

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

En la actualidad los bosques del Ecuador cubren una área de 150.000.000 de ha. (Clirsen 2007). Por lo que es necesario conocer el comportamiento de especies forestales, las cuales deben adaptarse a condiciones de suelo y clima de las diferentes zonas ecológicas del país, con el fin de promover su fomento mediante plantaciones puras o en sistemas agroforestales.

Los limitados estudios sobre las especies y su comportamiento dentro de un sistema agroforestal, no ha permitido definir sitios adecuados donde se puedan establecer poblaciones forestales de especies nativas o en asocio con cultivos agrícolas, que se adapten a las diferentes condiciones de vida, y que sea una alternativa de ingresos económicos en los primeros años de la plantación.

El cedro de montaña *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, *Alnus acuminata*, y *Croton lecchleri* “sangre de drago”, son unas de las especies nativas, excepto el pino de alto valor potencial, por los múltiples beneficios que brinda al ambiente, captura bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mejora el suelo, y otros usos, además, crecen en forma natural y en diversos pisos altitudinales, observándose buena regeneración natural y desarrollo preferentemente en zonas de estribación de las cordilleras oriental y occidental.

Razones suficientes para plantear realizar un estudio de tesis de grado en las que se evaluará el mejor crecimiento de las tres especies nativas tales como: *cedrela montana*, *alnus acuminata*, y *Croton lecchleri* “sangre de drago”, en asocio con maíz *Zea mayz*, que se realizó en el Colegio Técnico Agroforestal Fernando Chávez Reyes de Quinchuquí, como un real aporte al conocimiento del comportamiento de las especie bajo un sistema asociativo.

#### **1. Problema**

Existe poca información sobre el comportamiento silvicultural del cedro de montaña *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., *Alnus acuminata*, *Croton lecchleri* sangre de

drago en el crecimiento en plantación pura y en asocio con maíz, debido a los mínimos recursos para generar investigaciones en forma secuencial, con proyección a mediano y a largo plazo. Así como también, en el establecimiento de plantaciones, se ha dado prioridad a especies nativas en su hábitat natural, con el fin de recuperar suelos de aptitud forestal, de manera especial, en la sierra ecuatoriana.

El poco conocimiento sobre las tres especies antes mencionadas y su comportamiento en plantaciones y en asocio con maíz, permite ampliar su utilización en determinadas localidades, lo que determina problemas en el crecimiento, sanidad, y desalienta la inversión en el sector forestal.

La disminución constante de oportunidades de trabajo de los campesinos en sus actividades de producción agropecuaria, influencia a la migración de sus pobladores a las ciudades, lo que causa el aumento de la pobreza y fomento de los cinturones de miseria.

## **1.2. Justificación**

La importancia del sector agropecuario en el Ecuador es evidente, ya que la mitad de su territorio es destinado para actividades agrícolas, silviculturales, ganadería, sin embargo, la mayoría del suelo se destina a cultivos permanentes ocupando de esta manera extensas áreas de terreno, con el presente estudio se propende mejorar la economía del sector rural al fomentar plantaciones forestales asociadas con cultivos de ciclo corto.

La incorporación de la agroforestería en la sierra, permitirá nuevas oportunidades de trabajo para el empleo de la mano de obra campesina desempleada, con lo cual se estimulará el principio de solidaridad y arraigo de la población al campo.

Con el presente trabajo se pretende determinar las mejores especies en cuanto a crecimiento, desarrollo en altura y diámetro basal, identificar a los posibles depredadores de esta especie, sus plagas y enfermedades. Identificar el comportamiento inicial en plantaciones en asocio con maíz, para impulsar el uso de las especies en planes de forestación, reforestación y en sistemas agroforestales, en el ámbito local y nacional.

Se toma como base fundamental, generar y difundir el conocimiento del comportamiento preliminar acerca de las especies, con el fin de recomendar posibles proyectos de repoblación en áreas degradadas y deforestadas.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Evaluar el crecimiento inicial de tres especies forestales: *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., *Alnus acuminata* y *Crotton lecheri* sangre de drago en asocio con maíz.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la sobrevivencia de las tres especies a nivel de plantación
- Determinar la o las especies con mayor crecimiento en diámetro basal y altura
- Determinar el efecto que causa el maíz en el crecimiento de las tres especies en estudio.
- Establecer los costos de producción de las especies forestales y del maíz

### **1.4. Hipótesis**

Ho = El crecimiento inicial de las tres especies forestales en asocio con el maíz es similar.

$$H_o = S_1 = S_2 = S_3$$

Ha = Al menos una de las tres especies forestales en asocio con maíz, presenta diferencias en su crecimiento.

$$H_i = S_1 \neq S_2 \neq S_3$$

## CAPITULO II

### REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 2.1. Descripción de las especies forestal

##### 2.1.1. Descripción Taxonómica *Cedrela montana* Moritz ex Turcx

Familia	: MELIACEAE
Nombre científico	: <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcx
Nombre común	: cedro, cedro andino, cedrillo, cedro de montaña, cedro blanco.

##### 2.1.2. Descripción Botánica

Borja y Lasso (1.990), explica que, son árboles medianos, 25 m de altura con 35 cm. de dap. Ramitas glabras con lenticelas. Corteza externa pardo grisácea 6 mm de espesor, corteza interna crema con olor a ajo. Hojas alternas paripinadas 30 – 35 cm. de largo, pecíolo de 20 cm. de largo, ráquíz de 15 – 20 cm. de largo, glabra, pecioluelos de 8 mm de largo glabros, 8 pares de folíolos lanceolados, opuestos, 10 cm. de largo y 4 cm. de ancho, ápice acuninado, base obtusa, margen entero, 20 pares de nervios secundarios en cada una, envés pulverulento, en foliolos jóvenes, consistencia semi cariácea.

Inflorescencia en panícula terminal, de 20 – 25 cm de largo, pedúnculo de 3 cm de largo, ráquíz de 20 cm de largo, pedicelos de 5 mm de largo. Flores con cáliz verde marrón, corola crema. Fruto capsular verde parduzco, lenticelado.

##### 2.1.3. Distribución y ecología

Borja y Lasso (1990), indican que se desarrolla entre 1500 m de altitud. En Tablachupa se encuentra entre 2500 – 3000 msnm. Florece desde mediados de Agosto, hasta finales de Enero, fructifica desde mediados de Diciembre, hasta finales de Junio. No rebrota. La regeneración natural es no frecuente en bosque primario, ausente en bosque

secundario. Lugar de origen los Andes, nativo del Ecuador y países vecinos se lo encuentra desde los 1000 – 3500 m.s.n.m.

Crece en la Faja Montano con una precipitación anual entre 1.000 mm y 2.000 mm, con una temperatura anual entre los 12°C y 18°C, con una Humedad relativa superior al 40%.

#### **2.1.4. Usos**

Muebles, puertas y ventanas, también como leña. Acosta Solís (1971) sugiere que por su acentuado olor agradable, podría realizarse extracción de su esencia balsámica y usarla como fijador de perfumes o usos afines.

#### **2.1.5 Cuidados silviculturales de plantaciones**

García, (1.973), aconseja que, para obtener adecuados resultados en el crecimiento y desarrollo de las plantas, suficiente sobre vivencia y óptima producción en las plantas, debemos aplicar cuidados culturales, entre los cuales podemos citar:

##### **- Limpieza y coronamiento**

Es recomendable realizar la limpia del terreno y el coronamiento del área de influencia en el crecimiento de la planta en un radio entre 60 cm. y 70 cm. alrededor, durante los dos primeros años y entre 2 a 3 veces al año.

Esta operación se puede realizar en forma manual, mecánica o química si la abundancia lo determina.

##### **- Riego y fertilización**

En casos especiales, donde las condiciones climáticas no son las ideales, es necesario aplicar el riego en forma artificial. Y según el tipo de suelo realizar Fertilizaciones para mejorar el rendimiento y productividad del sitio y de las especies.

### **- Controles generales**

Se deben realizar mediciones de los parámetros indicadores del crecimiento y producción de las plantas, así como también el control de plagas y enfermedades para evitar que se desarrollen y causen daños a las plantaciones.

### **- Podas y clareos**

Generalmente las podas se deben aplicar cuando los árboles han alcanzado un diámetro a la altura del pecho igual o superior a los 10 cm y solo a aquellos que tienen mejor desarrollo.

El raleo debe realizarse de acuerdo al programa y plan de manejo de las plantaciones

## **2.2. Descripción taxonómica de *Alnus acuminata* (H.B.K.)**

Familia : BETULACEAE  
Nombre científico : *Alnus acuminata* (H.B.K.)  
Nombre común : Aliso

### **2.2.1. Distribución geográfica**

En el Ecuador conocido en los flancos de las Cordilleras Oriental y occidentales a los 800 msnm hasta los 3.200 msnm y en los valles interandinos.

### **2.2.2. Morfología**

#### **Porte.**

Árbol de tamaño pequeño a mediano de 15 a 30 m de alto y 50 cm. de dap. con fuste recto en las procedencias de Salcedo –Napó y retorcido los que provienen del Ángel, provincia del Carchi.

### **Copa.**

Irregular, angosta y abierta con ramificaciones alternas y tamaño mediano.

### **Corteza.**

Color gris claro a veces plateado con lenticelas bien visibles en árboles jóvenes; cuando adultos a veces se torna parda y se agrieta.

### **Raíz.**

Las raíces son superficiales y extendidas con nódulos donde vive un hongo (Franquia spp) que actúa como fijador de nitrógeno.

## **2.2.3. Identificación botánica**

### **Hojas.**

Son simples alternadas con estipulas dispuestas en espiral, Las hojas son de color verde intenso en el lado superior, un poco mas claras (verde claro o gris), en el lado inferior, hasta 20 cm. de largo y 4 cm. de ancho.

### **Flores.**

Unisexuales en plantas monoicas, siendo el cáliz un poco difícil de distinguirlo y la corola presenta una coloración amarillenta, las flores masculinas están dispuestas al final de las ramas en amentos de color verde amarillento. Las flores femeninas son de color verde y se encuentran en amento ovoides de 7 a 25 mm de longitud x 5 a 10 mm de diámetro. Salen de las axilas de las hojas.

### **Fruto.**

Es una piña leñosa, llamada estróbilo de 2 a 3 cm. de longitud, deshiscente; al principio de color verde, posteriormente se va oscureciendo hasta llegar al color café.

### **Semillas.**

De 2 mm de longitud, aplanadas de forma elíptica y muy pequeñas de color rojo pálido. En un kilogramo se encuentran 1.400.000 a 4.000.000 semillas, dependiendo de la procedencia.

### **2.2.4. Fenología**

#### **Floración.**

Ocurre entre los meses de mayo a julio, dependiendo de la procedencia.

#### **Fructificación.**

Ocurre entre los meses de agosto y septiembre con variaciones locales.

### **2.2.5. Características organolépticas madera**

#### **Color.**

Rojizo claro, sin diferencia entre albura y duramen.

#### **Olor.**

Sin olor

#### **Sabor.**

No perceptible

#### **Veteado.**

Presenta líneas vasculares rojizas visibles pero no conspicuas.

**Densidad.**

Baja 0,37 g/cm<sup>3</sup>, pertenecientes al grupo estructural "C".

**2.2.6. Aspectos silviculturales****Regeneración Natural.**

Abundante en áreas húmedas a lo largo de ríos quebrados, cortes de carreteras y caminos.

**Propagación.**

Por semilla (sexual), menos frecuente por estaca (asexual) y rebrotes de la base de la planta. Se recomienda el uso de semilla cuando el objetivo es producir madera

**Producción en Vivero.**

Se siembra la semilla recién cosechada en un sustrato de aproximadamente 75 por ciento de arena y 25 por ciento de tierra negra de páramo. Las plantas a raíz desnuda alcanzan 30 a 40 cm. en un periodo de 6 a 8 meses.

**Método de Plantación.**

Planta a raíz desnuda y en maceta, dependiendo de la humedad del suelo.

**2.2.7. Requerimientos climáticos****Precipitación.**

Mayor de los 1.500 mm. Cuando la lluvia es menor se debe emplear plántulas con gran volumen de tierra en las raíces (cepellón).

### **Temperatura.**

Mínima de 7 grados centígrados hasta 20 grados centígrados, pudiendo soportar temperaturas más altas cuando están libres de malezas.

### **Zona de Vida**

Desarrolla bien en el bosque húmedo Montano Bajo bh-MB Y bosque muy húmedo Montano Bajo, bmh-MB, influenciados por la condensación periódica de neblina, pudiendo subir al piso Montano y aun bajar al Pre – Montano.

### **Exigencia de Suelo.**

Prefiere suelos profundos, bien drenados, húmedos, limosos y limo-arenosos de origen aluvial o volcánico, aunque puede crecer en suelo pobre, desde grava a arena, arcillas y aun sobre rocas.

## **2.2.8. Manejo silvicultural**

### **Espaciamiento.**

Desde 3 m x 3 m para plantaciones puras, en fajas puede emplearse a espaciamientos de 10 m x 5m y a 10m x10m en asocio con kikuyo y otros pastos para ganadería de leche.

### **Raleos.**

Deben ser fuertes para favorecer los árboles del futuro, eliminando los mal formados, bifurcados, enfermos llegando al final del turno con 100 a 200 árboles/ha, según los objetivos de la plantación.

### **Podas.**

En plantaciones de aliso con pasto, se necesita podar para dejar suficiente luz para el pasto y obtener madera de calidad, libre de nudos. En todos los casos se debe realizar hasta 3 odas sucesivas para obtener un fuste limpio de 6 m.

### **Crecimiento.**

Rápido en buenos suelos con suficiente humedad pudiendo obtener en 6 años de 10 a 17m de altura promedio y 24 cm. de diámetro. En Conocoto se han obtenido los resultados que se ilustran en el gráfico.

### **Caducifolia.**

Caducifolia, caen las hojas en los meses secos de agosto y septiembre.

### **Turnos de Aprovechamiento.**

Puede ser a los 20 años para aserrío y menos tiempo para otros usos.

### **2.2.9. Usos.**

#### **Otras Características.**

Alto potencial en sistemas agroforestales utilizándolo como componente forestal en asocio con pastos, café, cercas vivas, protección de canales de riego y obras de conservación de suelos, cultivos, por la propiedad de mejorar los suelos con la fijación de nitrógeno a través de los nódulos de la raíz y acumulación de hojarasca.

### **2.2.10. Importancia Económica.**

La madera también puede ser utilizada para la producción de chapas, fósforos. Existe la posibilidad de emplear la madera para pulpa, lápices y tacos de zapatos.

### **2.2.11. Factores Limitantes.**

Competencia de malezas, hormigas desfoliadoras, ataque de hongos en la fase de viveros y plantaciones (ataque en el fuste a 20 cm. del suelo.)

### **2.3. Descripción taxonómica de Croton lechleri. Muell.Arg.**

Familia	:	EUPHORBIACEAE
Nombre científico	:	<i>Croton lechleri</i> . Muell.Arg.
Nombre común	:	Sangre de drago, sangre de grado, Lan huiqui (Quichua), Masajin

#### **2.3.1. Descripción botánica.**

Es un árbol común de bosque secundario que crece en las riveras de los ríos. Tiene de 15 a 20 m de altura, con un diámetro que llega a los 40 cm.; la característica principal de esta especie es el látex o sabia de color rojo que sale de la corteza cuando se hace una incisión, por lo cual recibe el nombre de “sangre” o “sangre de grado”. (Loján, L. 1.992)

La forma de la cúpula de la copa le da la importancia ornamental, además de la coloración rojo-anaranjado de las hojas viejas, que contrastan con el color verde del resto del follaje.

#### **2.3.2. Hojas.**

Las hojas son simples, alternas coriáceas, con pecíolos largos de 5 a 7 cm. de lamina acorazonada, con 1 a 3 pares de glándulas fusionadas o separadas, ubicadas en la base del limbo de 10 a 20 cm. de ancho, el haz glabro, el envés al igual que las ramitas tiernas y flores cubiertas con abundantes pelitos estrellados de color canela flores diminutas en racimos laterales, las hojas son lobuladas o enteras, y al madurar o al secarse vuelve de un color rojizo o ladrillo rojizo o ladrillo encendido

#### **2.3.3. Flor.**

La flor es de color amarillo, con muchos estambres y un solo pistilo, la floración en algunos lugares se realiza en los meses de diciembre a marzo. Por lo que se puede recolectar semillas de febrero y marzo. En estudios fenológicos al sur del Ecuador, a 2500

msnm, la floración se presenta en os meses de octubre a diciembre. (Velepucha y Hurtado, 1987)

#### **2.3.4. Fruto.**

El fruto es una capsula de color café amarillento que contiene tres semillas, y la fructificación de diciembre a marzo por lo que se puede recolectar semillas en los meses de febrero y marzo. (Prado y Valdebenito 2000)

#### **2.3.5. Fuste.**

El tronco es recto, bastante regular; con raíces tablares redondas de hasta 2 m. de altura; la altura total es de hasta 32 m., y la altura comercial es de hasta 22 m., con un diámetro de 75 cm.

#### **2.3.6. Corteza.**

La corteza es de color café-verdosa gris, lisa, la interna es de color crema rosada. El espesor total es de 1 a 1.5 cm.

#### **2.3.7 Características especiales de la “sangre de drago”.**

Esta especie es de rápido crecimiento y soporta suelos arcillosos. La savia rojiza que sale al cortar el tronco se recoge y se vende en frascos en las tiendas naturistas como medicina.

#### **2.3.8 Análisis químico-farmacológico de la savia**

Un grupo de farmacólogos estadounidenses realizo un análisis de la savia con estos resultados: de la savia bruta se asilo el principio activo un alcaloide denominado *taspina*. la *taspina* tiene la formula molecular **C20-H19-NO6**. Por medio de tres pruebas farmacológicas estandarizadas se demostró que la *taspina* posee propiedades efectivamente antiinflamatorias (el hidrocloreto de *taspina* en dosis de 20 mg. En un kg.

Fue efectivo en reducir inflamaciones inducidas en ratas de laboratorio, además el hidrocloreto de taspina no fue tóxico para ratas de laboratorio en dosis de 200 mg. Por Kg.). Los farmacólogos concluyeron que la taspina extraída de *Croton lechleri* podía ser una medicina efectiva en el tratamiento de enfermedades inflamatorias como el reumatismo en el ser humano

### **2.3.9 Ecología y distribución**

Cortón es un género que incluye árboles y arbustos y tiene cerca de 800 especies distribuidas en los trópicos y zonas templadas de América, Asia y África. En varias partes de Latinoamérica estas especies y el látex que producen son conocidas como sangre de drago o sangre de dragón.

Un grupo de especies en los trópicos de América está distribuido desde el sur de México a Bolivia y Paraguay, produciendo látex viscoso en la corteza interior.

En la parte baja de la Amazonia en Ecuador y Perú es más común la “sangre” producidas de especies de *Croton lechleri*. Hay muchas otras, particularmente en las zonas bajas de los Andes, hasta 1500 msnm la especie crece también en los bosques naturales andinos, en uso ornamental se lo ve hasta los 2800 msnm. (Loján, L. 1.992)

### **2.3.10. Zonas de vida**

*Croton* está en formaciones bosque tropical (bT) bosque muy húmedo tropical (bmhT), bosque húmedo premontano (bhPM)

### **2.3.11. Usos tradicionales**

#### **2.3.11.1 Uso medicinal y valor económico de *c. lechleri***

De un informe para la Fundación Ecociencia realizado en la provincia del Napo en (noviembre de 1992) se comprobó que el látex es utilizado como medicina casera, por su

alto poder curativo. Los quichuas utilizan el látex para curar heridas, caries, para obtener el endurecimiento de la placa dental, y para curar dolores de estómago y diarreas.

Por su alto valor medicinal se comercializa en apreciables cantidades a nivel nacional (Ej. Tendras naturistas) e internacional (Ej. Shaman- Pharmaceuticals).

En cuanto a madera, en la zona del Reventador, Lumbaqui y Puyo es utilizada en la fabricación de cajas para naranjilla, leña, construcción en techos y pisos. La madera y látex pueden mejorar en parte la economía familiar del campesino.

### **2.3.11.2 Agroforesteria**

La especie se encontró en huertos caseros y fincas, en cultivos de naranjilla, café, cacao, barbechos y pastos. En ciertas comunidades los indígenas de las provincias del Napo, (Chaluayacu, Pucachicta, San Francisco, Santo Domingo de Archidona) y Sucumbíos ( Panduyacu, Shyris, San José y otras), protegen y fomentan la regeneración natural de los árboles que están en los huertos. Por ser una especie pionera (rápido crecimiento) igual que *cordia alliodora*, sangre de drago puede ser utilizada como componente de varios sistemas agroforestales (Flores y Revelo 1993)

## **2.4. Descripción del MAÍZ**

### **2.4.1. Descripción Taxonómica**

Según INIAP. gov .ec 2.006:

Familia : POACEAE

Nombre Científico: *Zea mays*

Nombre común : maíz

El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una

posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz.

#### **- Maíz “INIAP 101”**

Es un maíz de grano blanco con textura harinosa, precoz, de buen rendimiento y adaptada para cultivares en altitudes entre 2400 y 2800m. Se recomienda especialmente para las zonas maiceras del callejón Interandino.

La variedad “INIAP 101” fue desarrollada por el programa de maíz de la Estación Experimental “Santa Catalina” en el período 1971 a 1979. Tiene como progenitor la variedad “Cacahuazintle” de México.

#### **- Características agronómicas**

- Floración femenina: 92 días
- Altura de planta : 1,95m
- Altura de inserción de la mazorca : 0,94m
- Número de hileras : 12 a 14
- Porcentaje de grano : 79%
- Porcentaje de tusa : 21
- Tipo de grano : grande, blanco, harinoso
- Peso de 100 semillas : 74g
- Período vegetativo: 205 días (desde la siembra hasta la cosecha)
- Cosecha en choclo : 120 a 130 días
- La variedad es tolerante a “roya” (*Puccinia spp.*) y medianamente tolerante a pudrición de la mazorca, producida por el hongo *Fusarium graminearum*.
- El grano contiene entre el 7,6 y 8% de proteína.

#### **- Recomendaciones**

Los agricultores, para la siembra de esta variedad, deben considerar las siguientes recomendaciones:

### Cuadro 1: Manejo del maíz

<b>Época de siembra</b>	15 Septiembre – 15 Noviembre
<b>Distancia de siembra</b>	80cm. entre surcos x 25cm. entre planta y una por sitio o 50 cm. entre planta.
<b># Semillas/sitio</b>	2 a 3 semillas
<b>Densidad plantas / ha.</b>	50.000 plantas
<b>Semillas /ha.</b>	30Kg. (66 libras /ha)
<b>Fertilización</b>	3 a 5 sacos de 50 Kg. de fertilizante 10-30-10/ha. al momento de la siembra. 2 sacos de 50Kg. de urea/ha. en cobertura a los 45 días después de la siembra.
<b>Plagas</b>	“gusano negro trozador” (Agrotis spp.)
<b>Control de Plagas</b>	Aplicar a la base del tallo una mezcla de 450 litros de agua con cualquiera de de las siguientes cantidades de insecticida/ha.: 2,8 litros de Thiodan 35% emulsión concentrada 1,2 litros de Orthene 50% polvo soluble.

### 2.5. Sistemas Agroforestales

Añazco (1.999), señala que, los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales especies leñosas son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal. No se trata de un concepto nuevo, sino más bien de un termino nuevo empleado para designar un conjunto de prácticas y sistemas de uso de la tierra ya tradicionales.

Como ejemplos de sistemas agroforestales pueden mencionarse los cultivos anuales intercalados en plantaciones de árboles, huertos caseros mixtos, combinaciones de árboles con pastos, plantaciones de árboles para forraje, cultivos en franjas, cercos vivos.

En general, la aplicación de técnicas agroforestales puede consolidar o aumentar la productividad de establecimientos agropecuarios y plantaciones forestales de muy diversas dimensiones, o por lo menos evitar que haya degradación del suelo o merma de la productividad en el curso de los años.

Además, es posible aprovechar la interacción entre los árboles, los cultivos y los animales de la asociación, con el propósito de obtener una mayor productividad y favorecer la conservación de los recursos. Por ejemplo, el uso de los árboles fijadores de nitrógeno como especies de sombra en plantaciones de cultivos perennes tiende a aumentar la producción; al mismo tiempo son obtenidos nuevos beneficios, tales como leña y madera, entre otros.

Asimismo, el uso de prácticas agroforestales puede proveer otros beneficios, entre los cuales puede mencionarse la disminución de los riesgos económicos para el agricultor al lograrse diversificar la producción. (Añazco, 1.999).

## **2.5.1 Características de la agroforestería**

La agroforestería incorpora cuatro características según Sánchez Juan ([www.ciedperu.org](http://www.ciedperu.org)):

### **2.5.1.1 Estructura**

A diferencia de la agricultura y la actividad forestal moderna, la agroforestería combina árboles, cultivos y animales. En el pasado, los técnicos en agricultura rara vez consideraban útiles a los árboles en el terreno para el cultivo, mientras que los forestales han tomado los bosques simplemente como reservas para el crecimiento de árboles Fair. (1983) citado por [www.ciedperu.org](http://www.ciedperu.org). Aun así, durante siglos, los agricultores tradicionales han procurado satisfacer sus necesidades básicas al sembrar cultivos alimenticios, árboles y animales en forma conjunta.

### **2.5.1.2 Sustentabilidad**

La agroforestería optimiza los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies leñosas y los cultivos o animales. Al utilizar los ecosistemas naturales como

modelos y al aplicar sus características ecológicas al sistema agrícola, se espera que la productividad a largo plazo pueda mantenerse sin degradar la tierra. Esto resulta particularmente importante si se considera la aplicación actual de la agroforestería en zonas de calidad marginal de la tierra y baja disponibilidad de insumos.

### **2.5.1.3 Incremento en la productividad**

Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y un uso eficaz de los recursos naturales (espacio, suelo, agua, luz), se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales de uso de la tierra.

### **2.5.1.4 Adaptabilidad cultural/socioeconómica**

A pesar de que la agroforestería es apropiada para una amplia gama de predios de diversos tamaños y de condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido particularmente reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas tropicales y subtropicales. Si se considera que los campesinos generalmente no son capaces de adoptar tecnologías muy costosas y modernas, que han sido pasadas por alto por la investigación agrícola y que no tienen poder social o político, la agroforestería se adapta particularmente a las realidades de los pequeños agricultores. (Sánchez Juan/www.ciedperu.org)

## **2.5.2 Sistemas Agroforestales Simultáneos**

Lamprech (1.990), explica que, consisten en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería. Estos sistemas incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agro-silvo-pastoriles.

En la región Alto-andina o Sierra, los modelos agroforestales practicados por el campesino se han caracterizado por mantener los cultivos agrícolas y pastizales asociados con especies arbóreas como *Agave americana* (pencas), *Baccharis* spp. (Chilca), *Buddleja incana* (quishuar), *Cassia canescens* (lilin llin), *Cortadeira* spp. (sixise), *Eucalyptus globulus*

(eucalipto), Eugenia spp. (Arrayán), Inga spp. (Guaba), Prunus serotina (capulí) y Spartium junceum (retama). Estas mismas especies se han utilizado como linderos de propiedades, cortinas rompevientos y sombras de potreros.

La promoción y el desarrollo de la agroforestería en la Sierra Ecuatoriana han tenido un significativo impulso en la última década. La ejecución de planes y proyectos, a cargo de organismos gubernamentales y no gubernamentales en base a convenios de cooperación técnica y financiera internacional, ha permitido la difusión y aplicación de los Sistemas agroforestales en algunas zonas de la región-interandina.

### **2.5.3 Ventajas de los sistemas agroforestales**

Mediante la combinación de la producción agrícola y forestal se pueden alcanzar mejor diversas funciones y objetivos de la producción de bosques y cultivos alimenticios. Existen ventajas ambientales, como también socioeconómicas, de tales sistemas integrados sobre la agricultura y/o monocultivos forestales (Sánchez Juan /[www.ciedperu.org](http://www.ciedperu.org)).

#### **2.5.3.1 Ventajas ambientales**

1. Se hace un uso más eficiente de los recursos naturales. Las diversas capas de vegetación proporcionan una eficiente utilización de la radiación solar, los diferentes tipos de sistemas de raíces a distintas profundidades hacen buen uso del suelo y las plantas agrícolas de corta duración pueden aprovechar de la capa superficial enriquecida, como resultado del ciclaje mineral mediante las copas de los árboles. Además, la integración de animales en el sistema puede aprovecharse para la producción secundaria y el reciclaje de nutrientes. (Sánchez Juan [www.ciedperu.org](http://www.ciedperu.org))

2. La función protectora de los árboles con respecto al suelo, la hidrología y la protección de las plantas puede utilizarse para disminuir los peligros de degradación ambiental. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en muchos sistemas agroforestales, los componentes pueden competir por luz, humedad y nutrientes, por lo tanto, se deben considerar los intercambios entre los componentes. El buen manejo puede reducir al mínimo estas interferencias y aumentar las interacciones complementarias. (Sánchez Juan/[www.ciedperu.org](http://www.ciedperu.org)).

### **2.5.3.2 Ventajas socioeconómicas**

1). Mediante la eficiencia ecológica se puede aumentar la producción total por unidad de tierra. No obstante que la producción de cualquier producto individual puede ser menor que en los monocultivos, en algunos casos la producción del cultivo base puede aumentar. Por ejemplo, en Java se ha demostrado que después de la introducción del sistema Taungya, la producción de arroz de secano aumentó considerablemente.

#### **- Sistema Taungya**

Originalmente se denominaba como Taungya al sistema de agricultura migratoria de rozas y quemas, aplicado por la población montañesa de los Harenes en Birmania. Los campesinos que practicaban agricultura migratoria de rozas y quemas fueron estimulados a sembrar la teca entre los cultivos tradicionales de arroz y algodón. Después de terminar las actividades agrícolas el bosque joven de teca debía pasar a manos del servicio forestal.

La inclusión de los agricultores migratorios condujo a que tanto ellos, como sus actividades se convirtieran en un elemento esencial de la transformación, es decir que se aprovechaban sus actividades para objetivos forestales.

2). Los diferentes componentes o productos de los sistemas podrían ser utilizados como insumos para la producción de otros (por ejemplo, implementos de madera, abono verde), y disminuir así la cantidad de inversiones e insumos comerciales.

3). En relación con las plantaciones puramente forestales, la introducción de cultivos agrícolas junto con prácticas culturales intensivas bien adaptadas, a menudo se traduce en un aumento de la producción forestal y en una merma en los costos del manejo arbóreo (por ejemplo, la fertilización y desmalezado de los cultivos agrícolas también puede beneficiar el crecimiento de los árboles), y proporciona una serie más amplia de productos.

4). Los productos arbóreos a menudo se pueden obtener a lo largo de todo el año, proporcionando oportunidades de mano de obra y un ingreso regular anualmente.

5). Algunos productos arbóreos se pueden obtener sin necesidad de un manejo muy activo, otorgándoles una función de reserva para los períodos en que fallan los cultivos

agrícolas, o para necesidades sociales determinadas (por ejemplo, la construcción de una casa).

6). En la producción de varios productos se distribuye el riesgo, en la medida que varios de ellos serán afectados de manera diferente por condiciones desfavorables.

7). La producción se puede enfocar hacia la autosuficiencia y el mercado. La dependencia de la situación del mercado local se puede ajustar de acuerdo con la necesidad del agricultor. Si se desea, los diversos productos son consumidos total o parcialmente, o son destinados al mercado cuando se dan las condiciones adecuadas. (Sánchez Juan /[www.ciedperu.org](http://www.ciedperu.org)).

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

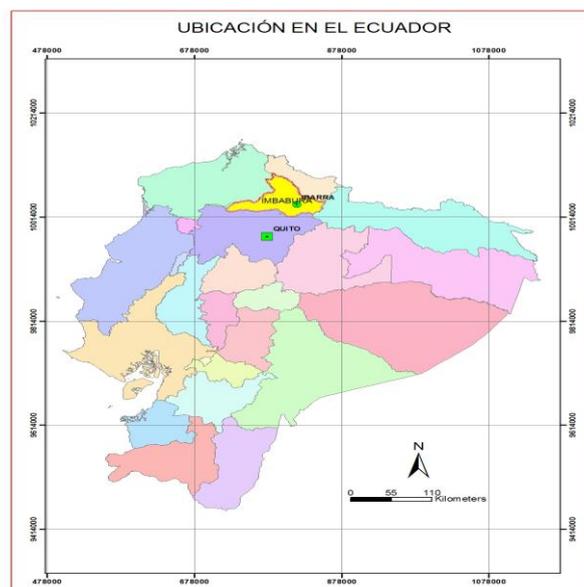
#### 3.1 Descripción del sitio de la investigación

##### 3.1.1 Localización del área de estudio

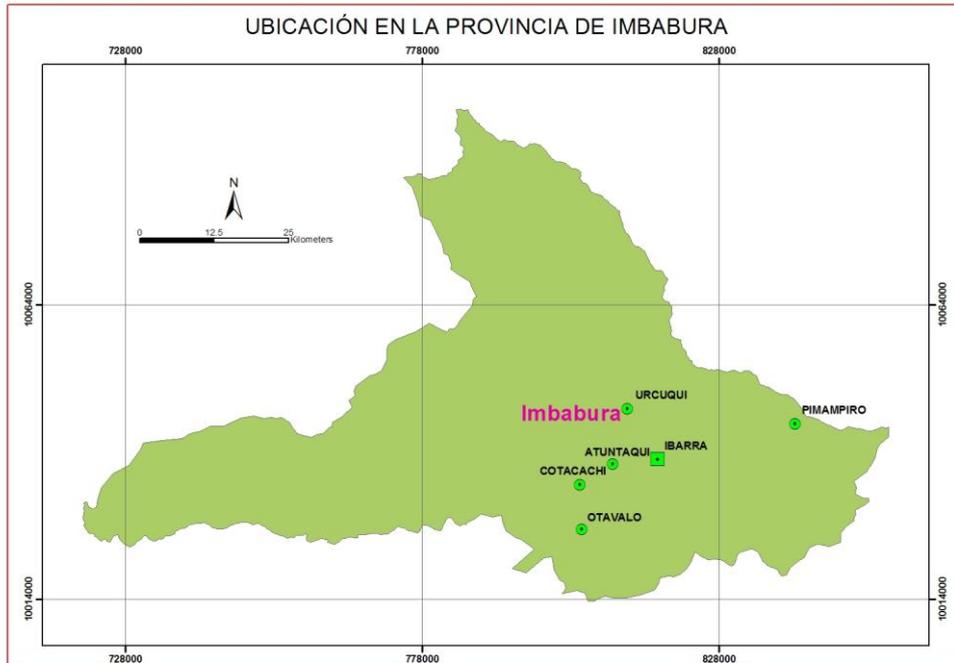
La investigación se realizó en la granja experimental del Colegio Agroforestal Fernando Chávez Reyes ubicado en la comunidad de Quinchuquí de la parroquia Miguel Egas Cabezas, perteneciente al cantón Otavalo, provincia de Imbabura

Provincia : Imbabura  
Cantón : Otavalo  
Parroquia : Miguel Egas Cabezas  
Altitud : 2.600 msnm.  
Latitud : 0° 19' 28"N  
Longitud : 78° 07' 53" W

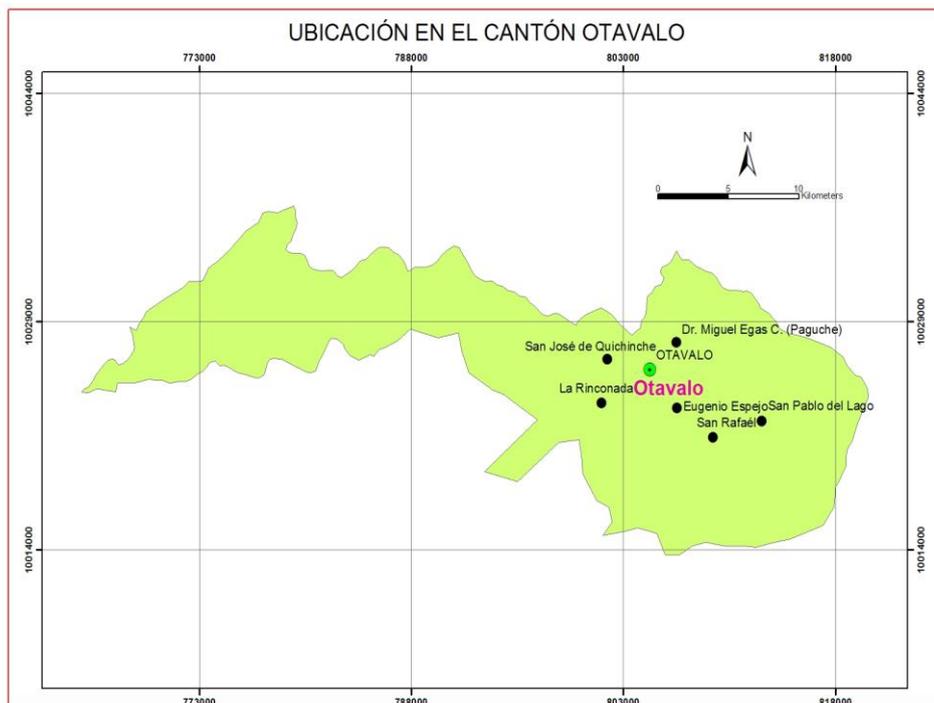
Ubicación de la Provincia de Imbabura en el Mapa del Ecuador



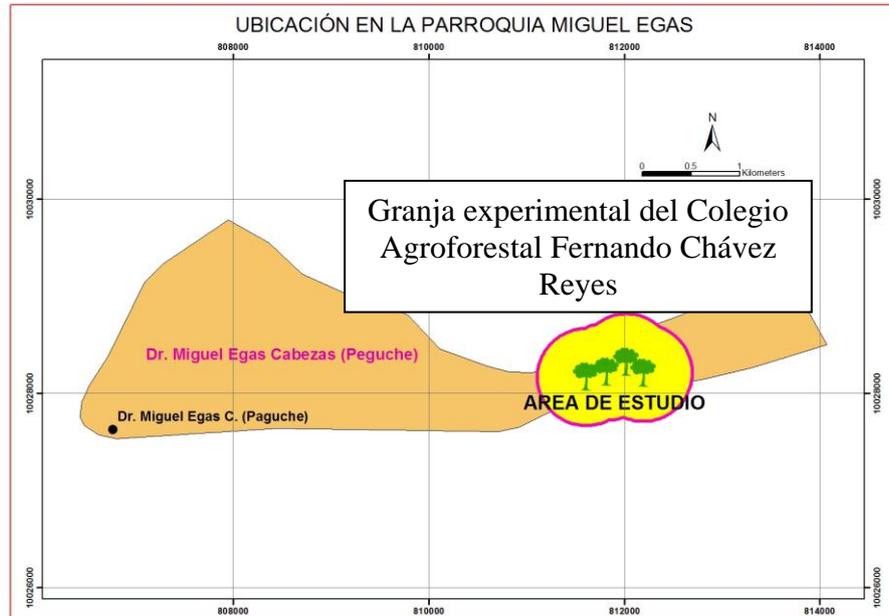
## Mapa de la Provincia de Imbabura



## Mapa del cantón Otavalo

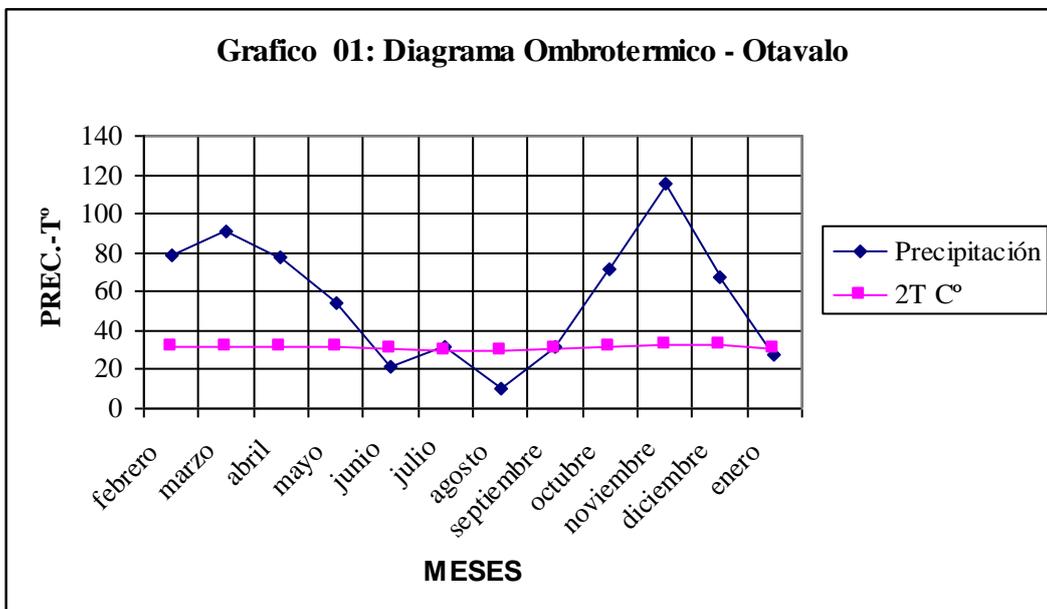


## Mapa de la Parroquia Miguel Egas Cabezas y ubicación del área de estudio



### 3.1.2 Datos climáticos

Según la clasificación Ecológica de Holdrige el área de Investigación corresponde a la Zona de Vida bosque seco Montano Bajo (bs – MB). (Ver Grafico 01).



## Cuadro 2: Datos climáticos del área en estudio

Zona de vida	Bosque seco Montano Bajo (bs-MB según Holdrige)
Altitud	2600
Temperatura promedio máxima anual	20.9° C
Temperatura promedio mínima anual	8.8° C
Temperatura promedio anual	14.85° C
Clima	Templado seco
Precipitación	1040mm
Días de sol	168
Heladas fuertes	Junio ,Julio, Agosto
Vientos fuertes	Agosto Septiembre
Dirección del viento	Norte Sur
Nubosidad baja	7/8
Humedad Relativa	70%

Fuente: Colegio Agroforestal Fernando Chávez Reyes 2004-2005

**Pendiente:** < 2%

**Agua:** Posee acequia de agua permanente que proviene del desaguadero del Lago San Pablo.

### 3.2 Materiales

#### 3.2.1 Materiales de campo

- Plantas de *Cedrela montana*, *Alnus acuminata*, y *Croton lechleri*
- Semillas de maíz
- Piolas
- Palas
- Estacas para cerco y señalización del diámetro basal a medir
- Barras
- Letreros
- Suelo

#### 3.2.2 Materiales de oficina

- Etiquetas

- Útiles de escritorio
- Instrumentos de precisión

### **3.3 Metodología**

#### **3.3.1. Trabajo de campo**

##### **- Delimitación del sitio**

El área de plantación sujeta a investigación, fue alambrada en su perímetro, con el fin de evitar cualquier influencia o daño que pueda tener en el transcurso del trabajo.

##### **- Limpieza general**

Se realizó una limpieza de toda vegetación arbórea, arbustiva o herbácea que afecten y compitan directamente con las plantas.

##### **- Análisis de suelo**

Se realizaron dos análisis de suelo, la primera antes de la siembra del maíz, y la segunda luego de la cosecha del maíz.

Las muestras fueron recolectadas en base a cinco submuestras ubicadas en los extremos y en el centro del lote, las mismas que serán mezcladas, de la cual se pesarán 500 gr. Que serán enviadas al MAG /SESA en Tumbaco (Quito), para su respectivo análisis

##### **- Señalamiento de hoyos**

Los hoyos estuvieron ubicados a una distancia de 3 m entre si, (espaciamiento 3 x 3m), con un sistema de distribución de plantas regular de forma cuadrangular.

##### **- Apertura de hoyos**

Los hoyos tuvieron las dimensiones siguientes: 40 cm. de ancho x 40 cm. de largo x 40 cm. de profundidad.

Los hoyos fueron contruidos 15 días antes de la plantación, con el fin de lograr una buena aireación del hoyo y mejorar la cantidad de oxígeno presente en el suelo.

#### **- Plantación**

La plantación se realizó utilizando plantas de la misma edad con cepellón (con bola de tierra), siguiendo las recomendaciones técnicas adecuadas que permitan el desarrollo normal de las plantas, la implantación se realizo el mes de marzo del 2006.

#### **- Reposición**

En vista que la sobrevivencia inicial fue menor al 50%, se realizó la reposición de plantas con una altura entre 30 cm. +- 5 cm. similar a las que se implantaron inicialmente para posteriormente iniciar con las mediciones en todos los tratamientos, debido a la fuerte sequía que se presentó en los tres primeros meses de haberse realizado la plantación.

#### **- Manejo**

Se realizaron limpieas bimestrales de la corona alrededor de las plantas con el fin de evitar la competencia inicial con otro tipo de vegetación.

Si es realizo 4 riegos cada 15 días a las plantas en los meses de verano.

#### **- Producción de maíz**

##### **Preparación de surcos**

La distancia de siembra es de 80cm entre surcos, 25cm. entre plantas y tres semillas por sitio; equivale a una densidad de 50000 plantas por hectárea.

##### **Fertilización al cultivo**

Se Aplico 3 sacos de 50 Kg. de fertilizante 10-30-10 por hectárea al momento de la siembra y 2 sacos de 50Kg de urea por hectárea en cobertura a los 45 días, después de la siembra. La fertilización se realizó en base a los requerimientos del maíz y al análisis de suelo previo a la siembra.

## Control de plagas y enfermedades

Con el fin de asegurar la conservación de una buena población de plantas, y prevenir al cultivo del ataque del “gusano negro trozador” (*Agrolis* spp.) se aplico a la base del tallo una mezcla de 450 litros de agua con 1,2 litros de Orthene 50% polvo soluble, insecticida por hectárea:

### 3.3.2. Diseño experimental

Se aplico el diseño Bloques al azar, con cuatro repeticiones

#### 3.3.2.1 Tratamientos en estudio

Número de Especies con y sin cultivo	: 3
Número de repeticiones	: 4
Plantas por unidad experimental	: 20
Tratamientos	: 6

**Cuadro 3: Tratamientos en estudio**

Tratamiento	Especie	Con Maíz	Sin Maíz	Código
T1	Aliso		X	Asm.
T2	Cedro de montaña		X	Csm
T3	Sangre de drago		X	Ssm
T4	Aliso	X		Am
T5	Cedro de montaña	X		Cm
T6	Sangre de drago	X		Sm

#### 3.3.2.2 Modelo estadístico

$$X_{ij} = \mu + T_i + \sum ij$$

Donde:

$X_{ij}$  = Cualquier observación

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$\sum ij$  = Error experimental

### 3.3.2.3 Análisis de variancia

**Cuadro 4: ANALISIS DE VARIANZA**

<b>FV</b>	<b>GL</b>
Repeticiones	$(4 - 1) = 3$
Tratamientos	$(6 - 1) = 5$
Error	$(t-1)(n-1) = 15$
<b>Total</b>	<b><math>(r \cdot t) - 1 = 23</math></b>

### 3.3.2.4 Prueba de significancia

Se utilizo la prueba de rango múltiple Duncan al 95%, con el fin de determinar las diferencias de crecimiento de los parámetros en estudio, entre especies y dentro de los individuos de cada especie.

### 3.3.2.5 Unidad experimental

La unidad experimental está compuesta por 20 plántulas, las cuales serán medidas y tabuladas para fines de la investigación.

### 3.3.2.6 Tamaño de la muestra

Cada tratamiento está compuesta por cuatro repeticiones, cuatro unidades experimentales por especie, lo que nos determina los valores siguientes:

80 plantas/tratamiento	= 4 unidades experimentales /tratamiento
160 plantas / especie	= 480 plantas en total.
Superficie de la unidad experimental	= 180 m <sup>2</sup>
Superficie de la muestra	= 4.320

### 3.3.2.7 Variables en estudio

Las variables en estudio, se refieren a los parámetros dasométricos del cedro de montaña, aliso y sangre de drago:

- Supervivencia
- Diámetro Basal
- Altura Total
- Costos

### **3.3.2.8 Análisis de correlación**

Se realizó los análisis de correlación de las siguientes variables de las tres especies con y sin asocio:

- Diámetro basal – Altura total

### **3.3.3. Manejo específico de las variables**

#### **- Supervivencia**

La supervivencia se analizó cada treinta días durante los seis meses de la investigación, contando el número de individuos vivos y calculando el porcentaje en base a la población inicial de la plantación y por especie.

#### **- Diámetro basal**

Se la realizó con el calibrador pie de rey a 2 cm. del nivel del suelo, para lo cual se clavó una estaca que permitió realizar las diferentes lecturas al mismo nivel, el mismo que está pintado con una línea roja alrededor del diámetro basal. La toma de datos se realizó cada treinta días de iniciada la investigación, hasta después de la cosecha del maíz.

#### **- Altura total**

La altura se midió desde una estaca ubicada a 2 cm. del nivel del terreno hasta el ápice de la planta de cada uno de los individuos con la ayuda de una cinta métrica graduada al cm. cada treinta días, hasta después de la cosecha del maíz.

#### **3.3.4. Análisis de costos de manejo de las especies forestales**

Se determinó el análisis de costos que se presenten en cada una de las labores a cumplirse en todo el proceso de la investigación, lo que nos determinará el valor de costo total del trabajo y se calculará el costo por plántula y por especie.

#### **3.3.5 Análisis de Costos de la producción de maíz**

Se determinaron los costos de producción del maíz en base al análisis de Beneficio/costo y su influencia en el manejo de las especies forestales.

#### **3.3.6. Trabajo de gabinete**

Los datos obtenidos en el trabajo de campo fueron sometidos al análisis cuantitativo de las variables en estudio, y a las medidas estadísticas que nos determinarán la distribución y dispersión en base a las pruebas estadísticas respectivas.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

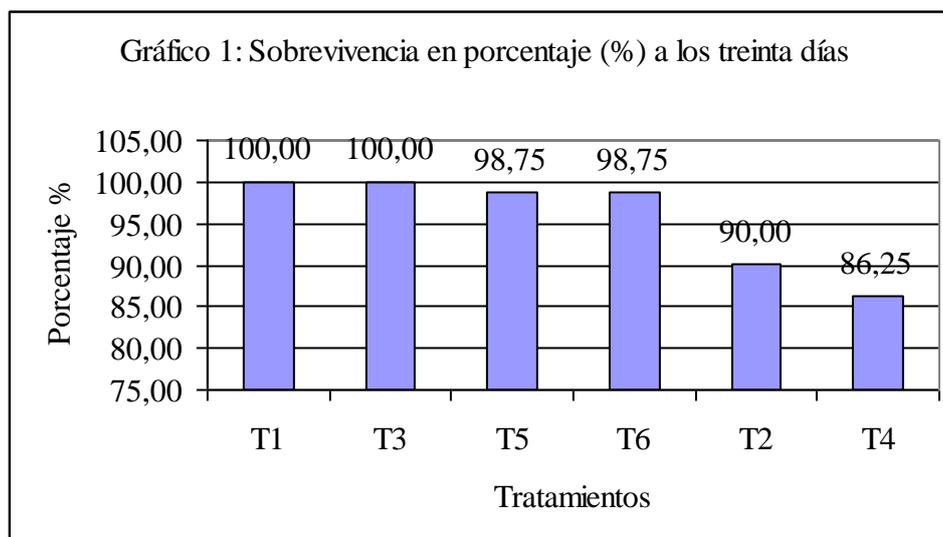
Los datos de campo obtenidos, permitieron dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación a través de las variables en estudio.

Fueron tabulados, analizados, e interpretados tomando como base los Análisis de Variancia para cada fecha de toma de datos y la variable medida, las mismas que se expresan a continuación.

#### 4.1 Sobrevivencia en Porcentaje (%)

##### 4.1.1 Sobrevivencia en porcentaje (%) a los treinta días

En el análisis de variancia se observa que no existen diferencias significativas en los promedios de las repeticiones, en contraste con los tratamientos donde se observa que existen diferencias significativas entre sus promedios. (Ver Anexo 1).



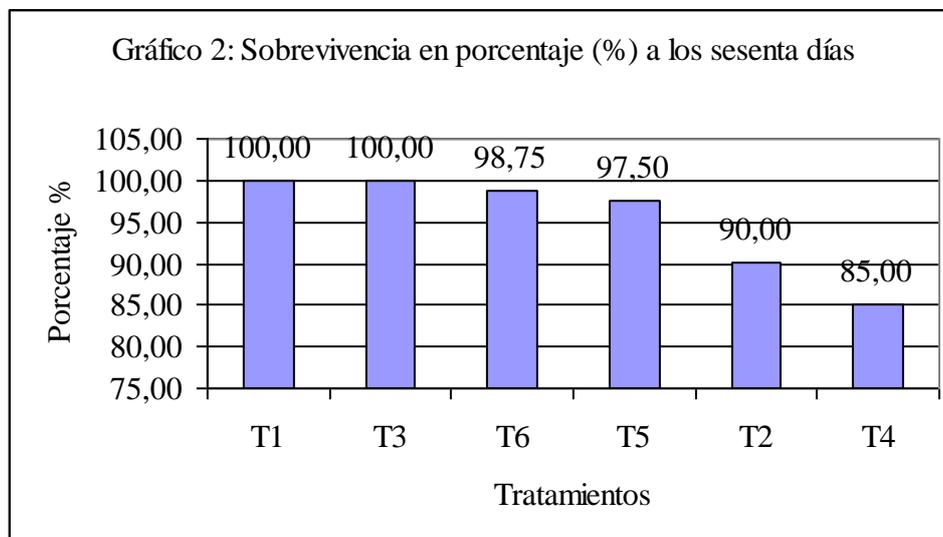
Luego de haber realizado el análisis de sobrevivencia de los tratamientos investigados a los treinta días se determinó, que los tratamientos Aliso sin maíz (T1Asm), Sangre de Drago sin maíz (T3Ssm) tuvieron el 100% de sobrevivencia; mientras que los

tratamientos Cedro con maíz (T5Cm), Sangre de drago con maíz (T6Sm) tuvieron el 98,75%; el tratamiento Cedro sin maíz (T2Csm) tuvo el 90%.

El tratamiento de menos sobrevivencia fue Aliso con maíz (T4Am) con el 86,25%. (Ver Gráfico 1)

#### 4.1.2 Sobrevivencia en porcentaje (%) a los sesenta días

En el análisis de variancia se observa que no existen diferencias significativas en los promedios de las repeticiones, ni con los tratamientos entre sus promedios. (Ver Anexo 2).

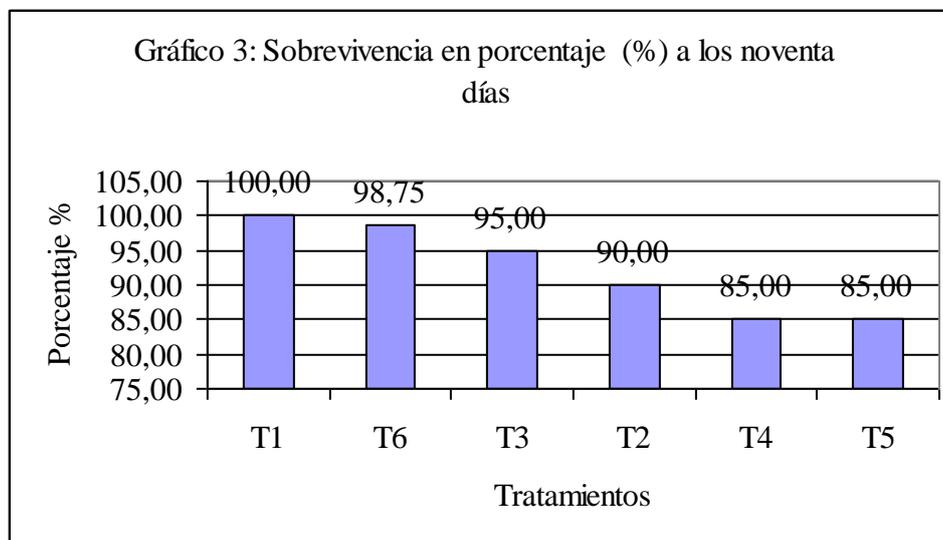


Luego de haber realizado el análisis de sobrevivencia de los tratamientos investigados a los sesenta días se determino, que los tratamientos Aliso sin maíz (T1Asm), Sangre de Drago sin maíz (T3Ssm) la sobrevivencia fue del 100%; el tratamiento Cedro con maíz (T5Cm) fue del 98,75%, mientras que la sobrevivencia para el resto de tratamientos fue menor; Sangre de drago con maíz (T6Sm) tuvieron el 97,5%; Cedro sin maíz (T2Csm) tuvo el 90%.

El tratamiento de menos sobrevivencia fue Aliso con maíz (T4Am) con el 85 %. (Ver Gráfico 2)

### 4.1.3 Sobrevivencia en porcentaje (%) a los noventa días

En el análisis de variancia se observa que no existen diferencias significativas en los promedios de las repeticiones, y tratamientos entre sus promedios. (Ver Anexo 3).

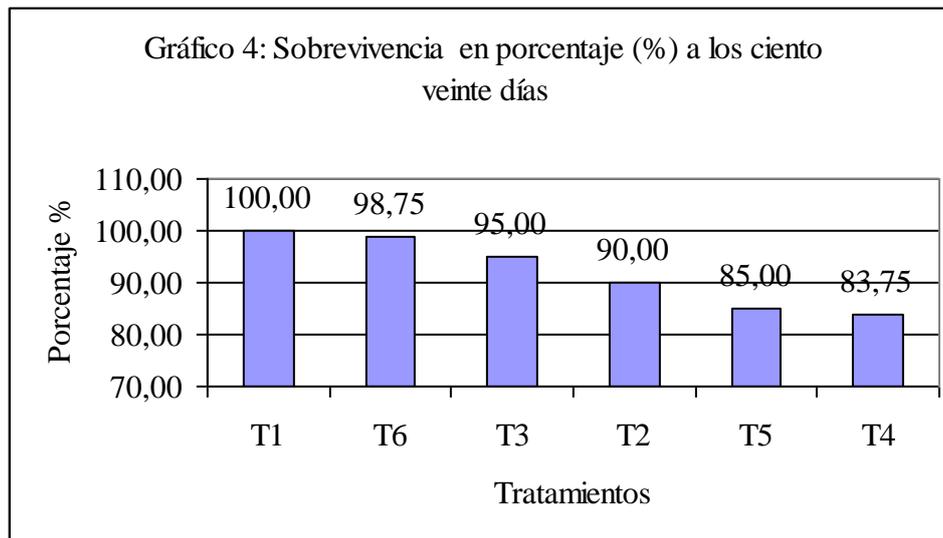


Luego de haber realizado el análisis de sobrevivencia de los tratamientos investigados a los noventa días se determinó, que el tratamiento Aliso sin maíz (T1Asm) tuvo la mejor sobrevivencia con el 100%, mientras que la sobrevivencia para el resto de tratamientos fue menor; Sangre de Drago sin maíz (T3Ssm) fue del 98,75%; Cedro con maíz (T5Cm) fue del 95%, Sangre de drago con maíz (T6Sm) fue del 90%.

Los tratamientos con menor sobrevivencia fueron, Cedro sin maíz (T2Csm), Aliso con maíz (T4Am) con el 85%. (Ver Gráfico 3).

### 4.1.4 Sobrevivencia en porcentaje (%) a los ciento veinte días

En el análisis de variancia se observa que no existen diferencias significativas en los promedios de las repeticiones, y tratamientos entre sus promedios. (Ver Anexo 4).

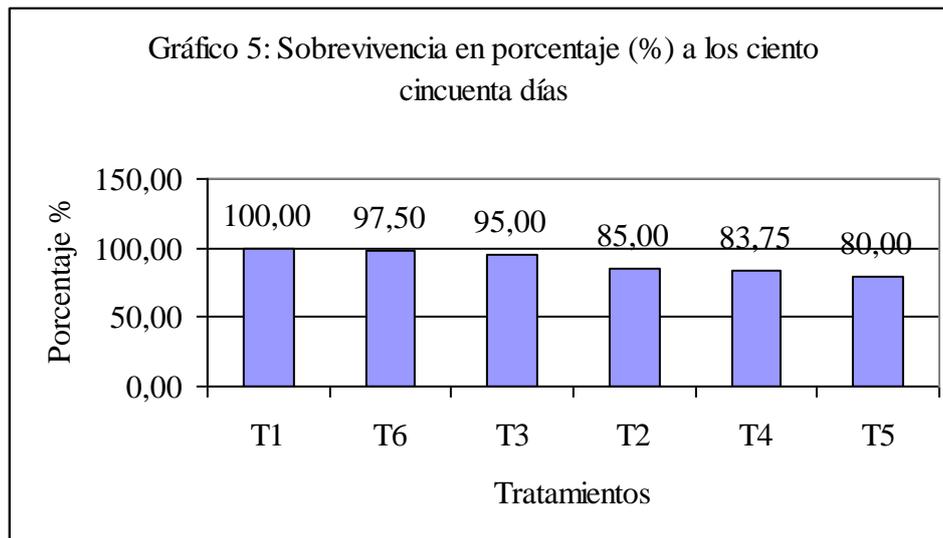


Luego de haber realizado el análisis de supervivencia de los tratamientos investigados a los ciento veinte días se determinó, que el tratamiento Aliso sin maíz (T1Asm) tuvo la mejor supervivencia con el 100%, mientras que la supervivencia para el resto de tratamientos fue similar al mes anterior; Sangre de Drago sin maíz (T3Ssm) fue del 98,75%; Cedro con maíz (T5Cm) fue del 95%, Sangre de drago con maíz (T6Sm) fue del 90%, Cedro sin maíz (T2Csm) 85%.

El tratamiento con menor supervivencia fue Aliso con maíz (T4Am) con el 83,75%. (Ver Gráfico 4).

#### **4.1.5 Supervivencia en porcentaje (%) a los ciento cincuenta días**

En el análisis de variancia se observa que no existen diferencias significativas en los promedios de las repeticiones, y tratamientos entre sus promedios. (Ver Anexo 5).



Luego de haber realizado el análisis de supervivencia de los tratamientos investigados a los ciento cincuenta días se determinó, que el tratamiento Aliso sin maíz (T1Asm) tuvo la mejor supervivencia con el 100%, mientras que la supervivencia para el resto de tratamientos fue menor; Sangre de Drago sin maíz (T3Ssm) fue del 97,5%; Cedro con maíz (T5Cm) fue del 95%, Sangre de drago con maíz (T6Sm) fue del 85%; Cedro sin maíz (T2Csm) fue del 83,75%.

El tratamiento con menor supervivencia fue Aliso con maíz (T4Am) con el 80%. (Ver Gráfico 5).

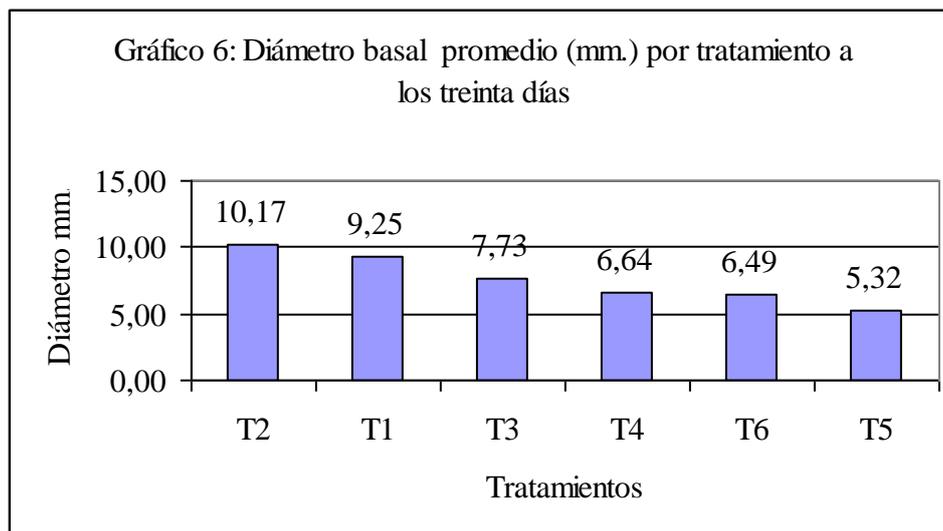
## **4.2 Diámetro basal**

### **4.2.1 Crecimiento acumulado en Diámetro Basal a los treinta días**

Los resultados del Análisis de Variancia para la medición a los treinta días, se determinó que, existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos, más no para repeticiones. (Ver Cuadro 5).

**Cuadro 5: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los treinta días (ADEVA)**

F. de V.	Gl	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	0,025	0,008	0,318	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	66,719	13,344	510,478	3,9	4,56	**
Error	15	0,392	0,026				
TOTAL	23	67,136					



Realizada la Prueba Duncan se encontró que, el tratamiento Cedro sin maíz (T2 Csm), tuvo el mayor crecimiento acumulado con 10,17 mm. Conjuntamente con el tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm) con 9,25 mm.

El menor crecimiento acumulado lo tuvo el tratamiento Cedro con maíz (T5 Cm) con 5,32 mm. de Diámetro Basal. (Ver Cuadro 6 y Gráfico 6)

**Cuadro 6: Prueba Duncan**

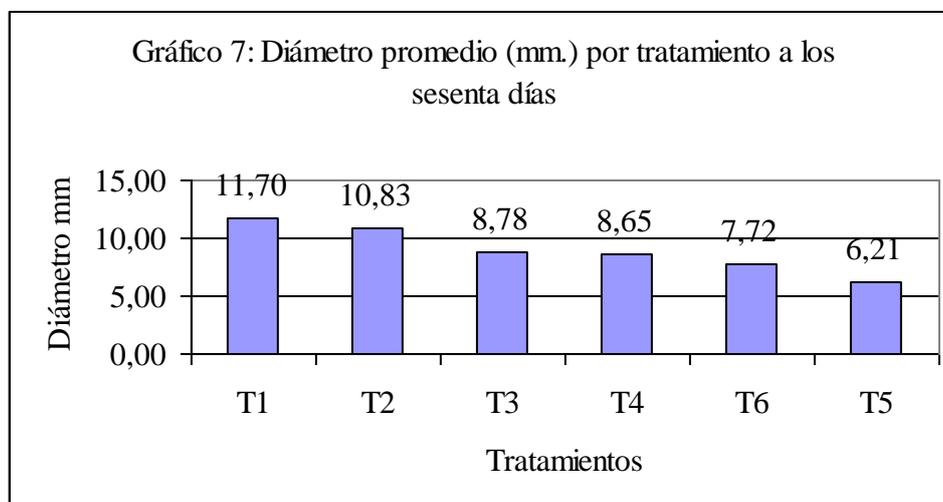
Tratamientos	Código	Significado	Promedio	Similitud
T2	Csm	Cedro de Montaña sin maíz	10,17	A
T1	Asm	Aliso sin maíz	9,25	B
T3	Ssm	Sangre de drago sin maíz	7,73	C
T4	Am	Aliso con maíz	6,64	D
T6	Sm	Sangre de drago con maíz	6,49	D
T5	Cm	Cedro de Montaña con maíz	5,32	E

#### 4.2.2 Crecimiento acumulado en Diámetro Basal a los sesenta días

En el Análisis de Variancia realizado a los sesenta días se determinó que, no existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, no así entre repeticiones., (Ver cuadro7)

**Cuadro 7: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los sesenta días (ADEVA)**

F. de V.	Gl.	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	0,927	0,309	1,652	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	81,002	16,200	86,607	3,9	4,56	**
Error	15	2,806	0,187				
TOTAL	23	84,734					



A los sesenta días de plantada la especie se determinó que, el tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm.), tuvo el mayor crecimiento promedio acumulado con 11,70 mm., similar al crecimiento del tratamiento Cedro sin maíz (T2 Csm.) con 10,83 mm.

El menor crecimiento tuvo el tratamiento Cedro en asociado con maíz (T5 Cm.) con 6,21 mm. (Ver Cuadro 8 y Gráfico 7).

**Cuadro 8: Prueba Duncan**

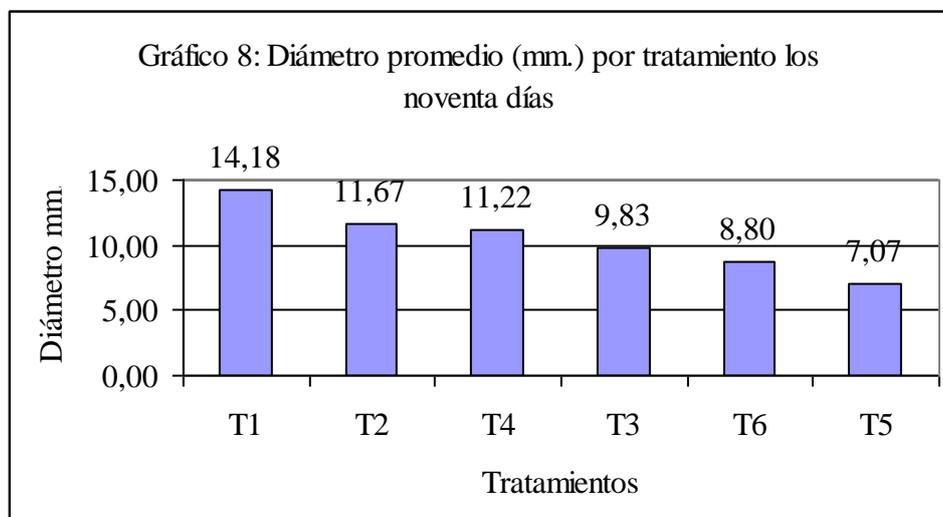
Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T1	Asm	11,70	A
T2	Csm	10,83	B
T3	Ssm	8,78	C
T4	Am	8,65	C
T6	Sm	7,72	D
T5	Cm	6,21	E

**4.2.3 Diámetro Basal Promedio por Tratamiento a los Noventa días**

Los resultados del Análisis de Variancia para la medición a los noventa días, se determinó que, existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos, más no entre repeticiones. (Ver Cuadro 9).

**Cuadro 9: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los noventa días (ADEVA)**

F. de V.	Gl.	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	0,779	0,260	0,587	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	121,949	24,390	55,107	3,9	4,56	**
Error	15	6,639	0,443				
TOTAL	23	129,367					



Según el análisis de promedios efectuado con la prueba Duncan se encontró que el tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm) tuvo el mayor crecimiento promedio acumulado por tratamiento con 14,18 mm., un crecimiento semejante tuvo el tratamiento Cedro sin maíz (T2 Csm.), con 11,67 mm.

El menor crecimiento promedio acumulado presentó el tratamiento Cedro con maíz (T5 Cm) con 7,07 mm. (Ver Cuadro 10 y Gráfico 8).

**Cuadro 10: Prueba Duncan**

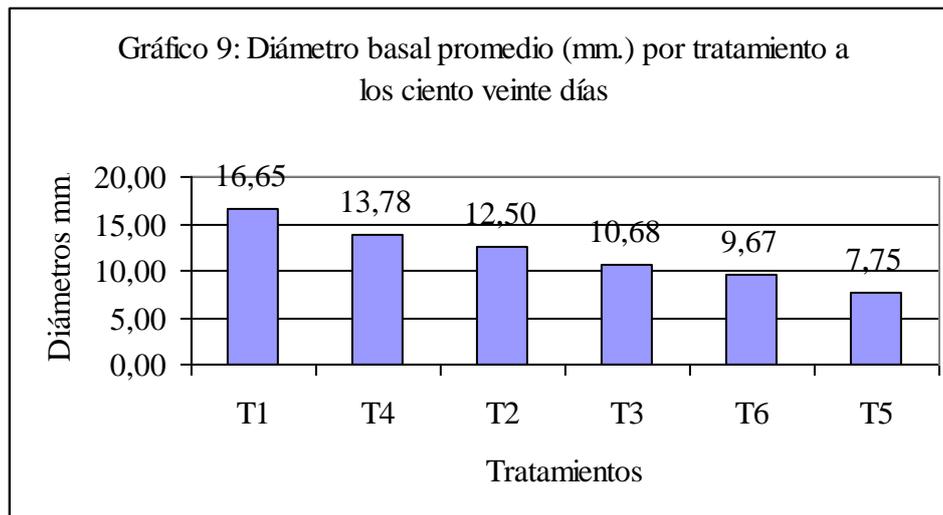
Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T1	Asm	14,18	A
T2	Csm	11,67	B
T4	Am	11,22	B
T3	Ssm	9,83	C
T6	Sm	8,80	D
T5	Cm	7,07	E

#### 4.2.4 Crecimiento acumulado en Diámetro Basal a los ciento veinte días

En el Análisis de Variancia realizado a los sesenta días se determinó que, no existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, no así entre repeticiones, donde se encontró diferencias altamente significativas entre los promedios. (Ver Cuadro 11)

**Cuadro11: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los ciento veinte días (ADEVA)**

F. de V.	Gl.	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	1,778	0,593	0,669	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	200,374	40,075	45,248	3,9	4,56	**
Error	15	13,285	0,886				
TOTAL	23	215,438					



A los sesenta días de plantada la especie se determinó que, el tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm.), tuvo el mayor crecimiento promedio acumulado con 16,65 mm., similar al crecimiento del tratamiento Aliso en asocio con maíz (T4 Am.) con 13,78 mm.

El menor crecimiento tuvo el tratamiento Cedro en asocio con maíz (T5 Cm.) con 7,75 mm. (Ver Cuadro 12 y Gráfico 9).

**Cuadro 12: Prueba Duncan**

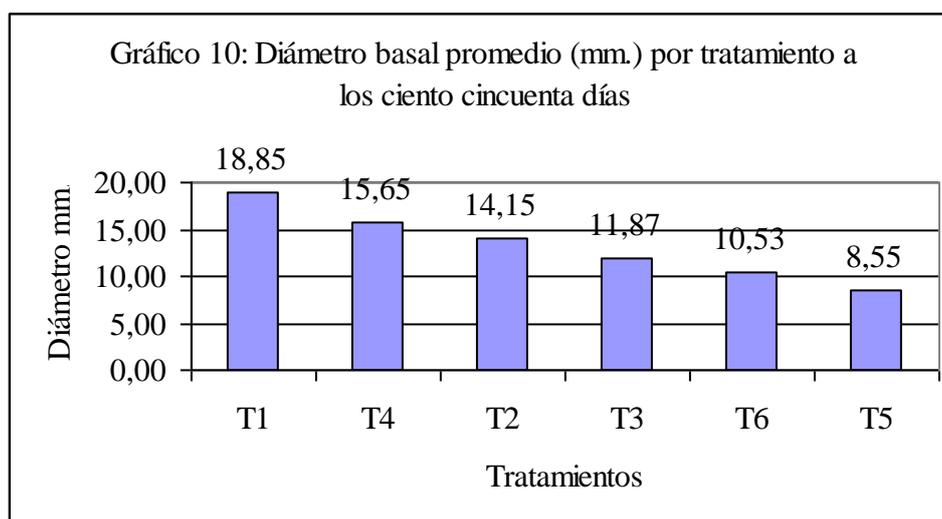
Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T1	Asm	16,65	A
T4	Am	13,78	B
T2	Csm	12,50	C
T3	Ssm	10,68	D
T6	Sm	9,67	D
T5	Cm	7,75	E

#### 4.2.5 Diámetro Basal Promedio por Tratamiento a los Ciento cincuenta días

Los resultados del Análisis de Variancia para la medición a los ciento cincuenta días, se determinó que, existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos, más no entre repeticiones. (Ver Cuadro13).

**Cuadro13: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los ciento cincuenta días (ADEVA)**

F. de V.	Gl.	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	2,561	0,854	0,517	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	277,155	55,431	33,549	3,9	4,56	**
Error	15	24,783	1,652				
TOTAL	23	304,499					



Según el análisis de promedios efectuado con la prueba Duncan se encontró que el tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm) tuvo el mayor crecimiento promedio acumulado por tratamiento con 18,85 mm., un crecimiento semejante tuvo el tratamiento Aliso en asocio con maíz (T4 Am.), con 15,65 mm.

El menor crecimiento promedio acumulado presentó el tratamiento Cedro con maíz (T5 Cm) con 8,55 mm. (Ver Cuadro14 y Gráfico 10)

**Cuadro 14: Prueba Duncan**

Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T1	Asm	18,85	A
T4	Am	15,65	B
T2	Csm	14,15	B
T3	Ssm	11,87	C
T6	Sm	10,53	C
T5	Cm	8,55	D

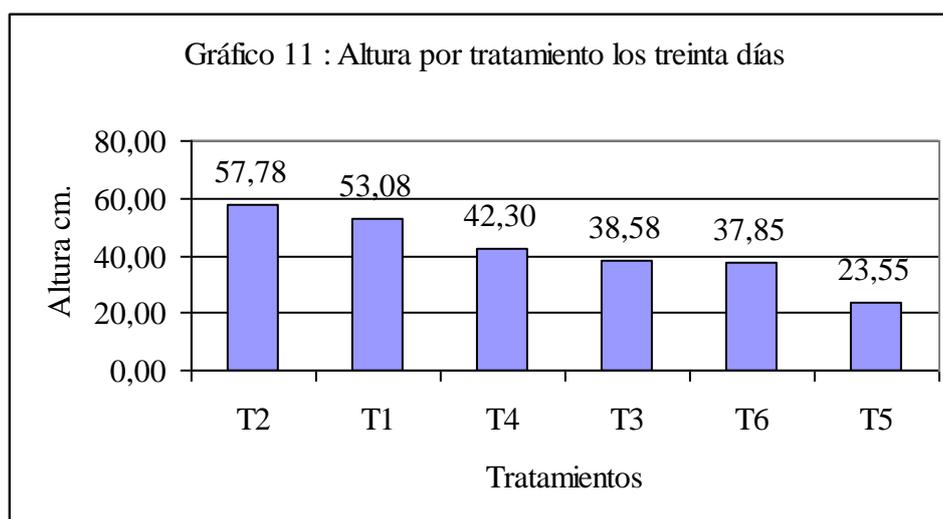
### 4.3 Crecimiento en altura total

#### 4.3.1 Crecimiento en altura total en cm. por tratamiento a los sesenta días.

En el Cuadro 15 se puede observar que no existen diferencias significativas entre repeticiones, en cambio, las diferencias entre los promedios de los tratamientos son altamente significativas.

**Cuadro 15: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los treinta días (ADEVA)**

F d V	GL	SC	CM.	Fc	f 0.05	f 0.01	Sig.
Repeticiones	3	11,376	3,792	0,988	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	2963,633	592,727	154,441	3,9	4,56	**
Error	15	57,568	3,838				
TOTAL	23	3032,578					



Luego del análisis de los promedios de los tratamientos en la prueba Duncan se determinó que, el tratamiento Cedro sin maíz (T2 Csm), tuvo el mayor crecimiento con 57,78 cm. seguido del tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm) con 53,08 cm.

El tratamiento Cedro con maíz (T5 Cm), tuvo el menor crecimiento con 23,55 cm. (Ver Cuadro 16 y Gráfico 11)

**Cuadro 16: Prueba Duncan de la altura total en cm. a los treinta días**

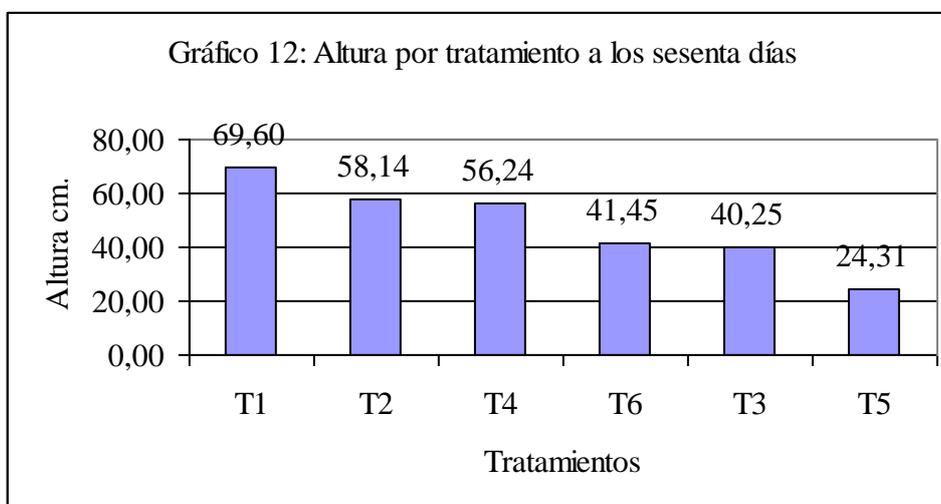
Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T2	Csm	57,78	A
T1	Asm	53,08	B
T4	Am	42,30	C
T3	Ssm	38,58	D
T6	Sm	37,85	D
T5	Cm	23,55	E

**4.3.2 Crecimiento en altura total promedio en cm. por tratamiento a los sesenta días**

En el análisis de variancia se observa que, no existe diferencias significativas entre repeticiones, en cambio, existe diferencias altamente significativas entre tratamientos. (Ver Cuadro 17)

**Cuadro 17: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los sesenta días (ADEVA)**

F d V	GL	SC	CM.	Fc	f 0.05	f 0.01	Sig.
Repeticiones	3	21,308	7,103	0,777	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	5203,444	1040,689	113,852	3,9	4,56	**
Error	15	137,111	9,141				
TOTAL	23	5361,863					



Realizada la Prueba Duncan entre los promedios de los tratamientos aplicados se puede observar que, el tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm), tuvo el mayor crecimiento

con 69,60 cm. seguido del tratamiento Cedro sin maíz (T2 Csm) con 58,14 cm. y el tratamiento Aliso en asocio con maíz (T4 Am) con 56,24 cm.

El tratamiento Cedro con maíz (T5 Cm.) presentó el menor crecimiento promedio con 24,31 cm. (Ver Cuadro 18 y Gráfico 12).

**Cuadro 18: Prueba Duncan de la altura total en cm. a sesenta días**

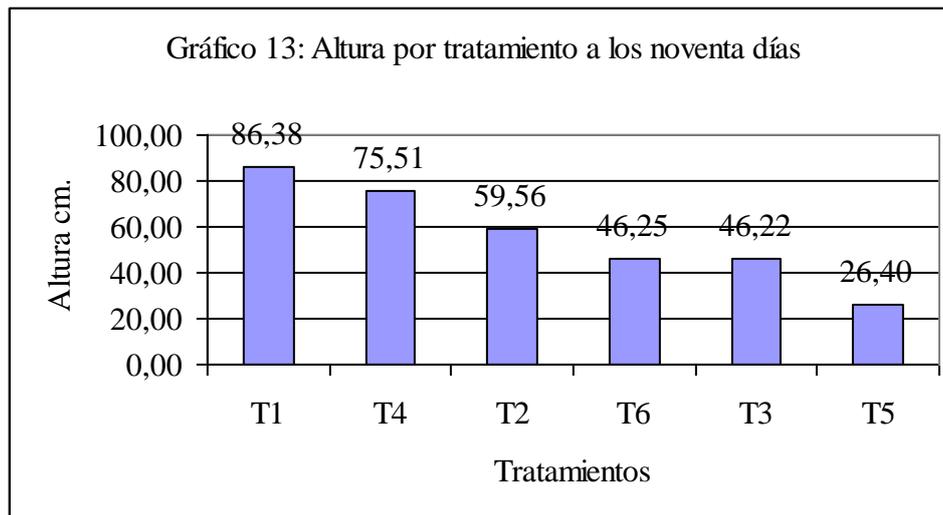
Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T1	Asm	69,60	A
T2	Csm	58,14	B
T4	Am	56,24	C
T6	Sm	41,45	D
T3	Ssm	40,25	D
T5	Cm	24,31	E

#### 4.3.3 Crecimiento de la altura total promedio por tratamiento a los noventa días

Del análisis de variancia se desprende que, no existen diferencias significativas entre las repeticiones, en tanto que, existen diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos. (Ver .Cuadro 19)

**Cuadro19: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los noventa días (ADEVA)**

F d V	GL	SC	CM.	Fc	f 0.05	f 0.01	Sig.
Repeticiones	3	71,089	23,696	0,905	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	9518,562	1903,712	72,728	3,9	4,56	**
Error	15	392,639	26,176				
TOTAL	23	9982,290					



Luego de haber realizado el análisis de los promedios de los tratamientos investigados en la Prueba Duncan se determinó que, el tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm), tuvo el mayor crecimiento con 86,38 cm. seguido de los tratamientos Aliso en asocio con maíz (T4 Am) con 75,51 cm. y, Cedro sin maíz (T2 Csm) con 59,56 cm.

El menor crecimiento lo tuvo el tratamiento Cedro en asocio con maíz (T5Cm) con 26,40 cm. (Ver Cuadro 20 y Gráfico 13)

**Cuadro 20: Prueba Duncan de la altura total en cm. a los noventa días**

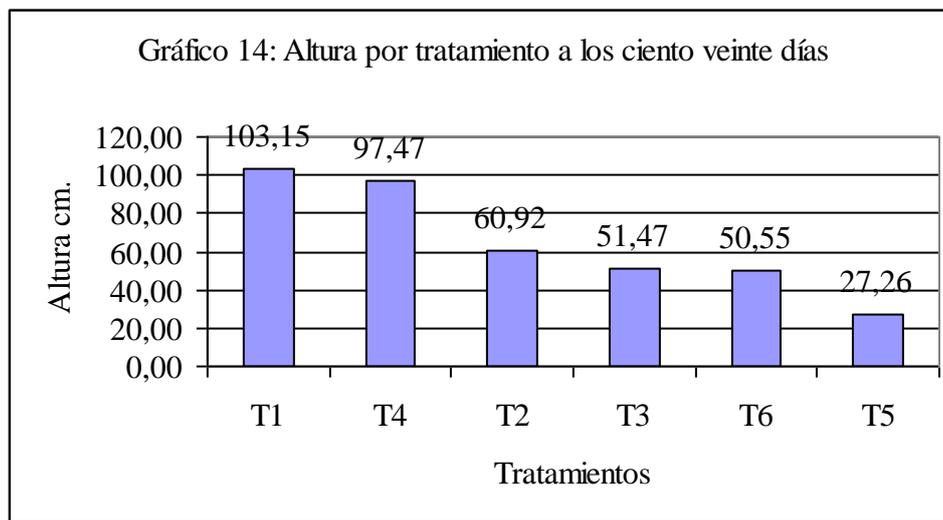
Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T1	Asm	86,38	A
T2	Csm	75,51	B
T4	Am	59,56	C
T6	Sm	46,25	D
T3	Ssm	46,22	D
T5	Cm	26,40	E

#### **4.3.4 Crecimiento en altura total promedio en cm. por tratamiento a los ciento veinte días**

En el análisis de variancia se observa que, no existe diferencias significativas entre repeticiones, en cambio, existe diferencias altamente significativas entre tratamientos. (Ver Cuadro 21)

**Cuadro 21: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los ciento veinte días (ADEVA)**

F d V	GL	SC	CM.	Fc	f 0.05	f 0.01	Sig.
Repeticiones	3	155,037	51,679	0,836	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	17366,572	3473,314	56,200	3,9	4,56	**
Error	15	927,034	61,802				



Realizada la Prueba Duncan entre los promedios de los tratamientos aplicados se puede observar que, el tratamiento Aliso sin maíz (T1 Asm), tuvo el mayor crecimiento con 103,15 cm. seguido del tratamiento Aliso en asocio con maíz (T4 Am) con 97,47 cm.

El tratamiento Cedro con maíz (T5 Cm.) presentó el menor crecimiento promedio con 27,26 cm. (Ver Cuadro 22 y Gráfico 14).

**Cuadro 22: Prueba Duncan de la altura total en cm. a los ciento veinte días**

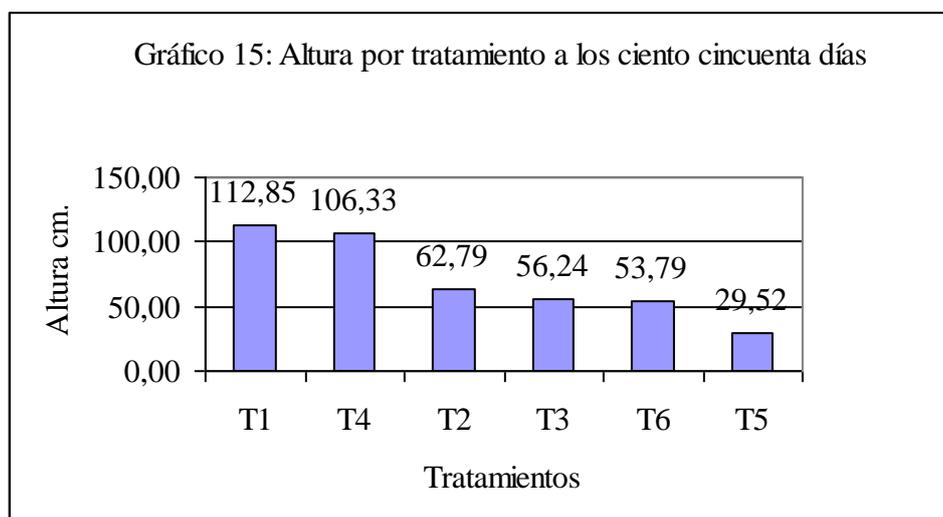
Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T1	Asm	103,15	A
T4	Am	97,47	B
T2	Csm	60,92	C
T3	Ssm	51,47	C
T6	Sm	50,55	D
T5	Cm	27,26	E

#### 4.3.5 Crecimiento de la altura total promedio por tratamiento a los Ciento cincuenta días

Del análisis de variancia se desprende que, no existen diferencias significativas entre las repeticiones, en tanto que, existen diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos. (Ver Cuadro 23)

**Cuadro 23: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los ciento cincuenta días (ADEVA)**

F d V	GL	SC	CM.	Fc	f 0.05	f 0.01	Sig.
Repeticiones	3	214,019	71,340	0,837	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	21192,088	4238,418	49,699	3,9	4,56	**
Error	15	1279,231	85,282				
TOTAL	23	22685,338					



Luego de haber realizado el análisis de los promedios de los tratamientos investigados en la Prueba Duncan se determinó que, el tratamiento Aliso sin maíz (T1Asm), tuvo el mayor crecimiento con 112,85 cm. seguido de los tratamientos Aliso en asocio con maíz (T4 Am) con 106,33cm. y, Cedro sin maíz (T2 Csm) con 62,79 cm.

El menor crecimiento lo tuvo el tratamiento Cedro en asocio con maíz (T5Cm) con 29,52cm. (Ver Cuadro 24 y Gráfico 15)

**Cuadro 24: Prueba Duncan de la altura total en cm. a los ciento cincuenta días**

Tratamientos	Código	Promedio	Similitud
T1	Asm	112,85	A
T4	Am	106,33	A
T2	Csm	62,79	B
T3	Ssm	56,24	B
T6	Sm	53,79	B
T5	Cm	29,52	C

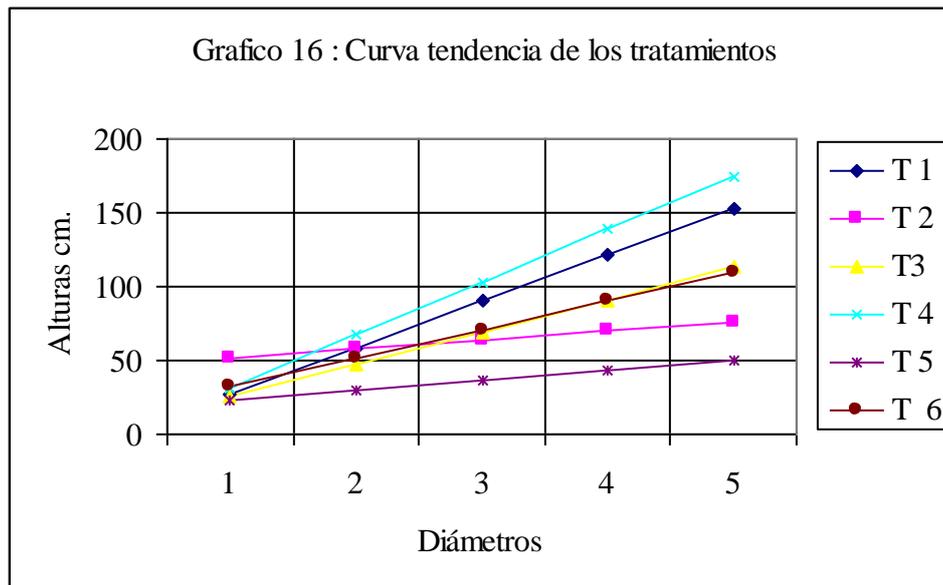
#### 4.4 Análisis de Regresión y Correlación

De los resultados obtenidos en el análisis de regresión y correlación, y al Coeficiente de Correlación encontrado se puede determinar que cinco tratamientos presentan una completa correlación entre el crecimiento del diámetro basal con el crecimiento en altura de *Alnus acuminata*, *Croton lechleri* y *Cedrela montana* sólo un tratamiento Cedro en asocio con maíz (T5 Cm), presenta una correlación media con un valor de:  $R^2 = 0,648$ . (Ver Cuadro 25 y Gráfico 16).

Las ecuaciones determinan una proyección normal en el crecimiento del diámetro basal y la altura.

**Cuadro 25: Ecuaciones de Regresión por Tratamiento**

Tratamiento	Código	Ecuación	R	R2	Correlación
T1	Asm	$H = - 4,036 + 6,281DB$	0,998	0,996	Muy alta
T2	Csm	$H = 45,19 + 1,24DB$	0,993	0,986	Muy alta
T3	Ssm	$H = 4,18 + 4,35DB$	0,988	0,976	Muy alta
T4	Am	$H = - 4,15 + 7,15DB$	0,998	0,996	Muy alta
T5	Cm	$H = 15,99 + 1,38DB$	0,805	0,648	Media
T6	Sm	$H = 12,59 + 3,88DB$	0,995	0,990	Muy alta



#### 4.5 Costos

##### 4.5.1 Costos de plantación

###### Plantación forestal sin cultivo agrícola

Actividades	Unidad	N° de U.	Costo unitario \$	Costo parcial
<b>1. Preparación del terreno</b>				
1.1 Preparación del sitio	jornal	4	10,25	41,00
1.2 Limpieza	jornal	2	10,25	20,50
<b>2. Plantación</b>				
2.1 Plantas	unidad	240	0,45	108,00
2.2 Fertilización y fumigación	Kg.	1	8,00	8,00
2.3 Siembra	jornal	2	10,25	20,50
<b>Subtotal</b>				<b>198,00</b>

##### 4.5.2 Costos de Manejo Silvicultural

Mes	Tratamiento	N° jornales	Costo jornal	Costo parcial
<b>0</b>	<b>Fertilización foliar y fumigación</b>			
<b>1</b>		3	10,25	30,75
<b>2</b>	<b>Corona y Limpia</b>	3	10,25	30,75
<b>3</b>	<b>Limpia</b>	4	10,25	41,00
<b>4</b>	<b>Uso del suelo</b>			100,00
<b>Subtotal</b>				<b>202,50</b>

#### 4.5.3 Costo de plantación forestal y establecimiento del cultivo agrícola

Actividades	Unidad	N° de U.	Costo unitario \$	Costo parcial
<b>1. Preparación del terreno</b>				
<b>1.1 Preparación del sitio</b>				
<b>1.2 Limpieza</b>	jornal	3	10,25	30,75
<b>1.3 Surcado</b>	jornal	4	10,25	41,00
<b>2. Siembra</b>				
<b>2.1 Semillas</b>	Kg.	20	1,00	20,00
<b>2.2 Fertilización y fumigación</b>	Kg.	2	8,00	16,00
<b>2.3 Riego</b>	jornal	4	10,25	41,00
<b>2.4 Manejo del maíz</b>	jornal	6	10,25	61,50
<b>2.5 Deshierbe</b>	jornal	4	10,25	41,00
<b>2.6 Cosecha</b>	jornal	5	10,25	51,25
<b>3. Plantación</b>				
<b>3.1 Plantas</b>	unidad	240	0,45	108,00
<b>3.2 Fertilización y fumigación</b>	Kg.	1	8,00	8,00
<b>3.3 Siembra</b>	Jornal	2	10,25	20,50
<b>Subtotal</b>				<b>439,00</b>

#### 4.5.3 Ingresos

Producto	Unidad	N° de U.	Costo unitario \$	Costo parcial
<b>1. Choclo</b>	Bulto	90	12	1080,00
<b>2. Forraje</b>				100,00
<b>Subtotal</b>				<b>1.180,00</b>

La densidad de siembra del maíz fue de 0.80 x 0.25 cm. Por lo tanto son 5 hoyos por metro; 3 semillas por hoyo ( $5 \times 3 = 15$ ), lo que nos da 15 semillas/m., la longitud de la hilera es de 15mts. Que equivale a ( $15 \times 15 = 225$ ) 225 semillas por hilera.

Semillas por unidad experimental  $225 \times 4 = 900$ .

# De Especies: 3

# De Repeticiones: 4

Numero de plantas por muestra  $3 \times 4 = 12$

$12 \times 900 = 10.800$  plantas

Cada bulto contiene 120 choclos:  $10.800 / 120 = 90$  bultos

La producción fue de: 90 bultos

El precio por bulto fue de 12 dólares cada uno.

$12 \times 90 = 1080$  dólares mas 100 dólares por el forraje dio un ingreso total de 1180 dólares

#### **4.5.4 Beneficio Neto**

##### **4.5.4.1 Beneficio Neto del maíz**

$$\text{BN} = \text{Ingreso Total} - \text{Costo Total}$$

$$\text{BN} = \$ 1.180,00 - \$ 839,50 = \$340,50$$

Beneficio Neto maíz = \$ 340,50 (trescientos cuarenta dólares con cincuenta centavos)

##### **4.5.4.2 Beneficio Neto del Sistema Agroforestal**

$$\text{BN} = \text{Ingreso Total} - (\text{Costo de plantación forestal} + \text{costos del manejo de las tres especies forestales} + \text{Costo de establecimiento y manejo del maíz})$$

$$\text{BN} = \$ 1.180,00 - (\$ 198,00 + \$ 202,50 + \$ 439,00)$$

$$\text{BN} = \$ 1.180,00 - \$ 839,50$$

$$\text{BN} = \$ 340,50$$

Beneficio Neto del Sistema Agroforestal es de trescientos cuarenta dólares con cincuenta centavos, lo que representa una disminución del 42,5% del la plantación y manejo forestal. Sin tomarse en cuenta el crecimiento de la planta forestal que también se considera un ingreso.

#### **4.6 Influencia del maíz en el crecimiento de las especies forestales: aliso, cedro de montaña y sangre de drago**

Todas las especies presentaron influencia positiva del maíz en el crecimiento, especialmente los tratamientos aliso con maíz y sin maíz a los durante los ciento cincuenta días

Las especies Sangre de drago y Cedro de los tratamientos que crecieron en asocio con maíz, tuvieron un crecimiento menor.

Las plantas de cedro en asocio con maíz durante en el transcurso de la investigación fue demostraron tener un menor crecimiento frente a las otras especies.

La influencia es similar en el crecimiento del diámetro basal y altura total de las plantas de los diferentes tratamientos, lo que se expresa en el análisis de regresión entre las variables citadas con una correlación de muy alta a completa.

#### **4.7 Análisis de suelo**

Del análisis de suelos de la muestra con asocio con maíz, al inicio del ensayo se encontró valores del pH se encontraba ligeramente ácido con 6,0; la materia orgánica valor medio con 4,10 %; nitrógeno en el suelo medio con 33 ppm., fósforo un valor bajo con 8,00 ppm., potasio valor medio - alto con 0,30 meq./100 ml; calcio alto con 8,00 meq/100 ml, magnesio alto con 3,20 meq./100 ml., hierro con 226,00 ppm; cobre con 4,70 ppm y azufre baja presencia con 3,40 ppm.

Posteriormente, al final del estudio y luego de la cosecha se efectuó los análisis físico químicos de la muestra final de suelo, determinándose que, pH parcialmente neutro 6,64; con valor medio se encontró a la materia orgánica con 4,64%; nitrógeno en el suelo alto con un valor de 0,23%; fósforo con un valor bajo de 10,5 ppm; potasio con 0,49 cmol/kg valor muy alto; calcio con 6,5 cmol/kg; magnesio con 2,72 cmol/kg; hierro 94,4 ppm valores muy altos, manganeso con valor medio de 3,9 ppm; cobre 4,6 ppm y azufre con baja presencia 2,5 ppm. (Ver anexos de análisis de suelos).

En la muestra inicial de la muestra de suelo sin asocio se determinó que, el pH se encontraba ligeramente ácido con 6, materia orgánica presencia baja con 2,50%, nitrógeno alto en el suelo con un valor de 33 ppm, fósforo un valor bajo de 8 ppm, azufre presencia baja con 3,4 ppm, potasio con 0,30 meq/100 ml., conjuntamente con calcio 8 meq/ ml, magnesio con 3,20 meq/ ml, cobre con 4,70 ppm, hierro 226,00 ppm valores altos,

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

En la actualidad, no es fácil encontrar oferentes de fondos que estén dispuestos a ocupar sus predios con sistemas agroforestales y esperar por lo menos 12 años para recuperar la inversión.

La mayor dificultad para promocionar plantaciones forestales es el tiempo requerido para recuperar el capital invertido y alcanzar beneficios económicos atractivos que muestren una inversión interesante a más de los beneficios importantes que se generen en el clima y conservación de suelos del sitio y su entorno.

Un sistema agroforestal, es una asociación compatible con el ambiente y sirve para proteger, restaurar suelos degradados o para ocupar suelos abandonados.

Según Nieto et al (2.005), explica que, la alternativa para los pueblos y comunidades rurales de países como Ecuador, es cambiar los sistemas de producción convencionales (con un balance energético negativo) a sistemas productivos auto suficientes que garanticen los sostenibilidad productiva de los agro ecosistemas. Una de las opciones para conseguir este objetivo es la Agroforestería, como uno de los sistemas productivos que encajan perfectamente dentro de los principios de la Agro ecología. La agroforestería a más de ser una de las alternativas que garantizan, a largo plazo, el uso intensivo del suelo, pero también su conservación, favorece el desarrollo de la biodiversidad y facilita la conservación y descontaminación de las fuentes de agua, maximiza el aprovechamiento de la energía solar en comparación con sólo la agricultura o la forestación, además, garantiza la producción multi propósito de bienes y servicios, en beneficio del propietario de la finca y su comunidad.

Mediante el manejo de los sistemas agroforestales se busca que las relaciones de competitividad se minimicen y las relaciones de complementariedad se potencien.

Si bien es cierto, presenta dificultades para las labores mecanizadas y culturales de los suelos.

El mayor crecimiento en diámetro basal y altura tuvo el tratamiento de Aliso con maíz (T1 Am.) y Aliso sin asocio (T4 Asm), además de alcanzar mejor sobrevivencia, lo que puede deberse a las características bioclimáticas similares a la zona de procedencia.

Las plantas de cedro en asocio con maíz (T5 Cm), tuvieron el más bajo desarrollo en diámetro basal, altura total y sobrevivencia en comparación con el resto de los tratamientos, lo que probablemente se debe a las características fenotípicas originales, que son aparentemente diferentes al sitio donde se realizó el estudio.

La especie *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, tiene un amplio rango altitudinal de distribución, pero su comportamiento inherente lo clasifica como una especie de crecimiento medio a lento.

## **5.1 Sobrevivencia**

Las plantas de aliso en asocio con maíz (Am) obtuvieron el 83,75% de sobrevivencia al cabo de los ciento cincuenta días de reposición de las plantas. Según Villota 1999 en el año de investigación el aliso tuvo una sobrevivencia similar al presente estudio con 94 %.

La sobrevivencia de las plantas de Sangre de Drago en asocio con maíz (T6 Sm) fue del 97,5% y Sangre de drago sin maíz (T3 Ssm) 95%; al cabo de los ciento cincuenta días de reposición de las plantas. Flores y Revelo 1993 en su investigación en Jatun Sacha en el oriente con sangre de drago obtuvieron una sobrevivencia del 73%. Menor a la observada en esta investigación hecho que tal vez se atribuya a la frecuencia de limpieas y por tratarse de sitios diferentes.

La menor sobrevivencia la tuvo el cedro en asocio con maíz (T5 Cm) con el 80% y cedro sin maíz (T2 Csm) con 85%. al cabo de los ciento cincuenta días de reposición de las plantas lo que podría deberse a las condiciones climáticas y edáficas del lugar de origen diferentes con las condiciones presentes del áreas de investigación. Ortega en el 2006 en su investigación de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz de la procedencias Bolivar Carchi sin

y con cultivo en secuencia fréjol - arveja, obtuvieron el mayor porcentaje de sobrevivencia con 100% al cabo de los 210 días de plantación; mientras que para la procedencia de Zamora sin cultivo (Z sc) fue la que tuvo la menor sobrevivencia con el 25 % de individuos vivos.

Resultados que pueden deberse a las diferentes condiciones climáticas y edáficas en las cuales se obtuvo y se desarrollaron las plántulas, con respecto al área de investigación.

## **5.2 Diámetro basal**

El *Alnus acuminata* sin asocio y con maíz (T1 Asm, T4 Am), tuvieron un incremento en diámetro basal de 1,9 cm. y 1,6 cm. respectivamente, al cabo de los ciento cincuenta días de reposición de las plantas, con una diferencia sustancial a los encontrados para las especies de Sangre de Drago y Cedro de montaña, lo que podría deberse a las condiciones climáticas y edáficas del lugar de origen con las condiciones presentes en el área de investigación.

Villota en 1999 después en la provincia del Carchi de un año de investigación con aliso obtuvo un incremento de 2,01 cm. y el menor incremento fue de 1,27 cm. menores a los proyectados al año de crecimiento anual del aliso con y sin maíz que fue de 3,2 cm y 2,7 cm. respectivamente.

La especie Sangre de drago con asocio y sin maíz (T3 Ssm, T6 Sm), tuvieron un incremento en diámetro basal de 1,19 cm. y 1,05 respectivamente, al cabo de los ciento cincuenta días de reposición de las plantas, con una diferencia a los encontrados a otras investigaciones, pues lograron adaptarse a las nuevas condiciones de vida, luego de un estrés inicial.

Flores y Revelo 1.993 en su investigación en el oriente con sangre de drago obtuvieron un incremento en su diámetro basal de 0,78 cm. menores a los proyectados al crecimiento anual de la sangre de drago con y sin maíz que fue de 2,04 cm. y 1,8 cm. respectivamente.

El cedro sin asocio y con maíz (T2 Csm, T5 Cm), tuvieron un incremento en diámetro basal de 1,4 cm. y 0,9 cm. respectivamente, al cabo de los ciento cincuenta días de reposición de las plantas a partir de los ciento cincuenta días de reposición de las plantas ya que a partir del segundo mes empezó a retrasar su crecimiento, debido a las condiciones edáficas del lugar de origen con las condiciones presentes en el área de investigación.

Ortega en el 2006 en el mismo sitio con *Cedrela montana* de la procedencia de Bolívar sin cultivo (B sfa) y Bolívar con cultivo (B fa) tuvieron mayor crecimiento en diámetro basal con 1,28 cm. y 1,24 cm. respectivamente similares a los proyectados al crecimiento anual del cedro con y sin maíz que fue de 2,4 cm. y 1,54 cm. respectivamente.

### **5.3 Alturas**

El crecimiento en altura de *Alnus acuminata*, sin maíz (T1 Asm) tuvo el mayor crecimiento a los ciento cincuenta días de reposición de las plantas con 1,13 m., seguido del tratamiento aliso en asocio con maíz (T4 Am) con 1,06 m. Villota en 1999 después en la provincia del Carchi de un año de investigación con aliso obtuvo crecimiento acumulado de 1,48 m. y el menor incremento fue de 0,93 m. menores a los proyectados al año de crecimiento anual del aliso con y sin maíz que fue de 1,94 m y 1,82 m. respectivamente.

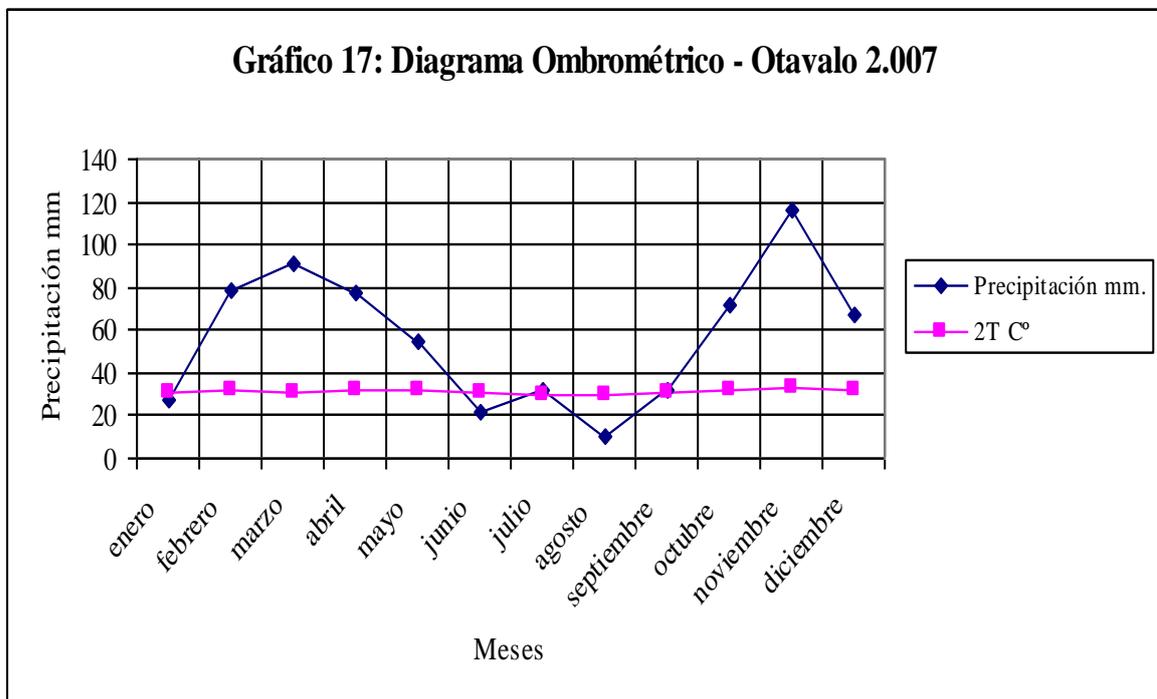
Este resultado puede deberse a la competencia que por luz tuvieron las especies de aliso, cedro de montaña, sangre de drago con y sin maíz, además de haberse adaptado a las condiciones edafo - climáticas del sitio.

El crecimiento de sangre de drago en altura fue similar sin maíz (T3 Ssm) con 0,56 m. y en asocio con maíz fue de 0,54 m. Flores y Revelo 1993 en su investigación en el oriente con sangre de drago obtuvieron un incremento acumulado en su altura de 0,4 m. menores a los proyectados al crecimiento anual de la sangre de drago con y sin maíz que fue de 0,96 m. y 0,93 m. respectivamente.

El menor crecimiento en altura a los ciento cincuenta días de reposición de las plantas lo tuvo la especie de cedro en asocio con maíz (T5 Sm) con 0,3 m. similares a los proyectados al crecimiento anual del cedro con maíz que fue de 0,51 m.

Ortega en el 2006 en el mismo sitio se observó que *Cedrela montana* de la procedencia Bolívar sin fréjol (Bsf) y con fréjol (Bcf) tuvieron mayor crecimiento en altura total con 0,91 y 0,84m. Respectivamente. La procedencia que tuvo menor crecimiento fue Zamora sin fréjol (Z sf) con 0,18 m. al cabo de 210 días de investigación.

La respuesta de las especies al sitio puede deberse a la poca adaptabilidad a las nuevas condiciones climáticas, edáficas del suelo del área de investigación. (Ver Gráfico 17)



Fuente: Colegio Técnico Nacional Agropecuario Carlos Ubidia 2007

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- La mayor sobrevivencia en porcentaje, crecimiento en diámetro basal y altura total al final de la investigación presentó la especie *Alnus acuminata* sin y con maíz (con el 100% y 83,75%; 18,85 mm y 15,65 mm; 1,13 m. y 1,06 m.).
- Se pudo observar una influencia positiva del maíz en el crecimiento en diámetro basal y altura total de las tres especies forestales.
- El cultivo de maíz, representó un ingreso 1180 dólares por venta del choclo producidos en 4320 m<sup>2</sup> que pueden solventar en forma parcial el 42,5%, de los costos de plantación y manejo agroforestal.

#### 6.2 Recomendaciones

- Para condiciones similares la especie *Alnus acuminata* con y sin maíz presentan la mejor opción para sistemas agroforestales, por presentar la mejor asociación con el cultivo agrícola.
- Continuar con el estudio del sistema agroforestal con las mismas especies forestales debido a la respuesta positiva que tuvieron las especies en estudio en otras investigaciones.
- Utilizar diferentes especies agrícolas en el sistema implementado para determinar hasta cuando el cultivo agrícola presenta Beneficio Neto.

## RESUMEN

La investigación titulada “Crecimiento Inicial de tres especies forestales en asocio con maíz *Zea mayz* en el Colegio Fernando Chavez R. Otavalo – Ecuador, a una altitud de 2.600 m.s.n.m, con temperatura promedio anual de 14,85° C y una precipitación de 1.040 mm anuales, pertenece a la Zona de vida según Holdrige, de Bosque seco Montano Bajo.

Los suelos predominantes son de vocación agrícola con un pH ligeramente ácido (5,8)

Para el desarrollo del trabajo se planteó el siguiente objetivo general:

Evaluar el crecimiento inicial de tres especies forestales: *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., *Alnus acuminata* y *Crotton lecheri* sangre de drago en asocio con maíz.

Objetivos Específicos:

- Evaluar la sobrevivencia de las tres especies a nivel de plantación
- Determinar la o las especies con mayor crecimiento en diámetro basal y altura
- Determinar el efecto que causa el maíz en el crecimiento de las tres especies en estudio.
- Establecer los costos de producción de las especies forestales y del maíz

Se empleó el diseño experimental Bloques completos al azar con 3 especies y cuatro repeticiones y 20 unidades experimentales.

Los tratamientos aplicados fueron:

Tratamientos	Código	Significado
T1	Asm	Aliso sin maíz
T2	Csm	Cedro sin maíz
T3	Ssm	Sangre de Drago sin maíz
T4	Am	Aliso con maíz
T5	Cm	Cedro con maíz
T6	Sm	Sangre de drago con maíz

Se utilizó la prueba Duncan al 95 % para analizar las medias de los tratamientos

Los mejores resultados obtenidos a final de la investigación fueron los siguientes:

Las plantas de *Alnus acuminata* sin maíz ((T1 Asm), obtuvieron el mayor porcentaje de sobrevivencia con 100%. La menor sobrevivencia la tuvo el cedro con maíz (T5 Cm) con el 95% y cedro sin maíz (T2 Csm) con 83,75%.

El *Alnus acuminata* con y sin asocio (T4 Am y T1 Asm), tuvo un incremento en diámetro basal en la plantación de 15,65 mm y 18,85 mm. El cedro con cultivo (T5 Cm) con 8,55 mm tuvo el menor crecimiento.

El crecimiento en altura de *Alnus acuminata*, con y sin maíz (T4 Am y T1 Asm) tuvo el mayor con 1,06m y 1,13 m. El menor crecimiento en altura lo tuvo la especie de cedro en asocio con maíz (T5 Sm) con 0,30 m.

Tratamientos	Código	Interpretación	Sobrevivencia	DAP Promedio proyectada al año (cm.)	Altura Promedio proyectada al año (m.)
T1	Asm	Aliso sin maíz	100%	3,26	1,92
T2	Csm	Cedro sin maíz	85%	2,40	1,08
T3	Ssm	Sangre de Drago sin maíz	95%	2,04	0,96
T4	Am	Aliso con maíz	83,75%	2,69	1,82
T5	Cm	Cedro con maíz	80%	1,54	0,51
T6	Sm	Sangre de drago con maíz	97,5%	1,80	0,93

El costo de establecimiento de la plantación de las tres especies forestales y el cultivo de maíz fue de 839,50 dólares americanos.

El ingreso de maíz (choclo y forraje) fue de US \$ 1180 dejando un ingreso neto de US \$ 340,50

- Se recomienda:
  - La mayor sobrevivencia en porcentaje, crecimiento en diámetro basal y altura total al final de la investigación presentó la especie *Alnus acuminata* sin y con maíz (con el 100% y 83,75%; 18,85 mm y 15,65 mm; 1,13 m. y 1,06 m.).
  - Se pudo observar una influencia positiva del maíz en el crecimiento en diámetro basal y altura total de las tres especies forestales.
  - El cultivo de maíz, representó un ingreso 1180 dólares por venta del choclo producidos en 4320 m<sup>2</sup> que pueden solventar en forma parcial el 42,5%, de los costos de plantación y manejo agroforestal.

- Para condiciones similares la especie *Alnus acuminta* con y sin maíz presentan la mejor opción para sistemas agroforestales, por la presentar la mejor asociación con el cultivo agrícola.
- Se recomienda continuar con estudio del sistema agroforestal con las mismas especies forestales debido a la respuesta positiva que tuvieron las especies en estudio en otras investigaciones.
- Se sugiere utilizar diferentes especies agrícolas en el sistema implementado para determinar hasta cuando el cultivo agrícola presenta Beneficio Neto.

## SUMMARY

The titled investigation “Initial Growth of three forest species in I associate with corn *Zea mayz* in the College Fernando Chavez R. Otavalo-Ecuador, to an altitude of 2.600 m.s.n.m, with temperature averages yearly of 14,85° C and an annual precipitation of 1.040 mm, it belongs to the Area of life according to Holdrige, of dry Forest Montano Under.

The predominant floors are of agricultural vocation with a lightly sour pH (5,8)

For the development of the work he/she thought about the following general objective:

To evaluate the initial growth of three forest species: *Cedrela montana* former Moritz Turcz., *Alnus acuminata* and *Croton lecheri* bleed of I dredge in I associate with corn.

Specific objectives:

To evaluate the survival from the three species to plantation level

To determine the or the species with more growth in basal diameter and height

To determine the effect that causes the corn in the growth of the three species in study.

To establish the costs of production of the forest species and of the corn

The design experimental complete Blocks was used at random with 3 species and four repetitions and 20 experimental units.

The applied treatments were:

Treatments	Code	Meaning
T1	Asm	I plane without corn
T2	Csm	Cedar without corn
T3	Ssm	Bleed of I Dredge without corn
T4	Am	I plane with corn
T5	Cm	Cedar with corn
T6	Sm	Bleed of I dredge with corn

The test Duncan was used to 95% to analyze the stockings of the treatments

The best results obtained to final of the investigation were the following ones:

The plants of *Alnus acuminata* without corn ((T1 Asm), they obtained the biggest percentage of survival with 100%. The smallest survival had it the cedar with corn (T5 Cm) with 95% and cedar without corn (T2 Csm) with 83,75%.

The *Alnus acuminata* with and without I associate (T4 Am and T1 Asm), he/she had an increment in basal diameter in the plantation of 15,65 mm and 18,85 mm. The cedar with cultivation (T5 Cm) with 8,55 mm he/she had the smallest growth.

The growth in height of *Alnus acuminata*, with and without corn (T4 Am and T1 Asm) he/she had the adult with 1,06m and 1,13 m. The smallest growth in height had it the cedar species in I associate with corn (T5 Sm) with 0,30 m.

Treatments	Code	Interpretation	Survival	DAP Average projected a year (cm.)	Height Average projected a year (m.)
T1	Asm	I plane without corn	100%	3,26	1,92
T2	Csm	Cedar without corn	85%	2,40	1,08
T3	Ssm	Bleed of I Dredge without corn	95%	2,04	0,96
T4	Am	I plane with corn	83,75%	2,69	1,82
T5	Cm	Cedar with corn	80%	1,54	0,51
T6	Sm	Bleed of I dredge with corn	97,5%	1,80	0,93

The cost of establishment of the plantation of the three forest species and the cultivation of corn was of 839,50 American dollars.

The entrance of corn (choclo and forage) it was of US \$1180 leaving a net income of US \$340,50

- It is recommended:
  - The biggest survival in percentage, growth in basal diameter and total height at the end of the investigation presented the species *Alnus acuminata* without and with corn (with 100% and 83,75%; 18,85 mm and 15,65 mm; 1,13 m. and 1,06 m.).
  - One could observe a positive influence of the corn in the growth in basal diameter and total height of the three forest species.

- The cultivation of corn, represented an entrance 1180 dollars for sale of the choclo taken place in 4320 m<sup>2</sup> that can pay partially in form 42,5%, of the plantation costs and handling agroforestral.
  
- For similar conditions the species *Alnus acuminta* with and without corn they present the best option for systems agroforestales, for presenting the best association with the agricultural cultivation.
  
- It is recommended to continue with study of the system agroforestral with the same forest species due to the positive answer that you/they had the species in study in other investigations.
  
- It is suggested to use different agricultural species in the system implemented to determine until when the agricultural cultivation presents Net profit.

## 7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Añazco, M, (1996).** Desarrollo Forestal Campesino (DFC) Quito-Ecuador 166pp
- Añazco, M, (1999).** Introducción a la agroforestería y producción de plantas forestales. Módulo de capacitación. RAFE – CAMAREN. 25-30 pp.
- Borja, C. & Lasso, S. (1.990).** Plantas Nativas para la Reforestación en el Ecuador. FUNDACIÓN NATURA (EDUNAT III) – AID. Quito – Ecuador, 20pp.
- Cadena, L. (2.007).** “Evaluación del Crecimiento en Plantación con y sin Asocio Agrícola de cuatro procedencias de (*Cedrela montana* Morits ex Trucz), en el Colegio Agroforestal Fernando Chávez Reyes – Quinchuquí. Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Ibarra – Ecuador. 50 pp.
- Cazar, J. (1.996).** Análisis de Procedencias y comportamiento inicial de *Erythrina edulis* Triana ex Micheli (Porotón)
- Cuamacás, B (1.994).** Estudio Dendrológico y Fenológico de la comunidad Tabla Chupa en la provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte. FICAYA. Escuela de Ingeniería Forestal. Tesis de Grado para optar por el Título de Ingeniero Forestal. Ibarra – Ecuador. 89 pp.
- Loáiza, G, (1.992).** Silvicultura 1, Universidad Nacional de Loja (Material de Enseñanza), Escuela de Ingeniería Forestal, Loja-Ecuador 22-32pp
- Loján, L. (1.992).** El Verdor de los Andes: Árboles y Arbustos Nativos para el desarrollo Forestal Alto andino. Edt. Luz de América, Quito-Ecuador, 217pp
- Manuel, N. (1.985).** Cartilla Forestal, Manual para Reforestación con especies exóticas y autóctonas Programa EDUNAT, II Fundación Natura, Quito-Ecuador, 10-20 pp

**Prado, L. y Valdebenito, H. (2.000).** Contribución a la Fonología de Especies Forestales Nativas Andinas de Bolivia y Ecuador. Intercooperation. Quito-Ecuador 65-67 pp

**Ordóñez, O. (2.000).** Estudio Dasométrico y Composición Florística y Regeneración Natural del Bosque Alterado de Montaña en la Estación Científica San Francisco, Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Forestal, Loja-Ecuador 16-32 pp

**Ortega, G. (2.006).** “Evaluación del Crecimiento Inicial en Plantación con y sin Asocio Agrícola de cuatro procedencias de (*Cedrela montana* Morits ex Trucz), en el Colegio Agroforestal Fernando Chávez Reyes – Quinchuquí. Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Ibarra – Ecuador. 23 – 24 pp.

**Revelo N., P. A. MENA & A. Soldi (Eds.). 1994.** Etnobotanica, Valoración Económica y Comercialización de Recursos Florísticos Silvestres en el Alto Napo, Ecuador. Ecociencia. Quito.

**Vallejos, H. (1.997).** Estudio de sobrevivencia y crecimiento inicial de tres procedencias de porotón (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli), bajo sistema agroforestal en dos sitios.

**Villota, C. (1.999).** Crecimiento inicial de Aliso (*Alnus acuminata* H:B:K.) bajo cuatro Métodos de plantación, en el sitio de Tartal, provincia del Carchi.

**Paginas Electrónicas (Sánchez Juan)** [www. Ciedperu.org](http://www.Ciedperu.org).

**8. ANEXOS**  
**ADEVAS DE LA SOBREVIVENCIA**

**Anexo 1: Análisis de Variancia de la sobrevivencia en % a los Treinta días**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>f Cal</b>	<b>f 0,95</b>	<b>f 0,99</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	128,125	42,708	1,213	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	709,375	141,875	4,030	3,9	4,56	*
<b>Error</b>	15	528,125	35,208				
<b>Total</b>	23	1365,625					

**Anexo 2: Análisis de Variancia de la sobrevivencia en % a los sesenta días**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>f Cal</b>	<b>f 0,95</b>	<b>f 0,99</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	161,458	53,819	1,032	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	780,208	156,042	2,992	3,9	4,56	n.s.
<b>Error</b>	15	782,292	52,153				
<b>Total</b>	23	1723,958					

**Anexo 3: Análisis de Variancia de la sobrevivencia en % a los noventa días**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>f Cal</b>	<b>f 0,95</b>	<b>f 0,99</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	186,458	62,153	0,482	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	880,208	176,042	1,367	3,9	4,56	n.s.
<b>Error</b>	15	1932,292	128,819				
<b>Total</b>	23	2998,958					

**Anexo 4: Análisis de Variancia de la sobrevivencia en % a los ciento veinte días**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>f Cal</b>	<b>f 0,95</b>	<b>f 0,99</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	212,500	70,833	0,489	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	958,333	191,667	1,322	3,9	4,56	n.s.
<b>Error</b>	15	2175,000	145,000				
<b>Total</b>	23	3345,833					

**Anexo 5: Análisis de Variancia de la sobrevivencia en % a los ciento cincuenta días**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>f Cal</b>	<b>f 0,95</b>	<b>f 0,99</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	136,458	45,486	0,283	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	1380,208	276,042	1,720	3,9	4,56	n.s.
<b>Error</b>	15	2407,292	160,486				
<b>Total</b>	23	3923,958					

## ADEVAS DEL DIÁMETRO BASAL

### Anexo 6: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los treinta días (ADEVA)

F. de V.	Gl	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	0,025	0,008	0,318	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	66,719	13,344	510,478	3,9	4,56	**
Error	15	0,392	0,026				
<b>TOTAL</b>	23	67,136					

### Anexo 7: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los sesenta días (ADEVA)

F. de V.	Gl.	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	0,927	0,309	1,652	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	81,002	16,200	86,607	3,9	4,56	**
Error	15	2,806	0,187				
<b>TOTAL</b>	23	84,734					

### Anexo 8: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los noventa días (ADEVA)

F. de V.	Gl.	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	0,779	0,260	0,587	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	121,949	24,390	55,107	3,9	4,56	**
Error	15	6,639	0,443				
<b>TOTAL</b>	23	129,367					

### Anexo 9: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los ciento veinte días (ADEVA)

F. de V.	Gl.	SC.	CM.	F. calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repeticiones	3	1,778	0,593	0,669	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	200,374	40,075	45,248	3,9	4,56	**
Error	15	13,285	0,886				
<b>TOTAL</b>	23	215,438					

**Anexo 10: Análisis de Variancia del Diámetro Basal Inicial a los ciento cincuenta días (ADEVA)**

<b>F. de V.</b>	<b>Gl.</b>	<b>SC.</b>	<b>CM.</b>	<b>F. calc.</b>	<b>F 0,95</b>	<b>F 0,99</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	2,561	0,854	0,517	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	277,155	55,431	33,549	3,9	4,56	**
<b>Error</b>	15	24,783	1,652				
<b>TOTAL</b>	23	304,499					

**ADEVAS DE LA ALTURA**

**Anexo 11: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los treinta días (ADEVA)**

<b>F d V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>Fc</b>	<b>f 0.05</b>	<b>f 0.01</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	11,376	3,792	0,988	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	2963,633	592,727	154,441	3,9	4,56	**
<b>Error</b>	15	57,568	3,838				
<b>TOTAL</b>	23	3032,578					

**Anexo 12: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los sesenta días (ADEVA)**

<b>F d V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>Fc</b>	<b>f 0.05</b>	<b>f 0.01</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	21,308	7,103	0,777	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	5203,444	1040,689	113,852	3,9	4,56	**
<b>Error</b>	15	137,111	9,141				
<b>TOTAL</b>	23	5361,863					

**Anexo 13: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los noventa días (ADEVA)**

<b>F d V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM.</b>	<b>Fc</b>	<b>f 0.05</b>	<b>f 0.01</b>	<b>Sig.</b>
<b>Repeticiones</b>	3	71,089	23,696	0,905	3,34	5,56	n.s.
<b>Tratamientos</b>	5	9518,562	1903,712	72,728	3,9	4,56	**
<b>Error</b>	15	392,639	26,176				
<b>TOTAL</b>	23	9982,290					

**Anexo 14: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los ciento veinte días (ADEVA)**

F d V	GL	SC	CM.	Fc	f 0.05	f 0.01	Sig.
Repeticiones	3	155,037	51,679	0,836	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	17366,572	3473,314	56,200	3,9	4,56	**
Error	15	927,034	61,802				
TOTAL	23	18448,643					

**Anexo 15: Análisis de Variancia de la Altura promedio en cm. por tratamiento a los ciento cincuenta días (ADEVA)**

F d V	GL	SC	CM.	Fc	f 0.05	f 0.01	Sig.
Repeticiones	3	214,019	71,340	0,837	3,34	5,56	n.s.
Tratamientos	5	21192,088	4238,418	49,699	3,9	4,56	**
Error	15	1279,231	85,282				
TOTAL	23	22685,338					

**Cuadro 26: Datos climáticos mensuales año 2.006 (Precipitación, Evapotranspiración Potencial, Temperatura, Humedad Relativa) del cantón Otavalo**

meses	Precipitación mm.	ETP	Temperatura C°	HR	2T
enero	27,1	38,75	15,5	80	31
febrero	78,7	36,16	16	73	32
marzo	90,5	39,00	15,6	84	31,2
abril	77,9	38,24	15,8	82	31,6
mayo	54,6	39,25	15,7	82	31,4
junio	21,3	36,78	15,2	78	30,4
julio	31,7	36,50	14,6	77	29,2
agosto	9,9	36,75	14,7	68	29,4
septiembre	31,5	37,03	15,3	70	30,6
octubre	71,8	39,50	15,8	72	31,6
noviembre	115,7	39,69	16,4	81	32,8
diciembre	67,3	40,25	16,1	80	32,2
TOTAL	678				

**Anexo 16: Distribución de los tratamientos en el campo**

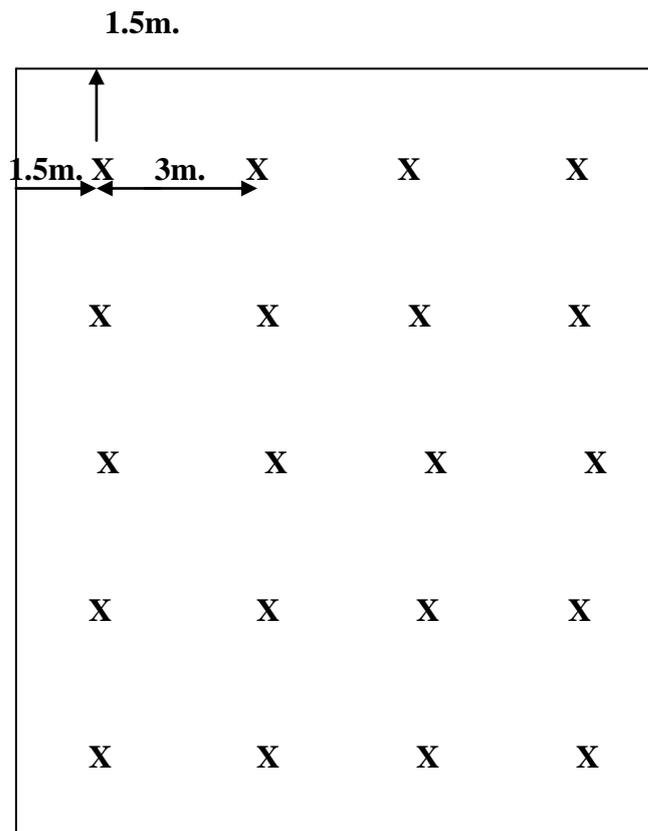
**Anexo 16a: Tratamientos sin asocio**

<b>Csm R1</b>	<b>Asm R1</b>	<b>Ssm R1</b>
<b>Ssm R2</b>	<b>Csm R2</b>	<b>Asm R2</b>
<b>Csm R3</b>	<b>Ssm R3</b>	<b>Asm R3</b>
<b>Asm R4</b>	<b>Csm R4</b>	<b>Ssm R4</b>

**Anexo 16 b: Tratamientos en asocio con maíz**

<b>Sm R1</b>	<b>Cm R1</b>	<b>Am R1</b>
<b>Am R2</b>	<b>Cm R2</b>	<b>Sm R2</b>
<b>Sm R3</b>	<b>Am R3</b>	<b>Cm R3</b>
<b>Cm R4</b>	<b>Am R4</b>	<b>Sm R4</b>

## Anexo 17: Unidad Experimental



**X = Plantas a medirse**

## **Anexo 18: Fotografías de la investigación**

**Foto 1: Alambrado del área de estudio**



**Foto 2: Limpieza y tractorado del sitio**



**Foto 3: Vista panorámica de surcos del cultivo agrícola y de las especies forestales**



**Foto 4: Plantación de especies forestales**



**Foto 5: Toma de datos de diámetros y alturas**



**Foto 6: Limpieza del maíz y de las especies forestales**



**Fotos 7: Aporcado del maíz y coronamiento**



**Foto 8: Tratamiento 5 *Cedrela montana* con maíz**



**Foto 9: Tratamiento 6 *Croton lechleri*. Muell. Arg. con maíz**



**Foto 10: Tratamiento 4 *Alnus acuminata* con maíz**



**Foto 11: Tratamiento 6 *Croton lechleri*. Muell. Arg. con maíz**



**Foto 12: Tratamientos 1, 2, 3 Especies forestales sin cultivo**



**Foto 13: Tratamientos 1, 2, 3 Especies forestales sin cultivo**



**Foto 14: Especies forestales sin cultivo**



ANEXOS: ANÁLISIS DE SUELO



**INAP**  
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**  
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS  
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340  
Quito- Ecuador Telf.: 690-691192/93 Fax: 690-693



MINISTERIO DE AGRICULTURA  
Y PESQUERÍA

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**

Nombre :  
Dirección :  
Ciudad :  
Teléfono :  
Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**

Nombre : C.A.F. CHAVEZ REYES  
Provincia : IMBABURA  
Cantón : OTAVALO  
Parroquia : QUINCHUGUI  
Ubicación :

**PARA USO DEL LABORATORIO**

Cultivo Actual : CEDRELA MONTANA  
Fecha de Muestreo : 06/02/2006  
Fecha de Ingreso : 06/03/2006  
Fecha de Salida : 23/03/2006

N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm				meq/100ml				ppm			
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
62389	LOTE 2 ARVEJA SIN CU	6,1 LAc	115,00 A	13,00 M	8,00 B	0,57 A	8,70 A	3,20 A	1,50 B	6,60 A	448,00 A	9,40 M	0,80 B	
62390	LOTE 2 ARVEJA CON C	6,0 LAc	100,00 A	10,00 M	7,30 B	0,58 A	8,60 A	3,40 A	1,60 B	7,40 A	369,00 A	7,40 M	0,50 B	
62391	LOTE 1 ARVEJA CON C	5,7 LAc	84,00 A	32,00 A	12,00 M	0,59 A	8,70 A	3,50 A	2,00 B	8,50 A	313,00 A	6,90 M	0,80 B	

**INTERPRETACION**

pH		Elementos	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acido	LAl = Liger. Alcalino	M = Medio	
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto	
	RC = Requieren Cal		

**METODOLOGIA USADA**

pH = Suelo agua (1:2,5)    P K Ca Mg = Olsen Modificado  
S, B = Fosfato de Calcio    Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado  
B = Curcumina





**ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340  
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**

Nombre :  
 Dirección :  
 Ciudad :  
 Teléfono :  
 Fax :

**DATOS DE LA PROPIEDAD**

Nombre : C.A.F. CHAVEZ REYES  
 Provincia : IMBABURA  
 Cantón : OTAVALO  
 Parroquia : QUINCHUGUI  
 Ubicación :

**PARA USO DEL LABORATORIO**

Cultivo Actual : CEDRELA MONTAÑA  
 Fecha de Muestreo : 06/02/2006  
 Fecha de Ingreso : 06/03/2006  
 Fecha de Salida : 23/03/2006

N° Muest. Laboral.	meq/100ml			dS/m		M.O.
	Al+H	Al	Na	C.E.	(%)	
62389						4,70 M
62390						3,80 M
62391						3,50 M

Ca	Mg	Ca+Mg		Σ Bases	%
		Mg	K		
2,72	5,61	20,88	12,47		
2,53	5,86	20,69	12,58		
2,49	5,93	20,68	12,79		

ppm	Textura (%)	
	Arena	Limo-Arcilla
Cl		

Clase Textural	

**INTERPRETACION**

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

**ABREVIATURAS**

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

**METODOLOGIA USADA**

C.E. = Pasta Saturada  
 M.O. = Dicromato de Potasio  
 Al+H = Titulación NaOH