de la descomposición de los rastrojos superficiales y los sub-superficiales (raíces), los excrementos y sustancias exudadas de la macro y micro fauna del suelo que constituyen la materia orgánica, y las lluvias, entre otros.

El fósforo (P) es un elemento imprescindible en la generación de la energía necesaria para lograr el proceso de fotosíntesis y la formación de fotosintatos energéticos (azúcares y almidones). Se encuentra presente en el suelo, en diferentes proporciones, según el origen de los mismos. La regeneración del P edáfico, se efectúa básicamente con la incorporación de fertilizantes químicos

sintéticos, pero favorecen el reciclado del mismo: los rastrojos, las rotaciones con ganadería y la utilización de bacterias del género *Pseudomonas* sp.

El azufre (S) ha motivado investigaciones porque se considera importante su incidencia en la producción de soja. El reaprovisionamiento del S en lotes deficitarios, se realiza mediante la aplicación de fertilizantes químicos sintéticos, sin olvidar métodos naturales como el aumento de volúmenes de rastrojo y la producción mixta. Este mineral al igual que el fósforo tiene escasa movilidad (son de lenta mineralización) por lo que es aconsejable que las fertilizaciones con este elemento consideren la rotación de los cultivos para utilizar el efecto residual que cada uno de ellos produce.

El potasio (K) es un elemento poco estudiado, pero tiene importancia preponderante en la sanidad vegetal, dado que se ha comprobado que cuando sus niveles son bajos el riesgo de enfermedades vegetales es mayor. La reposición de K, se produce con la incorporación de fertilizantes químicos sintéticos, aumentando el volumen de rastrojos y aplicando sistemas mixtos de producción (Valarezo, 2002).

- **Micronutrientes**

Los microelementos (mc) ,considerados de esta manera porque la planta los toma en pequeñas cantidades, son el Sodio (Na), Cloro (Cl), el Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Molibdeno (Mo) y otros más específicos, para algunos cultivos, como el Boro (B) para el girasol. El desbalance de estos elementos en el complejo suelo, produce alteraciones que van desde una alta salinidad a una falta de estructura con la consiguiente merma en la productividad de los sistemas.

La Materia Orgánica (M.O) representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales. Se compone de: los tejidos originales y sus equivalentes más o menos descompuestos y el humus, que es

considerado como el producto final de descomposición de la materia orgánica. Es el elemento esencial para poder realizar todos los movimientos de minerales desde el suelo hacia la planta, siempre que la estructura del terreno sea la adecuada para que las raíces puedan desarrollar su función de absorción en condiciones óptimas.

El potencial hidrógeno (pH), es la capacidad de un suelo para intercambiar iones positivos y negativos, actividad que regula la mineralización, proceso por el cual la materia orgánica deviene en elementos minerales asimilables por la planta. El valor de PH aceptable se sitúa entre 6,5 - 7,2. A medida que nos alejamos de estos valores, la movilización de algunos elementos se ven reducidas, afectando la nutrición vegetal y provocando una merma en la producción. La manera más habitual de normalizar estos valores es mediante la utilización de "enmiendas edáficas".

El concepto de equilibrio entre los microelementos el objetivo a lograr en el manejo del suelo en un sistema agroalimentario sostenible. Conseguir un balance nutricional del suelo significa tener en cuenta las cantidades iniciales de cada elemento que lo constituye, sus relaciones y las cantidades de salida de nutrientes producida por la exportación de los mismos luego de cada implantación, especialmente en los cultivos de cosecha. Cuando este balance es negativo, la regeneración de los minerales, se debe hacer con la aplicación de fertilizantes químicos sumándole a esto prácticas de producción agrosustentables, como la siembra directa, la acumulación de rastrojos , el mantenimiento y aumento de la biodiversidad edáfica y la utilización de promotores del desarrollo radicular que potencian la absorción de nutrientes y agua mejorando sustancialmente la funcionalidad, desarrollo y sanidad de las raíces, que es fundamental para la correcta nutrición de la planta (Edafología 2004).

2.1.1.9 Retención de la humedad

Según FitzPatrick (1996 p 155) la humedad retenida por el suelo depende de la cantidad que se pierde y de la velocidad con que se mueva.

Cuando el suelo es muy poroso, arenoso o presenta una estructura bien desarrollada, el agua se filtra rápidamente y la retención resultante es muy baja. Los suelos orgánicos o de textura muy fina tienen espacios porosos más pequeños y las partículas mismas pueden absorber agua; en consecuencia, la retención de humedad aumenta y el desplazamiento de la misma disminuye.

De este modo, la textura, el contenido de materia orgánica y la estructura afectan el movimiento y la retención de la humedad en los suelos.

2.1.1.10 Pérdida de la humedad

La humedad retenida en el suelo se pierde principalmente por la evapotranspiración. Así, la velocidad con que se pierde el agua depende de la temperatura y de la cubierta vegetal, de modo que un aumento en una u otra repercutirá en una mayor pérdida de humedad. Sin embargo, solo una parte del agua capilar retenida por el suelo estará disponible para el aprovechamiento de las plantas, las cuales se marchitarán y morirán al agotarse la humedad disponible (*Ibid* p 156).

2.2 El humus

Según E. FitzPatrick (1996 p 129) está compuesto por cadenas largas de polímeros heterogéneos, formados por la interacción de polifenoles, aminoácidos, polisacáridos y otras sustancias. Las dos primeras son los principales productos de la descomposición vegetal, mientras que los polisacáridos son productos de la síntesis microbiana.

El humus tiene rasgos únicos que son determinantes para las características de los horizontes superiores. En primer término, el humus es capaz de absorber grandes cantidades de agua, con lo que aumenta la capacidad de retención de líquido del suelo y, por lo tanto, incrementa las posibilidades de buenas cosechas. En un suelo

arenoso, limoso, con 5 de materia orgánica, la capacidad de retención de agua aumenta el 50% y en uno arcilloso limoso, 30%.

Al igual que las arcillas, el humus tiene una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC); es considerable mayor que la de aquéllas: 3000mEq/100g, aproximadamente y, por consiguiente, aumenta en forma significativa la capacidad de retención de cationes en el suelo.

El humus puede ser dispersado o floculados, dependiendo de la naturaleza de los cationes presentes, e influye en la consistencia del suelo y, consecuentemente, en su manejo.

El comportamiento del humus es semejante al de las arcillas, pero difiere en que los microorganismos pueden destruirlos fácilmente. Así, es difícil conservarlo en niveles suficientemente altos en muchos suelos. Otra de las propiedades de la materia orgánica es influir en el color del suelo, así como abastecerlo, al descomponerse, con los elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos.

Los beneficios que se obtienen al utilizar materia orgánica según FitzPatrick (1996 p 129) se pueden resumir de la siguiente manera:

- Mejora y estabiliza la estructura.
- Aumenta la capacidad de retención de agua.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- Mejora las condiciones para el crecimiento microbiano.
- Sirve como reservorio de nutrientes.
- Disminuye la toxicidad del aluminio.
- Mejora la capa de cultivo.
- Absorbe y desactiva pesticidas orgánicos.

2.3 Las zanjas de infiltración

De acuerdo a Galloway (1986) la zanja de infiltración son pequeños canales de sección rectangular o trapezoidal, que se construyen transversalmente a la máxima pendiente del terreno y siguiendo las curvas a nivel, con el propósito de reducir la longitud de recorrido del agua de escorrentía, de tal modo que el caudal y la velocidad del agua de escorrentía es controlada a lo largo de la ladera; consecuentemente la energía erosiva del agua disminuye y la erosión del suelo que se produzca será menor. Las zanjas de ladera son efectivas en pendientes hasta de 50%. En terrenos donde el suelo es poco profundo (menos de 50 cm.), son las obras físicas más adecuadas.

2.4 Plantaciones con zanjas de infiltración en curvas de nivel.

En terrenos con pendientes pronunciadas, donde el objetivo principal es controlar la erosión, hay que hacer infiltrar uniformemente la lluvia en la misma. Ello es igualmente válido para zonas áridas y semiáridas donde el agua es el factor determinante en el prendimiento de la plantación. Para tales condiciones, tanto en el Ecuador como en otras partes del mundo, plantar a lado de zanjas de infiltración en curvas a nivel tiene varias ventajas (*Ibid*).

La finalidad de las zanjas de infiltración es retener el agua de escorrentía, que proviene de las partes altas del terreno, para que rompa la velocidad del agua, de tal manera que se capte y acumule en la zanja, para que sirva de reserva a los árboles y cultivos. La zanja con gradiente del 1%, sirve para retirar el exceso de agua, y se le conoce como zanja de desviación. Esta zanja se recomienda para muchos suelos pesados y arcillosos. La zanja sin gradiente (0%) sirve para infiltrar el agua. Se recomienda construirla en suelos francos arcillosos. Se construye la zanja en la parte más alta del terreno y/o en el centro del terreno. Se debe tomar en cuenta la cantidad de precipitación en la zona. Si llueve bastante se realizan zanjas de desviación; si llueve poco, se construyen zanjas de infiltración (*Ibid p 141*).

2.5 LAS ESPECIES NATIVAS

Las especies nativas como *Acacia macracantha*; *Caesalpinia spinosa*; *Schinus molle*.

2.5.1 *Acacia macracantha* H. & B. Faique

Familia:	Mimosaceae
Nombre científico:	<i>Acacia macracantha</i> H. & B.
Nombres comunes:	Algarrobo (Colombia) Faique (Ecuador) Espino (Perú)

2.5.1.1 Distribución natural

Se lo encuentra en los valles secos, está distribuido en la región andina desde Venezuela hasta Bolivia. Aunque se adapta más a los lugares cálidos y secos con temperaturas de hasta 25°C, se lo observa plantado hasta los 2800 e incluso 3100 m.s.n.m aunque en esta altura es más pequeño y no fructifica (Pretell, citado por Loján, 1992).

2.5.1.2 Descripción botánica

Guerrero y López (1993) señalan las siguientes características:

- **Tamaño y diámetro del tronco**

Alcanza altura de 6 -12m de alto, y de 20-40cm de diámetro

- **Forma y disposición de las hojas**

Las hojas son alternas, compuestas, bipinnadas, tiene hasta 15cm de largo,

foliolos sésiles de forma oblonga, dispuestas helicoidalmente y con estípulas.

- **Inflorescencia**

Las flores son de color amarillo dorado, fragantes, filetes de estambres coloreados a manera de borla, reunidos en capítulos densos y globosos, se insertan de 1 a 5 en la base de las hojas.

- **Fruto**

Es una vaina aplanada un tanto curva que mide de 8 a 12cm de largo por 1cm de ancho, de color café rojizo cuando madura.

- **Otras características**

Tronco sinuoso, y ramificado, de aspecto matajoso. Copa extendida más ancha que alta, corteza exterior gris, o simplemente café verdoso, ramas con espinas pareadas que miden a veces más de 10cm de largo.

2.5.1.3 Ecología

- **Formas de Vida**

Los mismos autores antes citados señalan que *Acacia macracantha* requiere las siguientes formaciones ecológicas: bosque seco Tropical (bs-T), bosque seco muy tropical, (bs-PM) bosque seco Premontano, bosque seco montano bajo (bs-MB)

- **Tipo de suelos**

Crece en suelos laderosos, pobres, arcillosos. En suelos fértiles y planos se observa, un rápido crecimiento (*Ibid*).

2.5.1.4 Características silviculturales

Se dispersa por doquier debido a que las semillas son diseminadas por los rumiantes a través de las heces, por tanto su regeneración natural es abundante y

alta capacidad de rebrote.

2.5.1.5 Usos

La especie es muy utilizada en la conservación y mejoramiento de áreas degradadas, leña, carbón, forraje, postes, cercas, parquet, construcción liviana y embalaje.

2.5.1.6 Fenología

En su hábitat natural florece en el período de noviembre a febrero, sus frutos pueden colectarse la mayor parte del año, pero la época más propicia es en julio. Las semillas requieren tratamiento para la germinación, pero cuando son recogidas del estiércol de corrales, su germinación es rápida (Añasco 2004).

2.5.2 *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze Guarango

Familia:	Fabaceae
Nombre científico:	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze
Sinónimos:	<i>Tara spinosa</i> (Molina) C. tara C. tinctoria
Nombres comunes:	Dividí de tierra fría, guarango, cuica, serrano (Colombia) Tara, taya, tanino (Perú) Tara (Perú) Vainillo, campeche, guarango (Ecuador)

2.5.2.1 Características

Entre las características principales se puede citar el diámetro y altura.

- **Diámetro y altura**

Loján (1992), señala que esta especie alcanza alturas de 2 a 10 m, con que llegan hasta los 40cm. El fuste es corto más o menos cilíndrico y a veces tortuoso. En muchos casos las ramas se inician desde la base, dando la impresión de varios tallos su raíz, es pivotante.

- **Otras características**

La copa del guarango es irregular, apasolada y poco densa, con ramas ascendentes.

La corteza del tallo y de las ramas gruesas es áspera y fisurada, con cicatrices de color gris a marrón dejadas por las espinas al caerse. La parte interna es de consistencia suave y fibrosa, de color blanco amarillento que se vuelve pardo al contacto con el aire, de sabor amargo y astringente.

- **Hojas**

Las hojas son compuestas y bipinadas en forma de pluma con 6 a 8 pares de foliolos opuestos. Los foliolos son lisos de color verde claro tanto en el haz como en el envés cuando jóvenes y verde oscuro cuando adultos (Mencias et al, citados por Quezada, 2000).

- **Flores**

Posee flores amarillas agrupadas en racimos (Albornoz, citado por Pantoja y Bolaños, 1999).

- **Frutos**

Son legumbres anchas y aplanadas de 8 – 12cm. de largo por 1,5 a 2,5cm. de ancho (*Ibid*).

- **Semillas**

La semilla es circular aplanada de color café oscuro (Camacho y Marín 1998)

Las semilla son ovoides algo aplastadas. El color es pardo oscuro, brillantes y duras, Mencias et al, mencionado por Quezada, (2002. Op.cit).

2.5.2.2 Distribución geográfica

Loján (1992), sostiene que el guarango se encuentra en la sierra entre los 1500 a 3000 m.s.n.m. en los flancos de las cordilleras, en los valles y laderas interandinos.

Según Mencias y Flores (1998), el guarango tiene una amplia distribución en la serranía de Ecuador que va desde los 1400 a 3100 m.s.n.m. Es común en las formaciones ecológicas (sistema de Holdrige), quien ubica en la estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB), y bosque seco montano bajo (bs-MB) de 2800- 3000 m.s.n.m.

2.5.2.3 Suelos

El guarango es una especie muy plástica en clima y suelo. Es propia de climas secos, cálidos y subcálidos; no es exigente en suelos, pero crece bien en suelos francos, franco arenoso y pedregoso, además se puede mencionar que crece en suelos diferentes a los indicados, pero no con las características botánicas suficientes (Prado, 2000).

2.5.2.4 Regeneración natural

Su regeneración es por semillas, se ha observado abundante regeneración natural bajo los árboles padres, en presencia de suficiente humedad y descomposición de hojarasca de especies que se hallan en asocio y poca luminosidad (bajo matorral). En zonas de poca vegetación o áreas descubiertas la regeneración natural es muy escasa, debido a que existe ausencia de humedad, factor importante para la germinación (Prado, 2000).

2.5.2.5 Usos

El guarango es una planta apropiada para la protección y enriquecimiento del suelo, para controlar la erosión, tiene capacidad para fijar nitrógeno, es melífera y es usada para actos religiosos (Añazco y Loján, 2004).

Las diferentes partes de esta especie presentan una variedad de usos, así, el árbol es apto para la reforestación en suelos pobres de poco espesor y poca precipitación.

La madera es empleada como leña para carbón y las vainas tienen alto contenido de tanino y se utilizan para curtir cuero.

La planta es susceptible a la helada y tolera la competencia por luz y es resistente a la sequía (Camacho y Martín, 1998).

Las semillas tienen un alto contenido de grasa y proteínas y sirven de alimento para porcinos. Los frutos se utilizan en infusión para la desinfección y el tratamiento tradicional contra la amigdalitis.

La parte aérea de la planta es utilizada para preparar una bebida ingerida como depurativo del colesterol (García, 2004).

La madera del guarango es dura y tradicionalmente se utiliza para construcciones rurales, fabricación de herramientas, se obtiene además carbón y leña (Añazco et al, 2004, p. 158).

El principal producto de la Tara es el fruto que contiene tanino. En el Perú se muelen las vainas y semillas y se exporta una especie de harina que contiene del 50 al 60% de tanino, con lo cual compite con otras fuentes vegetales como el mangle y el quebracho (Pretell et al, 1985).

La vaina tiene mayor importancia en la industria por su contenido tánico. Es a partir del guarango en polvo de donde se obtienen el ácido gálico y tánico, los cuales le otorgan una buena cotización en el mercado internacional (Añazco y Yaguache, 2004 p 157).

2.5.3 *Schinus molle* L

Familia:	Anacardiaceae
Nombre científico:	<i>Schinus molle</i> L
Nombre común:	Molle, mulli, muelle, tancar, árbol de pimienta.

2.5.3.1 Descripción botánica

Guerrero y López (2005) señalan las características botánicas siguientes:

- **Tamaño y diámetro del tronco**

De 10 -12m de alto, 30 – 40cm de diámetro.

- **Forma y disposición de las hojas**

Las hojas son compuestas, con foliolos oblongos, imparipinnados, el borde de los foliolos aserrado, nervadura pinatinervia.

- **Inflorescencia**

Las flores son de color blanco amarillento verdoso, pequeñas y hermafroditas, agrupadas en racimos compuestos (panículas).

- **Fruto**

Son drupas esféricas, semi carnosas, del tamaño de un grano de pimienta con película de 4.5mm. Al madurar adquieren un color rosado. Tiene olor a pimienta.

- **Fenología**

La copa es amplia con ramas jóvenes, largas y colgantes; follaje perenne, de color verde lúteo; el tronco bastante grueso y ramificado; la corteza con fisuras pequeñas de color gris oscuro.

2.5.3.2 Formación ecológica

Crece en bosque seco Premontano, de 1600 – 2600 m.s.n.m.

2.5.3.3 Tipo de suelos

Crece tanto en terrenos fértiles como en los pobres, arenosos y en lugares de escasa precipitación pluvial.

2.5.3.4 Características silviculturales

Rápido crecimiento en lugares secos y áridos necesita de mucha luz.

2.5.3.5 Características de la madera

Suave, de color amarillento claro.

2.5.3.6 Fenología

La floración comienza en el mes de marzo y se prolonga hasta julio. El fruto puede recolectarse durante todo el año. Como pretratamiento se recomienda remojar la semilla en agua fría durante 48 horas, de esta manera germina de 20 a 25 días.

2.5.3.7 Usos etnomédicos

En Perú las hojas tiernas en infusión se emplean para cólicos estomacales; los tallos jóvenes con sus hojas se hierven y en agua tibia se emplea para lavar heridas y grietas cutáneas; los brotes tiernos se soasan y se aplican para los dolores reumáticos, para el mismo caso se emplea la tintura de los frutos. La oleoresina es cicatrizante y se usa para dolor de muelas, reumatismo y como purgante.

En los países del cono sur, se usa como emenagogo y para desordenes menstruales.

De acuerdo con Girault (1987), los kallawayas utilizan las hojas frescas expuestas al sol, como cataplasma para la ciática, fresca o seca en decocción, para baños en el tratamiento de hinchazón de extremidades. El zumo disuelto en leche como colirio para conjuntivitis. Los frutos frescos contra la retención de orina. Es ornamental, medicinal; se emplea como leña y los frutos secos y molidos se emplean como pimienta (Coussio, Ferraro, 1995 p21-22).

2.5.4 El vivero

Según (Vázquez C) el vivero es un conjunto de instalaciones que tiene como propósito fundamental la producción de plantas. La producción de material vegetal en estos sitios constituye el mejor medio para seleccionar, producir y propagar masivamente especies útiles al hombre. La producción de plantas en viveros permite prevenir y controlar los efectos de los depredadores y de enfermedades que darán a las plántulas en su etapa de mayor vulnerabilidad. Gracias a que se les proporcionan los cuidados necesarios y las condiciones propicias para lograr un buen desarrollo, las plantas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y adaptación cuando se les trasplanta a su lugar definitivo.

Debido a los fuertes problemas de deforestación, a la pérdida de biodiversidad que sufre el país y a la gran necesidad de reforestar, los viveros pueden funcionar no solo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo. Esto permite diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de estas especies. Además, los viveros también podrían ser sitios de capacitación de donde surgieran los promotores de estas técnicas (*Ibid*).

2.6 Vivero temporal o volante

Se establece en áreas de difícil acceso, pero están muy cercanos a las zonas donde se realizará la plantación; su producción predominante es la de plantas forestales.

Generalmente se ubican en claros del bosque y trabajan por periodos cortos (de 2 a 4 años cuando mucho) e intermitentes, ya que la producción debe coincidir con la temporada de lluvias. Para su funcionamiento se requiere poca infraestructura y la inversión es baja. Su desventaja radica en que, como están situados en áreas de

difícil acceso, no son fáciles de vigilar y por lo tanto la producción queda más expuesta a daños por animales. Además, por sus características de infraestructura, solo pueden implementarse en zonas de bosques templados y selvas húmedas (*Ibid*).

2.6.1 Vivero permanente

Es la extensión de terreno dedicado a la obtención de plantas con diferentes fines (reforestación, frutales y ornato), ya sea en áreas rurales o centros urbanos. Su instalación requiere una inversión mayor en equipo, mano de obra y extensión del terreno, y debe contar con vías de acceso que permitan satisfacer oportunamente la demanda de plantas (*Ibid*).

2.6.1.1 Criterios para el establecimiento de un vivero

La mala elección del sitio donde se establece el vivero repercute directamente en una baja calidad de la producción de plántulas, lo cual a la larga se reflejará en una alta mortalidad en la plantación. Por ello es fundamental la selección del sitio donde se establecerá el vivero. Las condiciones del sitio son más determinantes cuando la producción se obtiene a raíz desnuda (por camas de crecimiento). Cuando la producción se hace por medio de envases de crecimiento es importante considerar los factores que a continuación se mencionan (*Ibid*).

2.6.1.2 Ubicación, drenaje y suelo del vivero

Al establecerse un vivero deben considerarse cuatro puntos principales: que sea difícil acceso, el suministro de agua, su orientación en el terreno y la topografía de Este. De los dos últimos aspectos depende, en gran parte, el buen drenaje del vivero y que se minimice la erosión. El drenaje también depende de la textura del suelo del lugar, por lo que debe cuidarse su relación con la pendiente del sitio. En suelos de textura fina la pendiente deberá ser suave (de 2 a 3%) y en el caso de suelos arenosos y profundos se recomienda nivelar el terreno (*Ibid*).

La textura del suelo es muy importante en el cultivo de plantas a raíz desnuda, ya que además de regular el drenaje y la erosión deberán facilitar la extracción de las

plántulas y promover el crecimiento vegetativo. Un suelo bien drenado asegura su aeración, por lo que es conveniente verificar que no existan capas endurecidas en los primeros 75 cm de profundidad y que el suelo sea profundo, por lo menos 120 centímetros (*Ibid*).

Independientemente del método de propagación que se emplee dentro del vivero (raíz desnuda, almácigos o envases individuales) es importante verificar que tan ácido o básico es el suelo (pH), su textura y fertilidad para los requerimientos de la especie que se va a propagar. El pH se encuentra muy relacionado con el contenido de materia orgánica y disponibilidad de nutrientes necesarios para el buen desarrollo de las plantas; por esto, el rango de pH más recomendable es de neutro (pH=7) a ligeramente ácido (pH=6.5) o ligeramente alcalino (pH=7.5).

2.6.1.3 Abastecimiento de agua y calidad de agua de riego

Los viveros necesitan un suministro de agua abundante y constante, ya que las plantas que se producen se encuentran en pleno desarrollo y un inadecuado abastecimiento podría provocar incluso la muerte por marchitamiento (*Ibid*).

La calidad del agua de riego es importante. Cuando contiene como elementos principales calcio y magnesio (agua dura) ayuda a crear en el suelo una buena estructura. En cambio, el agua que tiene gran cantidad de sodio y bajos contenidos de calcio y magnesio provoca que la arcilla y la materia orgánica del suelo absorban rápidamente el sodio. Esto promueve una estructura edáfica indeseable, ya que el suelo disperso se asienta abajo de la superficie y forma una capa (de 10 a 20 cm de grosor) que impide el paso de las raíces o del agua. También un alto contenido de sodio en el agua de riego causa quemaduras en las hojas de algunas especies al ser absorbido por las plantas. La cantidad de sólidos en suspensión en el agua también modifica las características del suelo, ya que si tiene contenidos elevados de limo o coloides puede causar la compactación superficial del suelo reduciendo su permeabilidad al agua y la aereación. También hay otros elementos

que pueden estar presentes en cantidades tóxicas y afectar al cultivo, como el boro o algunos contaminantes (*Ibid*).

2.6.1.4 Clima

Es muy importante conocer que tipo de plantas se encuentran adaptadas a las condiciones climatológicas que prevalecen en la zona donde el vivero se va a establecer. Asimismo, es necesario contar con los registros climáticos que indiquen las épocas de riesgo, como las heladas, las sequías y la cantidad y distribución del periodo de lluvias. Estos pueden ser complementados o sustituidos con la información climática que los habitantes de la zona manejan tradicionalmente. Con base en estos datos se logra una planeación del momento adecuado para llevar a cabo las labores del vivero (siembras, trasplantes, podas, fumigaciones, etc (*Ibid*).

2.6.1.5 Construcción del vivero

Una vez que se elige el terreno donde se construirá el vivero se inicia una serie de actividades relacionadas con la instalación y construcción de la infraestructura necesaria para su funcionamiento. Estas actividades, resumidas en el cuadro 23, varían en función del tipo de plantas que se desea propagar y de los recursos económicos disponibles. Básicamente el vivero debe contar con las siguientes instalaciones: semilleros, área de envasado, platabandas (estructuras que sombrean a las plantas), lotes de crecimiento, bodega y equipo e infraestructura de riego (*Ibid*).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del área de estudio

El estudio se realizó en cuatro sitios experimentales ubicados en el entorno del Lago Yahuarcocha, situado a 5Km al noreste de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura (Figura 1).

3.1.2. Localización geográfica

PROVINCIA: Imbabura
CANTÓN: Ibarra
ALTITUD: 2200 m.s.n.m

3.1.3. Coordenadas

Coordenadas UTM:

X 17824550 E

Y 0040523 N

3.1.4. Características climáticas

Temperatura media anual: 18.4 °C

Precipitación media anual: 632mm

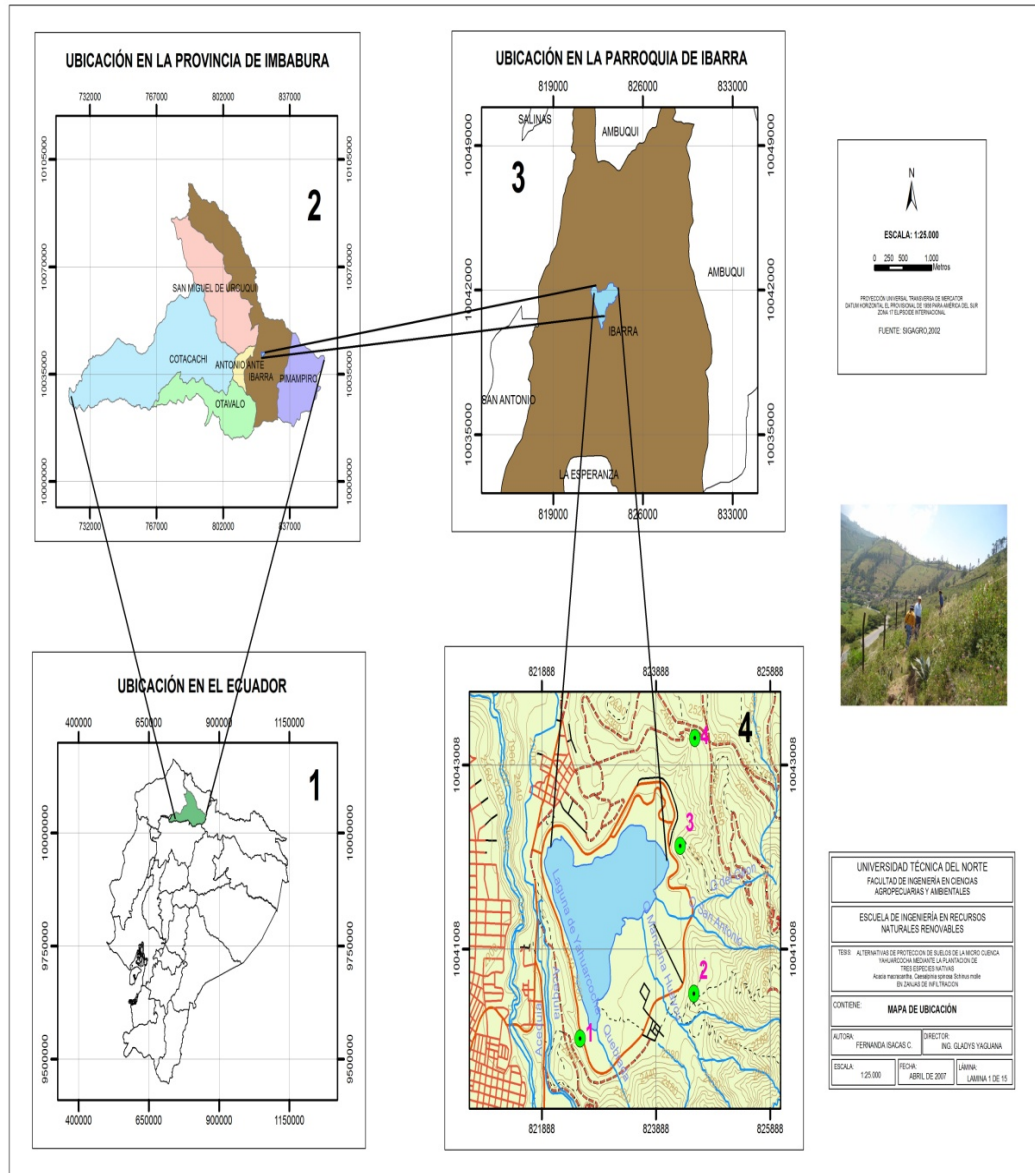


Figura 01. Mapa de ubicación geográfica de los sitios de investigación

3.2.2 Superficie del ensayo.

La superficie total del ensayo es de 1152m² y cada uno de los bloques es de 192m²

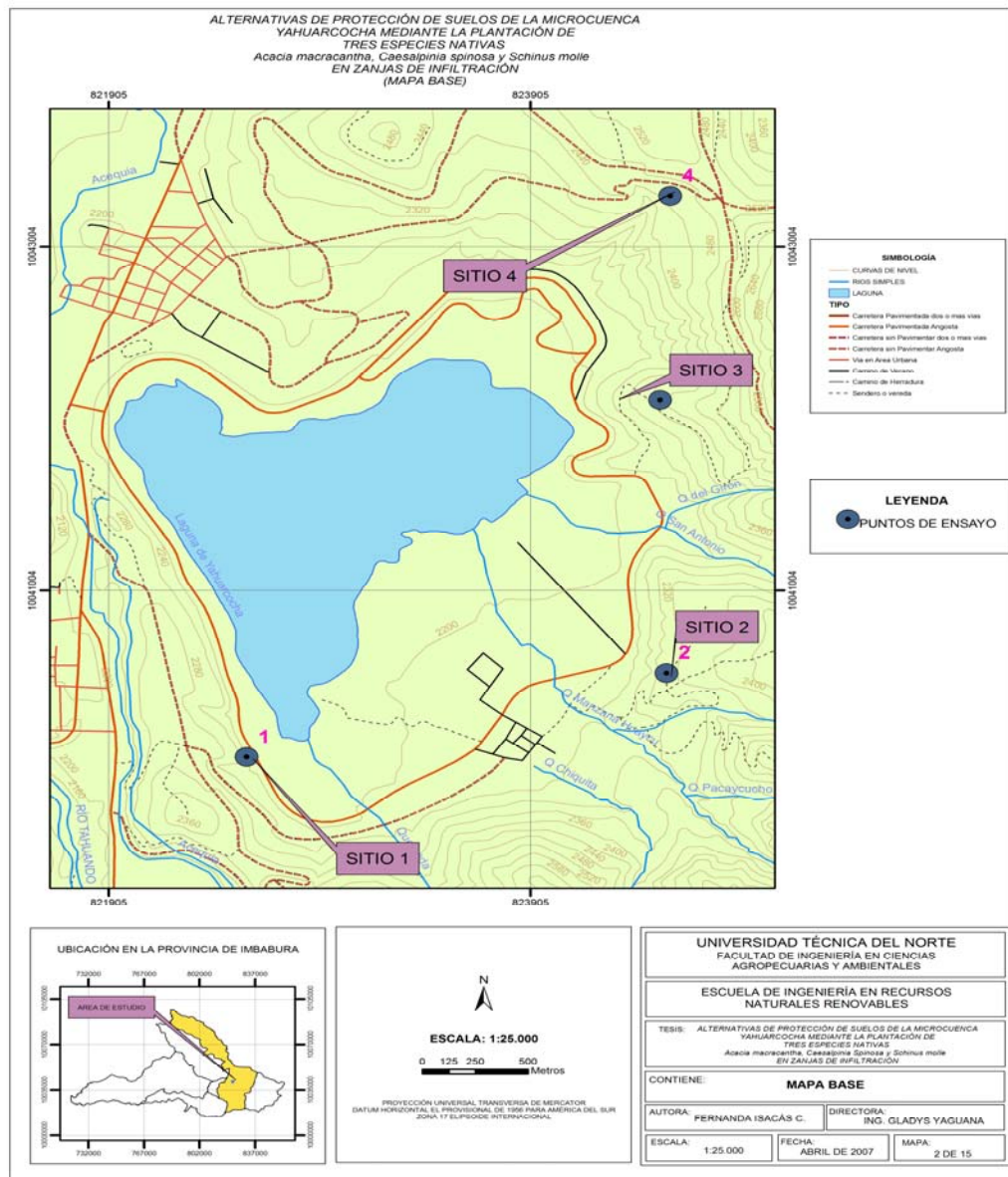


Figura 02. Mapa base de los sitios de investigación.

3.2.3 Plantas utilizadas

Las plantas utilizadas fueron producidas en el vivero de la granja “Yuyucocha” de propiedad de la Universidad Técnica del Norte y tuvieron utilizando los siguientes sustratos.

3.2.4 Materiales e Instrumentos Utilizados

Los materiales e instrumentos se pueden ver en forma detallada en el cuadro 01.

Cuadro 01. Materiales utilizados en la investigación.

Material de Oficina	Materiales de Campo	
Suministros de oficina	Cámara digital	Calibrador pie de rey
Carta topográfica IGM (Escala 1:50000)	Productos fitosanitarios	Manguera con accesorios
Internet	Regadera	Postes
Computadora	Estacas	Rollos de alambre de púas
Impresora	Uña para alambrear	Caja de grapas
Libreta de campo	Clinómetro	Flexómetro
	Carretilla	Tijera podadora
Materiales de Laboratorio	Martillo	Cinta métrica
Balanza analítica	Machetes	Barreno
Estufa	Palas	Zaran
Caja petri	Barras	Muestreador para densidad en campo
	Picos	Transporte
	Semillas de las tres especies	Tierra negra
		Pomina

3.3.1 Caracterización biofísica del área de estudio

En los cuatro sitios de investigación se determinó las propiedades físicas, químicas y biológicas.

3.3.1.1 Perfil del suelo

Para la descripción del perfil del suelo se utilizó la metodología propuesta por la FAO describiendo una calicata de 1m x 1m x 1.20m de profundidad. Se procedió al reconocimiento y descripción de los horizontes, en cada uno de los sitios experimentales. Las medidas fueron tomadas mediante apreciación visual, con la ayuda de un flexómetro se realizó la medición de cada uno de los horizontes identificados principalmente por el cambio de color. Se realizó toma de muestras de cada perfil y para enviarlas al laboratorio de suelos, para los análisis.

3.3.1.2 Estructura

Se realizó por observación directa; tomando una muestra de cada horizonte en el perfil (Fotografía 01).



Fotografía 01. Toma de muestra para observar la estructura Yahuarcocha, UTN
2006 – 2007.

3.3.1.3 Porosidad

Se tomó una muestra y se observó los espacios porosos y el tamaño (Fotografía 02).



Fotografía 02. Toma de muestra para observar la porosidad Yahuarcocha, UTN
2006 – 2007.

3.3.1.4 Consistencia

Se utilizó el método del tacto, tomando una muestra en la mano la cual fue humedecida y amasada con una navaja hasta formar una masa homogénea; y luego se formó una cinta para observar la consistencia en seco y húmedo.

3.3.1.5 Textura

Para ello se utilizó el método del tacto, tomando una muestra del tamaño de un puño, el cual fue humedecido y amasado entre los dedos hasta formar una masa homogénea, posteriormente se formó una cinta y se determinó la clase textural en base al tacto. Se enviaron muestras al laboratorio para determinar el porcentaje de arena. Limo y arcillas de cada horizonte de los perfiles descritos.

3.3.1.6 Plasticidad

Por el método del tacto. Se tomó una muestra en la mano y se amasó hasta tener una masa homogénea para luego formar una cinta y darle forma circular.

3.3.1.7 Raíces

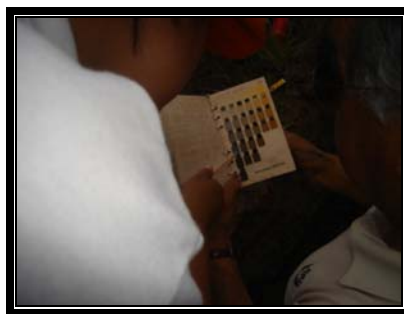
Mediante observación directa (Fotografía 03).



Fotografía 03. Observación de raíces Yahuarcocha, UTN 2006 – 2007.

3.3.1.8 Color

Se utilizó la tabla Munsell; tomando una pequeña muestra y luego se procedió a comparar el color. Se determinó matriz, pureza e intensidad (Fotografía 04).



Fotografía 04. Comparación de la muestra de suelo con la tabla Munsell para determinar el color Yahuarcocha, UTN 2006 – 2007.

3.3.1.9 Densidad aparente

Este indicador se determinó siguiendo la metodología de evaluación de la calidad del suelo establecida por el (USDA 1999).

Se utilizó un anillo de 7.62centímetros de diámetro y 7,62centímetros de alto, el que se clavó hacia abajo, hasta una profundidad de 7.62 cm.

Se colocó la muestra dentro de una bolsa de plástico y se etiquetó la funda con la muestra. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de uso múltiple en donde se determino la densidad aparente con la siguiente fórmula.

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Volumen Total del Suelo}}$$

Se pesó el cilindro con muestra hieda y se llevó a la estufa por 48 horas y se pesó en seco. Densidad (g/cc)

3.3.1.10 Profundidad efectiva del suelo

Se realizó dos barrenaciones en cada sitio hasta que el barreno ya no pueda penetrar; se realizó en la época lluviosa debido a que los suelos son muy compactados (Fotografía 06).



Fotografía 06. Barrenaciones para ver la profundidad efectiva Yahuarcocha, UTN
2006 – 2007.

3.3.1.11 Análisis químico del Suelo

Se barrenó el sitio para obtener submuestras de suelo en los cuatro sitios de investigación con la finalidad de conocer características químicas como: pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes y la textura de los suelos antes de ser instalado el ensayo, y 10 meses de haber instalado el ensayo. Para el efecto se tomaron cuatro muestras, por cada uno de los sitios en estudio a una profundidad de 25 a 30cm, se mezcló estas submuestras para formar una sola muestra representativa, con una cantidad aproximada de 1kg de suelo por cada sitio.



Fotografía 07. Toma de muestras de para los análisis de suelos antes y después de 10 meses de instalado el ensayo Yahuarcocha, UTN 2006-2007

3.3.1.12 Inventarios de Flora.

El procedimiento para determinar el área mínima, consiste en tomar una unidad muestral pequeña y encontrar el número de especies presentes en esta, luego se duplica la superficie extendiendo a la unidad anterior y se cuenta y se registra el número de especies nuevas que aparecen en la unidad duplicada. Esta operación se repite hasta que el numero de especies nuevas que aparecen en la unidad duplicada. Esta operación se repite hasta que el número de especies nuevas disminuya al mínimo o queda en cero.

En cada sitio se recolecto muestras de flora, las cuales estaban debidamente

etiquetadas y fueron llevadas al Herbario Nacional (QCNE) para su respectiva identificación (Fotografía 08).



Fotografía 08. Colecta de muestras botánicas en los inventarios de flora Yahuarcocha, UTN 2006 – 2007.

3.3.1.13 Análisis de vegetación

Para determinar la similaridad de vegetación entre la época seca y lluviosa de cada sitio, se utilizó el programa BIO-DAP (Biodiversity data analysis package).

3.3.1.14 Inventarios de fauna

Se realizó observación en cada visita a los sitios de estudio, mediante huellas y observación directa.

3.3.1.15 Elaboración de mapas

Se utilizó el programa Arcview 9.0, se elaboró los siguientes mapas temáticos: Mapa de tipos de suelos, base, de uso actual del suelo, de vegetación, hidrológico, de isotermas e isoyetas medias anuales, geológico, de pendientes, y de fertilidad del suelo.

3.3.2 Comportamiento de las especies en condiciones de vivero

A continuación se presenta el procedimiento a seguir para producir plantas en vivero.

3.3.2.1 Recolección de semillas

La recolección de semillas de las tres especies se realizó en los meses de febrero y marzo y abril de 2006, tomando en cuenta que el árbol semillero tenga buenas características fenotípicas. Analizando las características visuales de los individuos, como la forma del fuste, altura de bifurcación y hábito de ramificación.

Lugares de recolección:

Cuadro 02. Lugares de recolección de semillas, Yahuarcocha, UTN 2006.

Antonio Ante	Atuntaqui
	Chaltura
Carchi	Concepción
	Santa Ana
Ibarra	Yacucalle
	Granja
	Yuyucocha
Urcuquí	Coñaquí
	Urcuquí.
	Tumbabiro

En el faique y guarango se cosechó los frutos y se procedió a sacar la semilla de las vainas, y luego se las desinfectó con vitavax y se guardó en un ambiente frío en envases de vidrio. En el molle se sacó las semillas del racimo se las desinfectó con vitavax y se guardaron en frascos de vidrio con su respectiva etiqueta (Fotografía 09).



Fotografía 09. Recolección de semillas y desinfección con vitavax Yuyucocha, UTN 2006 – 2007.

3.3.2.2 Preparación de sustrato

Los materiales más utilizados en la región interandina son: tierra negra, cascajo, tierra de vivero y si es posible materia orgánica bien descompuesta. Se preparó el sustrato utilizando cuatro partes de tierra negra, y una de cascajo, luego se mezcló hasta que quedó uniforme; y se lo utilizó en el faique y guarango y molle. Con el sustrato se procedió a llenar fundas de polietileno y luego se colocó bajo el umbráculo.

3.3.2.3 Tratamiento pregerminativo de las semillas

Para el guarango se puso las semillas en agua hirviendo durante cuatro minutos luego se cambió a agua fría por 24 horas y se escogió las semillas hinchadas para la siembra.

Para el faique se sumergió la semilla en agua hirviendo y se dejó enfriar hasta la temperatura del ambiente por 24 horas.

Para el molle se lavó las semillas se las frotó y se remojaron por dos días, se sembró directamente (Fotografía 10).



Fotografía 10. Tratamiento pregerminativo de las tres especies faique, guarango y molle .Yuyucocha, UTN 2006 – 2007.

3.3.2.4 Siembra directa en las fundas de polietileno

Se procedió a sembrar, dos semillas de faique al igual que guarango por envase y cinco semillas de molle por envase. El riego en el primer mes fue pasando un día y luego tres veces por semana debido a que fue época seca, y luego función de la necesidad misma que se determinó por observación directa de la humedad del sustrato.



Fotografía 11. Siembra de *Caesalpinia spinosa* en fundas de polietileno. Yuyucocha, UTN 2006.

3.3.2.5 Germinación

Se contaron las plantitas germinadas de las tres especies, se sacó el porcentaje de germinación. Luego se realizó el raleo, dejando una plantita por envase. Utilizando la siguiente fórmula ver (Fotografía 12).

$$\% \text{ Germinación} = \text{N}^\circ \text{ Semillas Germinadas} / \text{N}^\circ \text{ Semillas Sembradas} \times 100$$



Fotografía 12. Germinación de *Acacia macracantha* y *Caesalpinia spinosa* en condiciones de vivero. Yuyucocha, vivero. UTN Yuyucocha 2006.

3.3.2.6 Medición de altura.

En el segundo mes, se realizó la medición inicial de altura total, utilizando una regla graduada en centímetros desde en nivel del suelo hasta el ápice o yema terminal. Se hicieron las siguientes mediciones cada dos meses (Fotografía 13).



Fotografía 13. Medición de altura de *Caesalpinia spinosa* (guarango) en condiciones de vivero. UTN Yuyucocha 2006 – 2007

3.3.2.7 Controles fitosanitarios

Al segundo mes se realizó una fumigación con Furadán y Bavistin, debido a que ataque de trozadores en las plantas y el mal de almácigo llamado damping.

3.3.2.8 Labores culturales

Se realizó limpieza de malezas cada mes para evitar que entren en competencia con la plántula por luz, nutrientes y humedad. El riego se hizo inicialmente pasando un día, luego cada tres días y posteriormente de acuerdo a la necesidad de las plantitas, en base a las condiciones climáticas.

3.3.2.9 Medición de diámetro basal

El diámetro basal se midió a partir del tercer mes debido a que el tallo de las plántulas eran muy delgados y se corría el riesgo de quebrarlos o lastimar la corteza.

Para la medición del diámetro basal se utilizó el calibrador pie de rey, a nivel del cuello de la plántula ver (Fotografía 14).



Fotografía 14. Medición de diámetro basal de *Acacia macracantha* (faique) en condiciones de Vivero. UTN Yuyucocha 2006.

3.3.3 Instalación del ensayo

Para la instalación de los ensayos se procedió a realizar las siguientes actividades.

3.3.3.1 Trazado de curvas a nivel

Se trazó las curvas utilizando el nivel en “A” y el clinómetro y se marcaron puntos cada 4m clavando una estaca; ver (Fotografía 15).



Fotografía 15. Trazado de la curva de nivel en el sitio 4(Aloburo). Yahuarcocha, UTN 2006.

3.3.3.2 Apertura de zanjas de infiltración y hoyos

Se cavaron las zanjas de infiltración siguiendo la curva de nivel, de 2m de largo, 40cm de ancho y 40cm de profundidad, en los sitios de investigación ver (Fotografía 16).



Fotografía 16. Apertura de zanjas de infiltración y hoyos en el sitio 3 (Robayo). Yahuarcocha. UTN, 2006-2007

3.3.3.3 Delimitación y cercado del terreno

Se establecieron áreas de 192m² en donde se trazaron curvas a nivel cada 4 metros, para los cuatro sitios se realizó el cercado del terreno para evitar el ingreso de animales de pastoreo, se utilizó postes y se colocaron 3 hilos de alambre de púas en función del sitio y debido al inminente invasión por cabras ver (Fotografía 17).



Fotografía 17. Cercado de los sitios experimentales. UTN Yahuarcocha. 2006.

3.3.3.4 Hoyado

La apertura de hoyos se la realizó bajo la zanja de infiltración con una dimensión de de 40 x 40 x 40 cm utilizando un pico, barra y pala, el mismo procedimiento se realizó para los cuatro sitios (Fotografía 18).



Fotografía 18. Apertura de hoyos bajo la zanja de infiltración. Yahuarcocha, UTN 2006.

3.3.3.5 Plantación

En el vivero se hizo una selección masal de plántulas de las tres especies. Se seleccionaron individuos con alturas más o menos homogéneos con una altura promedio para faique de 28cm, guarango 16cm y molle 22cm, antes de llevarlas al sitio definitivo.

El día anterior a la plantación se regaron las plantas, luego fueron trasladadas a los sitios definitivos. Las plantas con pan de tierra fueron colocadas en los hoyos de acuerdo a la distribución de los tratamientos. La plantación se realizó retirando las fundas, colocando a los arbolitos en posición vertical y a una profundidad adecuada; luego se rellenó el hoyo apisonando la tierra para eliminar los espacios de aire y evitar la pudrición de raíces de las plántulas. En los cuatros sitios la plantación se efectuó al comenzar la época lluviosa, los días 9 y 10 de Noviembre de 2006. En el experimento se utilizó 288 plantas.

3.3.3.6 Cuidados del ensayo

Debido a las intensas lluvias se produjo el arrastre de sedimentos y se llenaron las zanjas, por lo que se realizó la limpieza de las mismas en todos los sitios, una vez por mes en época lluviosa.

Se realizó la limpieza de caminos de acceso y la eliminación de malezas en el contorno de las plántulas para facilitar la medición y la toma de datos; así, como, para evitar la competencia de malezas por humedad.

3.3.3.7 Diámetro y altura en los sitios

Los datos base de altura y diámetro se tomaron a los 15 días de la plantación, luego cada dos meses.

Para medir el diámetro basal se utilizó el calibrador pie de rey y para la altura una regla graduada en centímetros, se colocó una pequeña estaca cerca de la planta para tener como referencia y medir sucesivamente desde el mismo sitio ver (Fotografía 19)



Fotografía 19. Medición de diámetro basal de *Schinus molle*.

3.3.3.8 Estado fitosanitario

Se realizó mediante observación directa en cada visita a los sitios de investigación.

3.3.3.9 Sobrevivencia

Se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de sobrevivencia} = \text{No. de plantas vivas} / \text{No. de plantas sembradas} \times 100$$

3.3.4 Contenido de humedad del suelo con zanjas y sin zanjas de infiltración

Se tomaron muestras para cada sitio, junto a las zanjas y en sitios cercanos sin zanjas, para establecer la diferencia de humedad. Se pesó 100 gramos de cada muestra en cajas petri y luego se introdujo en la estufa a 105 ° C durante 48 horas, y se volvió a pesar.

El contenido de humedad se obtuvo aplicando la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje Humedad} = (\text{PSH} - \text{PSS}) / \text{PSS} \times 100$$

3.3.5 Cálculo de costos de los tratamientos

El cálculo de los costos en el ensayo se realizó tomando en cuenta costos fijos y variables, de producción en vivero y en el campo para cada uno de los sitios

3.3.6 Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de bloques completamente al azar con seis tratamientos y doce repeticiones. Para la tabulación de datos se utilizó el programa estadístico MSTAT.

3.3.6.1 Tratamientos en estudio

Faique sin humus	:	E1H1
Faique con humus	:	E1H2
Guarango sin humus	:	E2H1
Guarango con humus	:	E2H2
Molle sin humus	:	E3H1
Molle con humus	:	E3H2

3.3.6.2 Características del experimento

4	Repeticiones	12
5	Tratamientos	6
6	Unidades experimentales	72

Modelo estadístico

$$X_{iJ} = \mu + T_i + B_j + E_{iJ}$$

X_{iJ} = Cualquier observación

μ = media general.

T_i = efecto de los tratamientos.

B_j = Efecto de los bloques.

E_{iJ} = error experimental.

Arreglo de datos por DBCA

Arreglo Factorial A x B

Factor A Especies

F Faique

G Guarango

M Molle

Factor B

SH Sin humus

CH Con humus

3.3.7 Descripción de los tratamientos

En la siguiente investigación se emplearon los siguientes tratamientos.

Análisis Funcional

FA. Se utilizó la prueba de TUKEY para las tres especies.

FB. Se utilizó la prueba DMS para la aplicación de humus.

FA x FB Se utilizó la prueba de DUNCAN para tratamientos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En los sitios de investigación se caracterizó los siguientes aspectos:

4.1.1. Ubicación ecológica

De acuerdo con las características climáticas, según la clasificación de Holdridge, el área de estudio pertenece a la zona denominada bosque seco - Montano Bajo (bs-MB).

Los meses de mayor pluviosidad son marzo, abril y mayo; mientras, la época seca va de junio a septiembre (INAMHI; Vallejo, 1995; Cañadas, 1983).

4.1.2. Características edáficas

Los suelos corresponden al tipo Ustorthent, cangahuas de color café amarillento, duros y de escasa cobertura vegetal, con costras blanquecinas en la superficie y sin riego, presentando mayor problema en cuanto a la erosión Vallejo (1995).

En cuanto al uso potencial se tienen suelos de la clase IV, V, y VII; en su mayoría son terrenos muy escarpados y extremadamente escarpados con una pendiente promedio de 31.82%. El uso recomendado en su mayoría, corresponde a pastos bosques y vida silvestre (Vallejo, 1995).

4.1.3. Características generales de los sitios

Cuadro 03. Características de los sitios de investigación, Yahuarcocha, UTN, 2006

CARACTERÍSTICAS GENERALES	SITIOS			
	Olivo Alto	El Tablón	Loma Robayo	Aloburo
Coordenadas	17822557E; 0040035 N	17824550E; 0040523 N	17824310E; 0042128 N	17824588 E; 0043283 N
Altura	2237m.s.n.m	2353m.s.n.m	2303 m.s.n.m	2465m.s.n.m
Precipitación media anual	688 mm	688 mm	563 mm	563 mm
Temperatura media anual	14.5°C	13.5°C	15.5°C	16.5°C
Tipo de suelo (-)	Ustorthent	Ustorthent	Ustorthent	Ustorthent
Uso actual del suelo	95% de vegetación arbustiva y pastos naturales con 5% áreas en proceso de erosión	95% de pastos naturales con 5% de vegetación arbustiva	95% de vegetación arbustiva y pastos naturales con 5% áreas en proceso de erosión	95% de pastos naturales con 5% de vegetación arbustiva
Vegetación	Xerofítica	Xerofítica	Xerofítica	Xerofítica
Hidrología	Ningún afluente	Ningún afluente	Ningún afluente	Ningún afluente
Geología	Terraza indiferenciada primera	Volcánicos de Angochagua	Volcánicos de Angochagua	Volcánicos de Angochagua
Pendientes	49%	27.5%	55%	38%
Topografía	Montañosa	Montañosa	Muy montañosa	Montañosa
Fuente: La autora, IGM.				

El sitio 1 (Olivo Alto) se caracterizó por ser una zona muy intervenida y fuertemente erosionada por factores externos como la escasa cobertura vegetal en ciertas áreas de este sitio, por la presencia de ganado, una fuerte pendiente de 47%, y sobretodo un suelo suelto, ocasionado de esta manera una rápida degradación del suelo ver (Anexo 1, Mapas del 3 al 9)

El sitio 2 (El Tablón) se caracterizó por ser una zona de pastoreo con muy poca vegetación arbustiva, cubierta de pastos naturales para el ganado y es muy susceptible al arrastre de sedimentos.

El sitio 3 (Loma Robayo) se caracterizó por tener en su mayoría de vegetación arbustiva y pastos naturales los cuales son muy palatables para los conejos.

En el sitio 4 (Aloburo) se caracterizó por ser una zona de pastoreo y en gran parte de este sitio presenta cangahua muy dura; es un lugar que fue dedicado al pastoreo.

Los cuatro sitios de investigación se encuentran en un estado crítico con porcentajes de erosión muy altos y no se practica conservación de suelos.

4.1.4 Características biofísicas de los cuatro sitios de investigación

Se realizó la caracterización biológica de los cuatro sitios de investigación.

4.1.4.1 Inventario de Flora

El área mínima para los cuatro sitios en la época seca y en la época lluviosa fue de 16m². Las coordenadas donde se realizó los inventarios de flora para el sitio 1 (Olivo Alto) son: 17822544E; 0040057N altura 2246 m.s.n.m y 17822551E; 0040019N, altura 2240 m.s.n.m. Los resultados del inventario de flora constan en los cuadros 2, 3, 4 y Fig. 03.

Para los cuatro sitios con base a las especies halladas se realizó el índice de similitud de Sorenson Measure. Tomando en cuenta la presencia y la ausencia de cada especie ver Anexo 2.

Como se puede observar en el cuadro 02 el inventario realizado en el Sitio 1 (Olivo Alto) las especies como *Pappobolus imbaburensis* (Hieron.) y *Panero Gnaphalium purpurem* L. son aquellas que solo se encontraron en la época seca; y en la época lluviosa encontramos alrededor de 21 especies como *Parophyllum rudale* (Jacq.) Cass *Cheilanthes myriophylla* Desv. *Polygala pariculata* (L.) *Pappobolus imbaburensis* (Hieron.) *Panero Bidens audieola* Kunth *Salvia humboldtiana* F. *Dietr* son especies que solo se las pueden encontrar en época lluviosa son especies que necesitan humedad en el suelo para poder sobrevivir, en la época lluviosa hay mayor número de especies debido a la influencia del cerramiento y no hubo ingreso de ganado.

Cuadro 04. Inventario de flora en época seca y época lluviosa para el sitio 1 Olivo Alto.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Frecuencia	
			Época seca	Época lluviosa
	<i>Parophyllum rudale (Jacq.)Cass</i>	Asteraceae	A	P
Panero	<i>Pappobolus imbaburensis (Hieron.) Panero</i>	Asteraceae	A	P
Amor seco	<i>Bidens audieola Kunth</i>	Asteraceae	A	P
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Tagetes filifolia Lag.</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Pappobolus imbaburensis (Hieron.) Panero</i>	Asteraceae	P	A
	<i>Gnaphalium purpurem L.</i>	Asteraceae	P	A
	<i>Conyza bonariensis (L.) Cronquist</i>	Asteraceae	P	P
Mosquera	<i>Croton wagnerii</i>	Euphorbiaceae	P	P
	<i>Chamaesyce cf.melanacarpa (Boiss.) G.L. Webster</i>	Euphorbiaceae	P	P
Izo	<i>Dalea mutisii</i>	Fab - Faboideae	P	P
	<i>Salvia humboldtiana F. Dietr</i>	Lamiaceae	A	P
	<i>Hyptis eriocephala Benth</i>	Lamiaceae	P	P
Escubillo	<i>Sida setosa Mart ex Colla</i>	Malvaceae	P	P
	<i>Gaya gaudichaudiana A. St. Hill.</i>	Malvaceae	P	P
Uña de gato	<i>Mimosa quitensis</i>	Mimosoideae	P	P
	<i>Polygala pariculata (L.)</i>	Polygalaceae	A	P
	<i>Polipodium thyssanolepis A. Braun ex Klotzsch</i>	Polypodiaceae	A	P
	<i>Cheilanthes myriophylla Desv.</i>	Pteridaceae	A	P
	<i>Cheilanthes bonarensis(Willd)Proctor</i>	Pteridaceae	P	P
	<i>Spermacoce sp.</i>	Rubiaceae	A	P
Chamano	<i>Dodoneae viscosa</i>	Sapindaceae	P	P
	<i>Byttneria loxensis Cristobal</i>	Sterculiaceae	P	P
P= Presencia A= Ausencia				

El sitio 2 (El Tablón) se encuentra ubicado en las coordenadas: 17824566E; 0040645N, altura 2358 m.s.n.m. y 17824556E; 0040604N, altura 2352 m.s.n.m.

El cuadro 3 los resultados de los inventarios en época seca en el Sitio 2 (El Tablón) se encontraron como *Cheilanthes Bonarensis (Willd) Proctor Gnaphalium purpurem L. Oxalis sp. L. Tofieldia sp.* Son especies que se las encontró únicamente en época seca; mientras que en la época lluviosa el numero de especies es mayor *Bidens audieola Kunth, Mimosa quitensis, Sida setosa Mart ex Colla* son las más representativas. Cave recalcar que este sitio fue una zona de pastoreo, el cerramiento

ayudo a la regeneración de pastos y disminuyo el arrastre de sedimentos .Ver cuadro 04.

Cuadro 05. Inventario de flora en época seca y época lluviosa para el sitio 2 El

Tablón. Yahuarcocha, UTN, 2006 – 2007.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Frecuencia	
			Época seca	Época lluviosa
	<i>Anagallis orvensis L.</i>	Primulaceae	A	P
Amor seco	<i>Bidens audieola Kunth</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Sonchus oleraceus L.</i>	Asteraceae	A	P
Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Caursetia dubia(Kunth) D.C.</i>	Fabaceae	A	P
	<i>Tagetes verticillata Lag. & Rodr.</i>	Asteraceae	A	P
Chochillo	<i>Medicago lupulina L.</i>	Fabaceae	A	P
	<i>Sida rhombifolia L.</i>	Malvaceae	A	P
	<i>Nicondra Physalodes L. Gaerthn.</i>	Solanaceae	A	P
Panero	<i>Pappobolus imbaburensis (Hieron.) Panero</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Byttneria loxensis Cristobal</i>	Sterculiaceae	A	P
Amaranto	<i>Amaranthus hybridus var. sangorache</i>	Amaranthaceae	A	P
Hierba mora	<i>Solanum nigra</i>	Solanaceae	A	P
	<i>Stachys elliptica Kunth</i>	Lamiaceae	A	P
	<i>Stevia ovata Willd</i>	Asteraceae	A	P
Chamano	<i>Dodoneae viscosa</i>	Sapindaceae	A	P
	<i>Tagetes filifolia Lag.</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Cheilanthes Bonarensis (Willd) Proctor</i>	Pteridaceae	P	A
	<i>Gnaphalium purpurem L.</i>	Asteraceae	P	A
	<i>Tofieldia sp.</i>	Liliaceae	P	A
	<i>Oxalis sp. L.</i>	Oxiladaceae	P	A
Uña de gato	<i>Mimosa quitensis</i>	Mimosoideae	P	P
	<i>Conyza bonariensis (L.)Cronquist</i>	Asteraceae	P	P
	<i>Chamaesyce hirta (L.)</i>	Euphorbiaceae	P	P
Dólar	<i>Desmodium molliculum Kunth DC.</i>	Fabaceae	P	P
Escubillo	<i>Sida setosa Mart ex Colla</i>	Malvaceae	P	P

P= Presencia A= Ausencia

El sitio 3 (Robayo) se encuentra ubicado en las coordenadas: 17824368E; 0042237N, altura 2314 m.s.n.m. y 17824338E; 0042205 N, altura 2295 m.s.n.m.

Los resultados de los inventarios de flora demuestran que en el Sitio 3 (Robayo) en la época seca se encontró 14 especies entre las mas representativas están *Gaya gaudichaudiana A. St. Hill.* *Mimosa acantholoba (humb.& Bonpl.Ex Willd.) Poir*

Pappobolus imbaburensis (Hieron.) Panero, mientras que en la época lluviosa se encontró 16 especies y *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist *Chamaesyce cf.melanacarpa* (Boiss.) G.L. Webster *Alternanthera porrigens* (Jacq.) Kuntze estas especies se las encontró ausentes en la época lluviosa, en este sitio frecuentaban las cabras pero al realizar el cerramiento se observó la regeneración de pastos y especies arbustivas. Ver cuadro 5

Cuadro 06. Inventario de flora en época seca y época lluviosa para el sitio 3 Robayo. Yahuarcocha, UTN, 2006 – 2007.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Frecuencia	
			Época seca	Época lluviosa
	<i>Polygala pariculata</i> (L.)	Polygalaceae	A	P
Amor seco	<i>Bidens audieola</i> Kunth	Asteraceae	A	P
Mosquera	<i>Croton wagnerii</i>	Eupobiaceae	A	P
	<i>Salvia humboldtiana</i> F. Dietr	Lamiaceae	A	P
	<i>Cheilanthes myriophylla</i> Desv.	Pteridaceae	A	P
	<i>Artemisia Sodirol</i> Hieron.	Asteraceae	P	x
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Asteraceae	P	x
	<i>Chamaesyce cf.melanacarpa</i> (Boiss.) G.L. Webster	Euphorbiaceae	P	x
	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	Amaranthaceae	P	x
Tipo	<i>Hyptis eriocephala</i> Benth	Lamiaceae	P	P
	<i>Gaya gaudichaudiana</i> A. St. Hill.	Malvaceae	P	P
Espina Hembra	<i>Mimosa acantholoba</i> (humb.& Bonpl.Ex Willd.) Poir	Fabaceae	P	P
Chamano	<i>Dodoneae viscosa</i>	Sapindaceae	P	P
	<i>Lycianthes lycicoides</i> (L.) Hassl.	Solanaceae	P	P
	<i>Heliotropium cf. Angiospermum</i> Murrug	Boraginaceae	P	P
	<i>Cheilanthes bonarensis</i> (Willd)Proctor	Pteridaceae	P	P
Chochillo	<i>Caursetia dubia</i> (Kunth) D.C.	Fabaceae	P	P
Panero	<i>Pappobolus imbaburensis</i> (Hieron.) Panero	Asteraceae	P	P
Escubillo	<i>Sida setosa</i> Mart ex Colla	Malvaceae	P	P
P= Presencia A= Ausencia				

En el sitio 4 (Aloburo) es un sitio que tiene poca vegetación debido a que existe pasto; en la época seca se encontró 8 especies entre la mas representante fue *Dodonea viscosa* y *Mimosa quítense* mientras que en la época lluviosa en numero de especies aumento relativamente ya que se encontró 15 especies y una especie ausente, en la

época lluviosa se pudo ver la regeneración de los pastos naturales es muy rápida. Ver en el cuadro 06.

Cuadro 07. Inventario de flora en época seca y época lluviosa para el sitio4 Aloburo. Yahuarcocha, UTN, 2006 – 2007.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Frecuencia	
			Época seca	Época lluviosa
	<i>Mahastrum af. Peromandelium (L.) Gascke</i>	Malvaceae	A	P
	<i>Gaya gaudichaudiana A. St. Hill.</i>	Malvaceae	A	P
	<i>Ambrosia arborescens</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Stevia ovata Willd</i>	Asteraceae	A	P
Amor seco	<i>Bidens audieola Kunth</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Tagetes filifolia Lag.</i>	Asteraceae	A	P
	<i>Sida rhombifolia L.</i>	Malvaceae	P	A
	<i>Macropitilium atropurpureum (Mac. & Sessé ex D.C.) Urb.</i>	Fabaceae	P	P
Escubillo	<i>Sida setosa Mart ex Colla</i>	Malvaceae	P	P
Supirroza	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	P	P
Izo	<i>Dalea mutisii</i>	Fab - Faboideae	P	P
Mosquera	<i>Crotton wagnerii</i>	Euphobiaceae	P	P
Chamano	<i>Dodoneae viscosa</i>	Sapindaceae	P	P
Espina Hembra	<i>Mimosa acantholoba (humb. & Bonpl. Ex Willd.) Poir</i>	Fabaceae	P	P
P= Presencia A= Ausencia				

En resumen en los sitios 1 (Olivo Alto) y en el Sitio 3 (Robayo) en la época seca presentan mayor numero de especies ya que estos sitios presentan vegetación arbustiva mientras que en los sitios 2 (El Tablón) y el sitio 4 (Aloburo) presentan una vegetación similar ya que en su mayoría presenta pastos; y la vegetación es menor; mientras que en la época lluviosa la vegetación es mayor en el sitio 1 y 3 y disminuye en el sitio 3 y 4; ello explica que el cerramiento ayudo mucho para la regeneración natural de la vegetación (Figura 03).

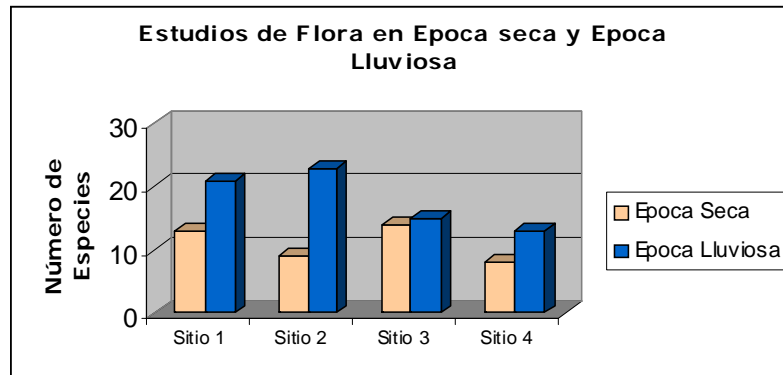
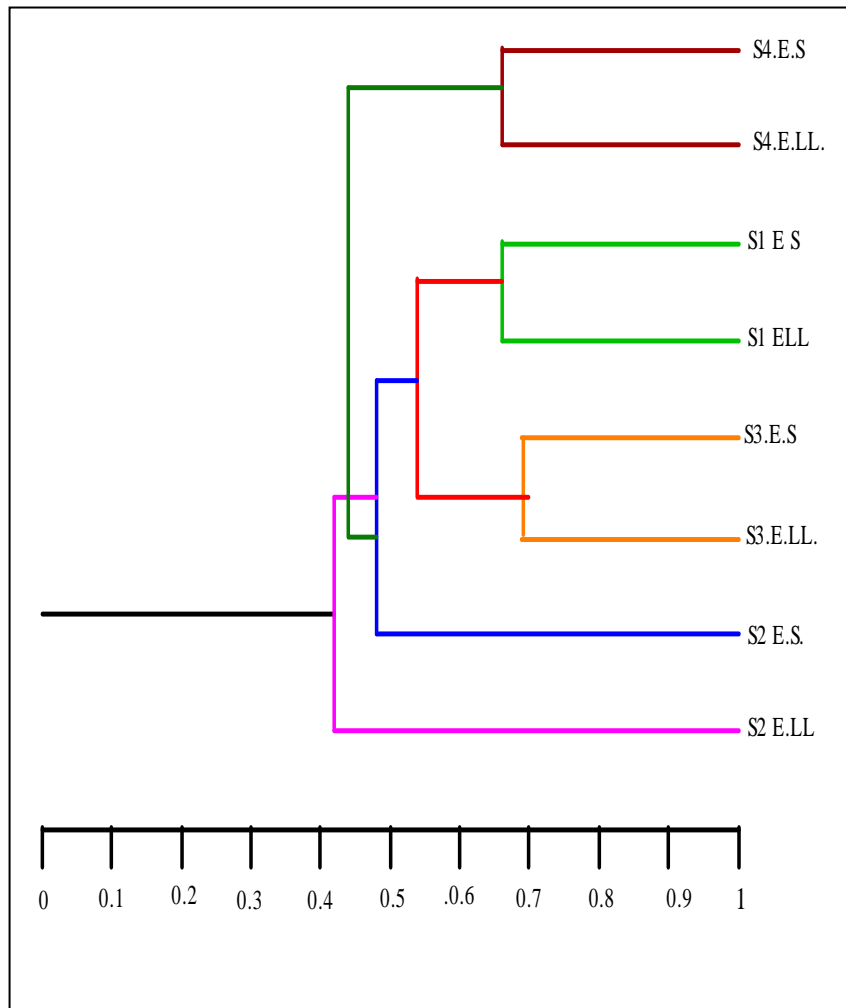


Figura 03. Resultados de Flora en la época seca y en la época lluviosa.

4.1.4.2 Índice de similaridad

Estos índices se utilizan para datos cualitativos, de presencia o ausencia y están diseñados para ser igual a uno en caso de similaridad completa o igual a cero en comunidades sin especies en común, Sin embargo éstos índices de fácil cálculo matemático no consideran la abundancia de especies, de forma que todas las especies tienen igual peso en la ecuación con la independencia de su mayor o menor abundancia ver Anexo 2.

Dendrograma



Época Seca



Sitio 4 Aloburo

Época Seca



Sitio 1 Olivo Alto



Sitio 3 Robayo



Sitio 2 El Tablón



Como se puede observar en la figura 6, en el Sitio 3 (Robayo) el índice de similaridad tanto en la época seca como en la lluviosa es de 0.69% debido a que este sitio presenta una vegetación arbustiva la cual ayuda a mantener la regeneración natural de las especies; las especies más representativas de este sitio de investigación son: *Gaya gaudichaudiana* A. St. Hill. *Mimosa acantholoba* (humb.& Bonpl.Ex Willd.) Poir *Pappobolus imbaburensis* (Hieron.) Panero estas especies son muy resistentes ya que soportan la sequía. En este sitio el índice de similaridad es el mas alto debido a que la vegetación casi se mantiene constante.

En los sitios 1 (Olivo Alto) y sitio 4 (Aloburo) el índice de similaridad se encuentra 0.67% tanto para la época lluviosa como para la seca las especies mas representativas para el sitio 1 en época seca son: *Sida setosa* Mart ex Colla, *Chamaesyce cf.melanacarpa* (Boiss.) G.L. Webster, *Hyptis eriocephala* Benth; mientras que para la época lluviosa el numero de especies aumento *Polygala pariculata* (L.) Polipodium *thyssanolepis* A. Braun ex Klotzsch entre las que se puede citar. Para el sitio 4 (Aloburo) la especie mas representativa es *Dodonea viscosa*; *Mimosa acantholoba* (humb.& Bonpl.Ex Willd.) Poir ya que son arbustos se encuentran presentes tanto en época seca como en la lluviosa; son propias de las zonas secas

En el sitio 2 (El Tablón) el índice de similaridad en la época seca es de 0.48% mientras que para la época lluviosa es de 0.42% debido a que al inicio de instalado el ensayo fue una área de pastoreo y lo especie que predomina en este lugar es *Penicetum clandestinum* mientras que en la época lluviosa el sitio de investigación estaba cercado y esto ayudo a la regeneración de la especies.

4.1.4.4 Inventario de Fauna

En los recorridos realizados durante el proceso de estudio e investigación se observó las siguientes especies ya que fueron observadas en el entorno del Lago Yahuarcocha: Los resultados del inventario se encuentran en los cuadros 8, 9,10.

Cuadro 08. Inventario de fauna (Aves)

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Bueyera
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Petirrojo
Falconidae	<i>Falcos parveruis</i>	Kilico
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión
Fringillidae	<i>Pheucticus chrysopephus</i>	Huirac churo
Trochilidae	<i>Florisuga mellivora</i>	Colibri de pecho café
Hirundinidae	<i>Notichelidon murina</i>	Golondrina
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola sabanera
Columbidae	<i>Columba minuta</i>	Cuturpilla

Los mamíferos registrados en los sitios experimentales se pueden ver en el cuadro 09.

Cuadro 09. Inventario de fauna (Mamíferos).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo de páramo
Mustelidae	<i>Comepatus chinga</i>	Zorrillo
Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Lobo de Páramo
Cricelidae	<i>Oryzomys sp.</i>	Ratón de campo

En el sitio 3 (Robayo) se encontró mamíferos ya que esta zona por su difícil acceso no existe alteración del hábitat; y el cercado del ensayo ayudo mucho para la regeneración natural de las especies como los pastos; producto de esto se encontró el conejo de páramo *Sylvilagus brasiliensis* y se evidencio el lobo de páramo en una de las visitas al ensayo.

Cuadro. 10 Inventario de fauna (Reptiles).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Ignanidae	<i>Protuporus sp.</i>	Lagartija
Columbridae	<i>Dipsas oreas ellipsífera</i>	Culebra

En los cuatro sitios de investigación se encontró reptiles como las lagartijas *Protuporus sp* mientras que en el sitio 3 (Robayo) se observó una culebra *Dipsas oreas ellipsífera*. Ver cuadro 10.

4.2 Características Físicas

A continuación se describe las características físicas del perfil.

4.2.1 Características físicas del perfil

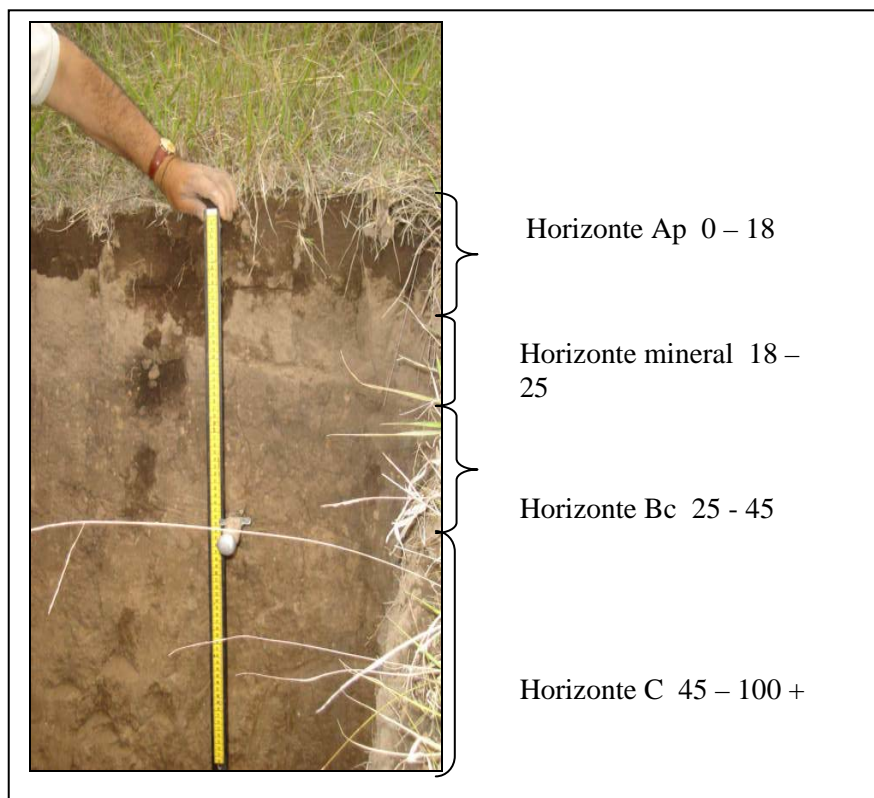
En el sitio 1 Olivo Alto la pendiente del perfil es de 47%; el primer horizonte A₁₂ de 16 cm. Es un horizonte mineral se desarrollan raíces y se encuentra la mayor cantidad de nutrientes y actividad biológica A₁₃ es de 14 cm de espesor.

El horizonte C tiene un espesor de 12 cm corresponde a la capa del suelo no afectada por los procesos de formación del suelo y constituye generalmente el material parental del suelo; presenta color café amarillento y con la presencia de piedra pómez de tamaño de 1cm y los perfiles AII , CII. Se puede observar en el cuadro.

En el sitio 2 El Tablón la pendiente del perfil es de 36 %; presenta un horizonte Ap con un espesor de 18 cm indica que ha sido alterado por el hombre; seguido por el A₁₂ es un horizonte mineral se desarrollan raíces y se encuentra la mayor cantidad de nutrientes y actividad biológica presenta un color café grisáceo muy oscuro.

Seguido por el perfil Bc con un espesor de 20 cm generalmente se denomina subsuelo, corresponde a la zona donde se han acumulan las sustancias lixiviadas desde el horizonte A. Esta acumulación se denomina iluviación y este tiene menor contenido de materia orgánica, presenta un color gris oscuro.

El perfil C con una profundidad de 55cm la capa del suelo no afectada por los procesos de formación del suelo y constituye generalmente al material parental del suelo, presenta un color café grisáceo muy oscuro ver fotografía 20.

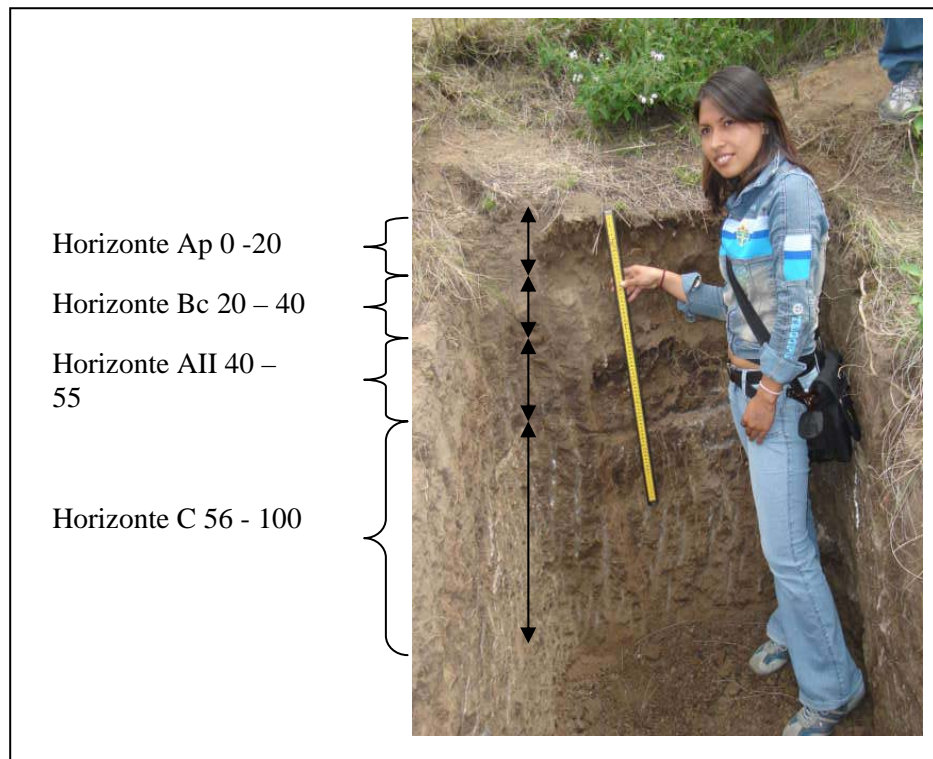


Fotografía 20 Perfil del suelo del sitio 2, Yahuarcocha, UTN, 2007.

En el sitio 3 Robayo la pendiente del perfil es de 44%; presenta un perfil Ap con un espesor de 20 cm este se caracteriza por ser alterado por el hombre, presenta un color café oscuro.

Seguido por el perfil Bc tiene una profundidad de 20cm este corresponde a la zona donde se acumulan las sustancias lixiviadas del horizonte A, tiene un menor contenido de materia orgánica y a menudo mayor contenido de arcilla en el horizonte superior; presenta un color café grisáceo muy oscuro.

El perfil AII tiene una profundidad de 16 cm de espesor; es una zona máxima de lixiviación, presenta el color gris muy oscuro. El perfil C con una profundidad de 44 cm la capa del suelo no afectada por los procesos de formación del suelo y constituye generalmente al material parental del suelo, presenta un color café muy oscuro ver fotografía 20.

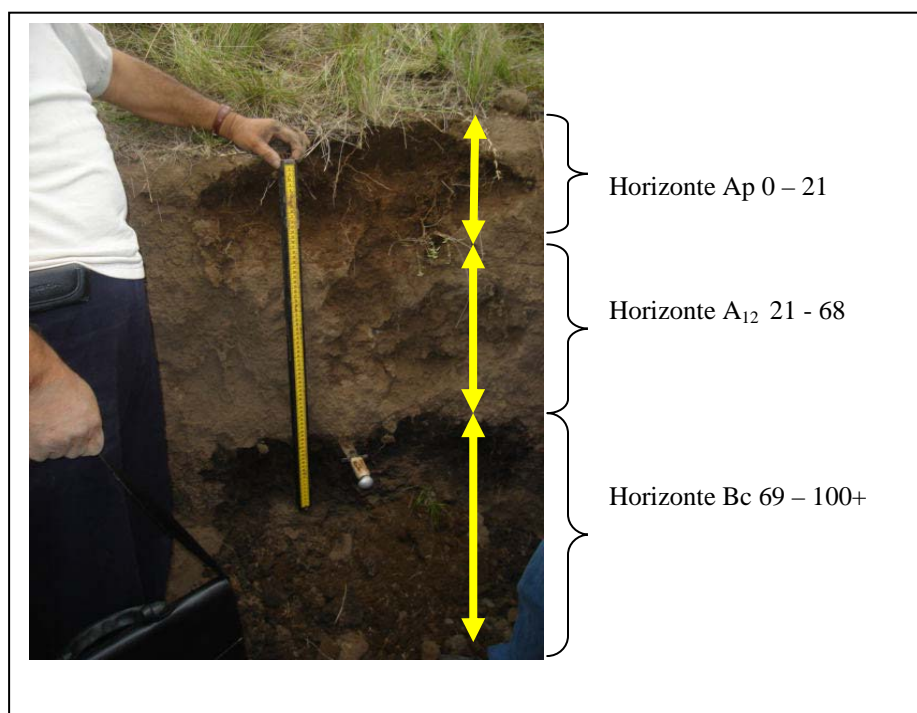


Fotografía 21 Perfil del suelo del sitio 3 (Robayo), Yahuarcocha, UTN, 2007

En el sitio 4 Aloburo la pendiente del perfil es de 34% presenta un horizonte Ap que tiene una profundidad de 21 cm; este se caracteriza por ser un horizonte alterado por el hombre; presenta un color café oscuro.

En el perfil A₁₂ con un espesor de 48 cm de profundidad este perfil se caracteriza por ser un horizonte mineral se desarrollan raíces y se encuentra la mayor cantidad de nutrientes y actividad biológica presenta un color café grisáceo muy oscuro.

Seguido por el horizonte Bc que va de 69 – 100 + en este perfil crecen las raíces de la mayoría de las plantas ver Fotografía 22.



Fotografía 22 Perfil del suelo del sitio 4 (Aloburo), Yahuarcocha, UTN, 2007.

4.2.2 Resumen del perfil de suelos en los sitios de investigación

La presencia del horizonte A₁₂ se encuentra en el Sitio 1 tiene un espesor de 16cm en el sitio 2 de 7cm y en el sitio 4 es de 48 cm; este se caracteriza por ser ideal para el crecimiento de las raíces; mientras que en el sitio 3 no se lo encontró.

El horizonte Ap corresponde a la capa arable es decir que ha sido alterado por el hombre mediante el arado; y esta presente en los sitio 2 con un espesor de 18cm; el sitio 3 20cm y el sitio 4 con 21cm de espesor mientras para el sitio 1 no tiene capa arable.

El horizonte Bc es una capa transicional entre el horizonte B y C y se encontró en los sitios 2 y 3 con un espesor de 20 cm; y en el sitio 4 con 41 cm de espesor; corresponde a una zona donde se han acumulado sustancias lixiviadas desde el horizonte A.

El horizonte C corresponde a la capa del suelo no afectada por los procesos de formación del suelo y constituye generalmente el material parental del suelo; en el sitio 1 se encuentra con un espesor de 12cm; en el sitio 2 un espesor de 55cm; y en el sitio 3 un espesor de 44cm.

Se encontró el horizonte AII corresponde a la zona de mayor eluviación del suelo; resulta de una gran lixiviación de arcilla materia orgánica y otras sustancias químicas como el hierro se encontró en el sitio 1 con un espesor de 26 cm y en el sitio 3 con 16 cm de profundidad.

En los sitios de investigación al realizar la descripción de los perfiles no se encontró el horizonte O es una capa orgánica constituida por residuos de plantas y animales frescos o parcialmente descompuestos; generalmente se encuentra en los suelos vírgenes por cuanto al arar el suelo se mezcla la capa orgánica con la capa mineral. Se puede apreciar en el cuadro 11.

Cuadro 11. Horizontes identificados en el perfil del suelo de los cuatro sitios de investigación.

OLIVO ALTO		EL TABLON		ROBAYO		ALOBURO	
Horizontes	Profundidad	Horizontes	Profundidad	Horizontes	Profundidad	Horizontes	Profundidad
A12	16cm	Ap	18cm	Ap	20cm	Ap	21cm
A13	14cm	A12	7cm	Bc	20cm	A12	48cm
C	12cm	Bc	20cm	AII	16cm	Bc	31cm
A II	26cm	C	55cm	C	44cm		
C II	32cm						

4.2.3 Estructura en los cuatro sitios de investigación

Se entiende por estructura la forma en que se agrupan las partículas del suelo para formar conglomerados, Desde el punto de vista agrícola, la estructura determina la facilidad de penetración radicular, la aireación y el avenamiento interno del suelo (López J 1967).

En el sitio 3 (Robayo) se encontró bloques angulares es una estructura muy común en suelos algo pesados. Los conglomerados son muy firmes debido a la fracción de la arcilla o los geles de sesquióxidos, y sus ángulos son bien definidos. Su tamaño es variable, pudiendo oscilar entre 1 mm y 5 cm (*Ibid*)

En los Sitios 1, 2, 3, 4 se encontró bloque subangular generalmente estos conglomerados débiles en comparación con los angulares. Algunas veces son tan frágiles si esta estructura se encontrara en la superficie, sería indicio de tendencia a encharcamientos, lo cual puede comprobarse con facilidad observando si las superficies están dañadas y sus estructuras se han convertido en laminares (*Ibid*).

Cuadro 12. Estructura identificados en el perfil del suelo de los cuatro sitios de investigación

ESTRUCTURA																
	Sitio 1 Olivo Alto					Sitio 2 Tablón				Sitio 3 Robayo				Sitio 4 Aloburo		
	A12	A13	C	AII	CII	Ap	B12	Bc	C	Ap	Bc	AII	C	Ap	A12	Bc
Forma	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BS	BA	BA	BA	BS	BS	BS
Grado	D	D	D	D	D	D	F	F	F	D	F	F	F	D	F	F
Forma : BA: Bloque angular										Grado: D: Débil						
BS: Bloque subangular										F: Fuerte						
										M: Moderado						

4.2.4 Presencia de Raíces del perfil los cuatro sitios de investigación

El cuadro 12 demuestra que en el Sitio 1 la presencia de raíces son pocas en los cuatro perfiles; y de acuerdo al tamaño en el primer horizonte son finas mientras que para el resto de los horizontes son muy finas ya que es un suelo que no tiene una estructura definida y no retiene humedad en el suelo.

En el sitio 2 (El tablón) en el primer horizonte las raíces son abundantes debido a que existe la presencia de pastos naturales; mientras que para el resto de horizontes hay pocas raíces debido a la compactación del suelo; y el tamaño son finas para el primer horizonte y luego son muy finas, en el horizonte C no hay presencia de raíces ya que es un horizonte muy duro.

En el sitio 3 (Robayo) en el primer horizonte las raíces son abundantes debido existen especies arbustivas y pastos mientras que en los horizontes 2 y 3 hay pocas raíces; de acuerdo al tamaño son muy finas y en el horizonte C no hay raíces.

En el sitio 4 (Aloburo) en el primer horizonte las raíces son abundantes debido a que existe pastos y en segundo horizontes las raíces disminuyen y el tamaño de las raíces son muy finas y en horizonte Bc no hay presencia de raíces.

Cuadro 13. Presencia de raíces en los cuatro sitios de investigación.

RAICES																
	Sitio 1 Olivo Alto					Sitio 2 Tablón				Sitio 3 Robayo				Sitio 4 Aloburo		
	A12	A13	C	AII	CII	Ap	B12	Bc	C	Ap	Bc	AII	C	Ap	A12	Bc
Abundancia	P	P	P	P		A	P	P		A	P	P		A	P	
Tamaño	F	MF	MF	MF		F	MF	MF		MF	MF	F		F	F	
<p>Abundancia: P: Pocas. F: Finas</p> <p>A: Abundancia. MF: Muy Finas</p>																

4.2.5. Análisis químico de los perfiles en los cuatro sitios de estudio.

El pH, en los diferentes sitios estudiados, mostraron que en el sitio 1 Olivo Alto, los rangos de pH son ligeramente alcalinos; mientras que en el sitio 2 Tablón el pH es prácticamente neutro para todos los horizontes; para el sitio 3 Robayo, el pH en los horizontes Ha y H1 son prácticamente neutros y el último horizonte es alcalino; para el sitio 4 Aloburo, va

desde ligeramente alcalino a alcalino. En síntesis en todos los sitios el pH tiende a ser alcalino lo cual guarda concordancia con las características de la microcuenca. A medida que aumenta la profundidad aumenta el pH lo cual se entiende por la acumulación de sales hacia las capas profundas del suelo sin que hayan procesos de lavado lixiviación por ser una zona seca. Como se puede ver en el cuadro 13.

El pH, en los diferentes sitios estudiados, mostraron que en el sitio 1 Olivo Alto, los rangos de pH son ligeramente alcalinos; mientras que en el sitio 2 Tablón el pH es prácticamente neutro para todos los horizontes; para el sitio 3 Robayo, el pH en los horizontes Ha y H1 son prácticamente neutros y el último horizonte es alcalino; para el sitio 4 Aloburo, va desde ligeramente alcalino a alcalino. En síntesis en todos los sitios el pH tiende a ser alcalino lo cual guarda concordancia con las características de la microcuenca. A medida que aumenta la profundidad aumenta el pH lo cual se entiende por la acumulación de sales hacia las capas profundas del suelo sin que hayan procesos de lavado lixiviación por ser una zona seca.

Cuadro 13. Características químicas del perfil en los cuatro sitios experimentales.
Yahuarcocha UTN 2007.

Sitio / Parámetro	Olivo Alto				Tablón				Robayo				Aloburo		
	0-16	16-30	30-42	42-68	0-18	18-25	25-45	45-100	0-20	20-40	40-65	65-100	0-21	21-69	69-100
pH	7,14	7,8	7,83	7,86	6,67	6,96	6,91	7,21	6,7	7,21	7,55	8,01	7,51	8,58	8,5
M.O. (%)	2,29	0,96	1,33	0,77	4,14	3,52	1,98	1,03	3,5	1,38	1,6	1,45	1,98	1,07	1,76
N.Total (%)	0,11	0,05	0,07	0,04	0,21	0,18	0,1	0,05	0,17	0,07	0,08	0,07	0,1	0,05	0,09
Fósforo (ppm)	4	1,2	0,5	1	5,5	2,8	2,2	2,8	3	2,2	0,2	1,8	18,5	3,5	2
Potasio (cmol/kg)	0,97	0,86	0,66	0,45	0,66	0,51	0,51	0,5	0,81	0,66	0,92	0,97	0,76	0,4	1,17
Clase textural	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco arenoso	Arena franca	Franco	Franco	Franco arcillo arenoso	Franco arcillo arenoso	Franco	Franco	Arena franca	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco arcillo arenoso	Franco arcillo arenoso

La materia orgánica en el sitio 1 en el primer horizonte tiene se encuentra en un nivel alto, en el tercer perfil el contenido de materia orgánica es medio a medida que aumenta la profundidad del suelo disminuye la cantidad de materia orgánica. La materia orgánica es un componente muy importante de la fertilidad natural del suelo. El grado de influencia de la

materia orgánica sobre la fertilidad potencial, esto dado por el contenido porcentual de carbono orgánica y el contenido de nitrógeno total la relación de carbono nitrógeno define la calidad de la materia orgánica (FAO 1992).

El nitrógeno (**N**) es esencial para el crecimiento de la planta. Forma parte de cada célula viviente. Las plantas requieren de grandes cantidades de N para crecer normalmente; en el sitio 1 el contenido de nitrógeno es bajo para todos los perfiles; en el sitio 2 se encuentra en los rangos de medios a bajo; en el sitio 3 en el primer horizonte el contenido de N es medios a medida que aumenta la profundidad del suelo en contenido de fósforo disminuye.

El fósforo y potasio es esencial para el crecimiento de las plantas. No puede ser sustituido por ningún otro nutriente. La planta debe tener P para cumplir su ciclo normal de producción, en los perfiles de los cuatro sitios de investigación el contenido de fósforo y nitrógeno es alto.

4.2.6 La profundidad efectiva en los cuatro sitios de investigación

Se puede definir a la profundidad del suelo como aquella profundidad donde se acumula el material favorable para la penetración de las raíces de la planta. Los suelos favorables para la producción de cultivos son los suelos profundos, de buen drenaje y con textura y estructura adecuada. Las plantas necesitan suficiente profundidad para que las raíces crezcan y aseguren los nutrientes y el agua (INPOSFOS).

Cuadro 14. Profundidad efectiva en los cuatro sitios de estudio Yahuarcocha. UTN, 2007.

Profundidad Efectiva	
Sitios de Estudio	cm
Sitio 1 Olivo Alto	80
Sitio 2 El Tablón	70
Sitio 3 Robayo	30
Sitio 4 Aloburo	55

Como se puede ver en el cuadro 14 en el sitio 1 Olivo Alto la profundidad efectiva es de 80cm debido a que existe bloques angulares débiles y no tiene una estructura definida y la textura de este sitio es franca arenosa; en el sitio 2 El Tablón la profundidad efectiva es de 70 cm mientras que la productividad relativa es de 75% en el cual las raíces pueden penetrar fácilmente; en el sitio 4 Aloburo tiene una profundidad efectiva de 55cm el cual tiene una productividad relativa de un 60%; y el sitio 3 Robayo con 30cm de profundidad efectiva y tiene la productividad relativa la mas baja que es de 35%.

4.2.7 Densidad Aparente de los cuatro sitios de estudio.

La densidad del suelo es una propiedad dinámica que varia con la condición estructural del suelo. Esta condición puede ser alterada por cultivación; pisoteo de animales; maquinaria agrícola y clima (USDA 1999).

Densidad Aparente	
Sitios de Estudio	(g/cm ³)
Sitio 1	1,31
Sitio 2	1,36
Sitio 3	1,32
Sitio 4	1,44

Cuadro. 15 Densidad aparente en los cuatro sitios de estudio Yahuarcocha. UTN, 2007.

Los resultados del cuadro 15 muestran que la densidad más alta, se presentó en el Sitio 4 con 1.42 (g/cm³), esto se debe a que este suelo había sido compactado por el pisoteo de animales (ganado caballar) y “El efecto que el clima ejerce sobre el suelo, desde el impacto directo de las gotas de lluvia”, debido a la falta de cobertura arbórea. En el sitio 2 la densidad aparente es de 1.36 (g/cm³) es un suelo en donde existe un alto grado de compactación debido al excesivo pastoreo, seguido por el sitio 1 con un valor de 1.31(g/cm³) en este sitio en valor de la densidad es normal.

Cuadro 16. Reporte de análisis de suelos antes y a los 10 meses de instalado el ensayo, en los cuatro sitios experimentales. Yahuarcocha, UTN 2006 y 2007.

Nutriente	Sitio 1				Sitio 2				Sitio 3				Sitio 4			
	0 meses		10 meses		0 meses		10 meses		0 meses		10 meses		0 meses		10 meses	
ppm																
P	3	Bajo	3,5	Bajo	7,2	Bajo	8,8	Bajo	3	Bajo	3,5	Bajo	3,2	Bajo	5	Bajo
Fe	22	Medio	35,3	Medio	48	Alto	39,4	Medio	32	Medio	19	Bajo	15	Bajo	14,1	Bajo
Mn	3	Bajo	6,3	Medio	3	Bajo	6	Medio	4	Bajo	4,6	Bajo	2	Bajo	3,2	Bajo
Cu	7	Alto	4,8	Alto	8	Alto	5,7	Alto	7	Alto	4,3	Alto	8	Alto	6	Alto
Zn	2	Bajo	1	Bajo	2	Bajo	1,5	Bajo	2	Bajo	1,1	Bajo	2	Bajo	1	Bajo
B	0,6	Bajo	0,37	Bajo	0,45	Bajo	0,38	Bajo	0,52	Bajo	0,37	Bajo	0,5	Bajo	0,35	Bajo
S	14	Medio	14	Medio	9	Bajo	40	Alto	8	Bajo	25	Alto	11	Bajo	37	Alto
Cmol/kg																
K	1,12	Alto	0,66	Alto	0,66	Alto	0,51	Alto	1,12	Alto	0,66	Alto	1,22	Alto	0,76	Alto
Ca	8,25	Alto	8,05	Alto	10	Alto	6,5	Alto	8,3	Alto	8,85	Alto	8,75	Alto	7,1	Alto
Mg	4,19	Alto	3,87	Alto	3,45	Alto	3,21	Alto	4,27	Alto	4,85	Alto	4,53	Alto	4,28	Alto
%																
M.O.	1,83	Medio	3,52	Alto	3,49	Alto	3,21	Alto	2,41	Alto	5,03	Alto	1,67	Medio	2,5	Alto
N. Total	0,05	Bajo	0,18	Medio	0,17	Medio	0,16	Medio	0,12	Bajo	0,25	Medio	0,08	Bajo	0,12	Bajo

A = Alto M = Medio B = Bajo

4.3 Indicadores químicos de los sitios experimentales.

Se realizó análisis de laboratorio para macro y micro elementos, antes y a los 10 meses de instalado el ensayo (Cuadro 16).

4.3.1 Nitrógeno Total.

Las plantas absorben la mayoría del N en forma de iones amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3^-). Algo de urea se absorbe directamente por las hojas y pequeñas cantidades de N se obtienen de materiales como aminoácidos solubles en agua.

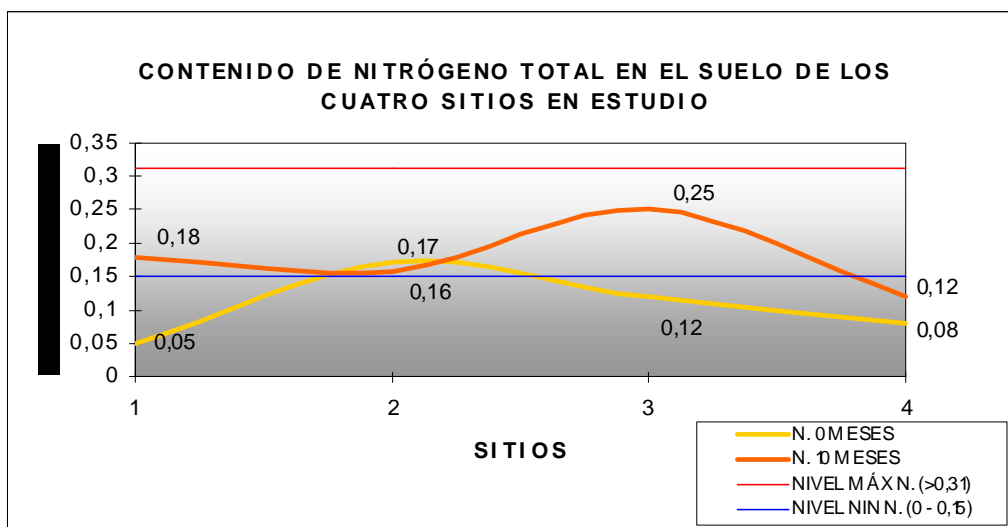


Figura 04. Contenido de Nitrógeno total en el suelo antes y a los 10 meses de instalado el ensayo. Yahuarcocha, UTN 2006 y 2007.

El N es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de la clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. La carencia de N y en consecuencia la carencia de clorofila no permite que la planta utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis y la planta pierde la habilidad de ejecutar funciones esenciales como la absorción de nutrientes. El N es un componente de las vitaminas y los sistemas de energía en la planta. Es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman proteínas, por lo tanto, el N es directamente responsable del incremento del contenido de proteínas. En las plantas (INPOSFOS).

Respecto a la presencia de nitrógeno en el suelo a los cero meses en los sitios 1 con un valor de 0.05% y a los 10 meses de haber instalado el ensayo llegó a un valor de 0.18% por lo tanto hubo un incremento importante ya que subió de nivel bajo a medio. En el sitio 2 no

hubo mucha variación debido a que en los cero meses tubo un valor de 0.17% y a los 10 meses un valor de 0.16% según el análisis de suelo no hubo mayor variación se encuentran en un nivel bajo. En el Sitio 3 es el que tuvo el incremento más alto de todos los ensayos con un valor inicial de 0.12% y al final con 0.25% ya que subió del nivel bajo a medio. En el sitio 4 el valor inicial 0.08% y el valor final 0.12% de contenido de nitrógeno lo que se explica por cuanto el sitio tiene mayor cobertura vegetal y por lo tanto mayor presencia de materia orgánica, la deficiencia de N en el suelo resulta en clorosis es amarillamiento de las hojas debido a las cantidades reducidas de clorofila; en resumen se puede decir que el nitrógeno subió en los cuatro sitios experimentales Ver figura 04.

4.3.2 Fósforo

El fosforo (P) es esencial para el crecimiento de las plantas. No puede ser sustituido por ningún otro nutriente. La planta debe tener P para cumplir su ciclo normal de producción.

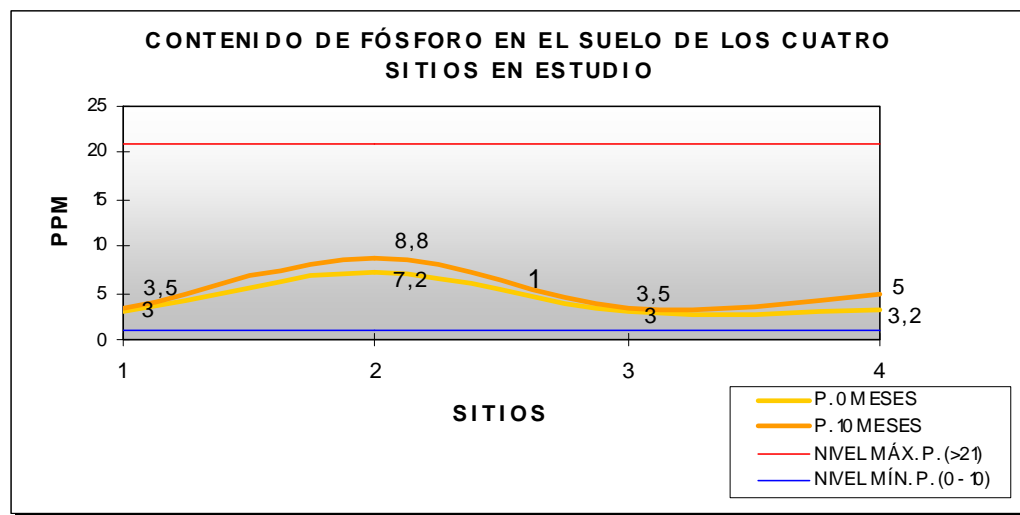


Figura 05. Contenido de Fósforo en el suelo al inicio, y a los 10 meses de haber instalado el ensayo. Yahuarcocha, UTN 2006 - 2007.

Las plantas absorben la mayoría del P como el ion ortofosfato primario (H_2PO_4). Las plantas también absorben pequeñas cantidades de P como ion ortofosfato secundario (HPO_4). El pH del suelo influye en gran parte en la absorción de estas dos formas de P

por la planta. Las plantas pueden utilizar otras formas de P, pero en menores cantidades que el ortofosfato. Las concentraciones más altas de P en plantas jóvenes se encuentran en el tejido de los puntos de crecimiento. Debido a que el P se mueve rápidamente de los tejidos viejos a los tejidos jóvenes, las deficiencias aparecen primero en las partes bajas de la planta. A medida que las plantas maduran, la mayor parte del P se mueve a las semillas o al fruto (Valarezo, 2002).

En el Sitio 1 el valor inicial es 3ppm y a los 10 meses de instalado el ensayo subió a 3.5 ppm pero sigue considerado como un nivel bajo. El Sitio 2 es el que tiene los valores más altos en contenidos de fósforo comparado con los tres sitios tiene un valor inicial de 7.2 ppm y al final con 8.8ppm y es considerado como un nivel bajo. En el Sitio 3 y 4 los valores son bajos que van de 3 ppm a 3.5ppm. Hubo un incremento cualitativo en todos los sitios, aunque no se dio un salto cualitativo por cuanto se quedó igual o en el nivel bajo.

El contenido de fósforo guarda relación con el pH ya que el rango de aprovechamiento de este elemento es de pH 6.5 a 7 es decir un rango poco amplio que debe ser considerado para el proceso de absorción en los sitios, mismos que tienen valores de pH 7; la deficiencia de este elemento afecta a las hojas viejas antes que las jóvenes (Figura 05).

4.3.3 Potasio

Es un nutriente esencial para la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el nitrógeno y el fósforo.

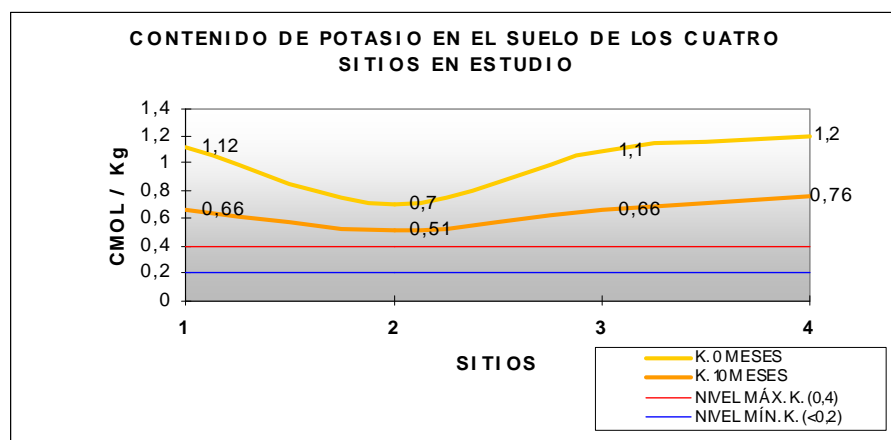


Figura 04. Contenido de Potasio en el suelo al inicio, y a los 10 meses de haber instalado el ensayo. Yahuarcocha, UTN 2006 - 2007.

Aparentemente influye en la absorción de otros elementos afecta tanto en la respiración como en la transpiración; también estimula la síntesis y el transporte de carbohidratos; ayuda a reforzar el espesor de las paredes celulares y a fortalecer los tallos. Una deficiencia de este elemento puede producir acame amarillento en las puntas de las hojas.

En los cuatro sitios de investigación el potasio a los cero y a los 10 meses de instalado el ensayo se encontró con niveles altos; es una característica favorable para las especies plantadas ya que es vital para la fotosíntesis (Figura 04).

4.3.4 Micronutrientes Calcio

Este elemento es tan importante para la nutrición de la planta a pesar que las plantas requieren menores cantidades (Valarezo, 2002).

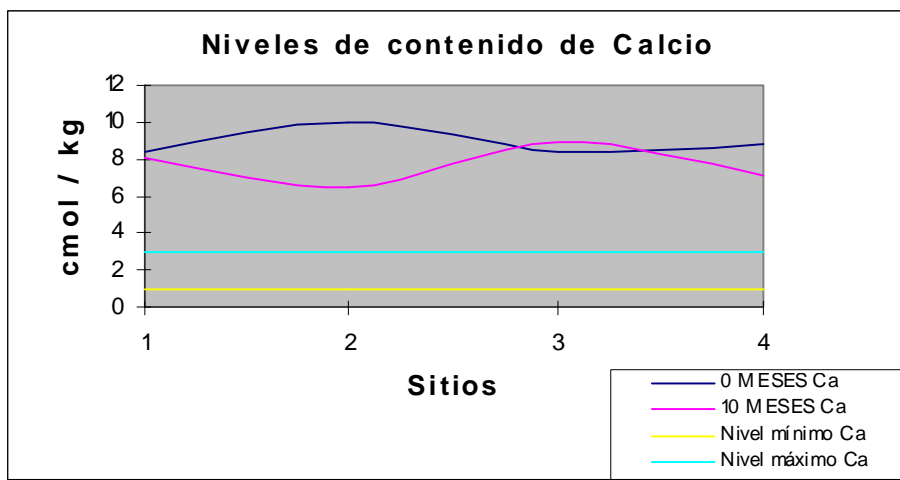


Figura 06. Contenido de Calcio en los cuatro sitios de investigación al inicio, y a los 10 meses. Yahuarcocha, UTN, 2007.

Los resultados muestran que el contenido de Calcio en el sitio 1 Olivo Alto, al iniciar el ensayo 8.5 ppm y al final el valor decreció a 8.03ppm, en el sitio 2, Tablón, al iniciar el ensayo 10 ppm y a los 10 meses de instalado el ensayo 6.5ppm; en el Sitio 3, Robayo al inicio de instalado el ensayo tubo un valor de 8.3ppm y al final aumentó a 8.9ppm, en el sitio 4, Aloburo al inicio 8.8 ppm y al final 7.1ppm. Se puede decir que en los cuatro sitios el calcio se encuentra en los niveles altos de contenido; esto ayuda al desarrollo de las raíces y de las hojas como también ayuda a reducir el nitrato en la planta y reduce la acidez del suelo (Figura 06).

4.3.5 Magnesio

El magnesio y el nitrógeno son los únicos nutrientes provenientes del suelo que son parte de la clorofila (INPOFOST).

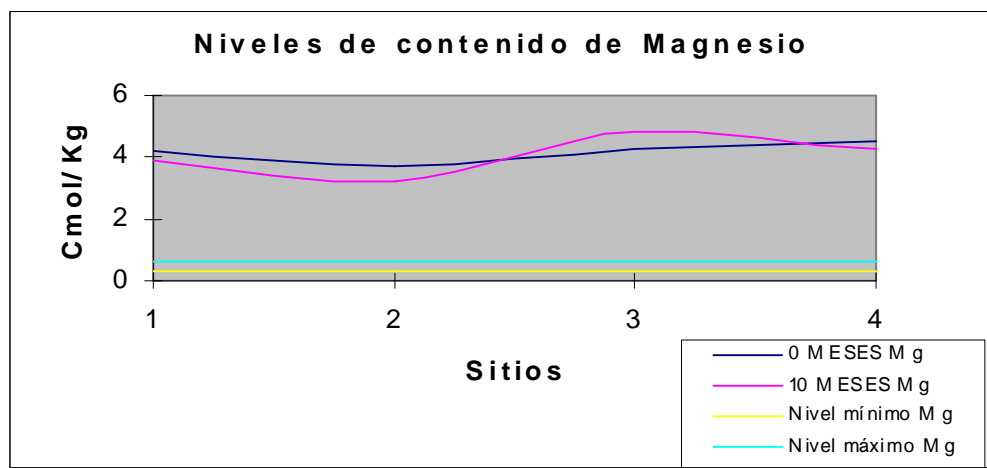


Figura 07. Contenido de Magnesio en los cuatro sitios de investigación al inicio, y a los 10 meses, Yahuarcocha 2007.

Los resultados muestran que al inicio cuando se instaló en ensayo en el Sitio 1, Olivo Alto tuvo un valor de 4.2 ppm y a los 10 meses de instalado el ensayo 3.87; en el Sitio 2 Tablón al inicio tuvo un valor 3.7ppm y al final 3.2ppm; en el Sitio 3 Robayo los valores al inicio 4.3 ppm y al final hubo un incremento de 4.9ppm; en el Sitio 4 Aloburo al inicio 4.5 ppm y al final 4.3ppm. En los cuatro sitios de investigación los niveles de contenido de magnesio son altos, es muy importante por que ayuda a desarrollar enzimas y vitaminas (Figura 06).

4.3.6 Hierro

Es un metal que cataliza la formación de la clorofila y actúa como un transportador de oxígeno (FitzPatrick1996).

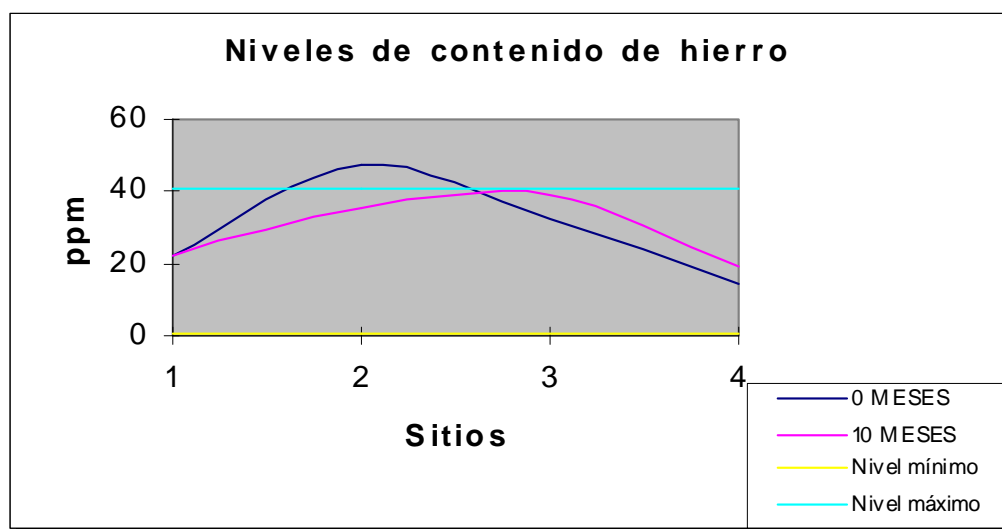


Figura 08. Contenido de Hierro en los cuatro sitios de investigación al inicio, y a los 10 meses. Yahuarcocha 2007.

Los resultados muestran que el contenido de hierro en el Sitio 1 Olivo Alto al inicio tuvo un valor de 22 ppm, y al final 22.6ppm se encuentra en un nivel medio se mantuvo ; en el Sitio 2 Tablón, al inicio 48ppm con un nivel alto y al final un nivel bajo 35.3ppm; en el Sitio 3 Robayo al inicio 32ppm y al final 39ppm se encuentra en un nivel medio de contenido; sitio 4, Aloburo, al inicio tuvo un valor de 15ppm y al final de 19ppm, estos niveles de contenido son bajos; los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes de la parte superior de la planta (Figura 08).

4.3.7 Manganeso

Funciona principalmente como parte de los sistemas enzimáticos de las plantas. Activa varias reacciones metabólicas importantes y juega un papel directo en la fotosíntesis al ayudar a la planta a sintetizar clorofila (INPOFOST).

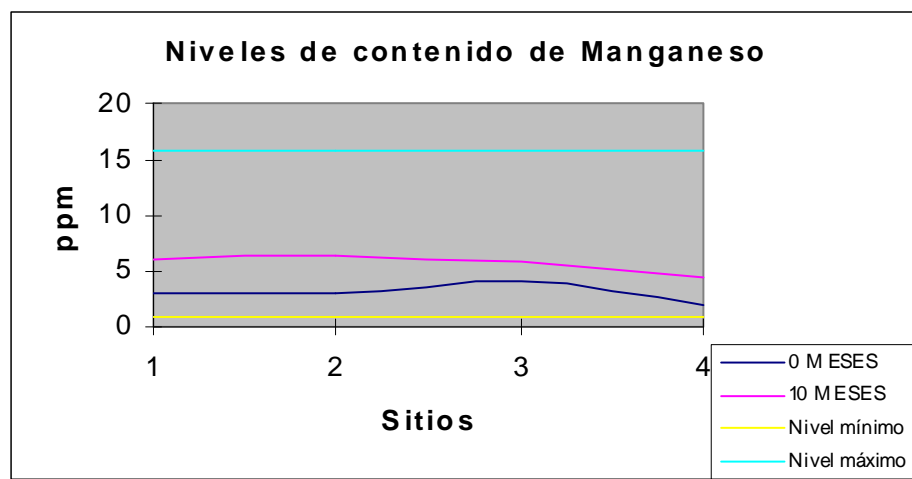


Figura 09. Contenido de Manganeso en los cuatro sitios de investigación al inicio y a los 10 meses Yahuarcocha 2007.

Los resultados muestran que en el Sitio 1 Olivo Alto al inicio del ensayo tuvo 3ppm con un nivel bajo y al final 6.2 ppm llegando a un nivel medio; en el Sitio 2 al inicio 3.4ppm con un nivel bajo y al final de instalado el ensayo llegó a 6.3ppm con un nivel de contenido medio.; en el Sitio 4 Aloburo al inicio 2ppm y al final 4.6ppm, en este sitio se encuentra con un nivel de contenido bajo. (Figura 08). Ello determina que los niveles de este elemento subieron en todos los casos y con ello se garantiza mejor las bondades de este elemento que tiene relación con los procesos enzimáticos de las plantas. La activación de reacciones metabólicas y la fotosíntesis (INPOFOST).

4.3.8 Cobre

Es necesario para la formación de clorofila y cataliza otras reacciones en las plantas ver (Figura 09).

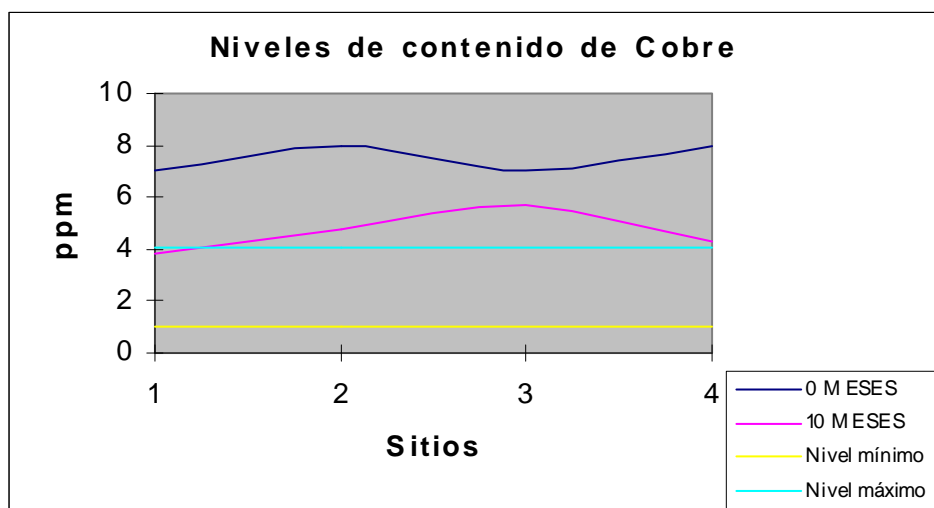


Figura 10. Contenido de Cobre en los cuatro sitios de investigación al inicio, y 10 meses Yahuarcocha 2007.

En la figura podemos observar que en el Sitio 1 Olivo Alto el contenido de cobre al inicio de instalado el ensayo tuvo un valor de 7ppm con un nivel alto y al final 3.8 ppm con nivel de contenido bajo; en el Sitio 2 Tablón al inicio tuvo un valor de 8ppm un nivel de contenido alto y a los 10 ppm meses de instalado el ensayo 4.8ppm registrándose un decrecimiento ; en el Sitio 3 Robayo al inicio de instalado el ensayo tuvo un valor de 7ppm y al final 5.7 ppm se encuentra en un nivel de contenido alto; en el Sitio 4 Aloburo al inicio tuvo un valor de 8ppm este valor es considerado alto y a los 10 meses de instalado el ensayo 4.3 ppm, decreciendo su contenido en los cuatro sitios se encuentra en los niveles altos de contenido. Es necesario para la formación de clorofila y cataliza otras reacciones de las plantas (Valarezo, 2002).

4.3.9 Zinc

Fue uno de los primeros micronutrientes reconocido como esencial para las plantas. Además, es el micronutriente que con más frecuencia limita los rendimientos de los cultivos (FitzPatrick1996).

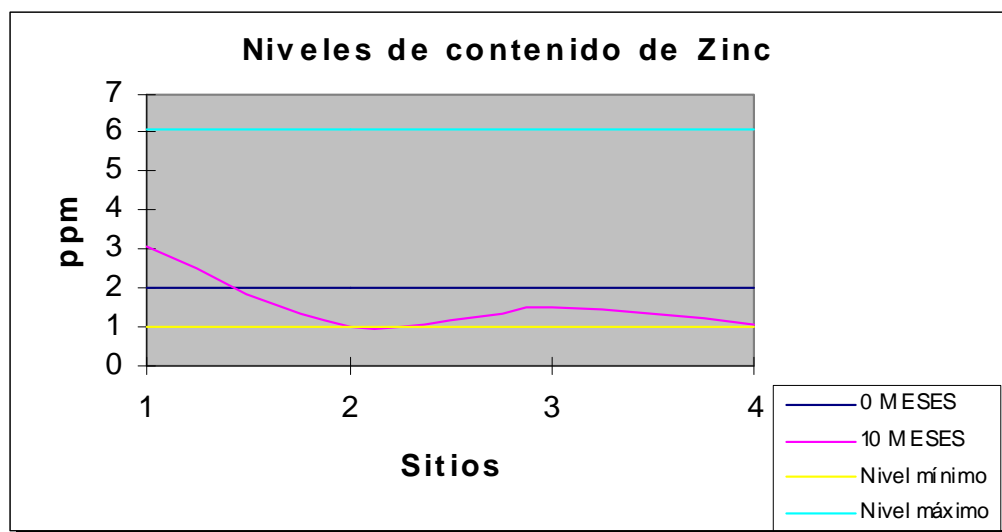


Figura 11. Contenido de Zinc en los cuatro sitios de investigación al inicio, y 10 meses Yahuarcocha 2007.

El contenido de Zinc en el sitio 1, Olivo Alto al inicio de instalado el ensayo fue de 2ppm y al final 3.1ppm encontrándose en los niveles bajos de contenido; en el Sitio 2 Tablón, al inicio tuvo 2ppm y al final decreció a 1ppm encontrándose en el nivel bajo de contenido; en el sitio 3 al inicio 2ppm y al final 1.5 ppm encontrándose en el nivel bajo; para el sitio 4 Aloburo al inicio 2ppm y al final 1.1 ppm se encuentra en niveles bajos de contenido, el zinc es menos disponible a medida que sube el pH aquellos suelos encalados a pH superiores a 6 pueden desarrollar deficiencia de zinc (Figura 10).

4.3.9 Materia Orgánica

La materia orgánica contiene alrededor de 5% de N total, por lo tanto, es una bodega que acumula reservas de N. Pero el N en la materia orgánica se encuentra formando parte de compuestos orgánicos y no está inmediatamente disponible para el uso de las plantas, debido a que la descomposición ocurre lentamente (Figura 11).

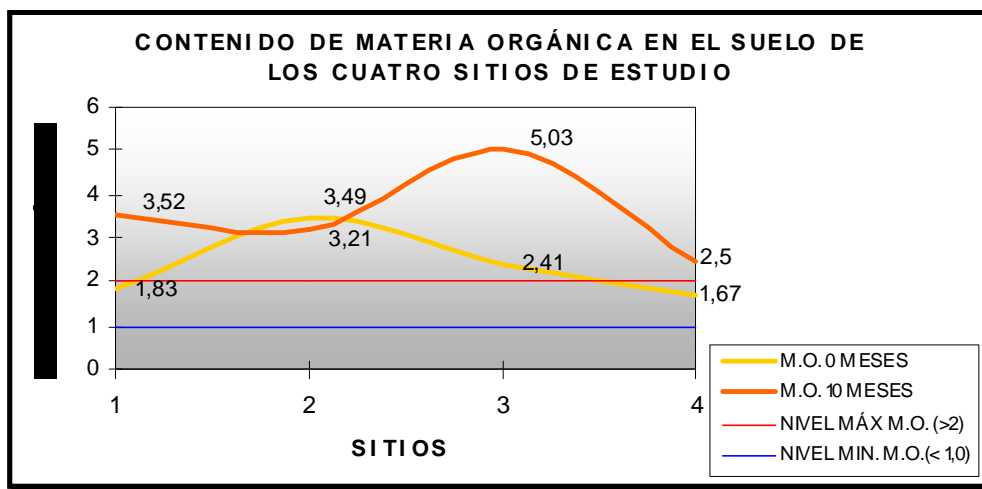


Figura 12. Contenido de Materia Orgánica en los cuatro sitios de investigación al inicio, y a 10 meses Yahuarcocha 2007.

Para analizar el contenido de materia orgánica presente en cada uno de los sitios de investigación se considero importante ya que se encuentra con valores altos en contenido de materia orgánica. El sitio 3 Robayo es el que tiene valores más altos. Como se puede ver el cuadro 17 esto se explica por el cerramiento realizado y vegetación del sitio misma que por no acceso de ningún tipo de ganado al caer las hojas se descomponen y aportan mas materia orgánica. La materia orgánica se recicla dentro de los sitios de ensayo y con ello aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo y se forma un colchón amortiguador contra la erosión hídrica especialmente.

4.5 Comportamiento de las plántulas en condiciones de vivero.

A continuación se describe el comportamiento en vivero de las tres especies en estudio.

4.5.1 Germinación

El porcentaje de sobrevivencia se evaluó a los 30 días de la siembra. Para el faique, guarango y molle la siembra se realizó el 5 de mayo de 2006; fueron sembradas 800 semillas para conocer el porcentaje de germinación se utilizó la siguiente fórmula ver Anexo 3.

$$\text{Porcentaje de Germinación} = \frac{\text{Semillas germinadas}}{\text{Semillas sembradas}} \times 100$$

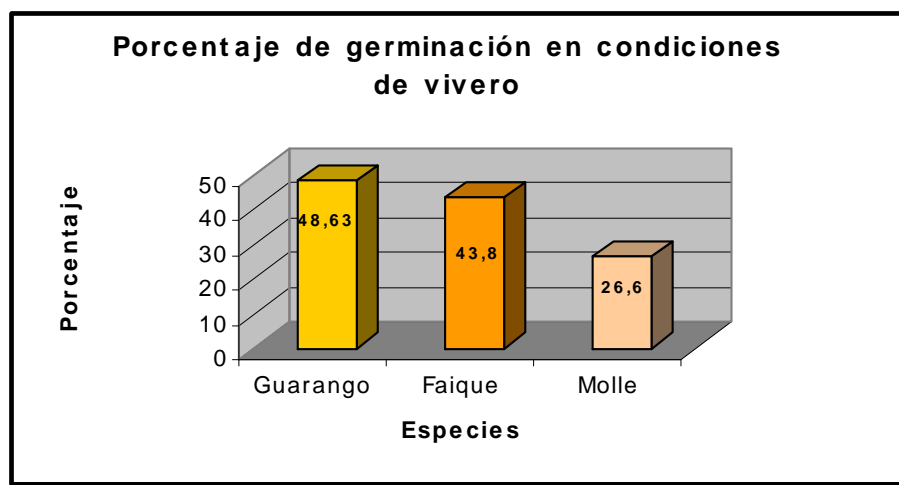


Figura. 13 Porcentaje de germinación en condiciones de vivero para faique; guarango y molle en la granja Yuyucocha. UTN 2006.

Como se puede ver en el figura 13 el porcentaje de germinación para el Guarango (*Caesalpinia spinosa*) a los 30 días obtuvo un porcentaje de germinación del 48.63% y a el faique (*Acacia macracantha*) a los 30 días obtuvo 43.8% y el molle (*Schinus molle*) a los 30 días obtuvo 26.6 % de germinación respectivamente.

4.5.2 Sobrevivencia

En el cuadro 17 se puede observar el porcentaje de sobrevivencia en condiciones de vivero para el faique fue del 100% seguido por el guarango con 95.6% y al final el molle con un valor mas bajo 85.3%.

Cuadro 17. Porcentaje de sobrevivencia en condiciones de vivero para faique; guarango y molle en la granja. Yuyucocha. UTN 2006.

Especies	Porcentaje de Sobrevivencia
Faique (<i>Acacia macracantha</i>)	100%
Guarango (<i>Caesalpinia spinosa</i>)	95.6%
Molle (<i>Schinus molle</i>)	85.3%

4.5.3 Sanidad

En el vivero las plántulas de guarango y molle tuvieron el ataque de plagas como el gusano trozador y de la enfermedad de damping off por lo que necesario realizar el respectivo control fitosanitario.

4.5.4 Incremento en altura y diámetro

Sobre el crecimiento en altura, expresado en centímetros se desprende que a partir de los dos meses debido a que las plantas eran muy débiles y se corría el riesgo de lastimarles al momento de realizar la medición, luego se realizo mediciones cada mes de las tres especies.

4.5.4.1 *Acacia macracantha* (faique) en vivero

La medición de altura se realizó en el mes de julio del 2006; es decir cuando las plantas a los dos meses de haber sido sembradas; en la primera medición en valor promedio fue de 11,44 cm de altura y a los seis meses las plantas de faique llegaron a una altura promedio de 27.83cm de altura las cuales estuvieron listas para ser llevadas al sitio definitivo. El crecimiento se puede observar en la figura (14).

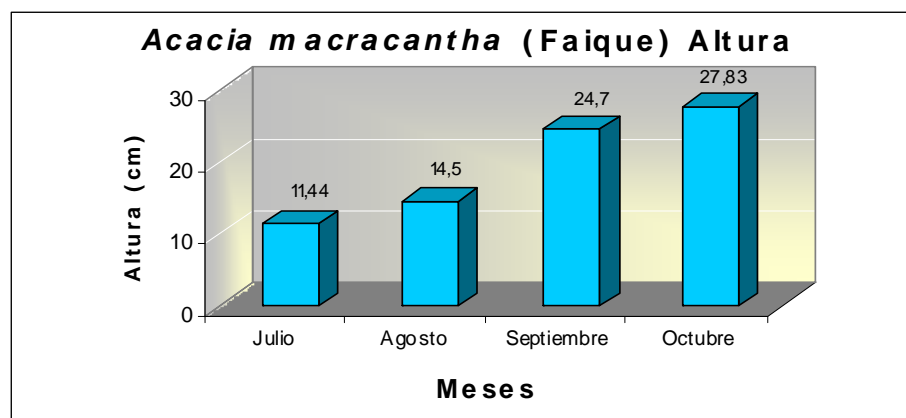


Figura. 14 Incremento en Altura (cm) de faique (*Acacia macracantha*) en vivero. UTN. Yuyucocha 2006.

4.5.4.2 *Caesalpinia spinosa* (guarango) en vivero

La medición de altura para el guarango se realizó a los dos meses después de la siembra en donde se obtuvo los siguientes valores; en la primera medición 7.88cm de altura y al final alcanzo una altura promedio de 15.84cm, el crecimiento de esta especie es lento lo cual esta acorde con las características de la especie . Como se puede observar los datos en la figura (15)

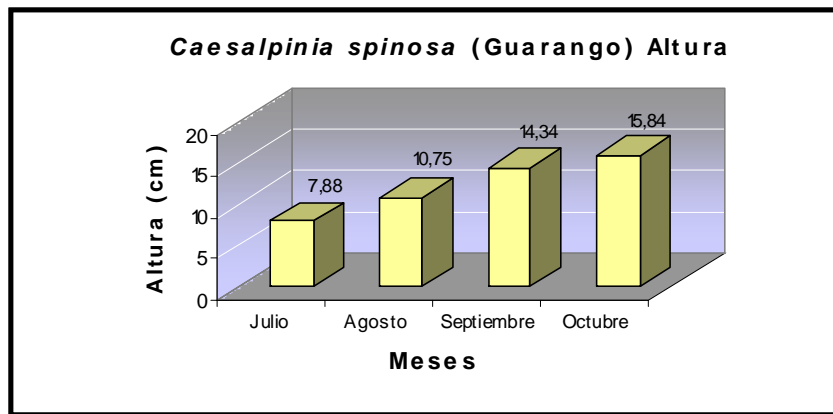


Figura. 15 Altura (cm) de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en vivero, UTN, Yuyucocha 2006.

4.5.4.3 *Schinus molle* (molle) en vivero

Para molle la primera medición se realizó a los dos meses después de la siembra; en donde tuvo un valor de 8.01cm de altura y a los seis meses de la siembra alcanzó un altura promedio de 22.7cm; durante el mantenimiento se observó que las plantas son propensas al volcamiento cuando se riega por aspersión (manguera) debido al tipo de sustrato utilizado. (Ver figura 15).

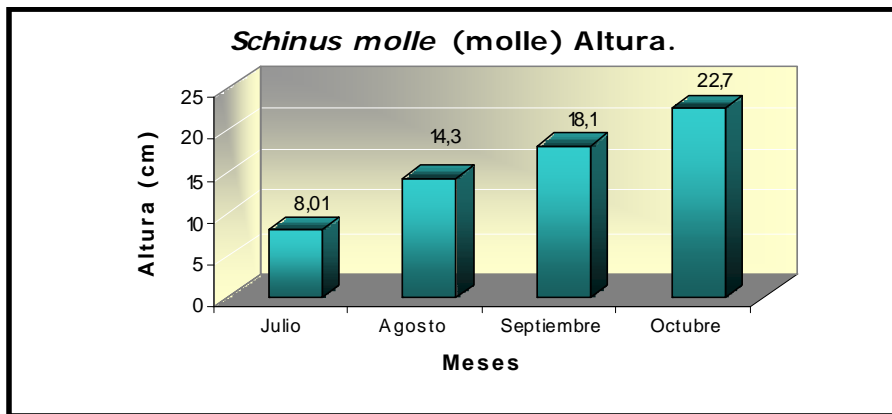


Figura 15. Altura (cm) de molle (*Schinus molle*) en vivero. UTN, Yuyucocha 2006.

4.5.4.4 Incremento en diámetro basal de *Acacia macracantha* (Faique) en vivero

El incremento promedio en diámetro basal de faique; en la primera medición fue registrado a partir del segundo mes después de la siembra donde alcanzó 0.25cm de diámetro; y a los cinco meses alcanzó un diámetro de 0.40cm; en consecuencia durante época de vivero tuvo un incremento de 0.15cm de diámetro basal en el período de julio a octubre (Figura 16).

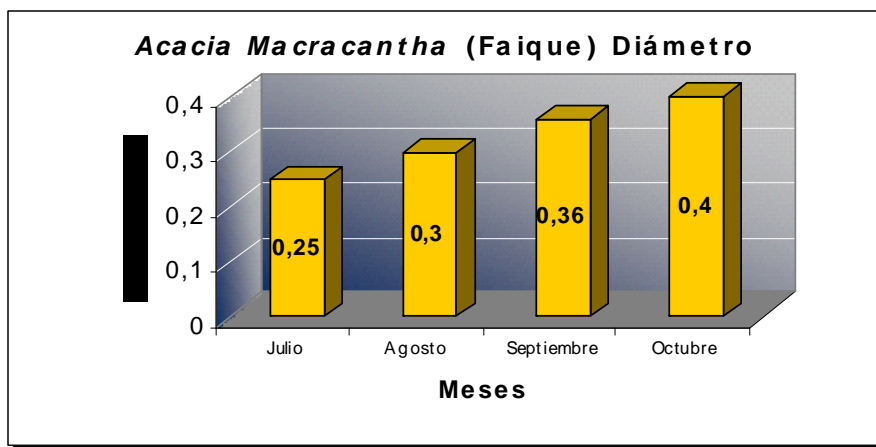


Figura 16. Diámetro (cm) de faique (*Acacia macracantha*) en vivero, UTN , 2006.

4.5.4.5 *Caesalpinia spinosa* (guarango) en vivero

Los resultados tomados en condiciones de vivero en la primera medición tuvieron un valor de 0.22cm de diámetro y en la última medición 0.38cm de diámetro; con un incremento de 0.18cm de diámetro basal en el periodo de julio a octubre (Figura 17).

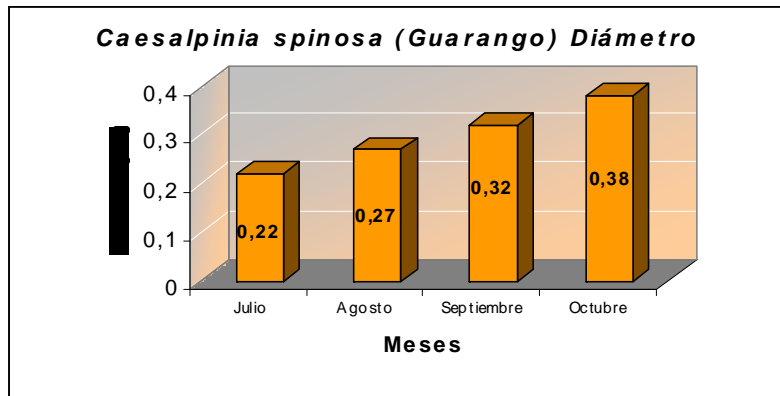


Figura 17. Diámetro (cm) de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en vivero, UTN, Yuyucocha 2006.

4.5.4.6 *Schinus molle* (molle) en vivero

Los resultados obtenidos se puede observar en la figura 18; en la primera medición de diámetro el molle tuvo un valor de 0.25cm y a los seis meses el valor promedio fue de 0.41cm de diámetro; el tallo de esta especie es muy frágil por lo tanto hay que medir el diámetro con mucho cuidado.

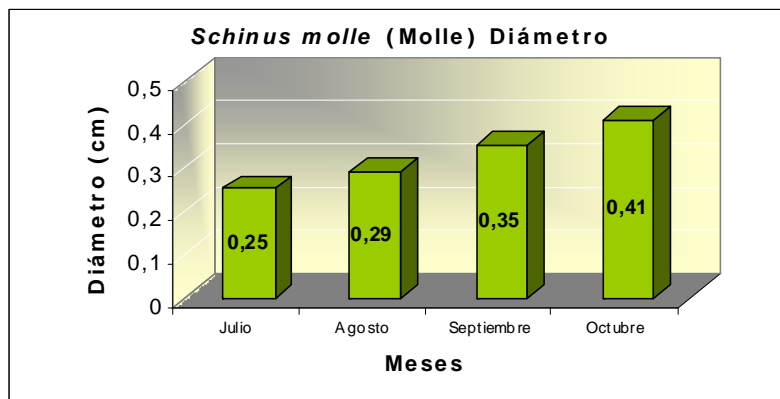


Figura 18 Diámetro (cm) de molle (*Schinus molle*) en vivero. UTN, Yuyucocha 2006.

4.6 Crecimiento de las plántulas en el lugar definitivo

Se evaluó la altura total, diámetro basal de cada una de las especies.

4.6.1 Incremento en Altura de las plantas en lugar definitivo

Después de la siembra el 9 de noviembre de 2006 se procedió a medir la altura para tener una base de partida de las plantas y luego los datos se tomaron cada 60 días hasta la finalización de la investigación. Existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos y especies ver Anexo 4.

Las plántulas al momento de ser plantadas presentaron diferencias altamente significativas entre especies ($p < 0.01$)

Para el Sitio 1, el cuadro 18 muestra que a los 60 días los tratamientos son altamente significativos, mientras que para especies, abono y repeticiones son significativos, en las siguientes mediciones las repeticiones son no significativas y tratamientos, especies y abonos son altamente significativos.

Cuadro 18. Análisis de varianza de altura de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en la microcuenca Yahuarcocha, Sitio 1 (Olivo Alto), Nov, 2006 – Oct 2007.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM M P	GL	CM 60	GL	CM 120	GL	CM 180	GL	CM 240	GL	CM 300
Repeticiones	11	9.39ns	11	71.18*	11	76.10ns	11	162.5ns	11	293.27ns	11	418.8ns
Tratamientos	5	321.8**	5	250.9**	5	387.1**	5	2102.3**	5	5035.3**	5	6032.5**
Especies	2	774.1**	2	170.4*	2	581.1**	2	3648.5**	2	9736.1**	2	11928.7**
Abono	1	23.40ns	1	182.1*	1	369.5*	1	2894.3**	1	4648.1**	1	5236.1**
Error Experimental	55	5.93	55	31.8	55	57.02	55	88.63	55	139.29	55	203.003
Total	71		71		71		71		71		71	
C. V. (%)		13.82%		19.87%		23.61%		24.09%		25.96%		29.77%

Los siguientes tratamientos faique con humus y faique sin humus son las que presentan mayor incremento en altura hasta los 10 meses de edad, las mismas que han permanecido en los primeros lugares durante el tiempo de investigación, dichos tratamientos superan en altura al resto, siendo el tratamiento el guarango con humus, guarango sin humus los que presentaron un menor crecimiento. Ello se explica que el hábito de crecimiento de la especie es muy lento.

El mayor incremento en altura para este sitio 1 fue entre los meses de marzo a mayo de 2007 posiblemente, se debió a que durante ese período se presenta la época de lluvia en la zona.

Según la prueba de Duncan muestra que el mejor tratamiento para el Sitio 1 es el faique con humus y el que menos se adaptó es el guarango con humus (Figura 19).

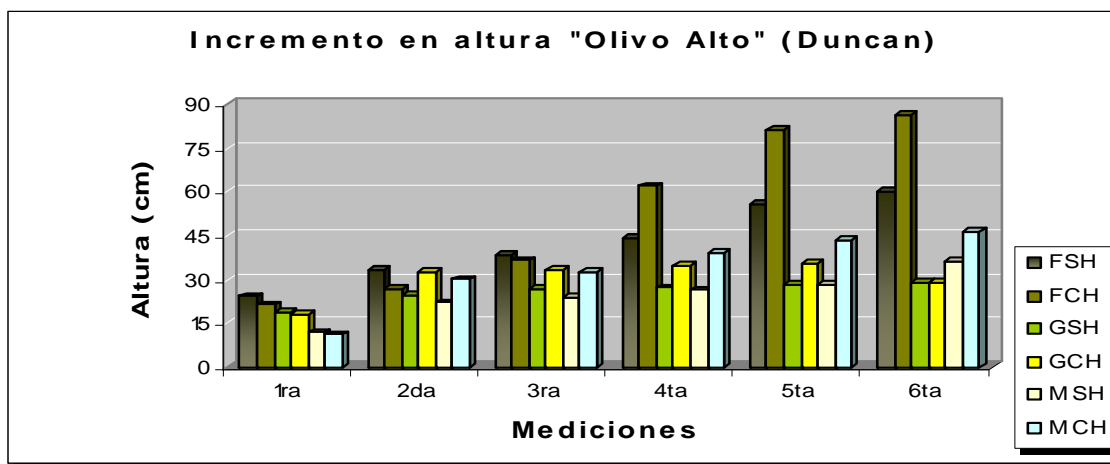


Figura 19. Altura (cm) de las seis mediciones con la prueba de Duncan para los tratamientos del sitio 1 (Olivo Alto).

Según la prueba de Tukey la especie que mejor se desarrolló es el Faique. La prueba DMS muestra que el humus en los meses de Enero y Marzo es significativo al 5% y en los meses de Mayo, Julio, Septiembre es altamente significativo. Como se puede observar en la figura 20.

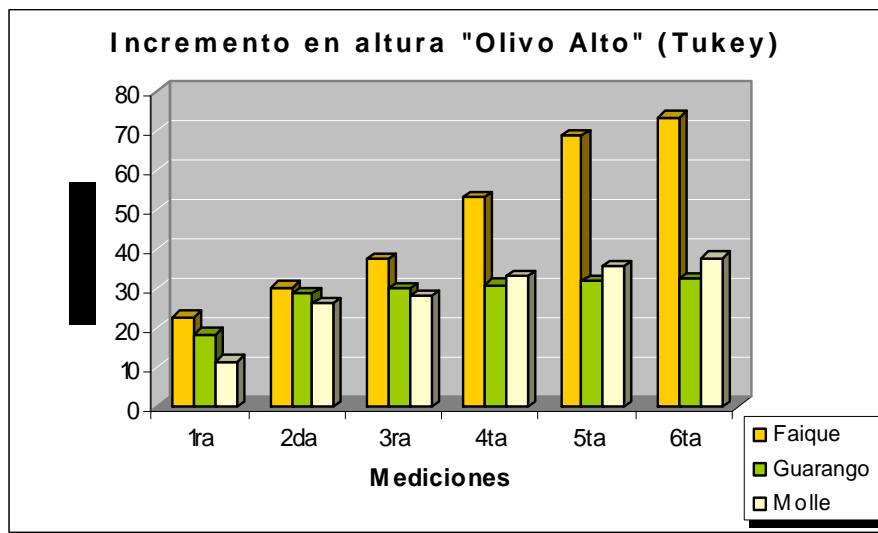


Figura 20. Altura (cm) de las seis mediciones con la prueba de Tukey para las especies del Sitio 1 (Olivo Alto).

4.6.2 El Tablón Altura

El análisis de varianza del cuadro 20 demuestra que, para el sitio 2 El tablón en la medición inicial para los tratamientos y especies son altamente significativos $p < 0.01$ mientras que para repeticiones significativo y el abono no significativo, los tratamientos y especies son altamente significativos hasta el final de la investigación, las repeticiones son no significativas, y el abono es altamente significativo en los meses enero y septiembre, y significativo en los meses marzo, mayo, junio; el humus empieza actuar a los 10 meses de haber sido sembradas. Debido a que estas especies tienden a defoliarse en época seca y por ende contribuyen con materia orgánica.

Cuadro 19. Análisis de varianza de alturas de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*,

Schinus molle en la microcuenca Yahuarcocha Sitio 2 (El Tablón), Nov, 2006 – Oct 2007.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM M P	GL	CM 60	GL	CM 120	GL	CM 180	GL	CM 240	GL	CM 300
Repeticiones	11	25.27*	11	31.4ns	11	40.39ns	11	95.81ns	11	174.501ns	11	166.012ns
Tratamientos	5	740.4**	5	1212.7**	5	1764.2**	5	2156.5**	5	3719.9**	5	4818.1**
Especies	2	1841.56**	2	2867..99**	2	4221.59**	2	5177.43**	2	8866.003**	2	11210.06**
Abono	1	17.21ns	1	257.65**	1	276.12*	1	401.39*	1	859.12*	1	1202.951**
Especies/ Abono	2	0.88ns	2	34.95ns	2	50.91ns	2	12.72ns	2	4.38ns	2	233.81ns
Error Experimental	55	11.75	55	31.52	55	37.46ns	55	53.62	55	137.87	55	112.06
Total	71		71		71		71		71		71	
C. V. (%)		10.79%		14.36%		14.48%		15.38%		22.12%		18.62%

Según la prueba de Duncan Faique con humus alcanzo una altura promedio de 88cm de altura seguido por el Faique sin humus con una altura promedio de 72.8cm son los que presentaron mayor crecimiento en altura hasta los 10 meses, y el tratamiento que tuvo menor crecimiento es Guarango sin humus con una altura de 34,8cm Como se puede observar en la figura No 21.

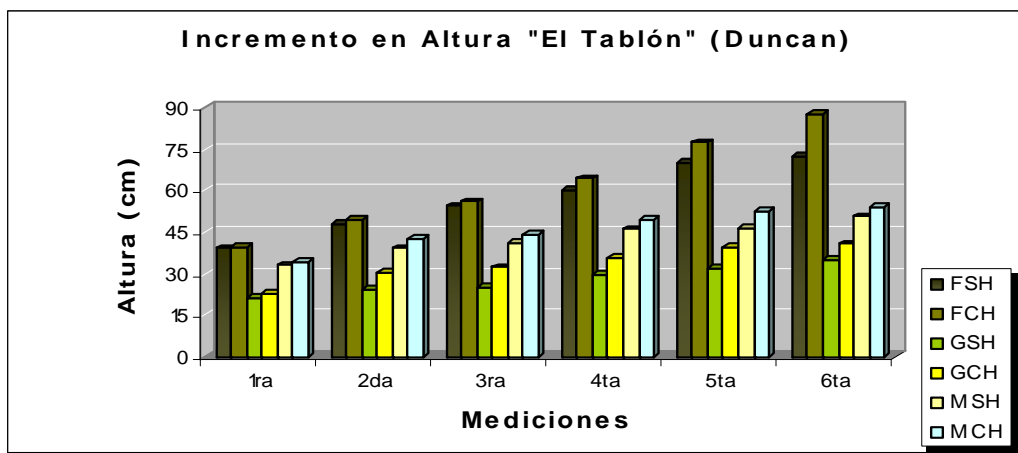


Figura 21. Altura (cm) de las seis mediciones con la prueba de Duncan para los tratamientos del sitio 2 (El Tablón).

Según la prueba de tukey la especie que mejor se adaptó en el Sitio 2 El tablón es el faique; seguida por el molle y al final el guarango. Se puede observar en la figura No 22.

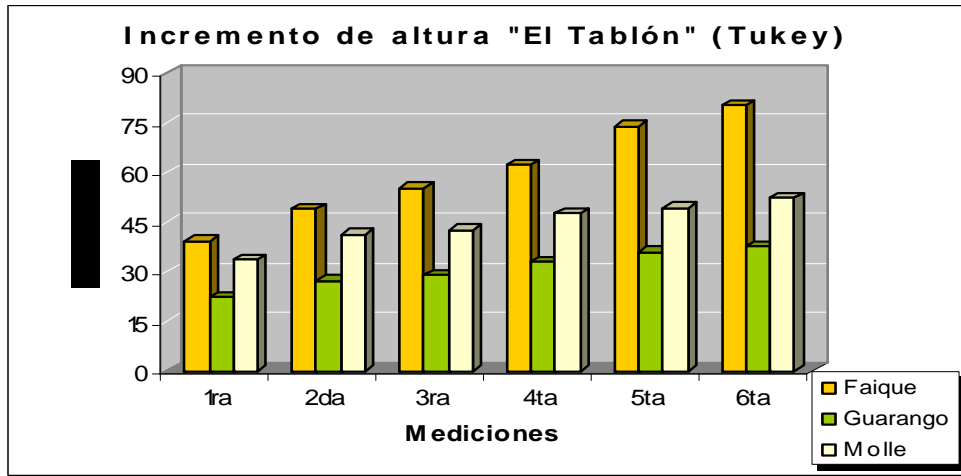


Figura 22. Altura (cm) de las seis mediciones con la prueba de Tukey para las especies del Sitio 2 (El Tablón).

Según la prueba DMS el humus en la medición de partida es no significativo; a los 60 y 300 días es altamente significativo; y a los 120, 180, 240 días es significativo. En este sitio

4.6.3 Sitio 3 Robayo Altura

El análisis de varianza demuestra que el sitio 3 en la medida inicial, las repeticiones y el abono es no significativo ($p > 0.05$) tratamientos y especies son altamente significativos, y en la medición final, las repeticiones y especies son no significativas tratamientos y abonos son altamente significativos. Como se muestra en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Análisis de varianza de alturas de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en la microcuenca Yahuarcocha, Sitio 3 (Robayo), Nov, 2006 - Oct 2007.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM M P	GL	CM 60	GL	CM 120	GL	CM 180	GL	CM 240	GL	CM 300
Repeticiones	11	9.75n.s	11	78.62ns	11	155.268ns	11	216.18ns	11	351.746ns	11	304.24ns
Tratamientos	5	150.02**	5	146.7*	5	391.3**	5	1309.7**	5	2746.9**	5	7256.5**
Especies	2	369.5**	2	11.64ns	2	112.06ns	2	997.19*	2	1132.96*	2	1193.12ns
Abono	1	5.95ns	1	480.50**	1	982.72**	1	3226.72**	1	7364.3**	1	8424.89**
Error Experimental	55	7.12	55	55.48	55	83.73	55	233.4	55	326.643	55	378.16
Total	71		71		71		71		71		71	
C. V. (%)		17.18%		27.46%		30.31%		39.28%		43.91%		45.506%

El mejor tratamiento según las pruebas de Duncan es el Faique con humus ya que alcanzo una altura promedio de 66.4cm de altura y el tratamiento con menor incremento fue el Faique sin humus con una altura promedio de 22.9cm de altura debido a que hubo un ataque de plagas (conejos) se comieron las hojas del faique durante toda la investigación, cave recalcar que los arbolitos estaban vivos.

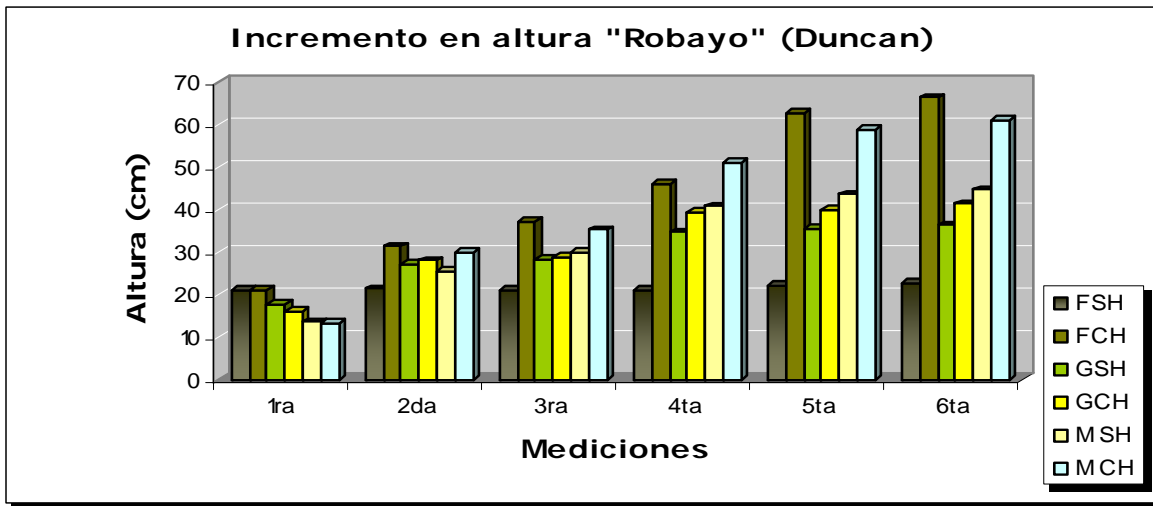


Figura 23. Altura (cm) de las seis mediciones con la prueba de Duncan para Los tratamientos del Sitio 3 (Robayo).

En la figura 23 se puede ver que la prueba de Tukey en el Sitio 3 Robayo el Molle es el mayor crecimiento; seguido por guarango y por último el guarango.

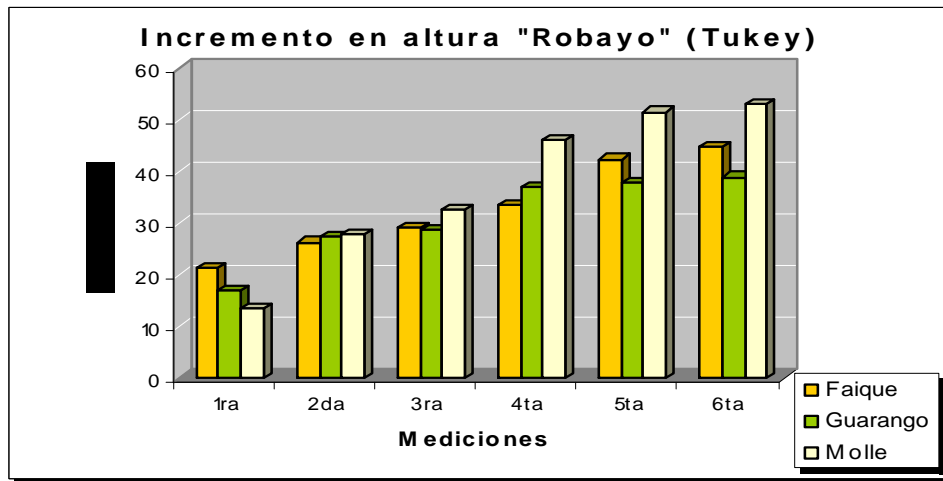


Figura 24. Altura (cm) de las seis mediciones con la prueba de Tukey para las especies del Sitio 3 (Robayo)

La prueba DMS demuestra que el humus en la medición de partida es no significativo, para las siguientes mediciones el humus es altamente significativo.

4.6.4 Sitio 4 (Aloburo)

El análisis de varianza demuestra que en sitio 4 en la medición inicial las repeticiones, tratamientos, especies son altamente significativos y el abono es no significativo, y en la medida final las repeticiones son no significativas, tratamientos, especies y abonos son altamente significativas ver cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis de varianza de alturas de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en la microcuenca Yahuarcocha Sitio4 (Aloburo), Nov 2006 – Oct 2007.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM M P	GL	CM 60	GL	CM 120	GL	CM 180	GL	CM 240	GL	CM 300
Repeticiones	11	22.14**	11	50.12ns	11	1.30ns	11	164.84ns	11	86.99ns	11	114.68ns
Tratamientos	5	168.29**	5	369.67**	5	10..93**	5	1451.7**	5	3163.8**	5	4379.24**
Especies	2	409.74**	2	550.26**	2	628.38**	2	885.09**	2	1381.69**	2	2351.46**
Abono	1	12.75n.s	1	320.05**	1	868.06**	1	4216.18**	1	11922.25**	1	14207.36**
Error Experimental	55	6.05	55	29.61	55	43.48	55	113.43	55	158.92	55	182.45
Total	71		71		71		71		71		71	
C. V. (%)		11.96%		18.02%		19.92%		40.07%		51.66%		24.68%

Según la prueba de Duncan el mejor tratamiento que presenta mayor crecimiento es el Faique con humus ya que presenta una altura promedio de 83,1cm y el que menor crecimiento tuvo fue el Guarango sin humus con una altura de 28.4cm. Como se observa en la Figura 25.

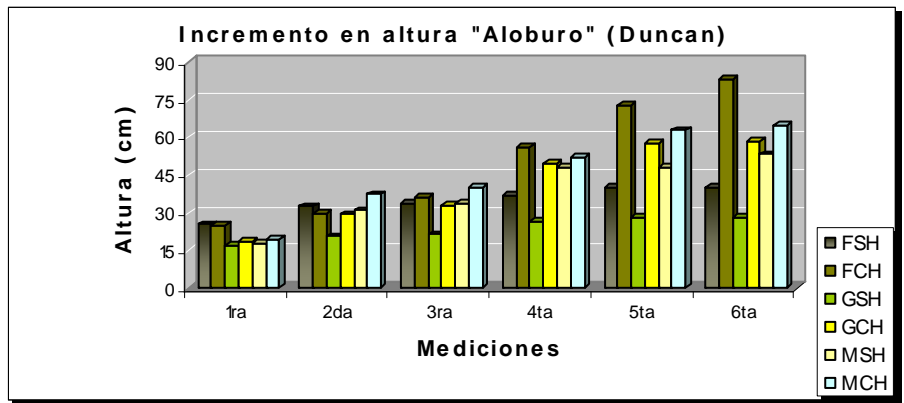


Figura 25. Altura (cm) de las seis mediciones con la prueba de Duncan para Los tratamientos del Sitio 4 (Aloburo).

De acuerdo a la prueba de tukey la especie que mejor se adaptó fue el faique seguido por el molle y al final el guarango (Figura 25).

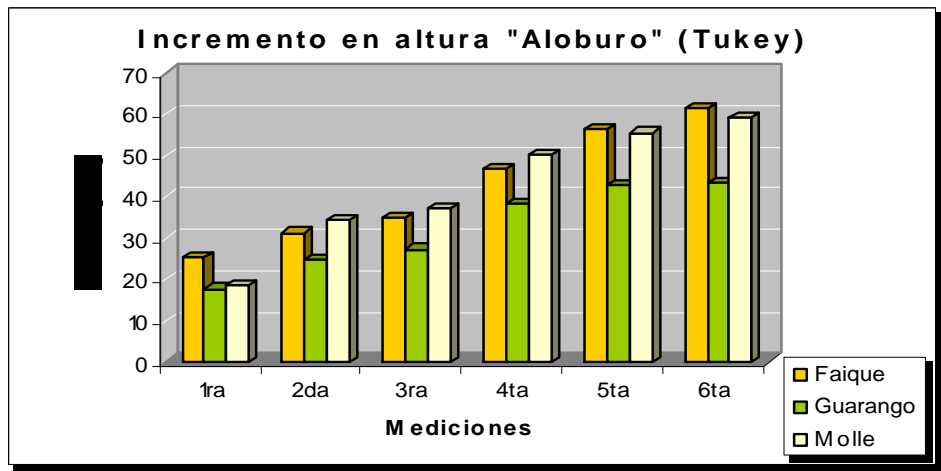


Figura 26. Altura (cm) de las seis mediciones con la prueba de Tukey para las especies del Sitio 4 (Aloburo).

La prueba DMS demuestra que el humus es no significativo en la medición de partida y en todas las mediciones es altamente significativo.

4.6.5 Incremento en Diámetro Basal.

El resultado de análisis de varianza demuestra que las repeticiones fueron no significativas; los tratamientos fueron altamente significativos al 5%; las especies fueron altamente significativas en los meses de noviembre; enero; marzo, mayo; septiembre y en el mes de julio fue no significativa; el abono en la medición de partida es no significativo; en el mes de enero es significativo y de marzo hasta el final de la investigación es altamente significativo. Como se puede observar en el cuadro 22.

Cuadro 22. Análisis de varianza diámetro basal de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en la microcuenca Yahuarcocha Sitio 1 (Olivo Alto), Nov 2006 – Oct 2007.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM M P	GL	CM 60	GL	CM 120	GL	CM 180	GL	CM 240	GL	CM 300
Repeticiones	11	0.005ns	11	0.010ns	11	0.09ns	11	0.012ns	11	0.039ns	11	0.041ns
Tratamientos	5	0.21**	5	0.13**	5	0.13**	5	0.21**	5	0.47**	5	0.55**
Especies	2	0.51**	2	0.27**	2	0.20**	2	0.11**	2	0.073ns	2	0.15**
Abono	1	0.005ns	1	0.05*	1	0.15**	1	0.54**	1	1.27**	1	1.41**
Error Experimental	55	0.005	55	0.009	55	0.012	55	0.02	55	0.023	55	0.028
Total	71		71		71		71		71		71	
C. V. (%)		15.11%		14.95%		15.15%		14.87%		16.16%		17.15%

Mediante la prueba de Duncan se determinó que el mejor tratamiento en el diámetro basal es guarango sin humus con un valor promedio de 1.31cm de diámetro y el tratamiento que tuvo menor valor fue molle sin humus con un valor de 0.88cm. Ver figura 27.

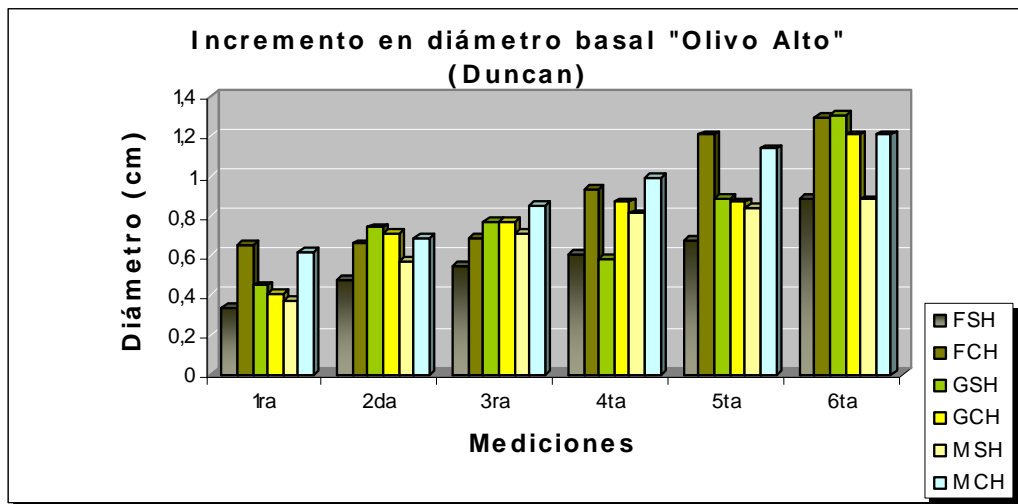


Figura 27. Diámetro (cm) de las seis mediciones con la prueba de Duncan para las especies del Sitio1 (Olivo Alto).

Según la prueba de Tukey la especie que mejor se adaptó en cuanto a crecimiento en diámetro basal es el Molle; seguido por el faique y al final el Guarango (Figura 27).

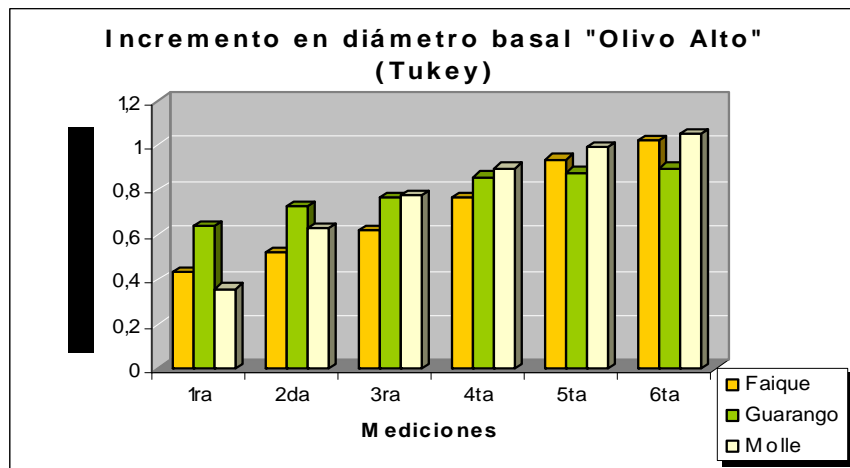


Figura 28. Diámetro (cm) de las seis mediciones con la prueba de Tukey para las especies del Sitio1 (Olivo Alto).

La prueba DMS demuestra que el humus en la medición de partida es no significativo y a los 60 días es significativo; para el resto de mediciones es altamente significativo.

4.6.6 Sitio 2 Diámetro Basal

Para el sitio 2 se determinó que entre tratamientos y especies son altamente significativos y repeticiones y abonos son significativos en la medición de partida; al final de la investigación tratamientos especies y abonos son altamente significativos y las repeticiones son no significativas. Como se puede ver el análisis de varianza en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Análisis de varianza diámetro basal de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia Spinosa* *Schinus molle* en la microcuenca Yahuarcocha Sitio 2, (El Tablón), Nov 2006 – Oct 2007

FUENTE DE VARIACION	GL	CM M P	GL	CM 60	GL	CM 120	GL	CM 180	GL	CM 240	GL	CM 300
Repeticiones	11	0.021*	11	0.020ns	11	0.057ns	11	0.08*	11	0.11*	11	0.13ns
Tratamientos	5	0.03**	5	0.08**	5	0.018**	5	0.46**	5	0.80**	5	1.2**
Especies	2	0.040**	2	0.059*	2	0.22*	2	0.72**	2	1.1**	2	1.85**
Abono	1	0.04*	1	0.15**	1	0.34**	1	0.53**	1	0.95**	1	1.29**
Error Experimental	55	0.08	55	0.014	55	0.041	55	0.04	55	0.06	55	0.062
Especies/ Abono	2	0.02ns	2	0.06	2	0.08ns		0.17*		0.43**		0.51**
Total	71		71		71		71		71		71	
C. V. (%)		14.18%		14.54%		0.95%		17.24%		43.91%		45.50%

Según la prueba de Duncan el tratamiento que tuvo mejor resultado es molle con humus con un crecimiento inicial de 0.69 y en la medición final alcanzo 1.91cm. (Figura 29).

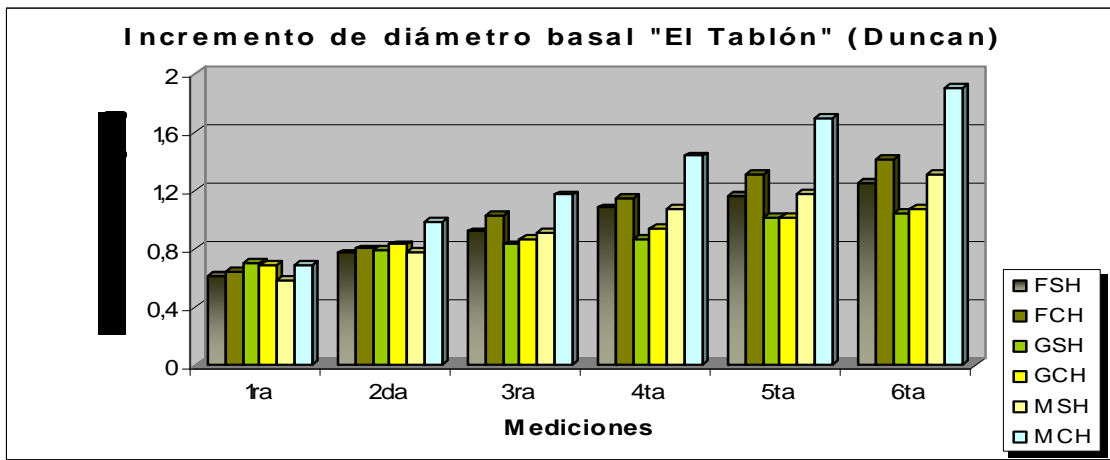


Figura 29. Diámetro (cm) de las seis mediciones con la prueba de Duncan para los tratamientos del Sitio 2 (El Tablón).

La prueba de Tukey demuestra que la mejor especie en crecimiento basal fue el molle con un valor de 1.61cm. Según la prueba DMS en la medición de partida es no significativo; pero para el resto de mediciones es altamente significativa (Figura 30).

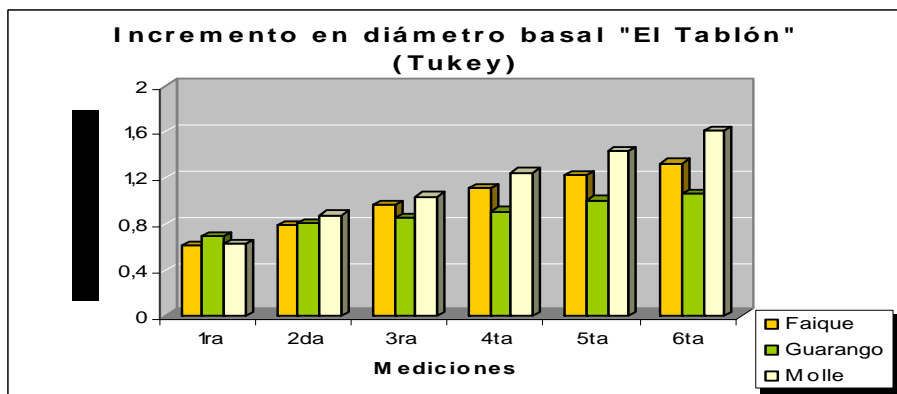


Figura 30.. Diámetro (cm) de las seis mediciones con la prueba de Tukey para las especies del Sitio2 (El Tablón).

4.6.7 Sitio 3 Robayo

Para el Sitio 3 se determinó que las repeticiones y abono son no significativos, mientras que tratamientos y especies son altamente significativos en la medición de partida; y al final de la investigación las repeticiones son no significativas, abonos y especies son altamente significativas 0.01, y los tratamientos son no significativos. Como se observa en el cuadro 24.

Cuadro 24. Análisis de varianza diámetro basal de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en la microcuenca Yahuarcocha Sitio3, (Robayo), Nov 2006 – Oct 2007

FUENTE DE VARIACION	GL	CM M P	GL	CM 60	GL	CM 120	GL	CM 180	GL	CM 240	GL	CM 300
Repeticiones	11	0.006ns	11	0.011ns	11	0.03ns	11	0.04ns	11	0.08ns	11	0.08ns
Tratamientos	5	0.07**	5	0.23**	5	0.50**	5	1.33**	5	2.20**	5	2.90*
Especies	2	0.17**	2	0.50**	2	1.05**	2	2.76**	2	4.18**	2	5.49**
Abono	1	0.0ns	1	0.10**	1	0.28**	1	0.85**	1	1.89**	1	2.59**
Error Experimental	55	0.005	55	0.009	55	0.01	55	0.04	55	0.07	55	0.11
Total	71		71		71		71		71		71	
C. V. (%)	15.46%		16.38%		17.10%		23.28%		27.31%		30.84%	

Mediante la prueba de Duncan se obtuvo que el mejor tratamiento que mayor incremento tuvo es el MCH con 1.87cm y el tratamiento de menor desarrollo es FSH con 0.42cm. (Figura 30).

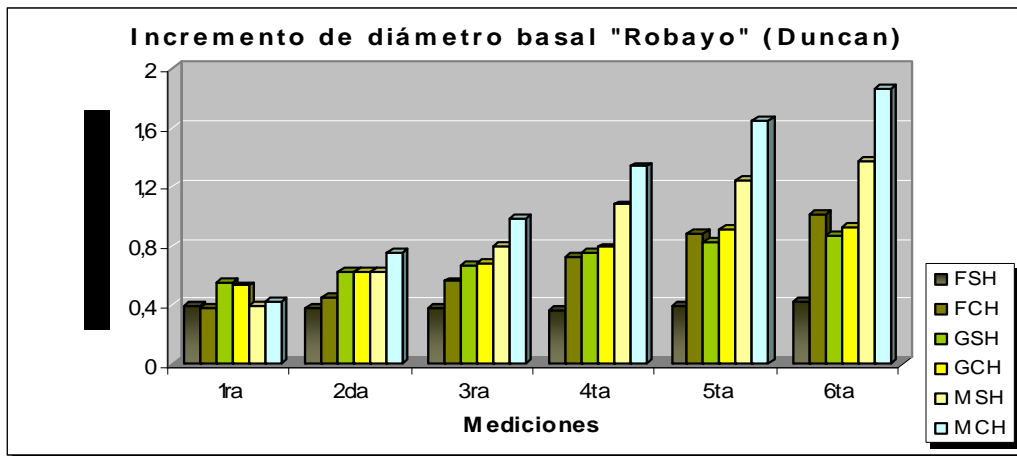


Figura 31. Diámetro (cm) de las seis mediciones con la prueba de Duncan para los tratamientos del Sitio3 (Aloburo)

Según la prueba de Tukey la especie que mejor se adaptó fue el molle con un diámetro basal de 1.62cm al final de la investigación. La prueba DMS demuestra que el humus es altamente significativo (Figura 31).

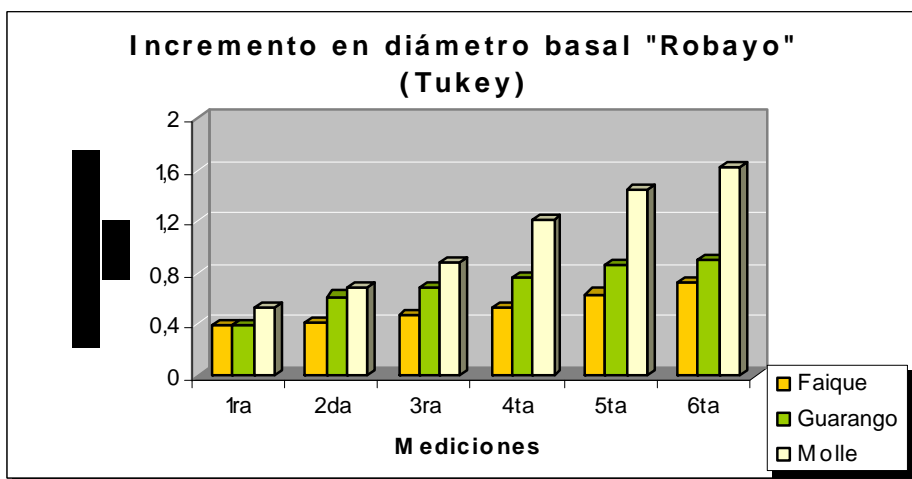


Figura 32. Diámetro (cm) de las seis mediciones con la prueba de Tukey para las especies del Sitio3 (Robayo).

4.6.8 Sitio 4 Aloburo

Para el Sitio 4 Aloburo se determinó que las repeticiones son no significativas tienen similar comportamiento; mientras que, los tratamientos son altamente significativos $p < 0.01$; las especies son altamente significativas, hay diferencia entre ellos; y, el abono es no significativo hasta la tercera medición (180 días); y en las dos últimas mediciones es altamente significativa lo cual tiene relación con la naturaleza del humus que es de lenta absorción que el abono que el fertilizante químico Ver cuadro 25.

Cuadro 25. Análisis de varianza diámetro basal de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, ~~#####~~ *Schinus molle* en la microcuenca Yahuarcocha Sitio 4, (Aloburo), Nov 2006 – Oct 2007.

FUENTE DE VARIACION	GL	CM MP	GL	CM 30	GL	CM 90	GL	CM 150	GL	CM 210	GL	CM 270
Repeticiones	11	0.004ns	11	0.05ns	11	0.019ns	11	0.04ns	11	0.08ns	11	0.10ns
Tratamientos	5	0.028**	5	0.14**	5	0.33**	5	1.21**	5	2.20**	5	2.81**
Especies	2	0.06**	2	0.31**	2	0.66**	2	2.31**	2	3.51**	2	4.36**
Abono	1	0.0ns	1	0.06n.s	1	0.28**	1	1.20**	1	3.24**	1	4.50**
Error Experimental	55	0.004	55	0.008	55	0.012	55	0.03	55	0.05	55	0.07
Total	71		71		71		71		71		71	
C. V. (%)	12.29%		12.70%		13.33%		17.16%		18.41%		19.93%	

Según la prueba de Duncan el mejor tratamiento es el Molle con humus con un valor de 2.04cm de diámetro y el faique sin humus 0.77cm es el mas bajo (Figura 33).

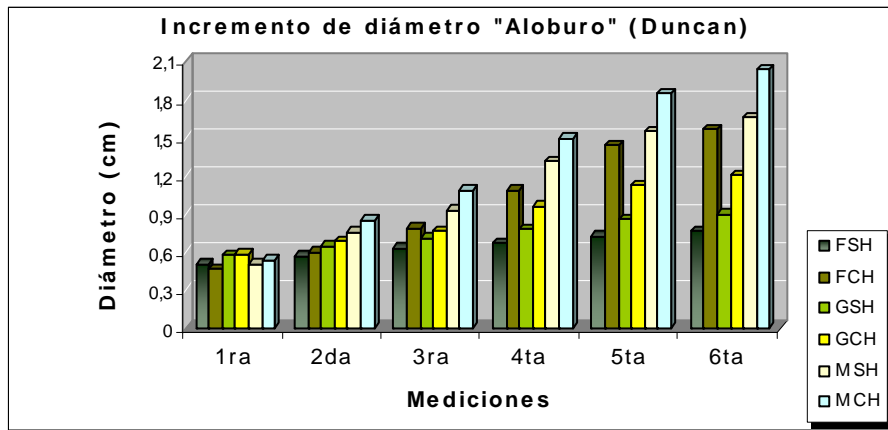


Figura 33. Diámetro (cm) de las seis mediciones con la prueba de Duncan para los tratamientos del Sitio4 (Aloburo).

Según la prueba de Tukey la especie que mejor se adaptó es el faique ya que alcanzó 1.85cm de diámetro basal.

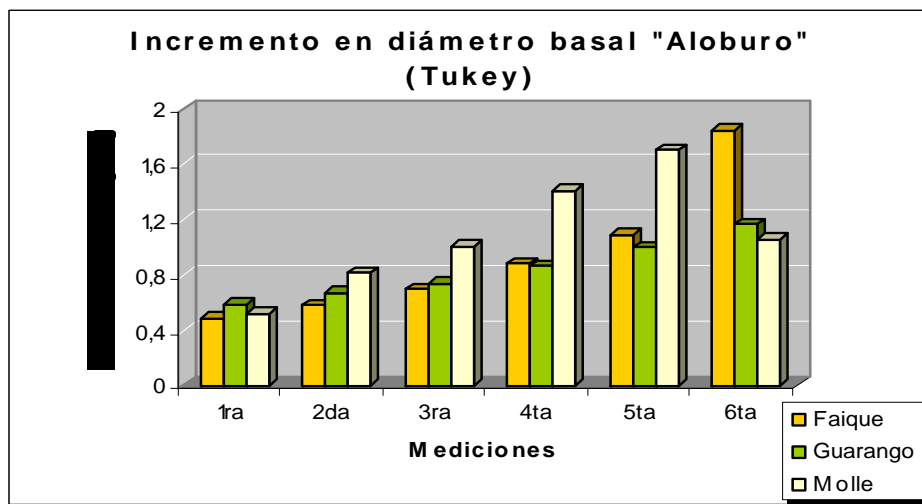


Figura 34. Diámetro (cm) de las seis mediciones con la prueba de Tukey para las especies del Sitio4 (Aloburo).

4.6 Contenido de humedad del suelo con zanjas de infiltración en los cuatro sitios de investigación

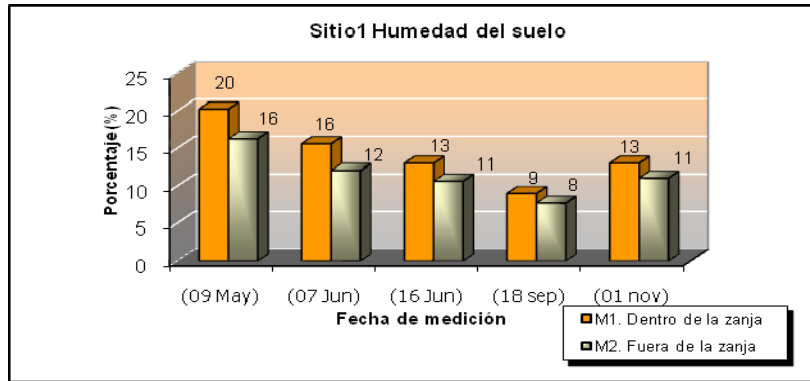


Figura 35 Contenido de humedad del suelo bajo y fuera de la zanja de infiltración en el sitio 1 (Olivo Alto). Yahuarcocha 2007.

Los resultados muestran en el Sitio 1 Olivo Alto que la retención de humedad del suelo es mayor en los meses de mayo con un 20% , junio 16% en el mes de septiembre tiene los valores mas bajos debido a la época seca; mientras que contenido de humedad fuera de la zanja son mas bajos en el mes de mayo 16% y en el mes de septiembre el 8% de contenido de humedad; estarían dados ya que la textura es muy suelta y son suelos arenosos los cuales no retienen la humedad; esto ayudo mucho en la etapa de prendimiento de las especies plantadas ver (Figura 35).

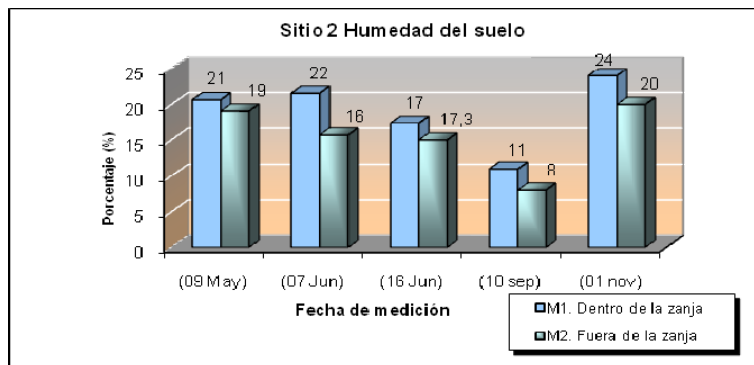


Figura 36. Contenido de humedad del suelo bajo y fuera de la zanja de infiltración en el sitio 2 (El Tablón). Yahuarcocha 2007.

En el Sitio 2 el tablón el contenido de humedad es dentro de la zanja ya que en los meses de época lluviosa alcanzan un 23% de humedad; mientras que fuera de la zanja los valores son más bajos; cave recalcar que en época lluviosa las zanjas de infiltración se llenaron de sedimentos. Además presenta una vegetación compuesta por pastos que ayudan a disminuir la erosión del suelo; y cuenta con buenas características físicas presenta una textura franca y una consistencia friable esto ayuda a retener la humedad ver anexo 6.

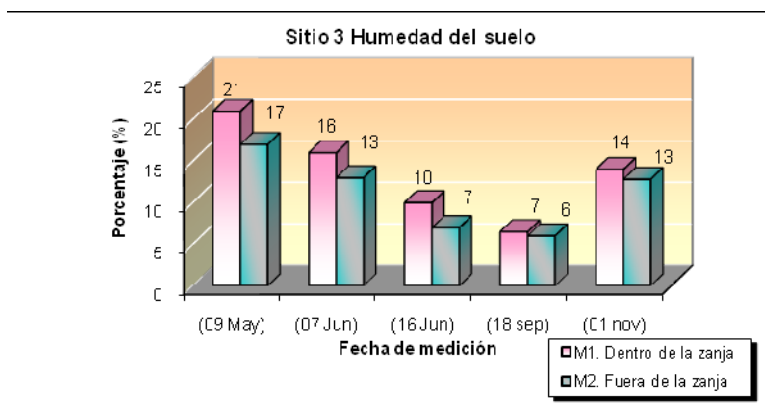


Figura 37. Contenido de humedad del suelo bajo y fuera de la zanja de infiltración en el sitio 3 (Robayo). Yahuarcocha 2007

El contenido de humedad en el Sitio 3 Robayo presenta un porcentaje mayor dentro de la zanja en el mes de mayo con 21% y en el mes de septiembre en la época seca 7%; este sitio presenta vegetación arbustiva y paja esto contribuye a la conservación de humedad del suelo en cuanto a su estructura presenta bloques subangulares débiles pero a mayor profundidad son fuertes y esto impide la infiltración del agua ver figura 37.

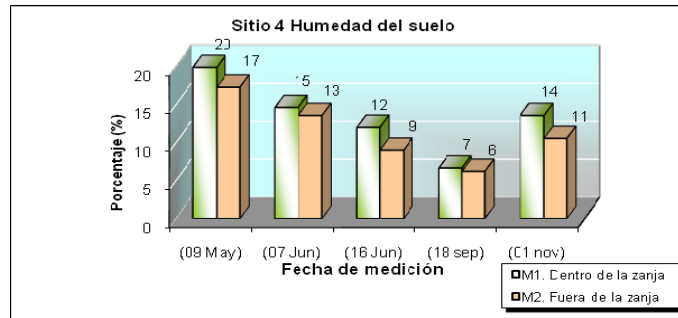


Figura 38. Contenido de humedad del suelo bajo y fuera de la zanja de infiltración n en el sitio 4 (Aloburo). Yahuarcocha 2007.

El contenido de humedad en el Sitio 4 Aloburo fue mayor fuera de la zanja; esto demuestra que las zanjas son un método de conservación de suelos para lugares de baja precipitación y de difícil acceso; en la época lluviosa en los meses de mayo y noviembre tuvo un porcentaje de 19.9%; mientras que en la época seca en los meses de junio y septiembre un promedio 7%; debido a que la vegetación es de pastos los cuales retienen humedad y en el mes de noviembre hay mayor precipitación y en cuanto a la estructura tiene bloques subangulares débiles de grado débil a fuerte, y tiene la tendencia de encharcamientos ver figura 38.

4.8 Costos de los tratamientos

Para establecer en cálculo de costos para la producción de plantas de vivero y la siembra, se realizó tomando en cuenta los costos variables como: mano de obra, preparación del terreno, siembra tanto en vivero como en el campo y labores culturales, también se tomó en cuenta los costos fijos como: renta de la tierra, asistencia técnica, interés del capital y la depreciación para las seis parcelas de cada sitio ver Anexo 7

Se registraron por sitio las actividades realizadas en la investigación donde el costo por tratamiento con la aplicación del humus fue de 201.69 \$, en cambio los costos fijos y variables sin contar con la aplicación del humus por tratamiento fue de 159.62 dólares; y en la producción de plantas de vivero 843.8\$; el costo por cada planta producida en vivero es de 0.70 \$.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La reforestación en suelos erosionados de Yahuarcocha, utilizando especies nativas: *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*, contribuye a mejorar las propiedades físico químicas del suelo notándose un incremento del contenido de materia orgánica, macro y micro nutrientes.
- La cantidad de especies de flora es mayor en época lluviosa que en época seca debido al contenido de humedad presente en el suelo.
- El cerramiento ayuda a la regeneración de flora es de similar forma en cada uno de los cuatro sitios experimentales, siendo la familia *Asteraceae* la que más se regenera y muestra hábitos cosmopolitas.
- En los sitios de investigación hubo un incremento en las especies de fauna ya que se mejoraron las condiciones naturales y por ende el hábitat fue modificado favorablemente, encontrándose incluso en el sitio 3 (Robayo) la presencia de *Pseudalopex culpaeus* (lobo de páramo).
- En condiciones de vivero el mayor porcentaje de germinación lo tiene el guarango (43.8%), seguido del faique con 43.8%; y finalmente el molle con 26.6%.
- El porcentaje de sobrevivencia para el faique es de 100%; para el guarango 95.6% y finalmente para el molle 85.3% ya que es mas susceptible a enfermedades.

- En vivero se observa un mayor crecimiento en diámetro basal en el molle con 0.41cm, seguido faique con 0.40cm y al final guarango con 0.38cm de diámetro.
- En el crecimiento en altura, en vivero, la especie que más se desarrolla es el faique que alcanzó promedios de 27.83cm y mayor rusticidad que el guarango y el molle.
- Los resultados de los tratamientos, existe clara incidencia del humus, en el crecimiento de especies. En el sitio 1 Olivo Alto, el faique con humus demostró mayor desarrollo en altura con un valor de 86.5cm y en diámetro el molle con humus 1.21cm respectivamente; mientras en el sitio 2 Tablón en diámetro fue el molle con humus con 1.91cm y en altura el faique con humus con 88cm. En el Sitio 3 Robayo en diámetro basal el mejor tratamiento fue el molle con humus con 1.87cm de diámetro basal promedio y en altura el faique con humus con 66.4cm de promedio. En el Sitio 4 Aloburo el mejor tratamiento en diámetro basal molle con humus con un valor de 2.04cm y en altura el faique con humus 83.8cm.
- La zanja de infiltración contribuye a la retención de humedad pues los valores de ésta son mayores bajo la zanja que fuera de ella y tienen relación directa con la cantidad de precipitación que reciba el suelo los promedio de humedad bajo la zanja fueron de 13.55 % y fuera de ella de 11.25% en los sitios 1, 2, 3 y 4 en su orden.
- El faique demostró ser una especie resistente a la sequía y no requiere de mayor cuidado, en comparación con las otras especies: guarango y molle; por lo tanto, es especie pionera para la reforestación de la microcuenca Yahuarcocha.
- El método más aconsejable para la reforestación en Yahuarcocha es la utilización de plántulas producidas en vivero; toda vez que, mostró mejores resultados en comparación con la siembra directa, pues la sobrevivencia en condiciones de campo, para todos los tratamientos, fue del 100% hasta los 10 meses de instalado el ensayo.

5.2 Recomendaciones

- Realizar un seguimiento de las especies evaluando el diámetro y altura durante al menos tres a cinco años, para poder observar el comportamiento ya que son especies de crecimiento lento.
- Efectuar estudios de comportamiento en vivero utilizando procedencias de las tres especies nativas para determinar aquellas que muestren mejores características fenotípicas y puedan tener mejor éxito en el sitio definitivo.
- De ser posible instalar pluviómetros en los cuatro sitios experimentales con el fin de medir probables cambios en los valores de precipitación que puedan incidir en el crecimiento de especies.
- Realizar inventarios de flora fuera y dentro de los ensayos para comparar la regeneración natural de las especies y ver la influencia del cercado y no presencia de pastoreo.
- Utilizar las zanjas de infiltración para reforestación lugares de baja precipitación, donde llueva menos de 600mm.

CAPITULO VI

RESUMEN

La investigación se efectuó en cuatro sitios experimentales de la microcuenca Yahuarcocha, provincia de Imbabura, cantón Ibarra. La ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 0040523 N y 17824550 E

La investigación surgió por la necesidad de buscar alternativas para la protección de suelos y aguas en áreas erosionadas de la microcuenca con el fin de mermar el arrastre de sedimentos hacia el lago Yahuarcocha mismo que es principal recolector de la erosión de las montañas que lo rodean y de los sedimentos que son arrastrados por los canales que llegan hacia el, debido a la inadecuada utilización del suelo y a la cada vez más escasa cobertura vegetal de su entorno. Estos factores producen contaminación y disminuyen la profundidad y el espejo de agua.

Se probaron tres especies nativas: *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*, utilizando plantas producidas en el vivero de Yuyucocha, en donde se evaluó diámetro basal y altura total, porcentaje de germinación y sobrevivencia.

En cada uno de los sitios experimentales se instalaron 6 parcelas resultantes de combinar las tres especies nativas con humus y sin humus. Cada parcela tuvo 12 individuos plantados en hoyos de 40 x 40 x 40cm al pie de zanjas de infiltración. Los espacios experimentales fueron protegidos para evitar el acceso de animales.

Como resultados del estudio consta la caracterización biofísica del área de estudio antes y a los 10 meses de instalado el ensayo, en lo referente a suelos, flora y fauna, notándose un mejoramiento de las propiedades físico-químicas del suelo; así como, un incremento en las especies de flora y fauna. En cuanto al crecimiento de las especies en altura total y diámetro basal el tratamiento que mejor respondió fue el faique con humus ya que tuvo los

valores promedios más altos de 71.8cm de altura 1.94cm de diámetro el molle con humus, para la evaluación se utilizó la prueba de Tukey y la prueba de Duncan. En los tratamientos con humus existió un mayor crecimiento de las especies debido a las bondades del mismo para proporcionar nutrientes y facilitar la retención de humedad. Las zanjas de infiltración mostraron una efectiva retención de humedad debido a que los valores de esta variable fueron mayores bajo la zanja que fuera de ella. Finalmente, se calculo los costos para cada uno de los tratamientos considerando costos fijos y variables.

Como conclusiones relevantes se estableció que condiciones de vivero la planta mas promisorias en cuanto a germinación fue el guarango con un 48.63%; seguido por el faique con un valor de 43.8% y al final el molle; el porcentaje de sobrevivencia para el faique es del 100% y el crecimiento del faique en altura es 27.83cm y el molle con un diámetro basal de 0.41cm En condiciones de campo, el mejor tratamiento es el faique con humus en tres de los sitios experimentales, seguido del molle con humus y del guarango con humus, mostrándose una clara influencia del humus en los tratamientos. Se nota la utilidad de las zanjas de infiltración en la retención de humedad y sedimentos.

De la determinación de costos se pudo establecer que es aconsejable que se tome a este estudio como un proyecto piloto para ampliar la reforestación a otras áreas de la microcuenca pensar en la reforestación de áreas más amplias de la microcuenca toda vez que el costo es relativo si se considera las ventajas técnicas logradas con la reforestación y protección del suelo

CAPITULO VI

SUMMARY

The research was carried out in four experimental sites in the micro-basin Yahuarcocha, Imbabura province, Ibarra canton. The geographic location corresponds to the coordinates 0040523 N and 17824550 E.

The research came up out of the need to search for alternatives for the protection of soil and water in eroded areas in the micro-basin in order to lessen the dragging of sediments towards Yaguarcocha lake which is the main collector of the erosion of the mountains that surround it and of the sediments which are dragged by the canals that reach it due to the inappropriate utilization of the soil and more and more insufficient plant cover around it. These factors produce pollution and decrease the depth and water level.

Three native species were tried: *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa* and *Schinus molle*, using plants produced in the nursery in Yuyucocha where the basal diameter and overall height, germination and survival percentage were evaluated.

In each of the experimental sites, 6 plots were installed as a result from the combination of the three native species with humus and without it. Each plot had 12 individuals planted in holes of 40 x 40 x 40 cm at the foot of the infiltration ditches. The experimental spaces were protected in order to avoid the access of animals.

As a result of the study states the biophysical characterization of the study area before and after 10 months after installing the experiment. Referring to soil, flora and fauna, an improvement of the physical-chemical properties of the soil were noted as well as an increase of the species of flora and fauna. In regard of the growth of the species in the overall height and basal diameter, the treatment with the best results was faique with humus as it had the highest average values of 71.8 cm height and the molle with humus with 1.94 cm of diameter. For the evaluation, the Tukey proof and the Duncan proof were used. In the treatment with humus, there was a higher growth of the species due to its benefits to

provide nutrients and to make possible the retention of humidity. The infiltration ditches showed an effective retention of humidity as the values of this variable were higher under the ditch than out of it. Finally, the costs for each of the treatments were calculated considering fixed and variable costs.

As relevant conclusions it was established that under nursery conditions, the most promissory plant referring to germination was the guarango with 48.63% followed by the faique with a value of 43.8% and finally the molle. The survival percentage of faique is 100% and the growth of the faique in height is 27.83 cm and the molle with a basal diameter of 0.41 cm. Under field conditions, the best treatment is faique with humus in three experimental sites followed by molle with humus and guarango with humus, showing a clear influence of humus in the treatments. The utility of the infiltration ditches in the retention of humidity and sediments is notable.

From the determination of costs it could be established that it is recommendable to take this study as a pilot project to widen reforestation in other areas of the micro-basin and to think in the reforestation in larger areas of the micro-basin if the cost is relative considering the technical advantages achieved with reforestation and soil protection.

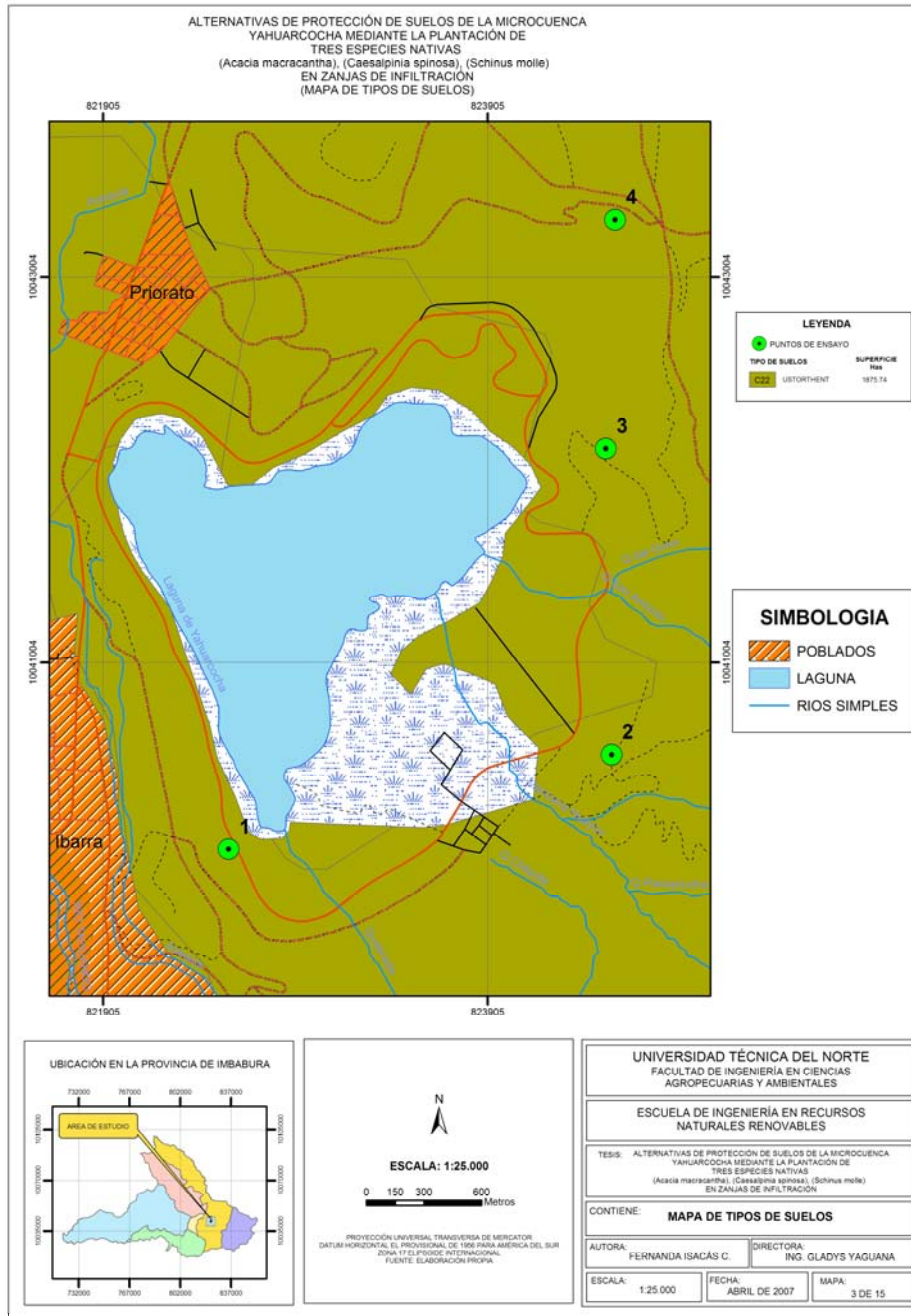
CAPITULO VIII

LITERATURA CITADA

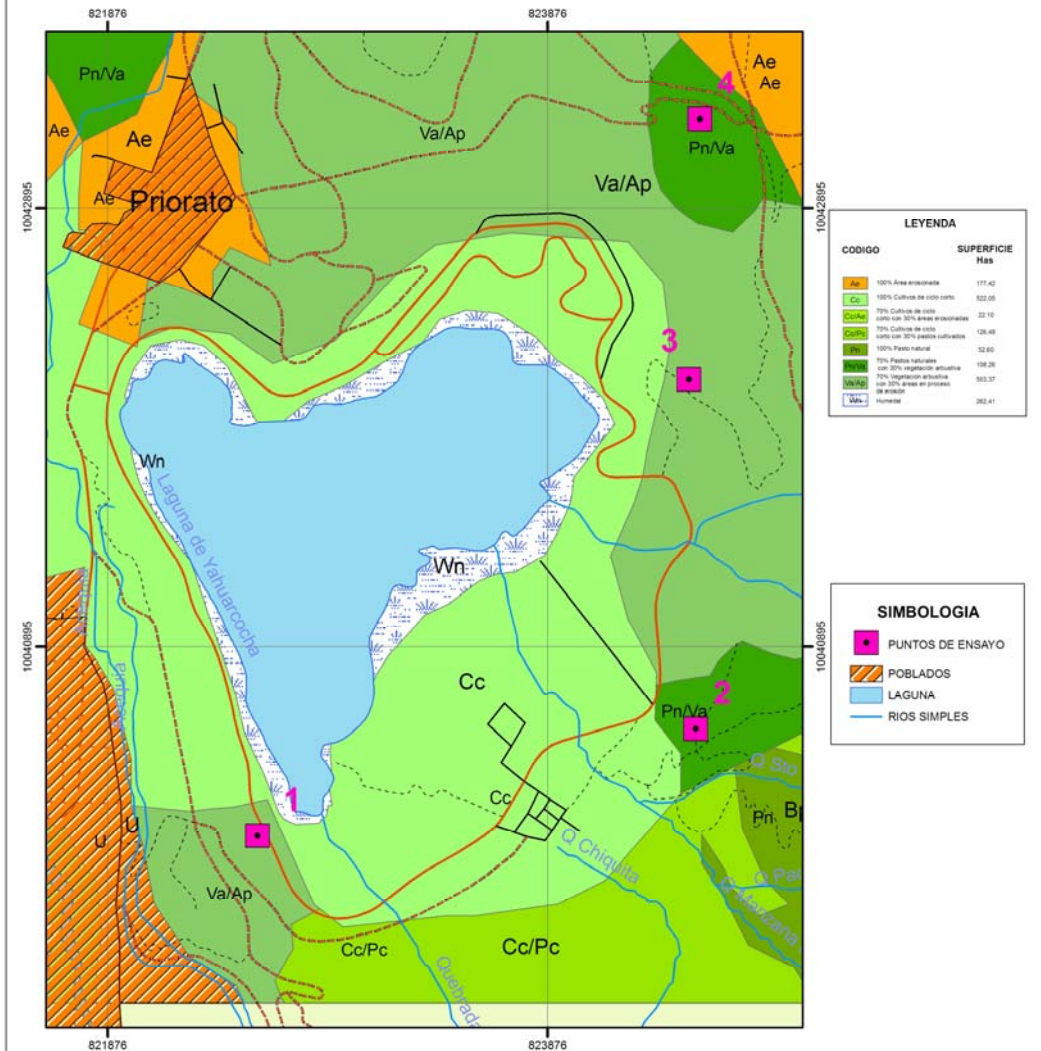
- AÑAZCO, M.; LOJAN, L.; YAGUACHE, R. 2004. Productos forestales no madereros en el Ecuador, (PFNM) una aproximación a su diversidad y usos. p 160.
- BARRAGÁN, R. 1997. Principios de diseño experimental. Ibarra, Universidad Técnica del Norte
- BAUTISTA, C.; ETCHEVERS, J.; CASTILLO, C. et al, 2004, La calidad del suelo y sus indicadores. Revista Ecosistemas.
- CAÑADAS, L. 1983. Mapa bioclimático del Ecuador. Quito.
- CUSTODE, G.; VALAREZO, C. 2002. Los suelos serranos: características y sensibilidad a la erosión y capacidad de uso. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 42p
- EDAFOLOGIA, 2004, ([http:// edafología.urg.es/introeda/tema04/text.htm](http://edafología.urg.es/introeda/tema04/text.htm))
- EDWARJ. PLASTER, 2000 La ciencia del suelo y su manejo Editorial Paraninfo s.n.t
- FUENTES, L., Ingeniero Agrónomo, Servicio de Extensión Agraria, Madrid en la H D 1/87 del N° de Agricultura, Pesca y Alimentación, páginas 23 y 24. La Roda. Enero 1998
- FUENTES Y., J. L. El suelo y los fertilizantes. Tercera Ed Ediciones Mundi Prensa Madrid, 1989 (p 19..32)
- FITZPATRICK, E., 1996 Introducción a la ciencia de los suelos. México. Primera Edición. p.288
- GLENN, G., 1986. Guía sobre la repoblación forestal en la sierra ecuatoriana. P. 208
- GUERRERO, C.; LOPEZ , F. 1993. Árboles nativos de la provincia de Loja. P 182
- GARCÍA, B. 2004. Guía para la recolección, procesamiento, almacenamiento y análisis de Semillas Forestales. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- LOJÁN, L. 1992. El verdor de los andes. Quito, Ecuador. Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. p. 122 – 126, 144-154.
- NOVILLO, H. 1985. Mejoramiento del sistema agrosilvopastoril en Centro Loja, una

- propuesta ecológica y social. Loja, Ecuador. Centro Andino de Tecnología Rural. 30p.
- PRADO, L.; VALDEBENITO, M. 2000. Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador. p 50-51.
- INPOFOS (Instituto de la potasa y el Fósforo) Manual internacional de la fertilidad de Suelos.
- RODRÍGUEZ, L. 1996. Impactos ambientales del riego en ladera. Cali, Colombia. BID, Instituto Internacional del Manejo de la Irrigación.
- SANTILLAN, C., 2006. Subsector forestal. Quito. Ministerio del Ambiente. p.
- USDA 1999, Guía para la Evaluación de la calidad y salud del suelo. Agosto, snt
- VÁZQUEZ, .C.www.faosict.un.hn/guias%20didacticas/MANUAL_AGROFORESTAL.PDF
- VALLEJO, C. 1995. Alternativas de manejo y conservación de la cuenca lacustre de Yahuarcocha. Tesis de Grado de Ingeniera Forestal. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 190p.
- VALAREZO, C. 2001. El suelo como recurso básico para el crecimiento de las plantas.
- HENAO, J. 1998. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogota, Universidad Santo Tomas de Aquino. 399 p.
- USDA 1992. Manual de conservación de suelos. Editorial Limusa Mexico 332 p.
- WINTERS, P. 1998. Manejo de los recursos en los andes ecuatorianos. Quito 60p.

ANEXOS1 MAPAS



ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
(Acacia macracantha), (Caesalpinia spinosa), (Schinus molle)
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
(MAPA DE USO ACTUAL DEL SUELO)



LEYENDA

CODIGO	SUPERFICIE Has
Ae	100% Area erosionada 177,42
Ct	100% Cultivos de ciclo corto 522,08
Cc/Aa	70% Cultivos de ciclo largo con 30% areas erosionadas 22,10
Cc/Pc	70% Cultivos de ciclo largo con 30% pastos cultivados 126,48
U	100% Pasto natural 52,80
Wn	70% Pastos naturales con 30% vegetación arbustiva 108,26
Va/Ap	70% Vegetación arbustiva con 30% areas en proceso 563,37
Va	88 erosion 282,41

SIMBOLOGIA

- PUNTOS DE ENSAYO
- POBLADOS
- LAGUNA
- RIOS SIMPLES



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

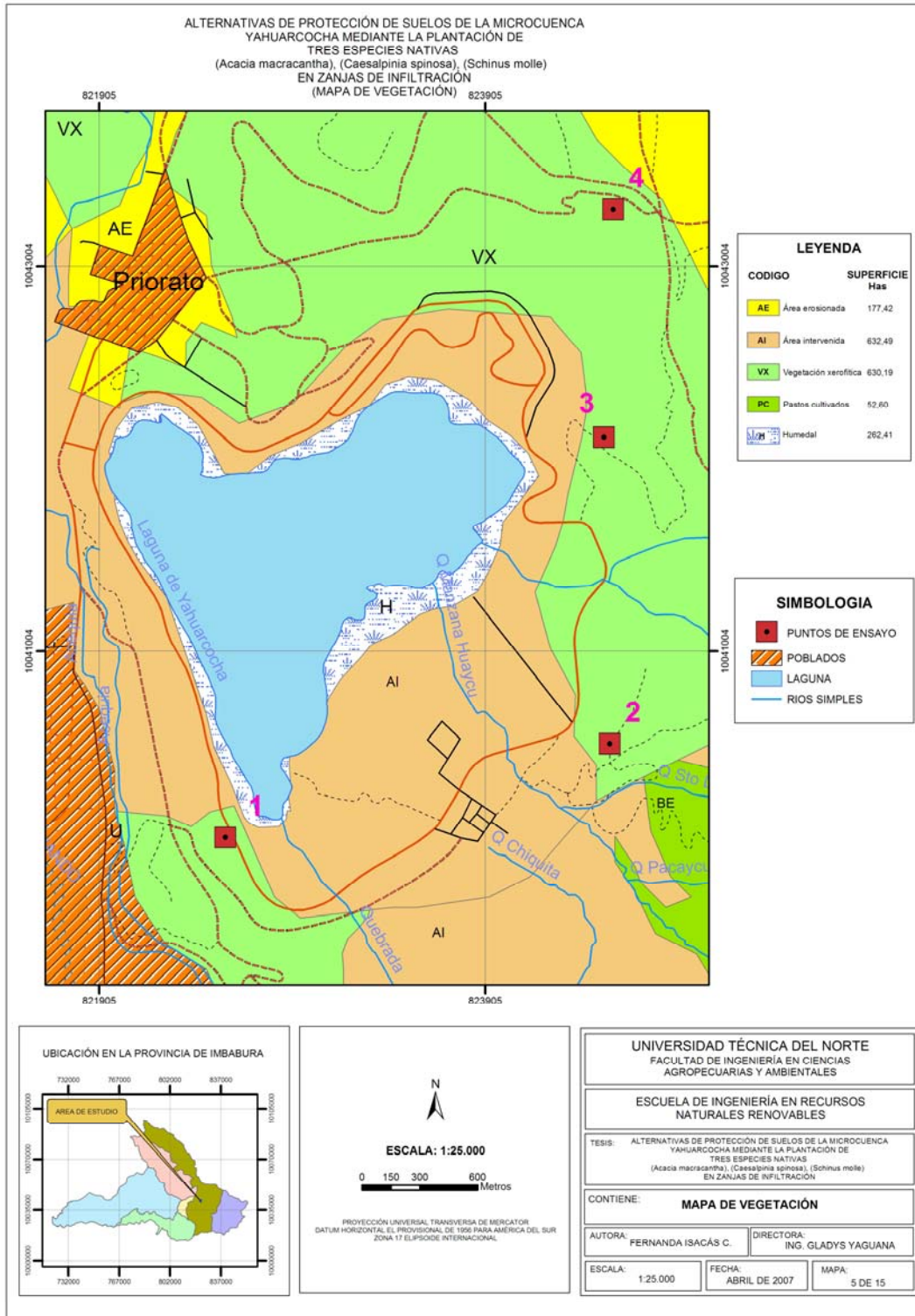
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
(Acacia macracantha), (Caesalpinia spinosa), (Schinus molle)
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN

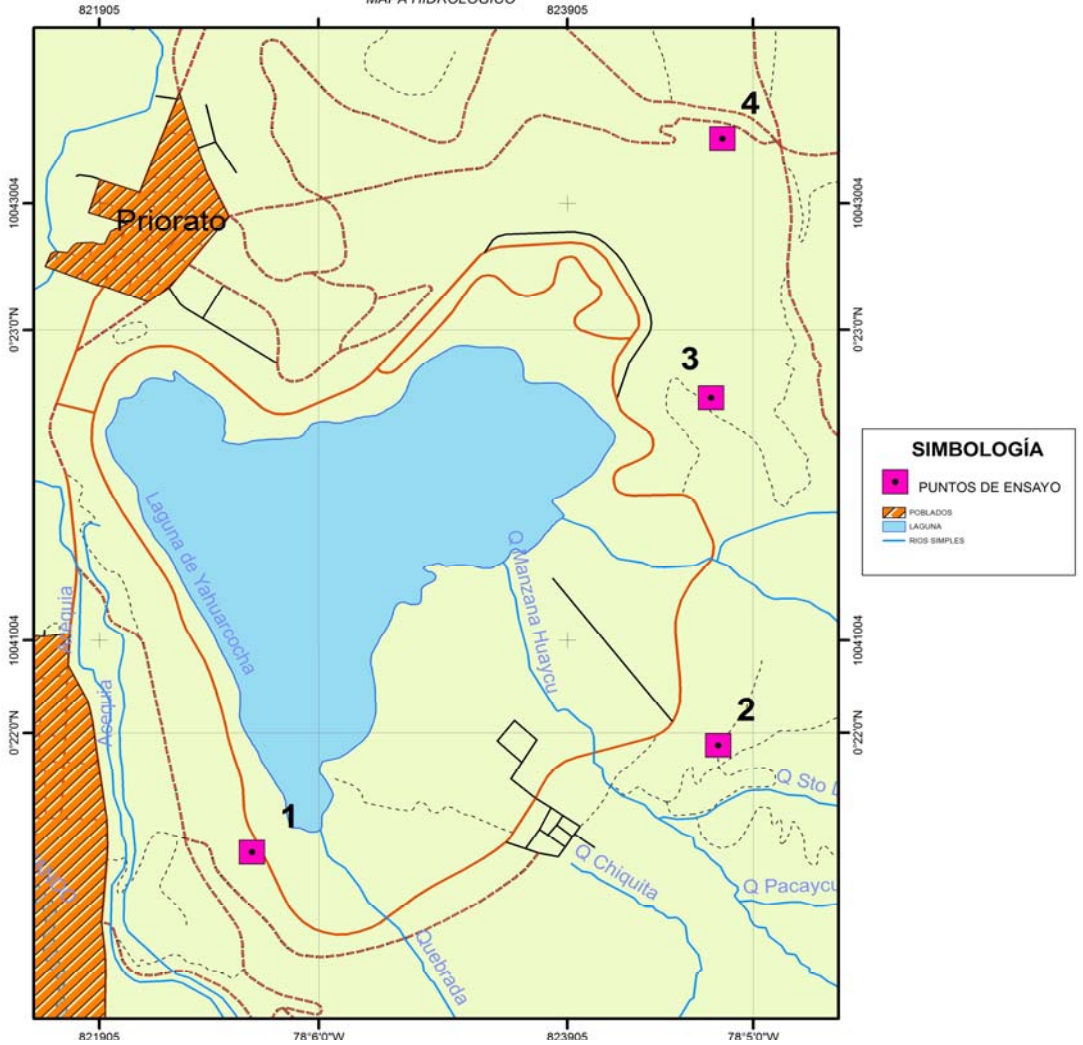
CONTIENE:
MAPA DE USO ACTUAL DEL SUELO

AUTORA: FERNANDA ISACÁS C. DIRECTORA: ING. GLADYS YAGUANA

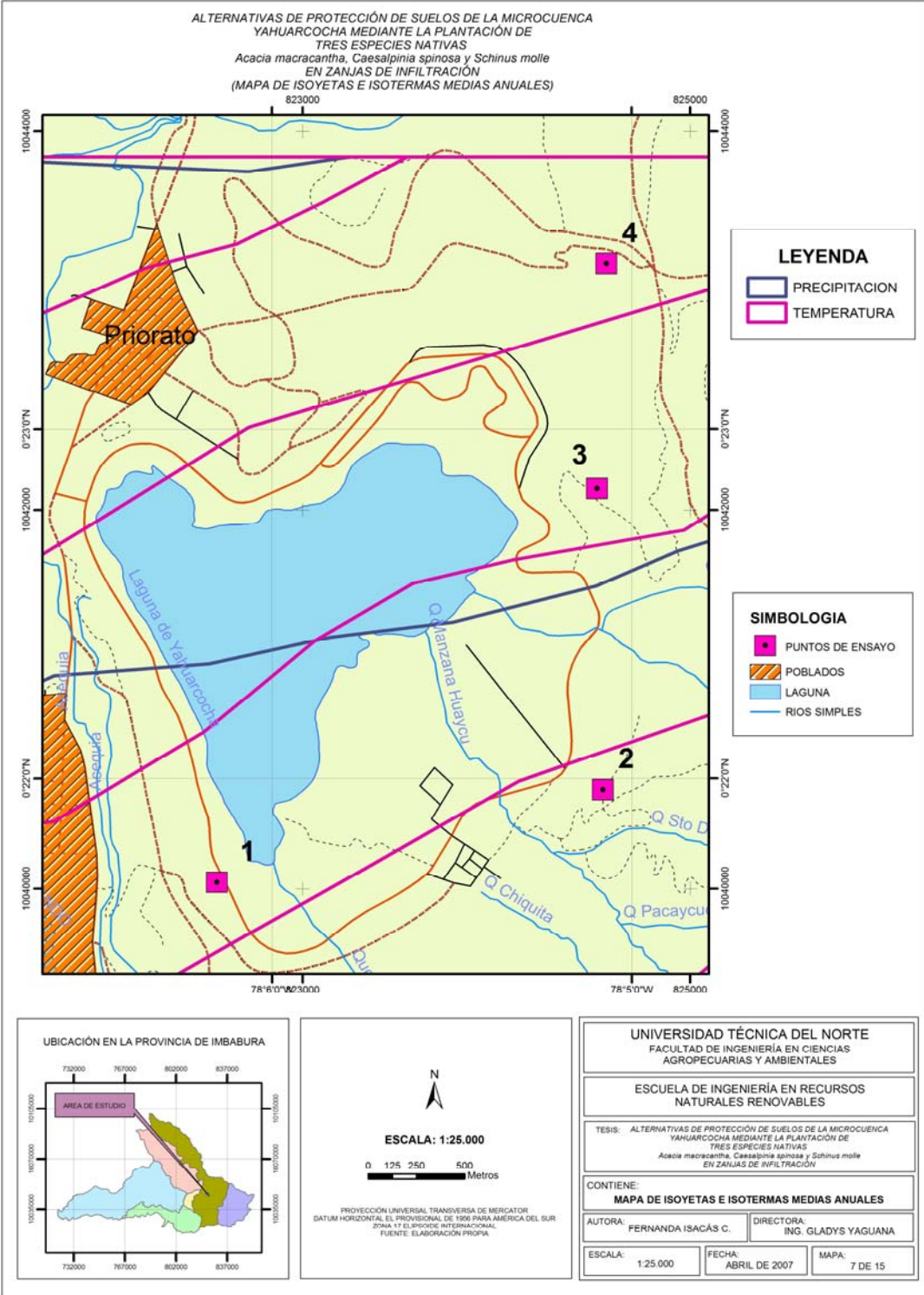
ESCALA: 1:25.000 FECHA: ABRIL DE 2007 MAPA: 4 DE 15



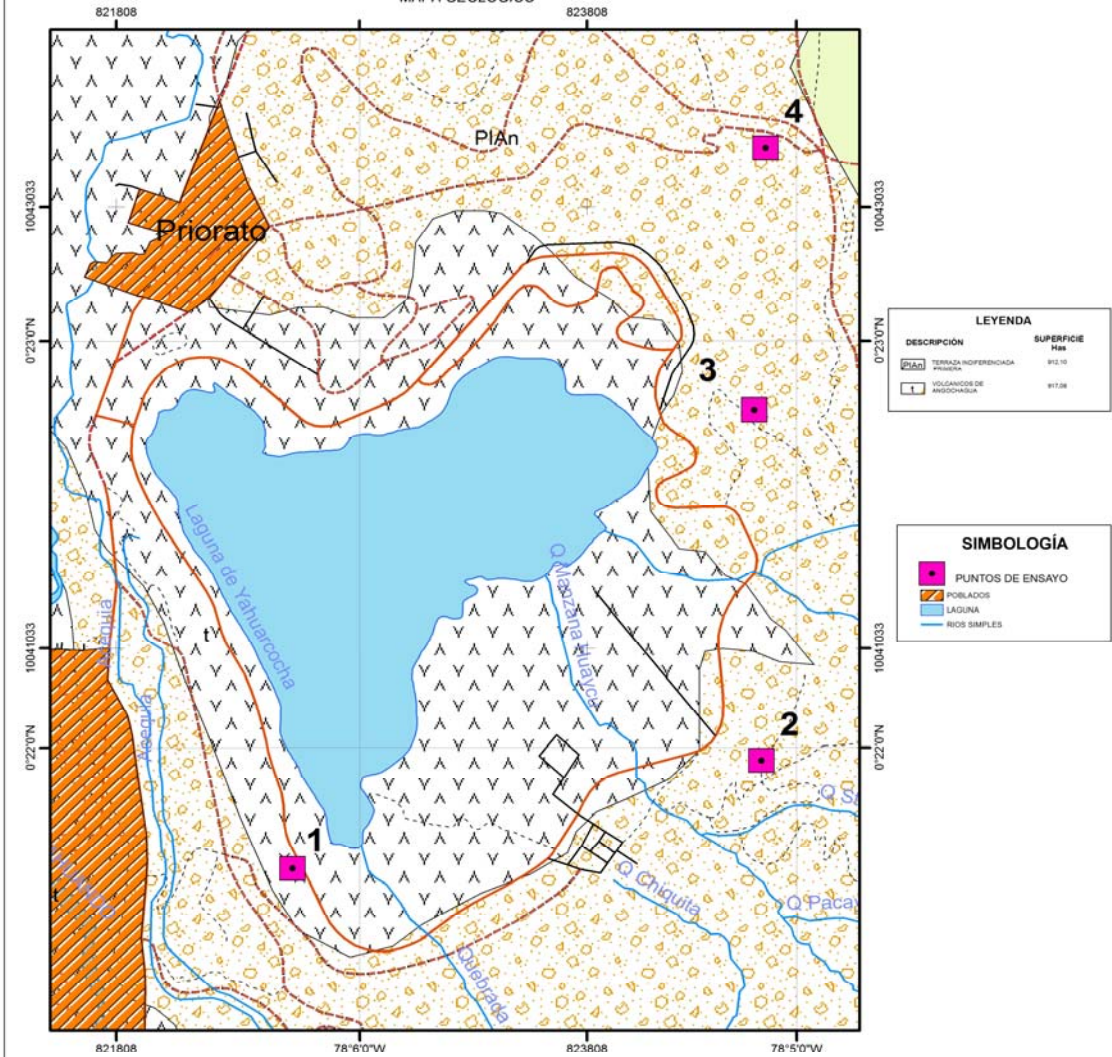
ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
Acacia macracantha, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
MAPA HIDROLÓGICO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES		
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		
TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE TRES ESPECIES NATIVAS <i>Acacia macracantha</i> , <i>Caesalpinia spinosa</i> y <i>Schinus molle</i> EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN		
CONTIENE: MAPA HIDROLÓGICO		
AUTORA: FERNANDA ISACÁS C.	DIRECTORA: ING. GLADYS YAGUANA	
ESCALA: 1:25.000	FECHA: ABRIL DE 2007	MAPA: 6 DE 15



ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
Acacia macracantha, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
MAPA GEOLÓGICO



LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE Ha
PIAN TERRAZA INDIFERENCIADA	912.10
PIAN TERRAZA	917.26
1 VOLCANES DE ANDOCHASUA	

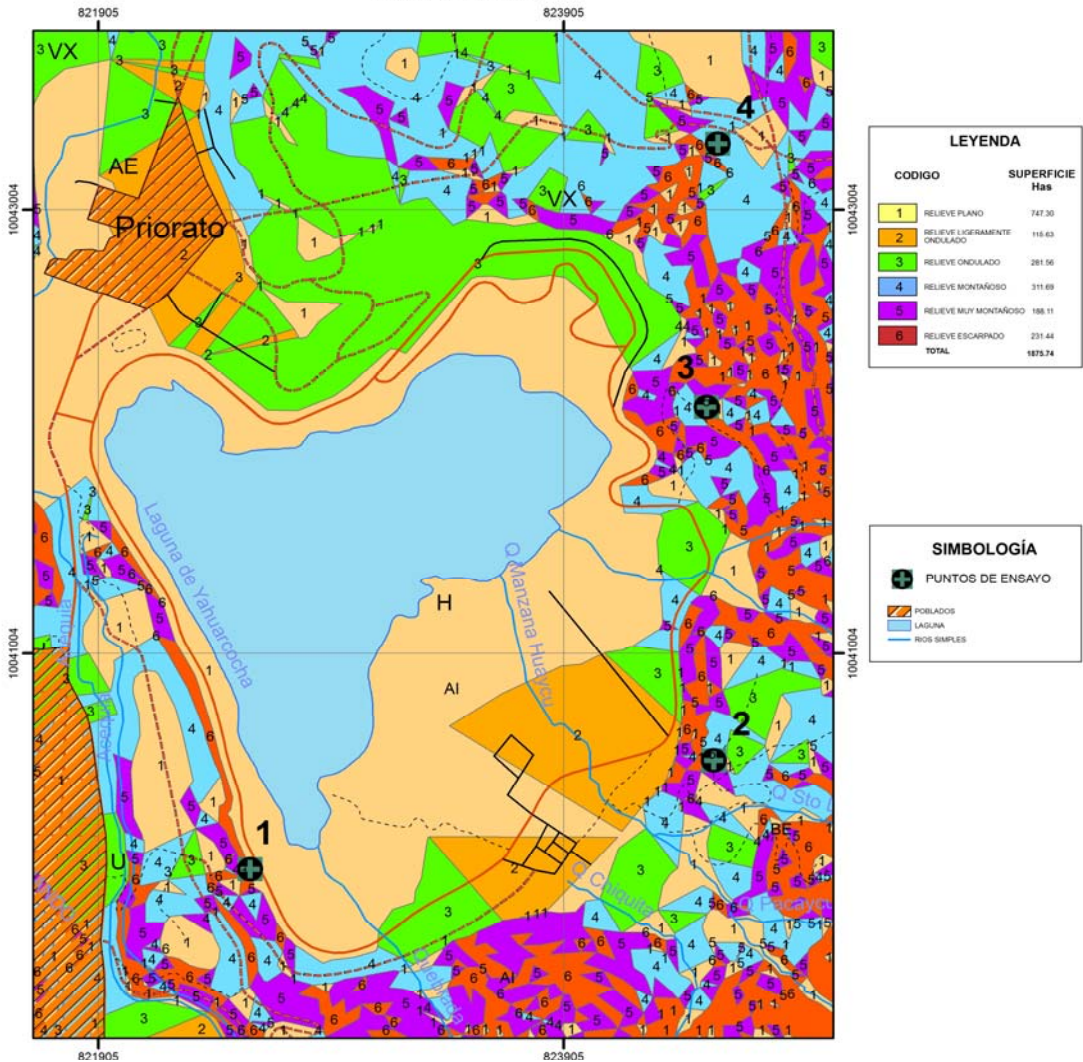
SIMBOLOGÍA

- PUNTOS DE ENSAYO
- POBLADOS
- LAGUNA
- RIOS SIMPLES



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES		
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		
TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICRO CUENCA YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACION DE TRES ESPECIES NATIVAS <i>Acacia macracantha</i> , <i>Caesalpinia spinosa</i> y <i>Schinus molle</i> EN ZANJAS DE INFILTRACION		
CONTIENE:		
MAPA GEOLÓGICO		
AUTORA:	FERNANDA ISACÁS C.	DIRECTORA:
		ING. GLADYS YAGUANA
ESCALA:	1:25.000	FECHA:
		ABRIL DE 2007
		MAPA:
		8 DE 15

ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
Acacia macracantha, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
MAPA DE PENDIENTES



LEYENDA

CODIGO	SUPERFICIE Has
1	RELIEVE PLANO 747.30
2	RELIEVE LIGERAMENTE ONDULADO 116.63
3	RELIEVE ONDULADO 281.56
4	RELIEVE MONTAÑOSO 311.69
5	RELIEVE MUY MONTAÑOSO 188.11
6	RELIEVE ESCARPADO 231.44
	TOTAL 1875.74

SIMBOLOGÍA

	PUNTOS DE ENSAYO
	POBLADOS
	LAGUNA
	ROS SIEMPRE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

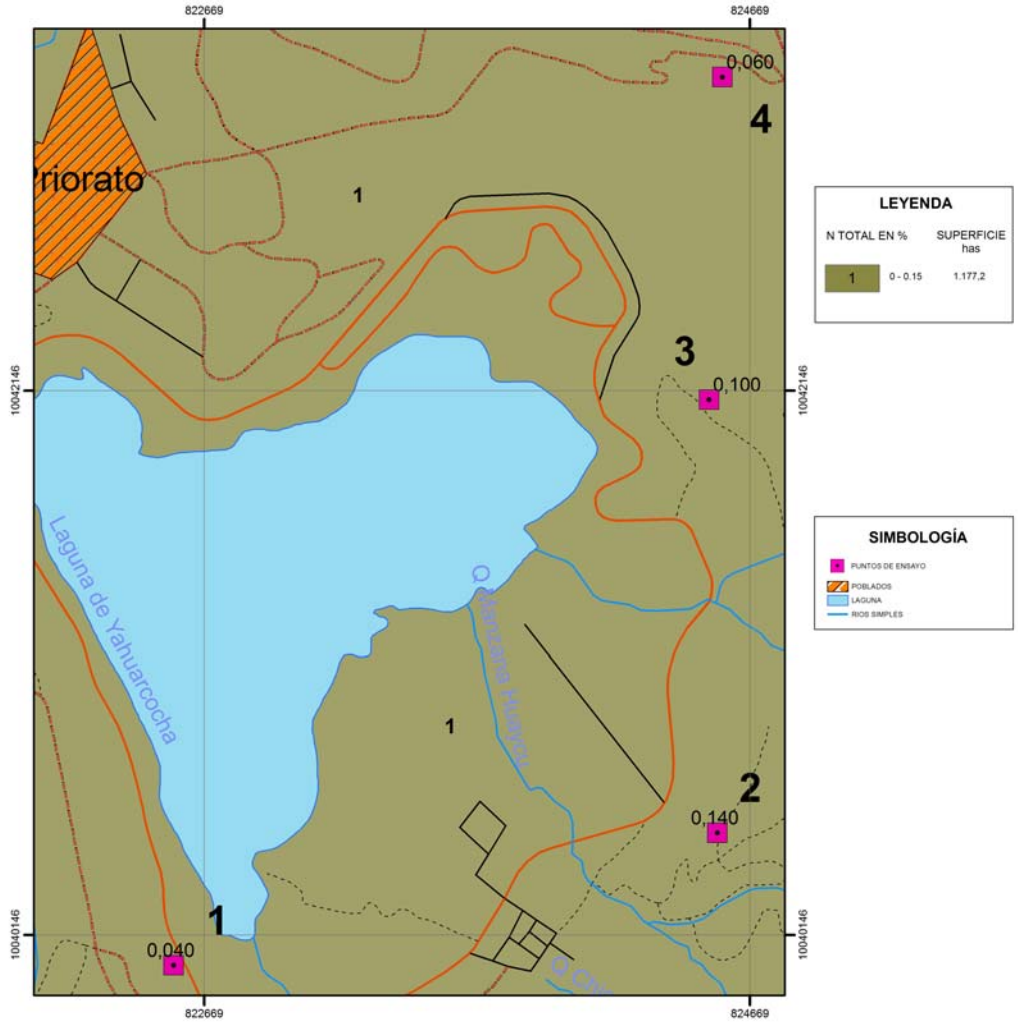
TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
Acacia macracantha, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN

CONTIENE: **MAPA DE PENDIENTES**

AUTORA: FERNANDA ISACÁS C. DIRECTORA: ING. GLADYS YAGUANA

ESCALA: 1:25.000 FECHA: ABRIL DE 2007 MAPA: 9 DE 15

ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
Acacia macracantha, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
MAPA DE CONTENIDO DE NITRÓGENO



LEYENDA

N TOTAL EN %	SUPERFICIE has
1	0 - 0.15 1,177.2

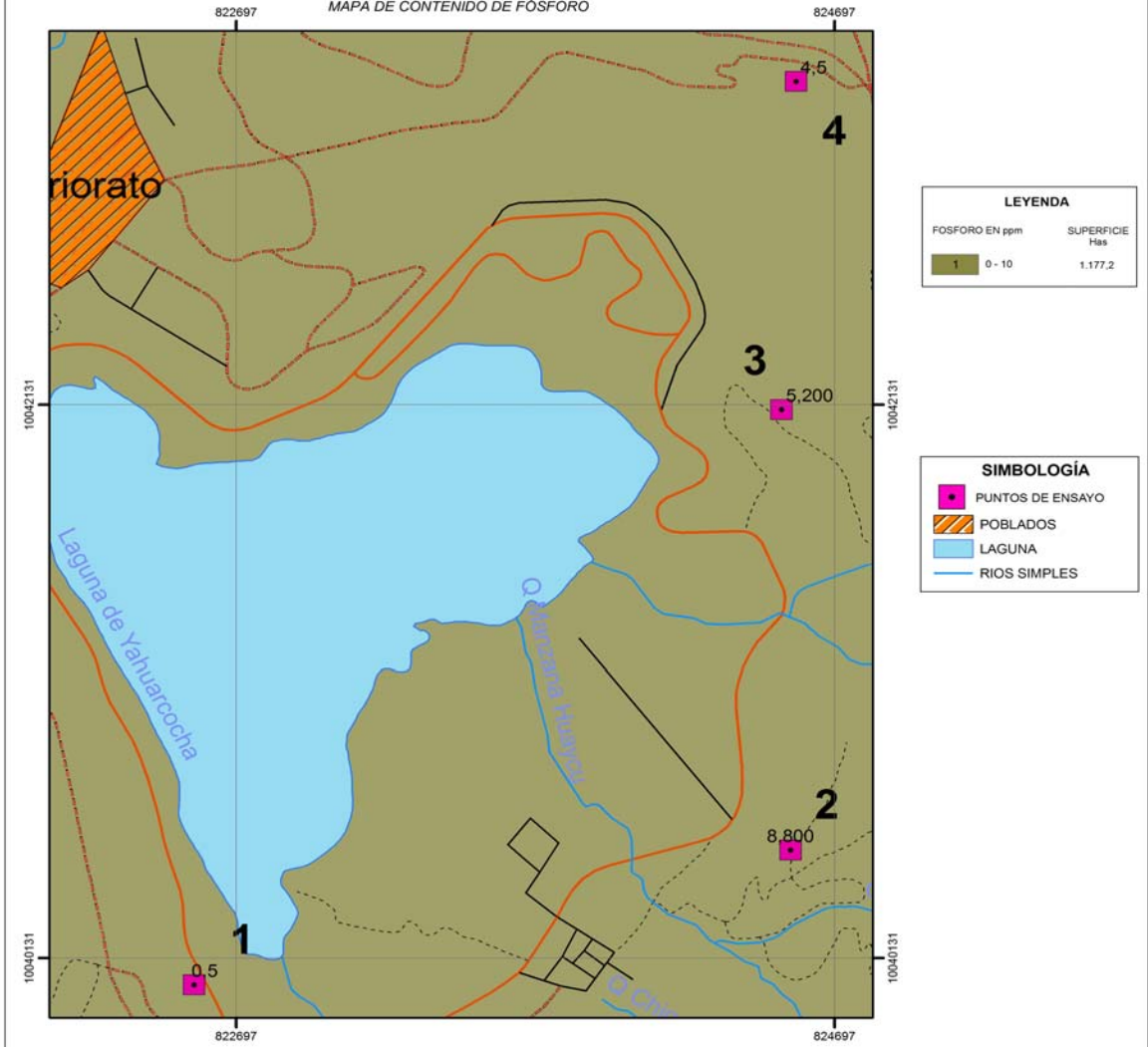
SIMBOLOGÍA

- PUNTOS DE ENSAYO
- POBLADOS
- LAGUNA
- RIOS SIMPLES



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES		
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		
TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE TRES ESPECIES NATIVAS <i>Acacia macracantha</i> , <i>Caesalpinia spinosa</i> y <i>Schinus molle</i> EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN		
CONTIENE: MAPA DE CONTENIDO DE NITRÓGENO		
AUTORA:	DIRECTORA:	
FERNANDA ISACÁS C.	ING. GLADYS YAGUANA	
ESCALA:	FECHA:	MAPA:
1:25.000	ABRIL DE 2007	10 DE 15

ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
Acacia macracantha, *Caesalpinia Spinosa* y *Schinus molle*
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
MAPA DE CONTENIDO DE FÓSFORO

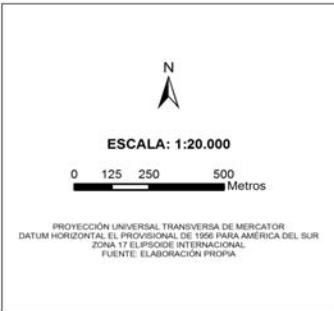


LEYENDA

POBLO EN ppm	SUPERFICIE Has
1	0 - 10
	1.177.2

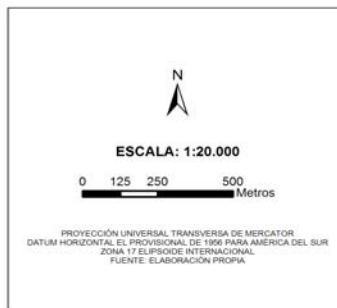
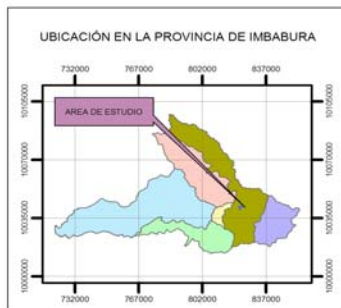
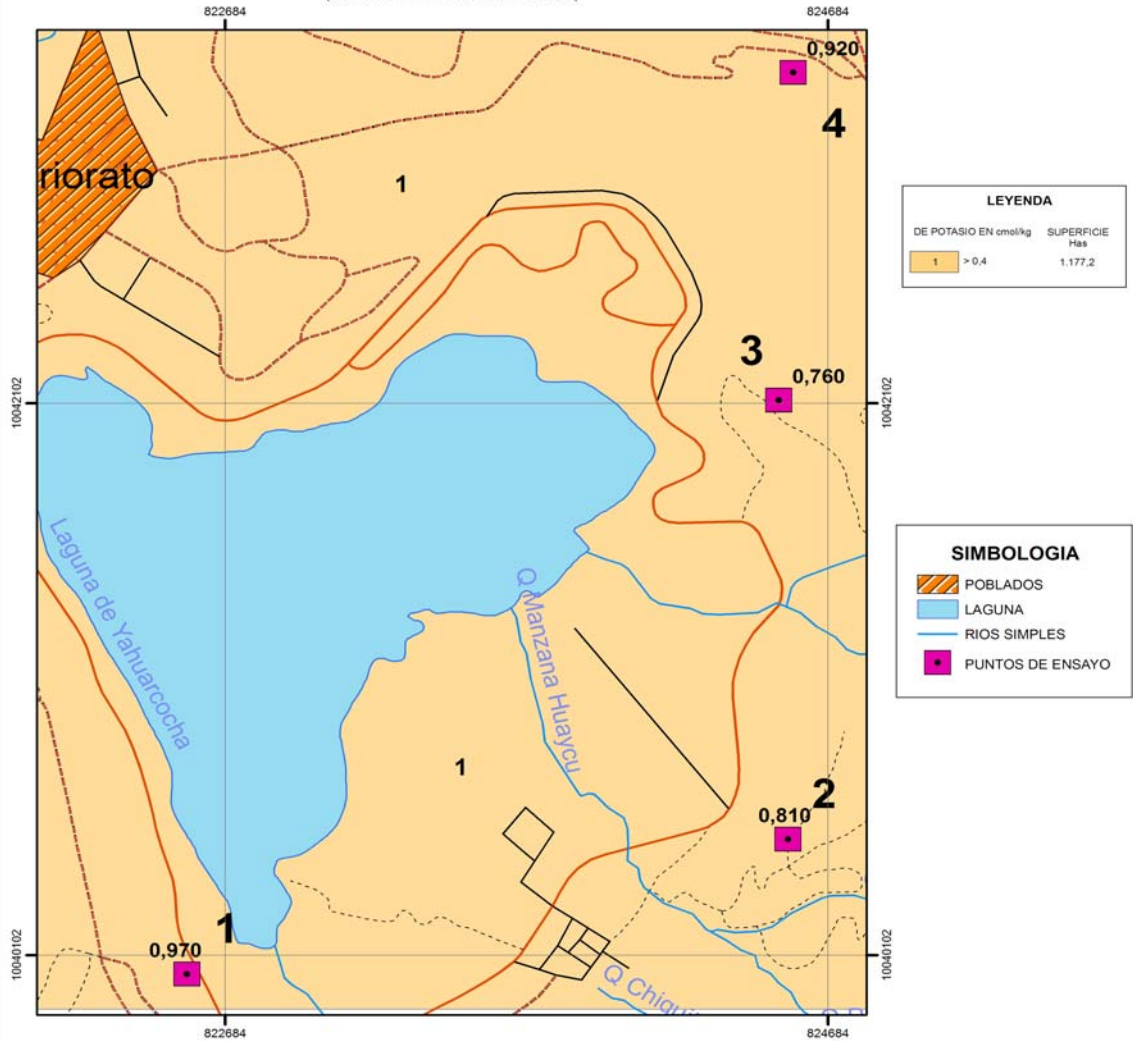
SIMBOLOGÍA

- PUNTOS DE ENSAYO
- POBLADOS
- LAGUNA
- RIOS SIMPLES



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES		
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		
TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE TRES ESPECIES NATIVAS <i>Acacia macracantha</i> , <i>Caesalpinia Spinosa</i> y <i>Schinus molle</i> EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN		
CONTIENE: MAPA DE CONTENIDO DE FÓSFORO		
AUTORA:	FERNANDA ISACÁS C.	DIRECTORA:
		ING. GLADYS YAGUANA
ESCALA:	1:25.000	FECHA:
		ABRIL DE 2007
		MAPA:
		11 DE 15

ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
(Acacia macracantha), (Caesalpinia spinosa), (Schinus molle)
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
(MAPA DE CONTENIDO DE POTASIO)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

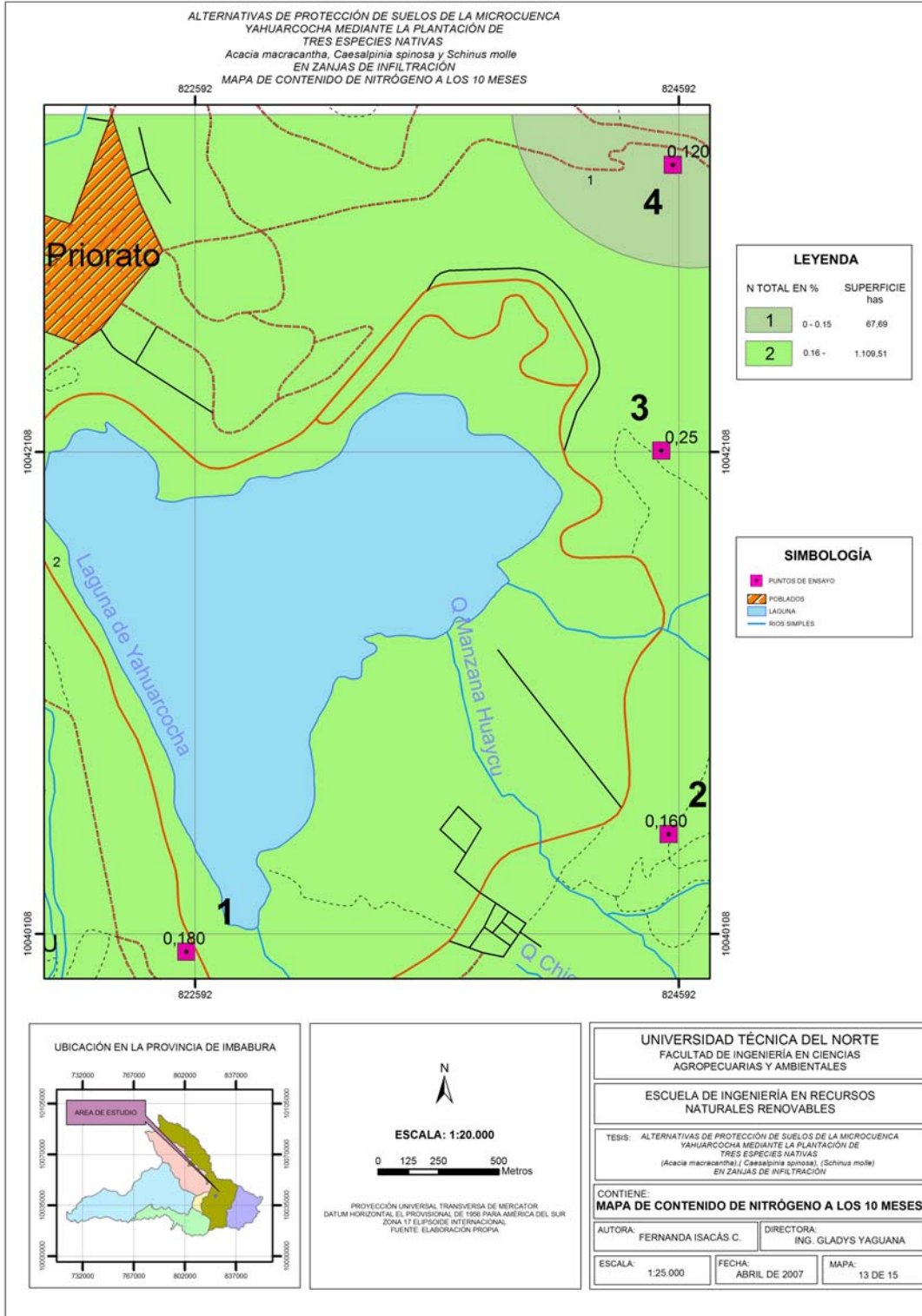
ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
(Acacia macracantha), (Caesalpinia spinosa), (Schinus molle)
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN

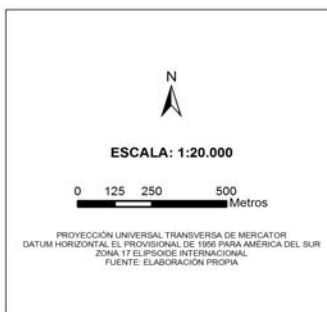
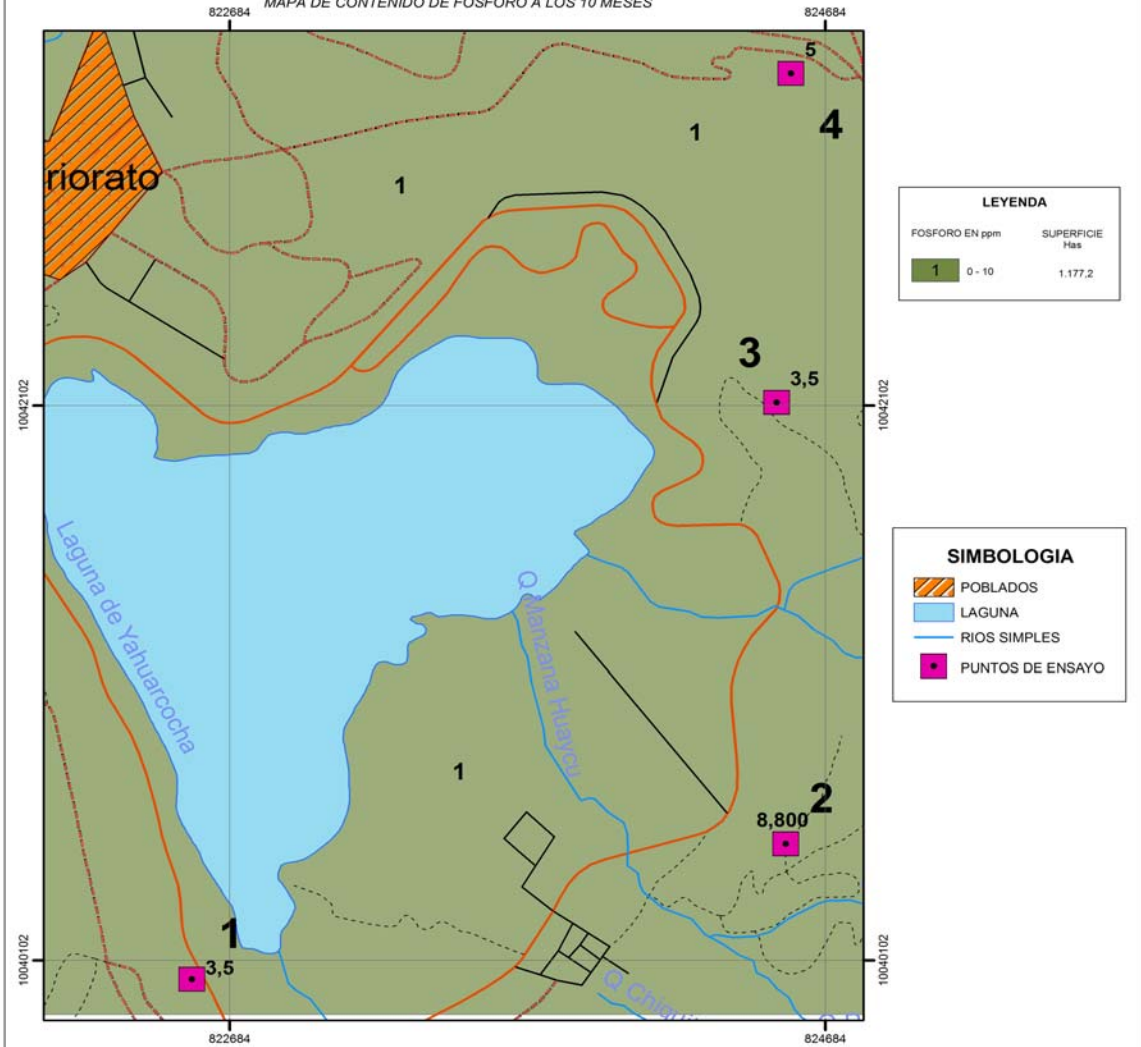
CONTIENE:
MAPA DE CONTENIDO DE POTASIO

AUTORA: FERNANDA ISACÁS C. DIRECTORA: ING. GLADYS YAGUANA

ESCALA: 1:25.000 FECHA: ABRIL DE 2007 MAPA: 12 DE 15



ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
Acacia macracantha, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
MAPA DE CONTENIDO DE FÓSFORO A LOS 10 MESES



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

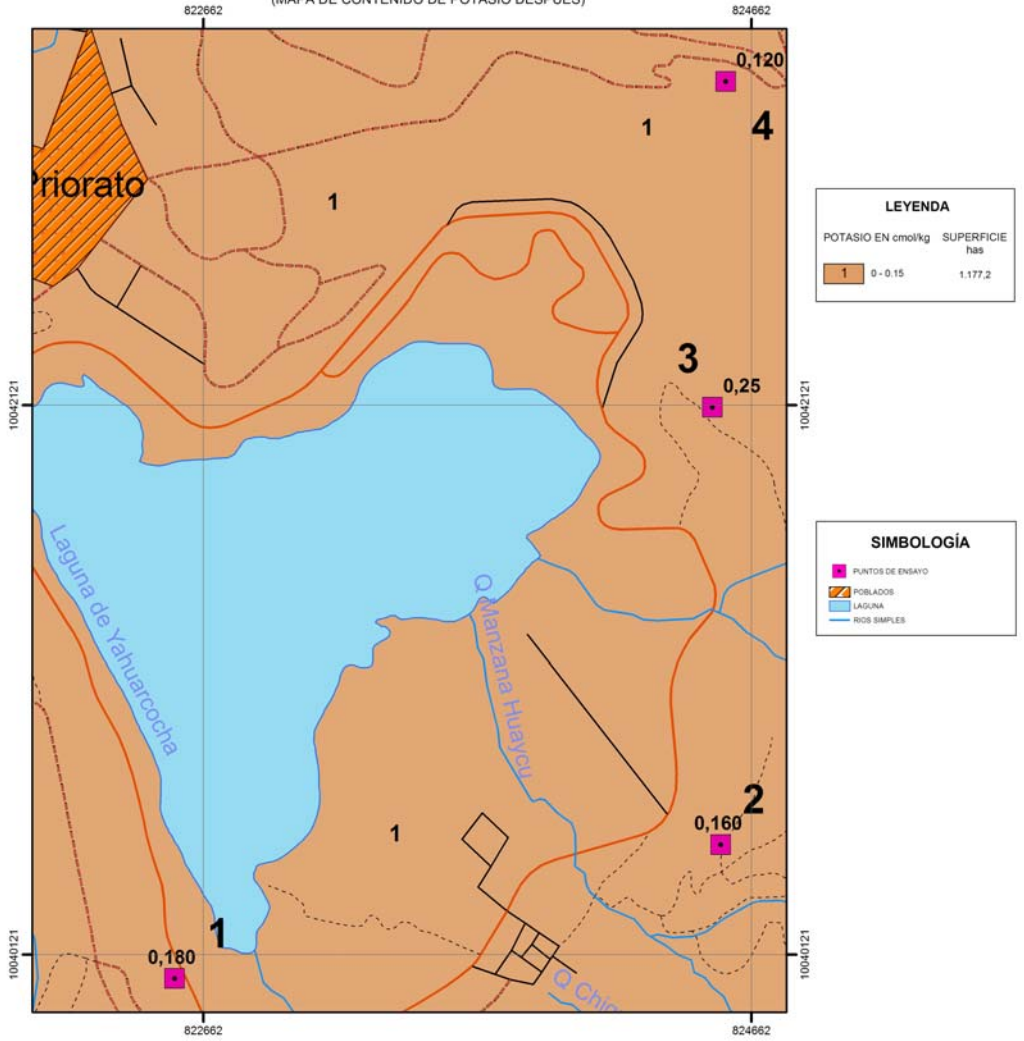
TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
Acacia macracantha, *Caesalpinia spinosa* y *Schinus molle*
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN

CONTIENE:
MAPA DE CONTENIDO DE FÓSFORO A LOS 10 MESES

AUTORA: FERNANDA ISACÁS C. DIRECTORA: ING. GLADYS YAGUANA

ESCALA: 1:25.000 FECHA: ABRIL DE 2007 MAPA: 14 DE 15

ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
(Acacia macracantha), (Caesalpinia spinosa) (Schinus molle)
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN
(MAPA DE CONTENIDO DE POTASIO DESPUÉS)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

TESIS: ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS DE LA MICROCUENCA
YAHUARCOCHA MEDIANTE LA PLANTACIÓN DE
TRES ESPECIES NATIVAS
(Acacia macracantha), (Caesalpinia spinosa) (Schinus molle)
EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN

CONTIENE:
MAPA DE CONTENIDO DE POTASIO DESPUES

AUTORA: FERNANDA ISACÁS C.	DIRECTORA: ING. GLADYS YAGUANA
ESCALA: 1:25.000	FECHA: ABRIL DE 2007
	MAPA: 15 DE 15

Anexos 2

Matriz de similitud utilizando el índice cualitativo de Sorenson

	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,67	0,48	0,29	0,54	0,44	0,4	0,4
2			0,27	0,42	0,46	0,61	0,28	0,41
3				0,32	0,26	0,18	0,12	0,09
4					0,22	0,22	0,2	0,29
5						0,64	0,27	0,3
6							0,34	0,43
7								0,68
8								

Anexo 3

Cuadro 01 Mediciones de Altura en Condiciones de Vivero Molle

Julio		Agosto		Septiembre		Octubre	
14	14	16	23	18	21	19	21
14,5	27	15,6	8	15,6	10	16	13
10	13	14	31	16	23	17	24
16	24	17	16	17	8	18	9
18	17	20	21	20	31	23	33
21	14	24	27	25	19	27	19
19	13	23,5	21	23,5	21	24	21
26	11	28	17	29	27	29	27
10	15	10	28	14	21	14	21
9	19	9	14	9	17	9	17
15	16	15,5	26	15,5	28	15,5	28
23	30	23,5	18	25	14	25	14
15	15	15	15	17	26	17	26
14,5	19	14,6	14	16	21	16	21
13	16	14	13	17	15	17	15
16	15	16	16	18	16	18	16
22	15	24	21	24	13	24	13
21	13	23	17	23	19	23	21
27	30	27,5	32	29	21	29	21
23	27	23,8	16	23,8	17	23,8	17
23	30	23,6	19	25	34	25	34
17,5	17	19	16	19	16	21	16
12	29	15	16	18	19	19	19
12	17	15	15,3	17	18	18	18
17	22	19	14	19	16	21	16
19	13	21	31	21	16	23	16
17	27	18	28	18	14	19	14
36	16	36	31	38	33	39	33
18	14	20	19	23	28	25	28
15	16	15,3	30	15,3	31	17	31
25	13	26	18	26	19	28	19
24	12	24,8	23	24,8	32	26	32
18	21	19	14	19	19	21	19
15	45	18	29	18	23	19	23
23	20	25	17	25	14	27	14
16	7	19	15	19	31	21	31
8	21	10	17	10	19	13	19
19	5	20	13	20	17	24	18
9	29	11	14	11	18	13	18
25	11	23	21	23	15	25	17
18	19	48	10	48	14	49	16

Cuadro 02 Mediciones de Altura en Condiciones de Vivero Faique

Julio			Agosto				Septiembre			Octubre		
13	11	15	18	11	17	18	20	29	25	26	38	24
12	13	10	19	17	12	20	12	22	17	27	24	34
11	13	13	15	11	12	13	19	25	30	22	27	30
12	12	10	15	20	13	10	19	25	34	27	29	31
98	9	13	11	11	15	16	20	20	24	23	25	30
12	11	7	13	10	17	11	14	30	32	21	20	25
10	9	15	13	10	20	13	28	16	19	18	34	35
11	9	10	11	12	19	12	26	25	28	35	36	27
16	10	12	16	10	11	23	27	27	26	28	37	38
11	9	9	24	12	12	21	27	22	29	16	21	30
10	8	13	14	12	12	14	36	23	16	22	19	19
13	10	11	11	20	12	11	26	26	30	25	34	33
11	8	11	12	22	15	20	23	23	25	32	22	23
12	8	9	13	11	16	19	32	25	24	28	27	27
12	9	16	12	12	19	16	24	19	29	31	30	22
12	10	9	16	10	12		29	26	31	38	34	28
9	10	7	16	10	12		23	28	25	34	23	35
10	10	8	9	12	12		25	25	40	21	28	27
9	13	14	19	10	9		24	18	18	26	19	32
13	11	12	12	11	23		32	31	25	38	26	32
8	10	10	11	17	21		30	18	25	22	18	27
12	9	12	14	11	6		25	16	24	31	26	30
10	9	11	19	10	17		31	26	29	34	28	28
11	9	10	18	11	16		26	20	25	25	30	39
13	9	12	13	13	22		24	25	29	32	27	22
10	9	10	11	19	23		21	16	24	26	29	37
13	10	11	19	18	17		27	23	18	29	27	
10	10	10	19	11	23		18	28	23	29	34	
12	15	8	10	10	10		25	28	29	35	25	
10	10	10	18	13	7		35	22	28	19	30	
9	9	11	16	21	10		27	18	30	28	33	
10	8	10	10	13	19		21	27	18	34	23	
13	11	10	13	20	21		25	18	23	36	31	
12	14	1	14	14	18		25	33	32	4	19	
		13	16	12	19		24	15	31	36	30	
								26	21	28	28	
								19	23	28	18	

Cuadro 03 Mediciones de Altura en Condiciones de Vivero Guarango

Julio	Agosto	Septiembre	Octubre		
9	12	15	15	12,5	8,5
7	13	11	14	21,5	19
6	12	15	17,5	11	23,5
8	11	17	13,5	16	19,5
9	11	16	27	9	19
9	9	14	17	14,5	10
9	13	14	14	12	12
6	11	17	17,5	17	13
9	12	16	13	17,5	18,5
8	8	15	18	20	19
7	10	10	11	8	
7	12	15	16	11,5	
6	8	14	15	23	
9	10	16	17,5	17,5	
8	10	14	15	15	
6	11	15	21	9	
8	12	17	11	11	
9	13	13	13,5	13,5	
6	13	13	11	14,5	
8	8	14	14	20	
10	12	16	14	15,5	
7	9	16	12,5	17,5	
6	12	8	18	16	
10	13	13	22	20,5	
9	12	15	16,5	9	
8	12	16	16	19	
9	13	13	17	15	
11	12	14	13,5	19,5	
8	12	14	14	19	
10	11	11	11	15	
8	11	16	16	13	
8	12	14	26	22	
8	11	16	15	16,5	
6	12	14	13,5	12	
8	11	16	16	15	
9	10	16	19	21,5	
10	11	13	23,5	16	
6	11		27	8	
9	12		18,5	12,5	

Cuadro 04 Mediciones de Diámetro en Condiciones de Vivero Molle

Julio	Agosto		Septiembre		Octubre
0,34	0,32	0,26	0,5	0,51	0,66
0,2	0,3	0,5	0,47	0,41	0,55
0,21	0,13	0,14	0,28	0,16	0,72
0,33	0,42	0,26	0,52	0,42	0,47
0,36	0,38	0,47	0,44	0,26	0,64
0,18	0,32	0,24	0,48	0,53	0,37
0,23	0,26	0,1	0,49	0,87	0,72
0,37	0,3	0,46	0,55	0,43	0,47
0,2	0,24	0,33	0,27	0,25	0,62
0,2	0,14	0,17	0,28	0,52	0,36
0,25	0,15	0,31	0,48	0,28	0,44
0,37	0,34	0,13	0,58	0,61	0,43
0,25	0,29	0,35	0,4	0,32	0,39
0,24	0,24	0,42	0,43	0,49	0,48
0,28	0,23	0,17	0,42	0,6	7,32
0,24	0,33	0,36	0,46	0,5	0,41
0,18	0,27	0,27	0,44	0,36	
0,39	0,32	0,32	0,45	0,64	
0,3	0,36	0,14	0,57	0,39	
0,29	0,23	0,16	0,44	0,56	
0,26	0,21	0,22	0,51	0,47	
0,35	0,18	0,28	0,38	0,36	
0,19	0,14	0,39	0,35	0,35	
0,2	0,23	0,35	0,41	0,36	
0,2	0,33	0,34	0,39	0,46	
6,61	0,34	0,36	0,51	0,54	
	0,33	0,36	0,48	0,42	
	0,45	0,39	0,88	0,67	
	0,44	0,32	0,56	0,46	
	0,33	0,25	0,44	0,49	
	0,34	0,44	0,56	0,39	
	0,33	0,34	0,57	0,42	
	0,34	0,1	0,48	0,49	
	0,33	0,2	0,39	0,41	

Cuadro 05 Mediciones de Altura en Condiciones de Vivero Faique

Julio		Agosto		Septiembre	Octubre
0,6	0,22	0,22	0,25	0,22	0,48
0,18	0,24	0,16	0,19	0,25	0,46
0,2	0,22	0,27	0,24	0,3	0,41
0,35	0,2	0,24	0,25	0,23	0,38
0,19	0,21	0,22	0,27	0,3	0,43
0,24	0,29	0,18	0,17	0,3	0,42
0,22	0,29	0,24	0,23	0,26	0,52
0,16	0,25	0,23	0,28	0,16	0,44
0,26	0,17	0,23	0,24	0,21	0,4
0,22	0,22	0,23	0,3	0,16	0,45
0,21	0,22	0,27	0,29	0,12	0,46
0,26	0,3	0,22	0,33	0,21	0,52
0,18	0,16	0,43	0,21	0,25	0,44
0,39	0,19	0,17	0,25	0,14	0,44
0,23	0,23	0,29	0,14	0,17	0,53
0,22	0,27	0,25	0,26	0,26	0,42
0,16	0,2	0,24	0,32	0,22	0,51
0,38	0,19	0,24	0,37	0,14	0,39
0,27	0,27	0,25	0,25	0,15	0,47
0,24	0,26	0,25	0,27	0,17	0,47
0,24	0,18	0,19	0,39	0,22	0,52
0,26	0,22	0,22	0,3	0,18	0,45
0,3	0,34	0,16	0,31	0,28	0,5
0,15	0,39	0,33	0,28	0,18	0,49
0,27	0,19	0,26	0,3	0,25	0,45
0,24	0,22	0,23	0,32	0,3	0,38
0,26	0,18	0,25	0,14	0,15	0,47
0,2	0,23	0,17	0,44	0,18	0,46
0,31	0,19	0,23	0,26	0,29	0,45
0,24	0,22	0,19	0,2	0,17	0,5

Cuadro 06 Mediciones de Altura en Condiciones de Vivero Guarango

Julio	Agosto	Septiembre	Octubre		
0,48	0,2	0,18	0,28	0,4	0,35
0,46	0,2	0,24	0,29	0,38	0,27
0,41	0,21	0,22	0,3	0,36	0,43
0,38	0,19	0,2	0,3	0,39	0,46
0,43	0,3	0,2	0,38	0,46	0,44
0,42	0,3	0,2	0,35	0,35	0,4
0,52	0,31	0,22	0,28	0,35	0,42
0,44	0,3	0,22	0,3	0,34	0,38
0,4	0,29	0,21	0,35	0,35	0,43
0,45	0,24	0,22	0,29	0,43	0,38
0,46	0,3	0,2	0,34	0,32	0,35
0,43	0,35	0,23	0,34	0,41	0,23
0,46	0,3	0,2	0,25	0,31	0,47
0,52	0,3	0,19	0,3	0,38	0,65
0,44	0,3	0,23	0,31	0,38	0,69
0,44	0,3	0,21	0,27	0,37	0,29
0,53	0,21	0,31	0,32	0,33	0,29
0,42	0,31	0,21	0,32	0,33	0,36
0,51	0,32	0,24	0,26	0,37	0,34
0,39	0,3	0,22	0,3	0,44	0,44
0,47	0,31	0,11	0,33	0,44	0,36
0,47	0,32	0,22	0,31	0,36	0,41
0,52	0,3	0,2	0,38	0,26	0,37
0,45	0,28	0,18	0,29	0,25	0,38
0,5	0,28	0,2	0,3	0,35	0,39
0,49	0,3	0,2	0,3	0,41	0,44
0,45	0,25	0,22	0,31	0,38	0,34
0,38	0,2	0,22	0,28	0,4	0,34
0,47	0,25	0,21	0,29	0,33	0,37
0,46	0,2	0,22	0,3	0,36	0,38
0,45	0,25	0,21	0,32	0,37	0,37
0,5	0,25	0,38	0,31	0,32	0,33
0,44	0,16	0,24	0,29	0,36	0,4
0,46	0,21	0,29	0,29	0,34	0,4
0,42	0,22	0,36	0,33	0,35	0,31
0,47	0,21	0,3	0,35	0,35	0,26
0,39	0,22	0,35	0,33	0,35	0,41
16,78	0,3	0,34		0,33	0,46

Anexo 4
Toma de datos en el campo
Medición de Partida 09/11/2006

Cuadro 01. Sitio 1 Diámetro y Altura

	PMCH			PGSH			PMSH			PFSH			PGCH			PFCH		
Altura	10,5	11	12	18,5	18,3	20	10	21	10	28	28,5	22	19	18,5	19	22	22	19,5
Diámetro	0,45	0,36	0,39	0,7	0,85	0,74	0,36	0,55	0,34	0,45	0,49	0,39	0,76	0,56	0,76	0,39	0,49	0,39
Altura	11	11	11	20	20	17,5	10	10	10	28,5	24	21	19,5	20	15,5	17,5	26	20
Diámetro	0,33	0,32	0,29	0,72	0,7	0,7	0,31	0,39	0,38	0,39	0,33	0,38	0,56	0,66	0,39	0,48	0,48	0,4
Altura	16	12	7,5	16	19	16	15,5	10,5	10	25,5	21,5	20	20	19,5	17,5	17,5	24	19
Diámetro	0,36	0,3	0,26	0,61	0,63	0,7	0,39	0,27	0,34	0,41	0,48	0,53	0,7	0,63	0,53	0,42	0,37	0,49
Altura	9	10	14	20	18	16,5	13,5	11	11	23	28	22,5	19	19	17	23,5	19	25,3
Diámetro	0,3	0,39	0,37	0,66	0,75	0,55	0,37	0,4	0,36	0,35	0,44	0,34	0,61	0,64	0,61	0,5	0,44	0,45

Cuadro 02. Sitio 2 Diámetro y Altura

	PMCH				PFCH		PFSH			PGCH			PMSH			PGSH		
Altura	41,5	29,5	32	37	44	37,5	42,5	43,5	38,5	22,5	20,5	23	33,5	31,5	32,5	27	23	22
Diámetro	0,68	0,79	0,71	0,66	0,69	0,74	0,72	0,74	0,62	0,6	0,69	0,75	0,58	0,45	0,61	0,88	0,69	0,59
Altura	41	34,5	31	49	41	38	39	40,5	34	28,5	26,5	19,5	29,5	33,5	32,4	28,5	18	19
Diámetro	0,88	0,95	0,77	0,85	0,75	0,56	0,66	0,51	0,52	0,76	0,7	0,72	0,54	0,66	0,65	0,97	0,68	0,62
Altura	27	32	32,5	40	33,5	35,6	37	38	36	20,5	20,5	23	28,5	39	39,5	20,5	21	22,5
Diámetro	0,74	0,57	0,54	0,57	0,63	0,56	0,64	0,7	0,56	0,63	0,64	0,7	0,48	0,61	0,57	0,6	0,69	0,69
Altura	37,5	34	37,5	39,5	39,5	41,5	33	45	42,5	21	27	21,5	34	32,5	30,5	15,5	23	18,5
Diámetro	0,55	0,54	0,55	0,54	0,44	0,63	0,52	0,57	0,53	0,56	0,68	0,83	0,56	0,7	0,49	0,6	0,72	0,65

Cuadro 03. Sitio 3 Diámetro y Altura

	PFSH			PGSH			PMSH			PGCH			PMSH			PFCH		
Altura	19	26	24	18	21,5	18	11,5	14	13,5	19	16,5	17	10	14,5	15,5	21,5	14	22
Diámetro	0,41	0,44	0,51	0,47	0,46	0,62	0,47	0,43	0,47	0,66	0,58	0,41	0,32	0,44	0,4	0,42	0,28	27
Altura	22	18,5	20	19	18,5	17	17	11	18	13,2	15	19	10	10,5	11	24,5	24	19,5
Diámetro	0,36	0,41	0,41	0,58	0,56	0,66	0,47	0,45	0,44	0,51	0,45	0,57	0,36	0,31	0,36	0,41	0,4	0,43
Altura	18	22,5	17,5	15,3	15,5	13,5	8	10	10	16,5	17	18	15	18	12	21	23	18
Diámetro	0,29	0,31	0,24	0,56	0,56	0,46	0,41	0,29	0,42	0,54	0,6	0,51	0,45	0,41	0,36	0,41	0,4	0,38
Altura	24	26	17,5	20,3	18,1	16	14	17,5	14	14,3	16	13,5	15,5	15,5	15,5	22,5	22,5	22
Diámetro	0,48	0,46	0,38	0,59	0,53	0,6	0,37	0,43	0,34	0,56	0,57	0,58	0,44	0,38	0,47	0,46	0,4	0,31

Cuadro 04. Sitio 4 Diámetro y Altura

	PFCH			PMCH			PGSH			PMSH			PGCH			PFSH		
Altura	25	26,5	27	20,5	19	19,5	13,5	12,5	17	11	17	16,5	15,5	21,5	17,5	22,5	25	20,7
Diametro	0,4	0,39	0,5	0,52	0,66	0,55	0,68	0,49	0,59	0,41	0,47	0,59	0,54	0,71	0,52	0,38	0,45	0,41
Altura	22,5	20,5	24	19	16,5	17,5	16,5	14	15,5	15	19,5	15,5	16	17,5	19,5	24	28	26,5
Diametro	0,47	0,5	0,4	0,47	0,42	0,52	0,61	0,53	0,55	0,5	0,49	0,49	0,56	0,51	0,7	0,4	0,38	0,49
Altura	22,5	31	23	18	18,5	19,5	19,5	18	15,5	17,5	20	19,5	18,5	20	14,5	23,5	27,5	28,5
Diametro	0,47	0,46	0,46	0,55	0,51	0,58	0,59	0,59	0,55	0,62	0,56	0,54	0,59	0,55	0,55	0,41	0,56	0,51
Altura	28	25,5	27	21	22,5	20	17	28,5	20	18	22	21,5	16,5	22	22	22,5	27,5	28,5
Diametro	0,51	0,41	0,49	0,47	0,55	0,56	0,57	0,66	0,6	0,47	0,5	0,44	0,49	0,59	0,71	0,36	0,54	0,42

Segunda medición 09/01/2007

Cuadro 05. Sitio 1 Diámetro y Altura

	PMCH			PGSH			PMSH			PFSH			PGCH			PFCH		
Altura	28,5	24	40	22	21	24,5	22	24	24	30	35,5	23	34,5	26,5	26,5	22	32	22
Diámetro	0,64	0,6	0,61	0,77	0,81	0,8	0,54	0,7	0,5	0,5	0,57	0,4	0,77	0,65	0,71	0,5	0,6	0,4
Altura		26,5	37	24,5	23	29,5	12,5	15,5	16,5	37	33,5	34	36	32	31,5	17	26,5	24
Diámetro		0,86	0,73	0,74	0,8	0,77	0,41	0,46	0,48	0,46	0,43	0,48	0,81	0,71	0,69	0,58	0,63	0,5
Altura	38	34	24,5	27,5	25	24,5	37	22,5	16	33	29,5	27	42,5	35	29	27	25	19
Diámetro	0,88	0,73	0,54	0,7	0,76	0,7	0,8	0,72	0,52	0,5	0,46	0,46	0,84	0,73	0,68	0,47	0,44	0,6
Altura	24,5	34,5	26,5	28	26	20,5	25	15	35	49	41	32,5	38	33	28,5	35,5	32,5	40,5
Diámetro	0,56	0,83	0,74	0,81	0,68	0,57	0,63	0,47	0,62	0,54	0,56	0,42	0,71	0,67	0,64	0,69	0,69	0,56

Cuadro 06. Sitio 2 Diámetro y Altura

	PMCH			PFCH			PFSH			PGCH			PMSH			PGSH		
Altura	49	31	41	45	53,5	36	50,5	51,5	52,5	24,5	26	32,5	37,5	38	39	29	26	24,5
Diámetro	0,97	1,02	1,12	0,7	0,86	0,79	0,9	0,85	0,78	0,8	0,73	0,8	0,79	0,7	0,74	0,96	0,8	0,77
Altura	52	42	39,5	58	55,5	50,5	46,4	50,5	45,5	36,5	32,5	26,5	35	38	32	30	18,5	22
Diámetro	1,28	1,2	1,16	1	0,94	0,82	0,75	0,7	0,78	0,94	0,86	0,88	0,7	0,72	0,77	1,13	0,66	0,65
Altura	33	55,5	32	54,5	47,5	46,5	45	47,5	44,5	31	30	28,5	39,5	47	42,5	21	25,5	26
Diámetro	1	1,01	0,64	0,85	0,71	0,7	0,69	0,92	0,72	0,81	0,77	0,78	0,79	0,84	0,79	0,69	0,83	0,73
Altura	49	48	36	44,5	53	48	38	53,5	52	25,5	35,5	37	55	35	37	16	29	22
Diámetro	0,87	0,93	0,62	0,8	0,63	0,78	0,72	0,7	0,74	0,77	0,83	1,03	0,94	0,8	0,66	0,66	0,88	0,75

Cuadro 07. Sitio 3 Diámetro y Altura

	PFSH			PGSH			PMSH			PGCH			PMSH			PFCH		
Altura	18,5	27,5	26	21,5	39,5	21,5	25	16	36	30	30	21	25,5	20	39	27,5	18,5	15,5
Diámetro	0,38	0,42	0,55	0,6	0,66	0,66	0,57	0,76	0,77	0,72	0,66	0,48	0,6	0,77	0,78	0,52	0,27	0,29
Altura	24,5	14	22	24	25,5	20	27	20,5	40,5	15,5	24	26,5	15,5	32	27	40	38	22,5
Diámetro	0,31	0,29	0,28	0,61	0,61	0,64	0,65	0,78	0,71	0,55	0,63	0,59	0,42	0,6	0,57	0,47	0,38	0,42
Altura	18	19,5	17,5	24	25,5	33	25	37	20,5	20,5	30	33	14,5	26	16,5	36	46	20
Diámetro	0,3	0,33	0,27	0,59	0,67	0,55	0,92	0,78	0,65	0,56	0,64	0,63	0,52	0,67	0,48	0,5	0,5	0,52
Altura	25	26	18	33	28	21	34	34	42	41	37	27,5	30,5	41	19	38	36	38
Diámetro	0,49	0,49	0,4	0,59	0,6	0,65	0,6	0,93	0,99	0,69	0,7	0,66	0,67	0,66	0,57	0,59	0,55	0,39

Cuadro 08. Sitio 4 Diámetro y Altura

	PFCH			PMCH			PGSH			PMSH			PGCH			PFSH		
Altura	27,5	30,5	38	43	33,5	30,5	20	16	19	20	16	19	30	29,3	31	41	38	22
Diámetro	0,5	0,55	0,68	0,85	0,97	0,81	0,85	0,97	0,81	0,79	0,55	0,6	0,67	0,78	0,68	0,59	0,5	0,49
Altura	29	22	32	26	35,5	39,5	26	35,5	39,5	18	18,5	21,5	25,5	31	30,5	27	33,5	38,5
Diámetro	0,63	0,66	0,55	0,59	0,77	0,9	0,59	0,77	0,9	0,69	0,55	0,61	0,62	0,66	0,78	0,44	0,41	0,68
Altura	23	36,5	23,5	34	35	30	34	35	30	20	22	18	24	32,5	28,5	26,5	46	35
Diámetro	0,53	0,64	0,54	0,78	0,91	0,76	0,78	0,91	0,76	0,69	0,66	0,58	0,62	0,72	0,64	0,39	0,58	0,57
Altura	33,5	34	31	39,5	47	56,5	39,5	47	56,5	20	22	25,5	29,5	31,5	28,5	28	24	32
Diámetro	0,69	0,54	0,64	0,9	0,95	1,05	0,9	0,95	1,05	0,69	0,7	0,63	0,6	0,72	0,79	0,46	0,6	0,57

Tercera medición 09/03/2007

Cuadro 09. Sitio 1 Diámetro y Altura

	PMCH			PGSH			PMSH			PFSH			PGCH			PFCH		
Altura	28	22,5	35	21,5	21	34,5	20	20,5	25,5	35,5	45	18	35	26,5	26	19	36	28
Diametro	0,8	0,71	0,65	0,74	0,7	0,74	0,65	0,65	0,7	0,49	0,61	0,44	0,84	0,7	0,81	0,7	0,76	0,55
Altura		25	37	25,5	23,5	31,5	15	17,5	19,5	40	36,5	37	36	34	31,5	17	28	36
Diametro		0,83	1,3	0,76	0,83	0,85	0,54	0,59	0,76	0,42	0,49	0,53	0,76	0,81	0,67	0,72	0,66	0,7
Altura	36	38	25	29,5	27	26	36,5	22	14,5	32	34	29	36	36,5	29	34	33	48
Diametro	0,92	0,83	0,92	0,75	0,77	0,74	1,03	0,71	0,67	0,55	0,58	0,56	0,8	0,76	0,69	0,56	0,47	0,82
Altura	29	36	27	29,5	26	20	29	15	40,5	57	41	43,5	37	32	28,5	31	59	53,5
Diametro	0,79	1,05	0,76	0,77	0,73	0,74	0,79	0,59	0,83	0,65	0,6	0,56	0,77	0,71	0,68	0,88	0,71	0,74

Cuadro 10. Sitio 2 Diámetro y Altura

	PMCH			PFCH			PFSH			PGCH			PMSH			PGSH		
Altura	48	34	42	51	58	37	59	52	64,5	24	27,5	32,5	38	37	41	29	25	23
Diametro	1,09	1,1	1,35	0,85	0,91	0,96	1,09	0,95	0,91	0,79	0,82	0,81	0,79	0,79	0,82	0,92	0,86	0,77
Altura	52	41	45	61,5	58	53,5	53	59	50	36,5	31	26	33	40	34	30	23	21,5
Diametro	1,62	1,33	1,39	1,09	1,1	1,11	0,92	0,8	0,94	0,97	0,9	0,9	0,69	0,89	0,83	1,24	0,73	0,7
Altura	32	54	32	59	62	53,5	50	55	46	31	29,5	28,5	42	48	45	21	28	26,5
Diametro	1,14	1,33	0,66	0,94	0,97	0,89	0,83	1,1	0,87	0,84	0,75	0,8	1,03	0,86	0,85	0,72	0,83	0,83
Altura	49	49	37	47	68	50	45	58	64	26	36	40	54	34	35	16,5	29	23
Diametro	1,14	1,2	0,69	0,84	0,83	0,77	0,83	0,9	0,9	0,75	0,96	1,1	1	1,3	0,81	0,67	0,77	0,75

Cuadro 11. Sitio 3 Diámetro y Altura

	PFSH			PGSH			PMSH			PGCH			PMSH			PFCH		
Altura	16	27	26	20	38	24,5	26	30	50	29,5	30,5	21	29	31	39	20	19	15
Diametro	0,33	0,43	0,52	0,61	0,77	0,64	0,73	1,19	1,24	0,81	0,82	0,52	0,9	0,86	1	0,5	0,39	0,39
Altura	22	12	21	25,5	26	18	35	25	42	13,5	23,5	26,5	18	43	28,5	43,5	41,5	22
Diametro	0,3	0,3	0,3	0,64	0,64	0,65	0,8	0,95	0,94	0,65	0,65	0,6	0,6	0,91	0,73	0,56	0,4	0,44
Altura	20	32	17	24	32	23	29	40	21	21	30	33	16	30	16	39	62	31
Diametro	0,4	0,42	0,34	0,7	0,66	0,64	0,99	0,96	0,75	0,56	0,7	0,66	0,6	0,85	0,58	0,64	0,7	0,66
Altura	24	31	17	32	28	25	45	32	45	47	40	29	35	55,5	19	45	47	55
Diametro	0,49	0,41	0,39	0,73	0,69	0,67	0,86	1,11	1,24	0,83	0,79	0,71	0,89	1,01	0,68	0,76	0,74	0,53

Cuadro 12. Sitio 4 Diámetro y Altura

	PFCH			PMCH			PGSH			PMSH			PGCH			PFSH		
Altura	36	29,5	42	48	36	38	19	17	19	23	28	35	30	34	37	46	38	20
Diametro	0,75	0,7	0,83	1	1,22	1,11	0,77	0,58	0,67	0,72	0,68	1,1	0,73	0,88	0,79	0,68	0,56	0,58
Altura	33	22	40	28	40	39	17	22	21,5	37	37	25	26,5	36,5	39,5	28	32,5	37,5
Diametro	0,86	0,75	0,69	0,69	1,03	1,2	0,72	0,67	0,68	0,96	0,9	0,8	0,69	0,75	0,82	0,44	0,49	0,67
Altura	23	41	26	34	36,5	29	20	22	19	27	34,5	36	22	34	41	29,5	48	38,5
Diametro	0,69	0,9	0,58	0,99	1,27	0,96	0,79	0,79	0,66	1,03	1,05	0,9	0,64	0,7	0,79	0,55	0,68	0,64
Altura	41	35,5	35	40	47	59	19	33	26	34,5	39,5	46	26	34	29	29	25	29,5
Diametro	1,09	0,72	0,9	1,1	1,06	1,41	0,79	0,77	0,64	1	0,94	0,93	0,66	0,82	0,82	0,53	0,73	0,7

Cuarta medición 09/05/2007

Cuadro 13 Sitio 1 Diámetro y Altura

	PMCH			PGSH			PMSH			PFSH			PGCH			PFCH		
Altura	40	53	27	58	51	36	22	22	26	37	27,6	27,5	24	26	32	37	25	49
Diametro	0,52	0,66	0,46	0,42	0,95	0,87	0,83	0,85	0,85	1,0	0,81	0,85	0,7	0,74	0,75	0,9	0,8	0,77
Altura	42	42	41	46	55	50,5	26	25	38,5	37	38	33	17	20,5	21,5	31	40	44
Diametro	0,49	0,56	0,59	0,92	0,9	0,87	0,97	0,96	0,94	0,88	0,83	0,76	0,64	0,69	0,9	0,97	1,23	0,95
Altura	33	38,5	41,5	54	57	80	31,5	27	29,5	46	38	29,5	39	26,5	16,5	38	47	31
Diametro	0,63	0,69	0,66	0,8	0,75	1,15	0,86	0,83	0,78	1	0,9	0,74	1,6	0,75	0,77	0,98	1	1,05
Altura	62	56,5	56	80,5	90	88	31	27,5	22,5	38	35	30,5	34	18,5	42	38	42,5	
Diametro	0,72	0,7	0,64	1,08	1,03	0,96	0,84	0,77	0,64	0,88	0,76	0,75	0,89	0,64	0,97	0,9	1,15	1,01

Cuadro 14 Sitio 2 Diámetro y Altura

	PMCH			PFCH			PFSH			PGCH			PMSH			PGSH		
Altura	72,5	54	75	60	59	57	32	27	27	29	31,5	35	43,5	44	49	52	36	51
Diametro	1,22	1	1,12	1,15	1,02	1,05	1,03	0,92	0,82	0,88	0,89	0,86	0,86	0,9	0,92	1,52	1,15	1,78
Altura	56	59	62	64	60,5	78	38	27	28,5	39,1	38,5	34	40	48	34,5	60	50	58,5
Diametro	1,17	1,02	1,3	1,25	1,3	1,49	1,26	0,72	0,84	1,13	0,96	1,01	1,02	1,1	1,12	2,01	1,64	1,8
Altura	51	65	47	73	82	59	29	40,5	31	32	36	32,5	52,5	49	50	39	61	37
Diametro	1,06	1,16	0,98	1,2	1,23	1,06	0,74	0,9	0,84	0,1	0,83	0,86	1,35	1,18	1,11	1,3	1,62	0,83
Altura	47	65	67	52	74	55	19	30	27	32,5	43,5	48	56	47	39	54	55	44,5
Diametro	0,92	0,98	0,97	0,91	1,08	1,1	0,75	0,86	0,74	0,82	0,99	1,19	1,14	1,3	0,81	1,49	1,41	0,67

Cuadro 15 Sitio 3 Diámetro y Altura

	PFSH			PGSH			PMSH			PGCH			PMSH			PFCH		
Altura	17	23,5	26	21	19	15	22,5	53	28	48	32	24	42,5	52	46	44	53,5	76
Diametro	0,34	0,38	0,5	0,69	0,47	0,31	0,62	0,91	0,71	0,93	0,82	0,58	1,35	1,29	1,41	1,02	1,52	1,95
Altura	23	14	24,5	60	56,5	19	28,5	33,5	23,5	23	35	39	27,5	67	44,5	56	37	60
Diametro	0,31	0,29	0,32	0,7	0,55	0,54	0,69	0,71	0,71	0,73	0,7	0,67	0,86	1,35	1,05	1,29	1,12	1,14
Altura	18	18	17	37	90,5	61	35	41	37	26	42	41	21	39	21	45,5	52	25
Diametro	0,34	0,32	0,3	0,76	1,02	0,86	0,73	0,84	0,74	0,64	0,71	0,85	0,72	1,01	0,7	1,28	1,22	0,92
Altura	25	37	9,5	50	39,5	85	43,5	33,5	37	60	61,5	41	44	65	21	68	43	55
Diametro	0,5	0,47	0,33	0,83	0,96	0,9	0,75	0,7	0,85	1,08	1,02	0,77	1,18	1,28	0,76	1,33	1,36	1,62

Cuadro 16 Sitio 4 Diámetro y Altura

	PFCH			PMCH			PGSH			PMSH			PGCH			PFSH		
Altura	59	46	19	61,5	62	59,5	32	27	27	55	60,5	66	32	38,5	59,5	72	50	52
Diametro	0,9	0,63	0,66	1,05	1,05	0,94	0,85	0,79	0,73	0,92	1,12	1,1	0,7	1,05	1,76	1,4	1,76	1,57
Altura	28	32,5	49	64	35,5	66	19	28,5	27,5	33	62	60	51	44	35	37	58,5	49
Diametro	0,55	0,5	0,74	1,24	0,83	1,06	0,7	0,73	0,78	0,85	1,04	1,03	1,44	1,2	1,19	1	1,44	1,5
Altura	31	54,5	41	39	52	55,5	29	24,5	23,5	29,5	58	52	37	42	61	42,5	45	39
Diametro	0,63	0,69	0,67	1,2	0,88	1,4	0,9	0,81	0,7	0,7	0,99	1,06	1,42	1,33	1,33	1,15	1,66	1,24
Altura	32	26	31	37	55	66	20	26	35	32	54	39	45	57	77	53	58	68
Diametro	0,66	0,68	0,77	1,1	1,22	0,95	0,8	0,85	0,7	0,77	1,07	0,89	1,28	1,37	1,6	1,67	1,49	2,14

Quinta medición 09/07/2007

Cuadro 17 Sitio 1 Diámetro y Altura

	PGSH			PMSH			PFSH			PGCH			PFCH		
Altura	73,5	73	52	23	22	27	38	28	27,5	25	27	34	40	26	52
Diámetro	1,07	1,05	1,06	0,84	0,9	0,88	1,03	0,82	0,85	0,8	0,9	0,76	0,96	0,8	0,82
Altura	59	68	61	27	25	39	37	39	33	18,5	22	40	43	49	44
Diámetro	1,25	1,11	1,12	1,05	1	0,96	0,95	0,87	0,78	0,75	0,7	0,92	1,3	1,4	1,01
Altura	84,5	64	110	35,5	28	32	47	38,5	30	27	29	16,3	56,5	33	36,5
Diámetro	1,07	0,94	1,56	0,97	0,9	0,87	1	0,9	0,77	1,07	0,9	0,78	1,21	1,2	0,9
Altura	122	103	108	32	28	22,5	39	36	34	38	19	42	44,5	46	51,3
Diámetro	1,57	1,52	1,19	0,94	0,9	0,65	0,88	0,77	0,77	.91	0,7	0,98	1,61	1,2	1,25

Cuadro 18 Sitio 2 Diámetro y Altura

	PFCH			PFSH			PGCH			PMSH			PGSH		
Altura	93	65	74	32,5	29	28,5	31	36,7	40	45	48	56	53	36	53
Diámetro	1,5	1,14	1,12	1,06	1	0,82	0,93	0,92	0,92	0,92	0,9	1,19	1,65	1,2	2,2
Altura	71	70	91	38	32	29	37,5	54	34	45,5	53	34,5	60	54	73
Diámetro	1,33	1,34	1,51	1,31	0,3	0,93	1,19	1,1	1,06	1,05	1,1	1,3	2,6	1,9	2,07
Altura	96	94	76,5	39	42	39	35	38	34	55	50	52	39	62	37
Diámetro	1,23	1,32	1,57	1,13	1,1	0,94	0,94	0,94	1,09	1,35	1,3	1,28	1,48	1,9	1
Altura	73	105	71	19	30	28,5	45	44	48	60,5	49	40	54	58	50
Diámetro	1,1	1,36	1,14	0,75	0,9	0,81	0,99	0,99	1,21	1,39	1,5	0,84	1,69	1,7	1,05

Cuadro 19 Sitio 3 Diámetro y Altura

	PGSH			PMSH			PGCH			PMSH			PFCH		
Altura	49	18,5	18	23	53	28	48	32	24	44,5	60	55	52	56	78,5
Diámetro	0,75	0,57	0,32	0,68	1,1	0,76	1,1	0,88	0,64	1,47	1,9	1,67	1,3	2	2
Altura	71	57	19	29	34	23,5	23,5	40	43	28,5	68	48,5	66	54	66,5
Diámetro	0,81	0,72	0,62	0,72	0,8	0,8	0,75	0,84	0,76	0,88	1,7	1,35	2,2	2,1	1,57
Altura	52	113	90	36,3	41	38	36	42	41,5	21,5	39	24	56	59	36
Diámetro	0,8	1,33	1,23	0,79	0,9	0,83	0,7	0,95	0,92	0,78	1,1	0,75	1,53	1,39	1,36
Altura	54	96	115	43,5	37	42	61	61,5	41	45	69	22	80	55	62
Diámetro	1,13	1,16	1,18	0,92	0,8	0,9	1,26	1,19	0,9	1,2	1,5	0,79	1,06	2	1,58

Cuadro 20 Sitio 4 Diámetro y Altura

	PMCH			PGSH			PMSH			PGCH			PFSH		
Altura	64	76	78	32,5	27	27	55	73	66	39,5	41	61	80,5	55	53
Diámetro	1,52	1,13	1,17	0,92	0,8	0,83	1,08	1,46	1,32	1,19	1,3	2,22	1,8	2	1,63
Altura	85	73	79,5	19,5	30	27,5	41	67	64	55	44	38	42	71	55,5
Diámetro	1,75	1,04	1,27	0,7	0,9	0,83	0,95	1,23	1,2	1,5	1,4	1,28	1,09	1,9	1,9
Altura	68	63	32	47	24	23,5	38	78	64,5	37	47	66,5	50,5	64	69
Diámetro	1,3	1,4	1,2	1,03	0,9	0,86	1,74	1,19	1,2	1,44	1,6	1,55	1,36	2	2,2
Altura	73	79	87	20	27	35	32	70	42	48	60	92	72	72	81
Diámetro	1,71	1,46	1,7	0,8	1	0,83	0,91	1,2	1,1	1,36	1,6	2,03	2,06	1,9	2,36

Sexta medición 09/07/2007

Cuadro 21 Sitio 1 Diámetro y Altura

	PMCH			PGSH			PMSH			PFSH			PGCH			PFCH		
Altura	46	59	30	76	85	54	24	22,5	27	39	29	28	25	27	36	59	26	53
Diámetro	0,55	0,78	0,48	1,08	1,16	1,28	0,85	0,88	0,9	1,03	0,86	0,86	0,92	0,89	0,78	1,04	0,84	0,98
Altura	54	49,5	43	61	73	61	27	25	40	37,5	37,5	33,5	19	22	25	46,5	49	44
Diámetro	0,71	0,67	0,7	1,28	1,21	1,18	1,06	0,98	0,98	0,96	0,88	0,79	0,76	0,7	0,94	1,34	1,42	1,21
Altura	42,5	72	62	88,9	54,5	116	35,5	28	32	47	38,5	30	42,5	29	17	57	34	36,5
Diámetro	0,65	0,76	0,77	1,1	0,96	1,65	0,99	0,83	0,89	1	0,99	0,8	1,16	0,98	0,86	1,45	1,19	0,9
Altura	71	92,5	95	118	130,5	111,4	32	29	22,5	40	36,5	34,5	42,3	19	42,7	44,5	35,5	52,8
Diámetro	0,8	0,94	1,08	1,76	1,69	1,2	1	0,97	0,66	0,88	0,77	0,79	0,94	0,83	1	1,64	1,3	1,18

Cuadro 22 Sitio 2 Diámetro y Altura

	PMCH			PFCH			PFSH			PGCH			PMSH			PGSH		
Altura	94	64,5	90,5	94	65,5	93	34	30	29,5	31,5	37	41,5	45,5	48,5	57	53	36	55
Diámetro	1,54	1,11	1,35	1,6	1,23	1,15	34	30	29,5	0,94	1,01	0,97	0,94	1	1,45	2	1,25	2,35
Altura	66,2	61	96,3	74	74,5	94	39	39	39	48	54	34	45	53,5	33	61	34,5	73
Diámetro	1,24	1,2	1,52	1,33	1,34	1,86	1,35	0,89	0,96	1,25	1,18	1,12	1,1	1,14	1,57	2,6	2,65	2,5
Altura	68,5	72	49	103	115	80,5	46,5	44	41	36,5	41,5	36,5	57	52,5	56,3	50	63	38,8
Diámetro	1,21	1,3	1,02	1,36	1,7	1,59	1,16	1,1	1,1	0,98	1	1,14	1,53	1,46	1,46	1,79	2,3	1,15
Altura	72	73	81	78	108,5	75,5	20	30	36	35,5	44,5	49,5	66	52,5	42,5	54	59	51,5
Diámetro	1,26	1,15	1,04	1,15	1,46	1,24	0,75	1,3	0,87	1	1,04	1,26	1,57	1,64	0,91	1,7	1,85	1,3

Cuadro 23 Sitio 3 Diámetro y Altura

	PFSH			PGSH			PMSH			PGCH			PMSH			PFCH		
Altura	22	24	23	39	18	19	23,5	53	28,5	48,7	32,2	33,7	45	63,5	57	56	57	79,5
Diametro	0,43	0,52	0,33	1,04	0,65	0,46	0,7	1,13	0,78	1,11	0,95	0,68	1,7	2	2,25	1,53	1,85	1,87
Altura	14	26	19	71,4	58	19,3	29,5	33,5	23,5	24,5	40	42,3	28,9	68,4	50,2	67	55,4	67,6
Diametro	0,3	0,33	0,36	0,81	0,75	0,66	0,8	0,85	0,84	0,79	0,87	0,8	0,98	1,8	1,38	2,08	2,16	2
Altura	25	16	26	53	119	104,5	37	41,5	39	26,7	42	41,5	21,5	39,8	25,2	62,8	58,8	76,7
Diametro	0,4	0,35	0,55	0,8	1,47	1,44	0,84	1,02	0,87	0,76	0,95	0,97	0,89	1,09	0,81	1,61	1,47	1,13
Altura	38	9	33,28	56	98	122	44	37	46	61	62	43	46	69	23	81	56	65
Diametro	0,5	0,38	0,36	1,29	1,36	1,5	0,97	0,79	0,96	1,28	1,15	0,9	1,24	1,54	0,86	2,2	1,68	1,85

Cuadro 24 Sitio 4 Diámetro y Altura

	PFCH			PMCH			PGSH			PMSH			PGCH			PFSH		
Altura	62,5	53	18,5	77,6	80,5	100	32,5	27,5	27,5	55	74	66,5	46,4	41	61	82	59,7	54
Diametro	0,98	0,7	0,79	1,52	1,13	1,17	0,97	0,79	0,81	1,1	1,48	1,35	1,23	1,28	2,26	1,95	2,11	1,74
Altura	28,5	33,3	56	96,7	81,4	85,8	19,5	29,5	27,5	43,1	67	65	56,3	44,3	39,5	45,5	73	55,6
Diametro	0,57	0,52	1	1,75	1,04	1,27	0,7	0,98	0,91	1,06	1,36	1,25	1,55	1,36	1,32	1,1	2,05	2,05
Altura	32,5	62,5	40	75,5	63,8	62	47,5	23,4	23,5	42,5	78	65	37	46,5	67	53,3	65	65,8
Diametro	0,63	0,78	0,7	1,3	1,4	1,2	1,13	0,9	0,87	0,87	1,32	1,45	1,66	1,65	2,03	1,74	2,5	2,29
Altura	37,5	26	30	87,4	93,5	92,8	20	27,8	35	32	70	42	48	62	92	72	72	81
Diametro	0,82	0,7	1,09	1,71	1,46	1,7	0,86	0,98	0,23	0,93	1,23	1,17	1,44	1,77	2,36	2,47	2,05	2,43

Anexo 5

Crecimiento en diámetro basal y altura en condiciones de campo

Cuadro 1 Tratamientos diámetro sitio 4 prueba de Duncan

Especies/ Abono	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento	
GCH	0.59	A	MCH	0.85	A	MCH	1.09	A	MCH	1.50	A	MCH	1.85	A	MCH	2.04	A
GSH	0.58	A	MSH	0.76	B	MSH	0.93	B	MSH	1.32	B	MSH	1.55	B	MSH	1.66	B
MCH	0.54	AB	GCH	0.69	BC	FCH	0.79	C	FCH	1.09	C	FCH	1.44	B	FCH	1.57	B
MSH	0.51	BC	GSH	0.65	CD	GCH	0.77	C	GCH	0.96	C	GCH	1.13	C	GCH	1.21	C
FSH	0.51	BC	FCH	0.60	DE	GSH	0.71	CD	GSH	0.78	D	GSH	0.86	C	GSH	0.90	C
FCH	0.47	C	FSH	0.57	E	FSH	0.63	D	FSH	0.67	D	FSH	0.73	D	FSH	0.77	D

Cuadro 2 Tratamiento Alturas Sitio 4 prueba de Duncan

Especies/ Abono	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento	
FSH	25.4	A	MCH	37.5	A	MCH	40.3	A	FCH	56.1	A	FCH	73.1	A	FCH	83.1	A
FCH	25.3	A	FSH	32.6	B	FCH	36.1	AB	MCH	52.0	A	MCH	62.9	AB	MCH	64.9	B
MCH	19.3	B	MSH	31.1	B	MSH	33.8	B	GCH	50.0	A	GCH	57.5	BC	GCH	58.3	B
GCH	18.4	B	FCH	30.1	B	FSH	33.5	B	MSH	48.2	A	MSH	48.2	CD	MSH	53.4	B
MSH	17.8	B	GCH	29.3	B	GCH	33.2	B	FSH	37.1	B	FSH	39.9	D	FSH	40.2	C
GSH	17.3	B	GSH	20.5	C	GSH	21.4	C	GSH	26.6	C	GSH	28.3	E	GSH	28.4	D

Cuadro 3 Tratamientos altura sitio 3 prueba de Duncan

Especies/ Abono	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento	
FSH	21.3	A	FCH	31.3	A	FCH	37.3	A	MCH	51.3	A	FCH	62.7	A	FCH	66.4	A
FCH	21.2	A	MCH	29.8	A	MCH	35.3	AB	FCH	46.1	AB	MCH	59.2	A	MCH	61.1	A
GCH	17.6	B	GCH	28.0	A	MSH	30.1	AB	MSH	40.9	AB	MSH	43.7	B	MSH	44.8	B
GCH	16.3	B	GSH	27.1	AB	GCH	29.1	B	GCH	39.4	AB	GCH	40.2	B	GCH	41.5	B
MSH	13.6	C	MSH	25.6	AB	GSH	28.3	BC	GSH	34.7	B	GSH	35.7	BC	GSH	36.3	BC
MCH	13.2	C	FSH	21.4	B	FSH	21.1	C	FSH	21.0	C	FSH	22.1	C	FSH	22.9	C

Cuadro 4 Tratamiento diámetro Sitio 3 prueba de Duncan

Especies/ Abono	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento	
GSH	0.55	A	MCH	0.76	A	MCH	0.98	A	MCH	1.34	A	MCH	1.65	A	MCH	1.87	A
GCH	0.53	A	GCH	0.63	B	MSH	0.80	B	MSH	1.08	B	MSH	1.25	B	MSH	1.38	B
MCH	0.42	B	MSH	0.62	B	GCH	0.68	C	GCH	0.79	C	GCH	0.91	C	FCH	1.01	C
MSH	0.39	B	GSH	0.62	B	GSH	0.67	C	GSH	0.75	C	FCH	0.89	C	GCH	0.93	C
FSH	0.39	B	FCH	0.45	C	FCH	0.56	D	FCH	0.72	C	GSH	0.83	C	GSH	0.87	C
FCH	0.38	B	FSH	0.38	C	FSH	0.38	E	FSH	0.38	D	FSH	0.39	D	FSH	0.42	D

Cuadro 5 Tratamientos diámetro sitio 2 PRUEBA DE DUNCAN

Especies/ Abono	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento	
GSH	0.7	A	MCH	0.99	A	MCH	1.17	A	MCH	1.44	A	MCH	1.70	A	MCH	1.91	A
GCH	0.69	AB	GCH	0.83	B	FCH	1.03	AB	FCH	1.15	B	FCH	1.31	B	FCH	1.42	B
MCH	0.69	AB	FCH	0.80	B	FSH	0.92	BC	FSH	1.08	BC	MSH	1.18	BC	MSH	1.31	B
FCH	0.64	ABC	GSH	0.79	B	MSH	0.91	BC	MSH	1.07	BC	FSH	1.16	BC	FSH	1.25	BC
FSH	0.61	BC	MSH	0.78	B	GCH	0.87	BC	GCH	0.94	CD	GCH	1.02	C	GCH	1.07	C
MSH	0.58	C	FSH	0.77	B	GSH	0.83	C	GSH	0.87	D	GSH	1.01	C	GSH	1.04	C

Cuadro 6 Tratamiento Alturas Sitio 2 PRUEBA DE DUNCAN

Especies/ Abono	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento	
FCH	39.7	A	FCH	49.7	A	FCH	56.2	A	FCH	64.4	A	FCH	77.5	A	FCH	88.0	A
FSH	39.1	A	FSH	48.1	A	FSH	54.6	A	FSH	60.0	A	FSH	70.1	A	FSH	72.8	B
MCH	34.2	B	MCH	42.7	B	MCH	44.1	B	MCH	49.5	B	MCH	52.4	B	MCH	54.1	C
MSH	33.1	B	MSH	39.4	B	MSH	41.0	B	MSH	46.1	B	MSH	46.4	BC	MSH	50.8	C
GCH	22.8	C	GCH	30.5	C	GCH	32.5	C	GCH	36.0	C	GCH	39.8	CD	GCH	40.8	D
GSH	21.5	C	GSH	24.1	D	GSH	25.3	D	GSH	29.7	D	GSH	32.2	D	GSH	34.8	D

Cuadro 7 Tratamientos diámetro sitio 1 PRUEBA DE DUNCAN

Especies/ Abono	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento	
GSH	0.66	A	GSH	0.74	A	MCH	0.85	A	MCH	0.99	A	FCH	1.21	A	FCH	1.30	A
GCH	0.62	A	GCH	0.71	A	GSH	0.77	AB	FCH	0.93	AB	MCH	1.14	A	MCH	1.21	A
FCH	0.45	B	MCH	0.69	A	GCH	0.77	AB	GCH	0.87	BC	GSH	0.89	B	GSH	0.92	B
FSH	0.41	BC	MSH	0.57	B	MSH	0.71	B	MSH	0.81	C	GCH	0.87	B	GCH	0.89	B
MSH	0.37	CD	FCH	0.55	BC	FCH	0.69	B	FSH	0.61	D	MSH	0.84	B	MSH	0.88	B
MCH	0.34	D	FSH	0.48	C	FSH	0.55	C	GSH	0.58	D	FSH	0.68	C	FSH	0.74	C

Cuadro 8 Tratamiento Alturas Sitio 1PRUEBA DE DUNCAN

Especies/ Abono	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento		Especies	Tratamiento	
FSH	24.4	A	FSH	33.6	A	FSH	38.6	A	FCH	62.2	A	FCH	81.5	A	FCH	86.5	A
FCH	21.3	B	GCH	32.8	A	FCH	36.5	A	FSH	44.4	B	FSH	55.7	B	FSH	60.3	B
GCH	18.6	C	MCH	30.1	A B	GCH	33.5	A	MCH	39.3	BC	MCH	43.4	C	MCH	46.5	C
GSH	18.3	C	FCH	27	BC	MCH	32.7	AB	GCH	34.8	CD	GCH	35.5	CD	MSH	36.1	CD
MSH	11.9	D	GSH	24.7	CD	GSH	26.6	BC	GSH	27.3	DE	GSH	28.4	D	GCH	29	D
MCH	11.3	D	MSH	22.1	D	MSH	24	C	MSH	26.5	E	MSH	28.2	D	GSH	29	D

Cuadro 9 Prueba de Tukey (*) para determinar las diferencias de diámetro basal de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en Yahuarcocha Sitio 4

Especies	Diámetro basal cm MP		Especies	Diámetro basal cm 60 días		Especies	Diámetro basal cm 120 días		Especies	Diámetro basal cm 180 días		Especies	Diámetro basal cm 240 días		Especies	Diámetro basal cm 300 días	
Guarango	0.59	A	Molle	0.81	A	Molle	1.01	A	Molle	1.41	A	Molle	1.70	A	Molle	1.85	A
Molle	0.52	B	Guarango	0.67	B	Guarango	0.74	B	Faique	0.88	B	Faique	1.09	B	Faique	1.17	B
Faique	0.49	B	Faique	0.58	C	Faique	0.70	B	Guarango	0.87	B	Guarango	1.0	B	Guarango	1.06	B

Cuadro 10 Prueba de Tukey (*) para determinar las diferencias de crecimiento en altura de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en Yahuarcocha Sitio 4

Especies	Altura cm MP		Especies	Altura cm 60 días		Especies	Altura cm 120 días		Especies	Altura cm 180 días		Especies	Altura cm 240 días		Especies	Altura cm 300 días	
Faique	25.3	A	Molle	34.3	A	Molle	37.1	A	Molle	50.1	A	Faique	56.5	A	Faique	61.6	A
Molle	18.5	B	Faique	31.35	B	Faique	34.9	B	Faique	46.8	A	Molle	55.5	A	Molle	59.2	A
Guarango	17.8	B	Guarango	24.93	B	Guarango	27.3	B	Guarango	38.3	B	Guarango	42.9	B	Guarango	43.4	B

Cuadro 11 Prueba de Tukey (*) para determinar las diferencias de crecimiento en altura de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en Yahuarcocha Sitio 3

Especies	Altura cm MP		Especies	Altura cm 60 días		Especies	Altura cm 120 días		Especies	Altura cm 180 días		Especies	Altura cm 240 días		Especies	Altura cm 300 días	
Faique	21.2	A	Molle	27.7	A	Molle	32.8	A	Molle	46.1	A	Molle	51.4	A	Molle	52.9	A
Guarango	16.9	B	Guarango	27.3	A	Faique	29.3	A	Guarango	37.2	A B	Faique	42.4	A B	Faique	44.7	A B
Molle	13.4	C	Faique	26.4	A	Guarango	28.7	A	Faique	33.6	B	Guarango	37.9	B	Guarango	38.9	B

Cuadro 12 Prueba de Tukey (*) para determinar las diferencias de diámetro basal de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en Yahuarcocha Sitio 3

Especies	Diámetro basal cm MP		Especies	Diámetro basal cm 60 días		Especies	Diámetro basal cm 120 días		Especies	Diámetro basal cm 180 días		Especies	Diámetro basal cm 240 días		Especies	Diámetro basal cm 300 días	
Guarango	0.54	A	Molle	0.69	A	Molle	0.89	A	Molle	1.21	A	Molle	1.45	A	Molle	1.62	A
Molle	0.40	B	Guarango	0.62	B	Guarango	0.68	B	Guarango	0.77	B	Guarango	0.87	B	Guarango	0.90	B
Faique	0.39	B	Faique	0.41	C	Faique	0.47	C	Faique	0.54	C	Faique	0.64	C	Faique	0.72	C

Cuadro 13 Prueba de Tukey (*) para determinar las diferencias de diámetro basal de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en Yahuarcocha Sitio 2

Especies	Diámetro basal cm MP		Especies	Diámetro basal cm 60 días		Especies	Diámetro basal cm 120 días		Especies	Diámetro basal cm 180 días		Especies	Diámetro basal cm 240 días		Especies	Diámetro basal cm 300 días	
Guarango	0.69	A	Molle	0.88	A	Molle	1.04	A	Molle	1.25	A	Molle	1.44	A	Molle	1.61	A
Molle	0.63	A B	Guarango	0.81	A B	Faique	0.97	A B	Faique	1.11	B	Faique	1.23	B	Faique	1.33	B
Faique	0.62	B	Faique	0.79	B	Guarango	0.85	B	Guarango	0.91	C	Guarango	1.01	C	Guarango	1.06	C

Cuadro 14 Prueba de Tukey (*) para determinar las diferencias de crecimiento en altura de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en Yahuarcocha Sitio 2

Especies	Altura cm MP		Especies	Altura cm 60 días		Especies	Altura cm 120 días		Especies	Altura cm 180 días		Especies	Altura cm 240 días		Especies	Altura cm 300 días	
Faique	39.4	A	Faique	48.9	A	Faique	55.4	A	Faique	62.2	A	Faique	73.9	A	Faique	80.4	A
Molle	33.6	B	Molle	41.3	B	Molle	42.6	B	Molle	47.8	B	Molle	49.4	B	Molle	52.4	B
Guarango	22.2	C	Guarango	27.3	C	Guarango	28.8	C	Guarango	32.8	C	Guarango	36	C	Guarango	37.8	C

Cuadro 15 Prueba de Tukey (*) para determinar las diferencias de diámetro basal de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en Yahuarcocha Sitio 1

Especies	Diámetro basal cm MP		Especies	Diámetro basal cm 60 días		Especies	Diámetro basal cm 120 días		Especies	Diámetro basal cm 180 días		Especies	Diámetro basal cm 240 días		Especies	Diámetro basal cm 300 días	
Guarango	0.64	A	Guarango	0.73	A	Molle	0.78	A	Molle	0.90	A	Molle	0.99	A	Molle	1.05	A
Faique	0.43	B	Molle	0.63	B	Guarango	0.77	A	Guarango	0.86	AB	Faique	0.94	AB	Faique	1.02	A
Molle	0.36	C	Faique	0.52	C	Faique	0.62	B	Faique	0.77	B	Guarango	0.88	B	Guarango	0.90	B

Cuadro 16 Prueba de Tukey (*) para determinar las diferencias de crecimiento en altura de *Acacia macracantha*, *Caesalpinia spinosa*, *Schinus molle* en Yahuarcocha Sitio 1

Especies	Altura		Especies	Altura		Especies	Altura		Especies	Altura		Especies	Altura		Especies	Altura	
	cm MP			cm 60 días			cm 120 días			cm 180 días			cm 240 días			cm 300 días	
Faique	22.8	A	Faique	30.3	A	Faique	37.6	A	Faique	53.3	A	Faique	68.6	A	Faique	73.4	A
Molle	18.5	B	Guarango	28.7	A B	Guarango	30.0	B	Molle	32.9	B	Molle	35.8	B	Molle	37.7	B
Guarango	11.6	C	Molle	26.1	B	Molle	28.3	B	Guarango	31.0	B	Guarango	31.9	B	Guarango	32.4	B

Anexo 6

Contenido de humedad

Cuadro 01 Datos de contenido de humedad Sitio 1

SITIO 1	1	2	3	4	5
	(09 May)	(07 Jun)	(16 Jun)	(18 sep)	(01 nov)
M1. Dentro de la zanja	20	16	13	9	13
M2. Fuera de la zanja	16	12	11	8	11

Cuadro 0 2 Datos de contenido de humedad Sitio 2

SITIO 2	1	2	3	4	5
	(09 May)	(07 Jun)	(16 Jun)	(18 sep)	(01 nov)
M1. Dentro de la zanja	21	22	17	11	24
M2. Fuera de la zanja	19	16	15	8	20

Cuadro 0 3 Datos de contenido de humedad Sitio 3

SITIO 3	1	2	3	4	5
	(09 May)	(07 Jun)	(16 Jun)	(18 sep)	(01 nov)
M1. Dentro de la zanja	21	16	10	7	14
M2. Fuera de la zanja	17	13	7	6	13

Cuadro 0 4 Datos de contenido de humedad Sitio 4

SITIO 4	1	2	3	4	5
	(09 May)	(07 Jun)	(16 Jun)	(18 sep)	(01 nov)
M1. Dentro de la zanja	19,9	14,6	9,4	6,7	13,6
M2. Fuera de la zanja	17,3	13,55	10,2	6,2	10,55

Cuadro 1 Costos de Instalación de ensayos en el campo con humus y sin humus Cuadro 2 Costos de producción de plantas en vivero

CONCEPTO	Mano de obra			Insumos y materiales					Equipo y maquinaria				TOTAL
	Jornales	Cost.unit.	Subt.	Nombre	Cant.	Unida.	Cost.unit.	Subt.	Nombre	Cant.	Cost. Unit.	Subt.	
A. Costos variables													777,7
1. Preparación del suelo													677,7
Toma de muestras	1	10	10										
Análisis de suelos	Contrato	11,76	11,76	Fundas plásticas	2		0,05	0,1	Pala, balde	1	Deprec.		
Análisi de humus	Contrato	11,76	11,76	Fundas plásticas	2		0,05	0,1					
Trazado de parcelas	2	10	20	Estacas	200		0,07	14	Machete, jalones, barra, martillo, pata de cabra	1	Deprec.		
Cercado	10	9	90	Postes	80		2	160	Transporte de postes	80	0,3	24	
				Alambre	2,25	Rollos	36,65	82,46					
				Grapas	5,5	Libras	0,7	3,85					
Trazado de zanjas	2	10	20						Nivel en "A", flexómetro	1	Deprec.		
Construcción de zanjas	10	9	90	9					Zapapico, azadón	1	Deprec.		
Apertura de hoyos	9	9	81						Barra, pala	1	Deprec.		
Colocación de humus	1	10	10	Humus	72	Kilos	0,12	8,64	Transporte de humus	Carrera	40	40	
									Pala	1	Deprec.		
2. Labores culturales													100,0
Limpieza de zanjas	1	10	10										
Limpieza de caminos	1	10	10										
									Transpote de plantas	Carrera	80	80	
B. Costos fijos													306,2
1. Renta de la tierra													30,0
3. Asistencia Técnica 5%													76,8
4. Interés del capital 3%													46,1
5. Depreciación													153,3
A. Costos variables													777,7
B. Costos fijos													306,2
Total													1083,9

957,66

CONCEPTO	Mano de obra			Insumos y materiales					Equipo y maquinaria				
	Jornales	Cost.unit.	Subt.	Nombre	Cant.	Unida.	Cost.unit.	Subt.	Nombre	Cant.	Cost. Unit.	Subt.	TOTAL
A. Costos variables													518,8
2. Siembra				Productos fitosanitarios	3		4,72	14,16					518,8
Recolección de semillas	6	10	60	Fundas plásticas	1800		0,0101	18,18	Transporte	6 carrera	41	246	
Selección y desinfección	1	10	10	Tarrinas	6		0,1	0,6					
				Vitavax	30	gramos	0,33	9,9					
Siembra	2	10	20	Tierra negra	1		70	70					
				Pomina	1		70	70					
3. Labores culturales													100,0
Riego	8 meses	55											
Raleo	0,5	10	5										
Limpieza de zanjás	1	10	10						Pala	1	Deprec.		
Deshierbas en vivero	1	8	8										
Arreglo de saran	2	8	16										
Deshierbas	0,5	10	5						Espátula	1	Deprec.		
Control de plagas	0,5	10	5						Bomba de fumigar	1	Deprec.		
Fumigación	5	8	40	Clorpirifos	5	cm3	0,07	0,35					
				Furadán	25	cm3	0,41	10,25					
				Bavistín	2,5	cm3	0,15	0,375	Tijera podadora	1	Deprec.		
B. Costos fijos													225,0
1. Renta de la tierra													30,0
3. Asistencia Técnica 5%													76,8
4. Interés del capital 3%													46,1
5. Depreciación													72,1
A. Costos variables													618,8
B. Costos fijos													225,0
Total													843,8

CALCULO DE LA DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

Equipo	Cant	Cost. Unit	Cost. total	Ciclo del equipo	Deprec. Anual
Pala	1	7,56	7,56	5 años	1,51
Balde	1	1,2	1,20	1	1,20
Machete	1	2,62	2,62	3	0,87
Jalones	3	13,44	40,32	5	8,06
Plomada	1	3,6	3,60	5	0,72
Piola	1	2	2,00	1	2,00
Barra	1	14,49	14,49	5	2,90
Martillo	1	4,88	4,88	5	0,98
Pata de cabra	1	6,83	6,83	5	1,37
Nivel en "A"	1	14,8	14,80	5	2,96
Flexómetro	1	21	21,00	1	21,00
Zapapico	3	10,86	32,58	5	6,52
Bomba	1	70	70	3	23,33
Azadón	1	9,4	9,40	3	3,13
Tijera podadora	1	34,22	34,22	3	11,41
Espátula	1	0,5	0,5	1	0,50
			266,00		88,46

CALCULO DE LA DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

Equipo	Cant	Cost. Unit	Cost. total	Ciclo del equipo	Deprec. Anual
Zaranda	1	11,2	11,2	5	1,5
Carretilla	1	33,2	33,18	1	33,2
Pala	1	3,68	3,68	3	1,2
Ducha para riego	1	2,5	2,5	5	0,5
Candado	1	13,5	13,5	5	2,7
Palancon	1	6,62	6,62	5	1,3
Pala	1	3,68	3,68	5	0,7
Saran	1	16,8	16,8	5	3,4
Flexometro	1	21	21	1	21,0
Zapapico	3	10,9	32,58	5	6,5

Fotografías
Inventarios de Flora



Ambrosia arborescens (Marco)



Mimosa acantholoba (Espina Hembra)



Dodonea viscosa (Chamano)



Dalea mutisii (Izo)



Byttneria loxensis (Abrojo)



Mimosa quitense (Uña de Gato)



Pseudalopex culpaeus (Lobo de páramo)



Guarango Altura sitio 4 (Aloburo)