

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es uno de los 17 países megadiversos del mundo (Palacios, Revelo 2007), se caracteriza por su vasta riqueza de recursos naturales y diversidad de los ecosistemas boscosos, pero también por los altos índices de deforestación. El país cuenta con aproximadamente 150.000.000 Ha., cubiertas de bosques, (CLIRSEN, 2008). Las estimaciones de la tasa de deforestación varían considerablemente en el país, dependiendo de la fuente, pero según, (CLIRSEN, 2009), indicó que la deforestación anual en el país es de 198.092 Ha./año, por lo que la FAO ha considerado al Ecuador entre los 10 países del mundo con la tasa más alta de deforestación.

Un consenso está emergiendo entre los estrategas del desarrollo en el sentido de que el crecimiento económico y el mejoramiento del ambiente, pueden ser logrados de manera paralela si se utiliza un enfoque balanceado. Las tecnologías agroforestales son herramientas promisorias dentro de ese enfoque para mejorar el bienestar de la población rural y la conservación de su base de recursos. La agroforestería, puede contribuir a reducir la tasa de deforestación, a conservar la biodiversidad, a mantener la integridad de las cuencas, y a la estabilidad del clima, pero también de manera directa al bienestar social y económico de la población rural, que es igualmente importante.

Debido a esta realidad la presente investigación secuencial en su tercera etapa en plantaciones ya establecidas bajo diseño experimental por los señores Ingenieros Forestales Manuel Rosero y Nelson Zaragocín, en la que se evaluará los incrementos en crecimiento de las cuatro especies forestales: *Cedrela montana*, *Alnus acuminata*, *Croton spp*, y *Pinus radiata*, en asocio con cultivos agrícolas, en el Colegio Técnico Agroforestal Fernando Chávez Reyes de Quinchuquí, del Cantón Otavalo, Parroquia Miguel Egas Cabezas, como un aporte al conocimiento sobre el comportamiento de las especies citadas en un sistema asociado.

1.1. Problema

Hoy en día, los países en desarrollo se enfrenta a graves y complejos problemas relacionados con los árboles, como la imposibilidad de garantizar el autoabastecimiento de productos forestales y el desconocimiento en muchos casos de la finalidad de una plantación, por lo que se hace indispensable salvaguardarlos para disfrute de las generaciones actuales y futuras a través de una planificación cuidadosa de su administración.

En Ecuador, existe limitada información sobre el comportamiento silvicultural de: *Cedrela montana*, *Alnus acuminata*, *Croton spp*, y *Pinus radiata*, y su desarrollo dentro de un sistema agroforestal, que permita poner en marcha programas de reforestación y agroforestación, debido a los mínimos recursos para generar investigaciones en forma secuencial, con proyección a mediano y a largo plazo, por ello estos ensayos ofrecen una primera pauta del comportamiento de las especies a ser tratadas.

Se hace evidente que con la disminución constante de oportunidades de trabajo de los campesinos en sus actividades de producción agropecuaria, y la carencia de los conocimientos necesarios para cultivar sus tierras sobre una base sustentable cuando esta disminuye la fertilidad ha influenciado a la migración de sus pobladores a las ciudades, desplazado por el hambre y empleo.

1.2. Justificación

La incorporación de la agroforestería en la sierra, pretende involucrar a técnicos, trabajadores agroforestales o campesinos para que lleven adelante las actividades de agroforestería que permita difundir e implementar modelos agroforestales para contribuir a un desarrollo sustentable de la agricultura tradicional. Para lo cual es necesario desarrollar nuevas alternativas de fuentes de ingresos para que los productores puedan mantenerse trabajando la tierra, eviten la migración y abandono de las tierras y, que las comunidades rurales puedan sustentarse, aplicando innovaciones tecnológicas adaptadas a su realidad social-cultural y productiva, que permitan contrarrestar la acción perjudicial de los principales factores limitantes, como son el suelo, agua, clima, los

cuales pueden actuar negativamente sobre el terreno, otros cultivos, los árboles y los animales.

Con el presente estudio se prosigue a determinar las mejores especies en cuanto a su incremento, en altura total y diámetro basal, identificando a los posibles agentes dañinos de estas especies, sus plagas y enfermedades. Identificar el comportamiento inicial en plantaciones en asocio con cultivos agrícolas, para organizar y propagar el conocimiento del comportamiento preliminar de las especies, con el fin de recomendar en posibles proyectos de repoblación en áreas degradadas y deforestadas en el ámbito local y regional.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el crecimiento inicial de cuatro especies forestales: *Cedrela montana*, *Alnus acuminata*, *Croton spp*, y *Pinus radiata* en asocio con cultivos agrícolas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la sobrevivencia de las cuatro especies
- Determinar la o las especies con mayor incremento en diámetro basal, y altura total
- Determinar el efecto del cultivo en el crecimiento de las especies en estudio
- Realizar el análisis financiero de mantenimiento entre los tratamientos asociados con cultivo y sin asocio

1.4. Hipótesis

Ho = El incremento en diámetro basal, y altura total de las cuatro especies en asocio y plantación sola es similar.

$$Ho = S1=S2=S3=S4$$

Ha = Al menos una de las cuatro especies forestales en asocio y sin cultivo presentan diferencias significativas en el crecimiento.

$$Ha = S1 \neq S2 \neq S3 \neq S4$$

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción taxonómica de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz

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

2.1.1. Distribución y ecología

Borja y Lasso (1990), describe que la especie 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 no es 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%.

2.1.2. 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 limpieza 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 raleos

Generalmente las podas se deben aplicar cuando los árboles han alcanzado un DAP 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 del *Alnus acuminata* Kuntz

Familia : BETULACEAE
Nombre científico : *Alnus acuminata* Kuntz,
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.

Tolera un amplio rango de climas y tipos de suelos

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.

2.2.2. Manejo silvicultural

Espaciamiento

Dependiendo el objetivo 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.

Raleo

Por lo general se realizan raleos durante los años 3 y 6 eliminando el 50% de los arboles para favorecer los árboles sobresalientes, eliminando los mal formados, bifurcados, enfermos llegando al final del turno con 100 a 200 árboles/ha, según los objetivos de la plantación.

Poda

En plantaciones de aliso con cultivos, se necesita podar desde los 2 a 5 años, para dejar suficiente luz para el cultivo y obtener madera de calidad, libre de nudos. En todos los casos se debe realizar hasta 3 podas 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.

Turnos de aprovechamiento

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

2.3. Descripción taxonómica de *Croton spp.*

Familia	:	EUPHORBIACEAE
Nombre científico	:	<i>Croton spp.</i>
Nombre común	:	Sangre de drago, Laniqui (Quichua), Masajin

2.3.1. Ecología y distribución

Es un árbol común de bosque secundario y en claros o áreas intervenidas en Ecuador y Perú bajo los 1500 msnm. la especie crece también en los bosques naturales andinos, húmedos hasta los 2800 msnm.

2.3.2. Zonas de vida

Croton spp esta en formaciones bosque tropical (bT) bosque muy húmedo tropical (bmhT), bosque húmedo premontano (bhPM)

2.3.3. Características especiales de *Croton spp.*

Esta especie es de rápido crecimiento y soporta suelos arcillosos. La savia rojiza que sale al cortar el tronco con una consistencia jabonosa al frotar entre los dedos (Pieters, 1998).

2.3.4. Análisis químico-farmacológico de la savia

Un grupo de farmacólogos estadounidenses realizó un análisis químico de la savia con el siguiente resultado: concluyeron que la taspina extraída de *Croton spp* podía ser una medicina efectiva en el tratamiento de enfermedades inflamatorias como el reumatismo en el ser humano

2.4. Descripción taxonómica de *Pinus radiata* D. Don.

Familia : Pinaceae.

Nombre científico : *Pinus radiata* D. Don.

Nombre común : Pino de California, Pino, Pino insigne.

2.4.1. Ecología y distribución

Restos fósiles delatan la presencia de este pino en el Pleistoceno en una banda continua a lo largo del litoral californiano, pero se ha extendido artificialmente por todo el mundo mediante repoblación forestal. En nuestro país está distribuido en la sierra ecuatoriana, requiere de suelo franco y franco-arenosos, profundos, que mantengan buenos drenajes, tolera los suelos pobres.

2.4.2. Zonas de vida

Puede cultivarse desde los 2.000 m.s.n.m. hasta los 3.500 m.s.n.m., con una precipitación máxima de 2.000 mm. y una temperatura promedio de 12 ° C, resistiendo temperaturas bajas. Presentan las mejores condiciones climatológicas las provincias de Carchi, Imbabura, Cotopaxi y Pichincha.

2.4.3. Aspectos silviculturales

Propagación

Por semilla (sexual), Se recomienda el uso de semilla cuando el objetivo es producir madera

Producción en vivero

Se siembra la semilla recién cosechada en la cama de germinación con un sustrato de textura franco arenoso. La densidad de siembra debe ser de 1500 a 2000 semilla/m².

Método de plantación

Debe tomarse en cuenta el objetivo para aplicar las siguientes distancias de siembra: para la obtención de pulpa y tableros: 2.50 metros x 2.50 metros con una densidad de 1.600 árboles por hectárea, en suelos pobres: 3.00 metros x 3.00 metros con una densidad de 1.110 árboles por hectárea.

2.4.4. Manejo silvicultural

Raleo

Por lo general se realizan raleos durante los años 5 y 7 eliminando el 50% de los arboles para favorecer los árboles sobresalientes, eliminando los mal formados, bifurcados, enfermos, llegando al final del turno con 300 a 400 árboles/ha, según el objetivo de la plantación.

Poda

Se realizan a todos los arboles a los dos y cinco años de plantación, hasta el 50% de la copa. Una segunda poda lleva acabo una vez que se haya efectuado el primer raleo a la altura de 7m.

Crecimiento

Rápido en buenos suelos con suficiente humedad pudiendo obtener en 25 o 35 años 30 cm de altura promedio y 50 cm. de diámetro. El turno de aprovechamiento puede ser a los 25 años para aserrío.

2.5. Descripción de las especies agrícolas

2.5.1. Descripción de la especie agrícola (Arveja)

Según INIAP. 2.008:

Familia : fabáceas
Nombre Científico : *Pisum sativum L.*
Nombre común : arveja, alverja.

El origen del cultivo de las arvejas se vincula con el del trigo y la cebada. Las pruebas arqueológicas muestran que a principios del neolítico (7500-6000 a.C.) los núcleos humanos de de oriente próximo ya cultivaban arvejas. Se consideran posibles lugares de origen Etiopia, Asia central, la zona oriental de Mediterráneo. En el continente Americano las arvejas fueron introducidas por los Europeos, principalmente los Españoles en las atapas de colonización. Los principales productores latinoamericanos de arvejas secas son, Colombia, Argentina, Perú, destacan en la producción de arvejas verdes Perú, Chile, Argentina, Bolivia y Ecuador.

La variedad de arveja la Lojanita tiene su origen en la sierra ecuatoriana, de flor blanca y grano de color crema, rinde 2.140 kilos por hectárea en grano seco y 2.496 kilos en grano tierno. Es un producto que se cultiva entre los 2.400 y 3.200 metros sobre el nivel del mar, en los más diversos agroecosistemas, en áreas de clima lluvioso o seco con riego, en fincas de pequeños, medianos y grandes agricultores.(Kintto Lucas,2007).

2.5.1.1 Características importantes

2.5.1.1.1 Descriptores variables

Cuadro 1: Descriptores de la variedad

Descriptor	Características
Hábito de Crecimiento	semi-trepador
Color de la flor	Blanca
Color del grano seco	Color crema
Color del grano tierno	Verde
Tamaño del grano	Mediano
Peso de 100 granos	50 a 55 gr.
Diámetro del grano	7 y 8 mm
Forma del grano	Redondeado
Nº de granos por vaina	3 a 10
Nº de vainas por planta	de 18 a 22
Altura de la planta	0.40 a 0.80 m
Largo de la vaina	de 4 a 12 cm.
Forma de la vaina	Ligeramente curvada
Días de floración	De 80 a 95
Días a cosecha en tierno	90 a 120
Días de cosecha en seco:	170 a 190
Altitud para el cultivo	2400-3200 msnm

Fuente: INIAP 2.008

2.5.1.1.2 Características de calidad

Cuadro 2: Principales componentes de la arveja

Componente base tierna	%
Agua	78%
Hidratos de carbono	14% (fibra 2%)
Proteínas	6%
Lípidos	0.50%
Sodio	2mg/100gs.
Potasio	300mg/100gs.
Calcio	300mg/100gs.
Fósforo	120mg/100gs.
Hierro	2mg/100gs.
Vitamina A	50mg/100gs.
Vitamina C	23mg/100gs.
Vitamina B1	0.3mg/100gs.
Vitamina B2	0.15mg/100gs.
Vitamina. B3 (Ac. Fólico)	78mg/100gs.

Fuente: INIAP 2.008

2.5.1.1.3 Manejo del cultivo

Cuadro 3: Manejo de arveja

Características	Requerimientos
Altitud para el cultivo	De 2.400 a 3.200msnm.
Época de siembra	Abril a Mayo
Densidad de siembra	40 a 60 Kg/Ha.
Distancia entre surcos	80 cm.
Distancia entre sitios	80 cm.
Número de semillas por sitios	3 de arveja

Fuente: INIAP 2.008

- **Preparación del suelo**

Se lo realiza a través de la arada, rastra, surcada, (tractor o yunta).

- **Fertilización**

80-40 Kg/ha de N y P 50% de N a la siembra y 50% al aporque

- **Control de malezas**

Se lo realiza en forma manual, con 2 deshierbes y un aporque.

- **Plagas**

Las plagas más frecuentes que afectan a la variedad son: pulgón negro (*Aphis fabae Scop.*) y la mosca de la arveja (*Contarinia pisi Winn*), barrenador del tallo y vainas (*Epinotia sp*), gorgojo del genero (*Bruchus*), Trozadores (*Agrotis sp*),

- **Enfermedades**

La variedad es resistente a la antracnosis causada por (*Ascochyta spp.*), de reacción intermedia a la roya (*Uromyces pisi Wint.*) y mancha de la hoja (*Peronospora viciae*)

- **Control químico**

El control químico de plagas y enfermedades en el campo debe hacerse únicamente si se presentan, y durante todo el transcurso de desarrollo de los cultivos.

2.5.1.1.4 Producción de semilla

La producción de semilla de calidad debe hacerse usando un sistema de tutorado y en áreas de bajo riesgo climáticos y patológicos, 150 m² de superficie con surcos asociados a 1 m de ancho y dos plantas por sitio cada 40 cm., producen de 30 a 40 Kg. de semilla de calidad para sembrar una Ha. asociada. En estos sistemas se recomienda hacer todos los controles para plagas y enfermedades.

2.5.1.1.5 Cosecha

En verde para consumo en grano tierno, cuando las vainas tomen un color verde intenso. En seco, cuando la planta este defoliada y las vainas bien secas.

2.5.1.1.6 Trilla

Para grano comercial con trilladoras mecánicas o en forma manual. Para semillas de cálida es preferible en forma manual a golpes sobre el piso o con instrumentos específicos.

2.5.1.1.7 Almacenamiento

Se recomienda en lugares frescos de 10 a 12 °C y en lugares secos con un 60% de humedad relativa libre de gorgojos y con humedad del grano inferior al 13%.

2.5.2 Descripción de la especie agrícola (maíz)

2.5.2.1. Descripción taxonómica

Según INIAP. gov .ec 2.008:

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, de buen rendimiento y adaptada para cultivarse 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 4: Manejo del maíz

Época de siembra	15 Septiembre – 15 Noviembre
Distancia de siembra	80cm. entre surcos x 25cm. entre planta y una por sitio o 50 cm. entre planta.
# Semillas/sitio	2 a 3 semillas
Densidad plantas / ha.	50.000 plantas
Semillas /ha.	30Kg. (66 libras /ha)
Fertilización	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.
Plagas	“gusano negro trozador” (<i>Agrotis</i> spp.)
Control de plagas	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.

2.6. 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.

Los modelos agroforestales o agroforestería son aquellos sistemas que combinan árboles o arbustos, con cultivos agrícolas y/o ganado en un mismo sitio, bajo distintas formas de ordenamiento o en diferentes períodos de tiempo. Con el uso de la agroforestería se logra producir alimentos para las personas (carne, frutos y hortalizas, entre otros), forraje para los animales, productos para la venta derivados del ganado (carne, lana, leche), o de productos forestales madereros (madera, leña, carbón), y no madereros (hongos, frutos, hojas, miel y otros) (INFOR 2008).

La mayor presencia de materia orgánica en el suelo y el microclima (humedad y temperatura) creado por la presencia de árboles, favorece la actividad biológica de la micro y macro fauna, lo cual resulta en una mayor mineralización y disponibilidad de N en el suelo. Además, la materia orgánica que es incorporada paulatinamente al suelo por la acción de la endofauna, contribuye a mejorar la estabilidad del suelo y la capacidad de infiltración de agua.

2.7. 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.

2.8. Sistemas con cultivos de ciclo corto

En sistemas agroforestales que combinan los cultivos de ciclo corto con los árboles, estos cumplen dos tipos de funciones: aportar productos adicionales tales como frutos, forraje, leña y madera.

Rinden un servicio directo o indirecto de protección a la agricultura por su sombra y el aporte de fertilizante orgánico (GTZ-INIFAN-RED, 1997)

Los cultivos de ciclo corto no necesitan sombra permanente, porque esto puede impedir o disminuir su crecimiento, sin embargo, una sombra ligera o transitoria puede ser muy provechosa en ciertos momentos como; la germinación y crecimiento inicial, en periodos de sequia, o en las horas mas calurosas del día.

La sombra elimina una gran cantidad de especies, particularmente gramíneas esto disminuye considerablemente la competencia por el agua y nutrientes, y los trabajos de deshierbe y mantenimiento son mucho menores que en plantaciones a pleno sol. (GTZ-INIFAN-RED, 1997)

2.9. Agroforestería como alternativa

Su estrategia está orientada a la búsqueda de soluciones concretas a problemas específicos, mediante el desarrollo de técnicas agronómicas más productivas, ecológicamente sostenibles, socialmente aceptables y redituables desde el punto de vista económico. Para lo anterior se requiere la participación de equipos interdisciplinarios, así como de la colaboración directa de los campesinos, y no sólo de su convencimiento. (MOCOA, 2002)

El deterioro de la capacidad productiva de la tierra se debe en gran parte a la deforestación y al uso inapropiado de los recursos. Además cuando es eliminada la cubierta del bosque, los suelos se encuentran mas expuestos a los efectos climáticos a esto puede agregar el impacto de las prácticas inapropiadas en el uso de los suelos para otros fines. Todos estos factores hacen que los suelos sean mas propensos a la erosión, y en zonas muy lluviosas causa compactación. Por todos estos efectos negativos que causan el manejo inadecuado de nuestros recursos los SAF se presentan como una alternativa de producción sostenible incorporando a los sistemas de cultivos, ganadería

convencional el componente árbol que es muy importante para la recuperación y conservación del suelo y mejorar las condiciones microclimáticas de la finca, además de algunas especies que sirven de forraje para el ganado. (RENDA et al, 1997)

Según Nieto et al (2005), 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 la 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.

2.10. Plantaciones mixtas

Las plantaciones mixtas corresponden a modelos que asocian especies principales que generan productos de alto valor al final de la rotación (madera aserrada), especies secundarias con productos como postes, frutos, u otros a obtener en el transcurso de la rotación. Estas especies secundarias favorecen el crecimiento de la especie principal mejorando además su forma, lo que conduce a una mejor calidad del producto final.

2.11. Sistemas agroforestales secuenciales

En ellos existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos; es decir que los cultivos anuales y las plantaciones de árboles se suceden en el tiempo. Aquí se encuentran la agricultura migratoria, sistema taungya.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del sitio de la investigación

3.1.1. Localización del área de estudio

La presente investigación es un seguimiento de la tesis de los Ingenieros Manuel Rosero, y Nelson Saragocin realizada, al año ocho meses de instalado el ensayo 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

Grafico1. Mapa del cantón Otavalo

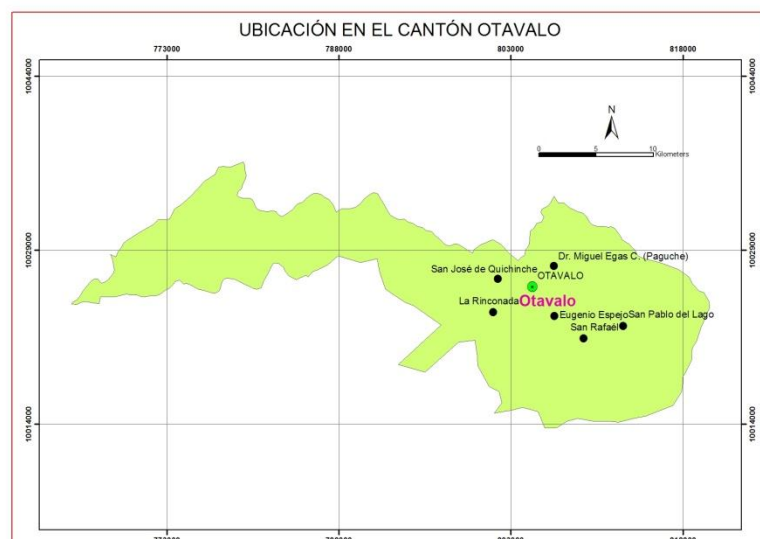
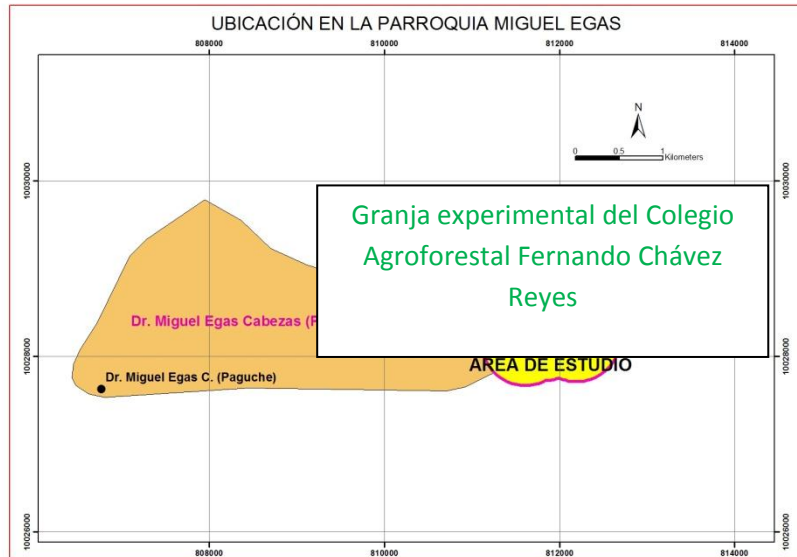


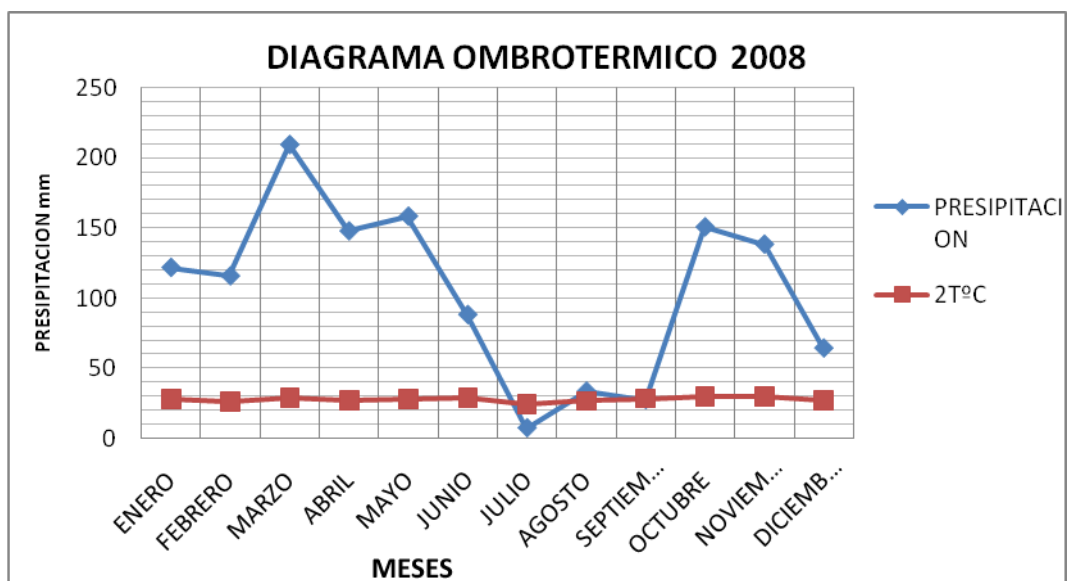
Grafico 2. Mapa de la Parroquia Miguel Egas Cabezas y ubicación del área de estudio



3.1.2. Datos climáticos

Zona de vida bosque seco montano bajo (bs – MB) (según la clasificación ecológica de Holdridge). (Ver Grafico 3).

Grafico 3. DIAGRAMA OMBROTERMICO-OTAVALO 2008



Fuente: Colegio Técnico Nacional Agropecuario Carlos Ubidia Albuja 2008

Según el diagrama Ombrotérmico la distribución mensual de precipitación biotemperatura (2T °C) se puede apreciar que los meses ecológicamente secos del sitio en estudio son Junio, julio, Agosto, Septiembre y los restantes son meses ecológicamente húmedos ya que la precipitación es mayor que la biotemperatura. (Ver Grafico 4). El resumen de los datos climáticos del área en estudio se presentan en el cuadro 5.

La zona de vida de Otavalo pertenece a la categoría de bosque seco montano bajo, pero en el año 2008 se obtuvo 1264mm, de precipitación que sobrepasa los límites que caracterizan a dicha categoría.

Cuadro 5: 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	13.2° C
Temperatura promedio anual	13.7° C
Clima	Templado seco
Precipitación	1264.1mm
Días de sol	168
Heladas fuertes	Junio ,Julio, Agosto
Vientos fuertes	Agosto, Septiembre
Meses ecológicamente secos	Junio, julio, Agosto, Septiembre
Dirección del viento	Norte Sur
Nubosidad baja	7/8
Humedad relativa	70%

Fuente: Colegio Agroforestal Fernando Chávez Reyes 2008

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

- Semillas agrícolas
- Piolas
- Palas
- Pintura
- Estacas para cerco y señalización del diámetro basal a medir
- Barras
- Regla graduada al cm.
- Calibrador pie de rey
- GPS

3.2.2. Materiales de oficina

- Útiles de escritorio
- Flash memory
- Computadora
- Cámara fotográfica

3.3. Metodología

3.3.1. Trabajo de campo

- Protección del sitio

El área de plantación sujeta a investigación, se realizó el mantenimiento del alambrado en su perímetro, debido al deterioro, con el fin de evitar cualquier influencia o daño que pueda tener en el transcurso del trabajo.

- Limpieza general

Se mantuvo la limpieza de toda vegetación arbórea, arbustiva o herbácea, con la finalidad de evitar la competencia directa con las plantas.

- Análisis de suelo

Se realizaron dos análisis de suelo, el primero antes de la siembra del primer cultivo, y el segundo luego de la cosecha del cultivo final.

Las muestras fueron recolectadas en base a cinco submuestras ubicadas en los extremos y en el centro del lote, las mismas que fueron mezcladas, luego se pesaron 500 gr. siendo posteriormente analizadas en LABONORT de la ciudad de Ibarra.

- Manejo

Se ejecuto limpieas trimestrales de la corona alrededor de las plantas forestales de 75 cm de radio con el fin de evitar la competencia inicial con otro tipo de vegetación. También se realizo poda a los árboles de aliso con el fin de obtener un fuste de calidad y libre de nudos

- Producción de arveja y maíz

Preparación de surcos

La distancia de siembra fue de 80cm entre surcos, 50cm. entre plantas y dos semillas por sitio; equivale a una densidad de 50000 plantas por hectárea.

Fertilización

Se utilizo 14 sacos de humus de lombriz 40 Kg. y 2 sacos de 50Kg de urea por hectárea en cobertura a los 45 días, después de la siembra. La fertilización se efectuó en base a los requerimientos de los cultivos agrícolas 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 400 litros de agua con 2 Kg. de Orthene 50% polvo soluble, insecticida por hectárea.

3.3.2. Diseño experimental

Se mantuvo el diseño bloques al azar, con cuatro repeticiones

3.3.2.1. Modelo estadístico

$$X_{ij} = B_j + T_i + E_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Observación

B_j = Efecto de bloques

T_i = Efecto de tratamientos

E_{ij} = Error experimental

3.3.2.2. Tratamientos en estudio

Número de especies	: 4
Número de repeticiones	: 4
Plantas por unidad experimental	: 20
Tratamientos	: 8

Cuadro 6: Tratamientos en estudio

Tratamiento	Especie	Sin cultivo	Con cultivo	Código
T1	Aliso	x		Asc
T2	Cedro de montaña	x		Csc
T3	Sangre de drago	x		Ssc
T4	Pino	x		Psc
T5	Aliso		x	Acc
T6	Cedro de montaña		x	Ccc
T7	Sangre de drago		x	Scs
T8	Pino		x	Pcc

3.3.2.3. Análisis de varianza

Cuadro 7: Análisis de varianza

FV	GL
Repeticiones	$(4 - 1) = 3$
Tratamientos	$(8 - 1) = 7$
Error	$(t-1)(n-1) = 21$
TOTAL	$(r \cdot t) - 1 = 31$

3.3.2.4. Prueba de significancia

Se efectuó la prueba de rango múltiple de, Tuckey al 99%, con el fin de determinar las diferencias de crecimiento de los parámetros en estudio, entre tratamientos y dentro de los individuos de cada especie.

3.3.2.5. Unidad experimental

La unidad experimental esta compuesta por 20 arbolitos con un espaciamiento de 3x3m, de las cuales se registró la información, para luego ser tabulados para los fines de la investigación.

3.3.2.6. Características del ensayo

Cada unidad experimental esta compuesta por cuatro replicas de cada especie, lo que determina los valores siguientes:

Unidad experimental = 20 plantas

Superficie de la unidad experimental = 180 m²

Superficie del ensayo = 4.320 m²

Nº plantas/tratamiento = 20 plantas

Nº plantas / especie = 160 plantas

Nº plantas del ensayo = 640 planta

3.3.2.7. Variables en estudio

Las variables en estudio son:

- Sobrevivencia
- Diámetro basal
- Altura total
- Costos

3.3.2.8. Análisis de correlación

Se realizó los análisis de correlación siguientes:

- Diámetro basal – Altura total, para las cuatro especies en investigación

3.3.2.9. Análisis de regresión lineal

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \bar{x}$$

$$\hat{Y} = \text{Valor estimado}$$

$$b_0 = \text{intercepto}$$

$$b_1 = \text{Pendiente}$$

$$\bar{x} = \text{Variable dependiente}$$

El análisis de regresión lineal se realizó para todos los tratamientos en estudio ya que presentaron asociación significativa entre las variables DB y HT

3.3.3. Toma de datos de las variables

Se registró con un intervalo de 60 días durante un año calendario

- **Sobrevivencia**

La sobrevivencia se registró al inicio y al final de la investigación, calculando el número de individuos vivos y partido por el número que se estableció inicialmente.

- **Medición del diámetro basal**

Se lo realizó con el calibrador pie de rey a 2 cm. del nivel del suelo, para lo cual se colocó una estaca que permitió realizar las diferentes lecturas al mismo nivel, además se pinto un anillo de color alrededor del diámetro.

- **Medición de la altura total**

Las alturas se midieron desde la 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 vara graduada al centímetro completo.

- **Análisis de costos**

Se determinaron los costos totales que se presentaron en cada una de las labores cumplidas en todo el proceso de la investigación; adicionalmente, se determinaron los costos de producción de arveja y maíz en base al análisis de Beneficio/costo y su influencia en el manejo de las especies forestales.

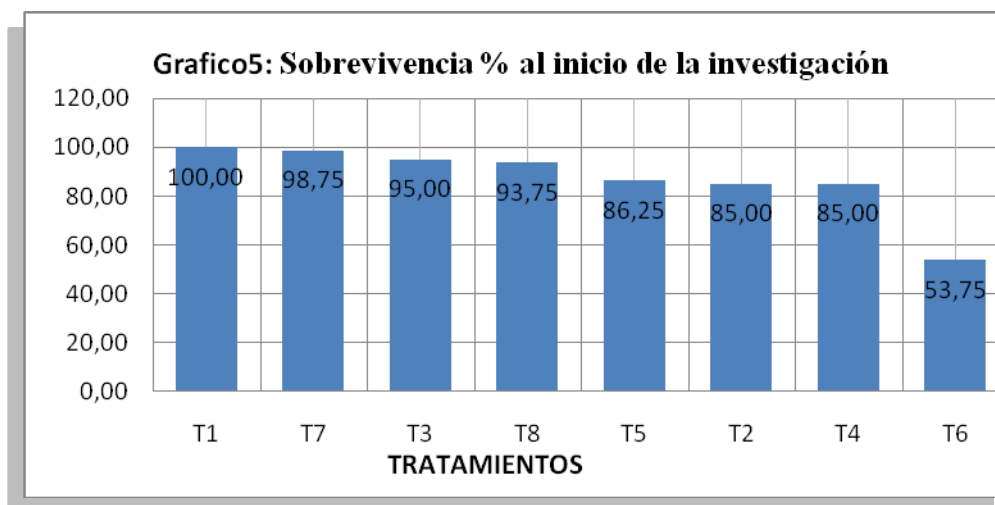
CAPITULO IV

4. RESULTADOS

Los datos bimensuales obtenidos en el campo, luego de ser analizados estadísticamente en respuesta a los objetivos planteados en la tercera fase de investigación es decir al año ocho meses de instalado el ensayo, que permitieron obtener siguientes los resultados.

4.1 Sobrevivencia (%)

4.1.1 Sobrevivencia en porcentaje (%) al año ocho meses



Cuadro 8: Análisis de varianza de la sobrevivencia al año ocho meses

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig.
REPETICIONES	3	90.63	30.21	0.56	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	6121.88	874.55	16.19	2.77	4.28	**
ERROR	21	1134.38	54.02				
TOTAL	31	7346.88					

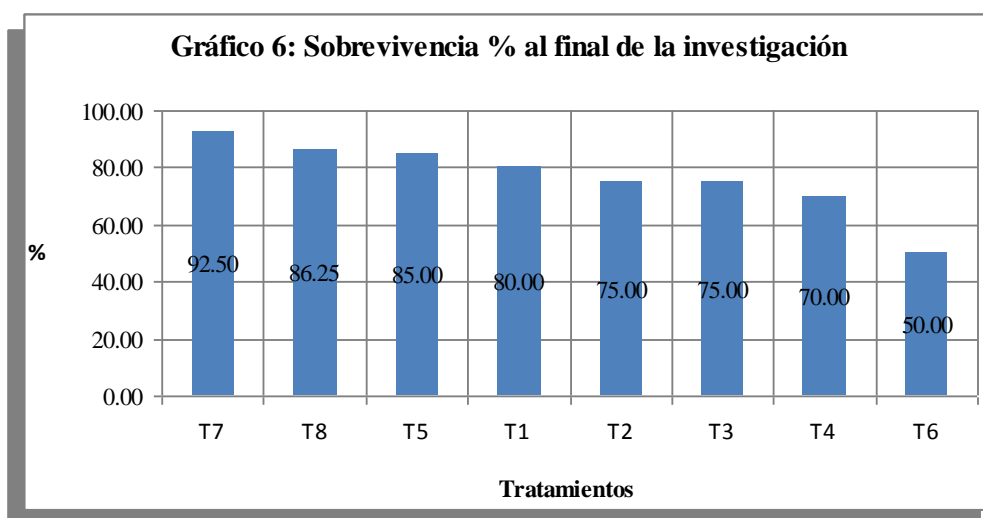
En el análisis de varianza se puede apreciar que no existen diferencias estadísticas significativas entre repeticiones, al contrario que los tratamientos donde se observan diferencias altamente significativas entre sus promedios.

Cuadro 9: Prueba tuckey sobrevivencia por tratamiento al año ocho meses

Tratamientos	Código	S%	Grupos
T1	Asc	100.00	A
T7	Scs	98.75	AB
T3	Ssc	95.00	AB
T8	Pcc	93.75	AB
T5	Acc	86.25	AB
T2	Csc	85.00	B
T4	Psc	85.00	B
T6	Ccc	53.75	C

De la prueba de Tuckey al inicio de la investigación se determinó que, el tratamiento T1 (Aliso sin cultivo) tuvo la mejor sobrevivencia con el 100%, y que los tratamientos T7, T3, T8 y T5 son estadísticamente similares mientras que la menor sobrevivencia fue para el tratamiento T6 (Cedro con cultivo) con 53.75%.

4.1.2 Sobrevivencia en porcentaje (%) a los dos años seis meses



Cuadro 10: Análisis de varianza de la sobrevivencia a los dos años seis meses

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig
REPETICIONES	3	96.09	32.03	0.35	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	4736.72	676.67	7.49	2.77	4.28	**
ERROR	21	1897.66	90.36				
TOTAL	31	6730.47					

Del análisis de varianza al final de la investigación se observó que no existen diferencias significativas en los promedios de repeticiones, en contraste con los tratamientos donde se observa que existen diferencias altamente significativas entre sus promedios.

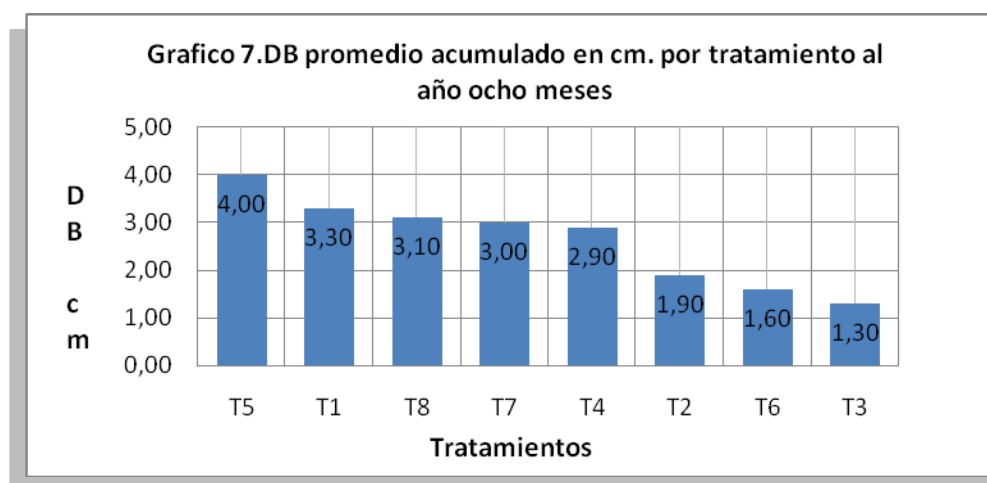
Cuadro 11: Prueba tuckey sobrevivencia por tratamiento a los dos años seis meses

Tratamientos	Código	S%	Grupos
T7	Scc	92.50	A
T8	Pcc	86.25	AB
T5	Acc	85.00	AB
T1	Asc	80.00	AB
T2	Csc	75.00	B
T3	Ssc	75.00	B
T4	Psc	70.00	C
T6	Ccc	50.00	D

Realizado la prueba Tuckey de la sobrevivencia al final de la investigación, se determinó que, el tratamiento T7 tiene la mayor sobrevivencia con 92.50 % y que existe un segundo grupo de tratamientos que poseen similitud estadística como son, T8, T5 y T1. También se determinó un tercer grupo estadísticamente similar T2 y T3, en cuanto al tratamiento con menor sobrevivencia tenemos que el T6 con 50%, inferior al resto de tratamientos.

4.2 Crecimiento en diámetro basal

4.2.1 Crecimiento promedio acumulado en diámetro basal al año ocho meses



Cuadro 12: Análisis de varianza del incremento en diámetro basal inicial al año ocho meses

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM.	F C	F95%	F99%	SIG.
REPETICIONES	3	0.58	0.19	0.98	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	24.90	3.56	18.13	2.77	4.28	**
ERROR	21	4.12	0.20				
TOTAL	31	29.60					

Según el análisis de varianza se determinó que, existieron diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos, no así entre los promedios de las repeticiones. (Ver cuadro 12)

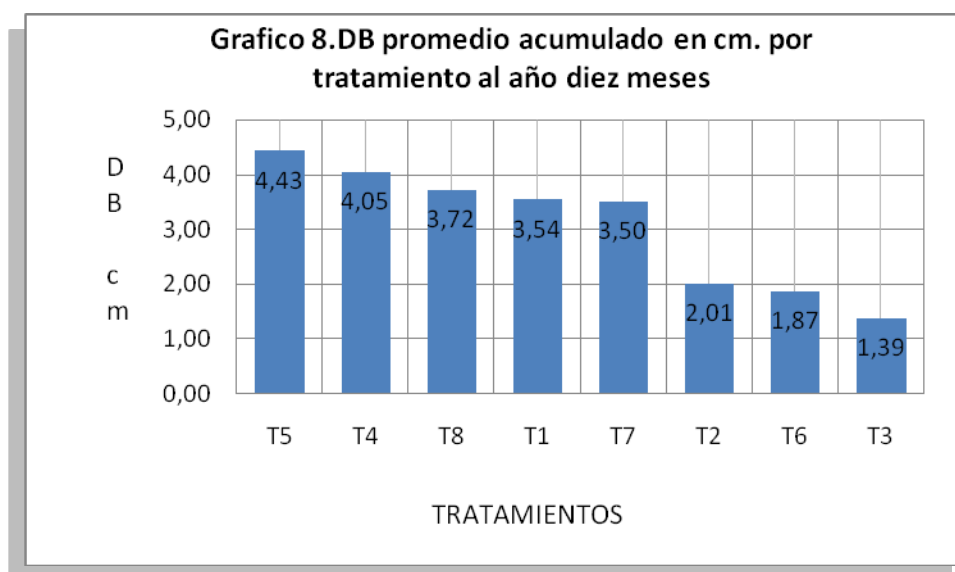
Cuadro 13: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento al año ocho meses

Tratamientos	Código	Promedio cm.	Grupos
T5	Acc	4.00	A
T1	Asc	3.30	B
T8	Pcc	3.10	B
T7	Scs	3.00	B
T4	Psc	2.90	C
T2	Csc	1.90	D
T6	Ccc	1.60	D
T3	Ssc	1.30	E

Realizada la prueba Tuckey se detectó que el tratamiento Aliso con cultivo (T5) tiene el mayor crecimiento promedio acumulado en diámetro basal con 4.00cm. Además se puede apreciar un segundo grupo de tratamientos conformado por T1, T8, T7, que son estadísticamente similares, de igual manera los tratamientos T2 y T6.

El menor crecimiento promedio acumulado presenta el tratamiento T3 (Sangre de drago sin cultivo), con 1.30cm. (Ver cuadro 13 y gráfico 7)

4.2.2 Diámetro basal promedio acumulado en cm. al año diez meses



En el análisis de varianza se encontró que, no existe diferencias estadísticas significativas entre repeticiones, lo contrario a los tratamientos que si presentan diferencias. (Ver cuadro 14)

Cuadro 14: Análisis de varianza del diámetro basal inicial al año diez meses

Fuente de Variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig
REPETICIONES	3	1.13	0.38	1.41	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	36.10	5.16	19.31	2.77	4.28	**
ERROR	21	5.61	0.27				
TOTAL	31	42.83					

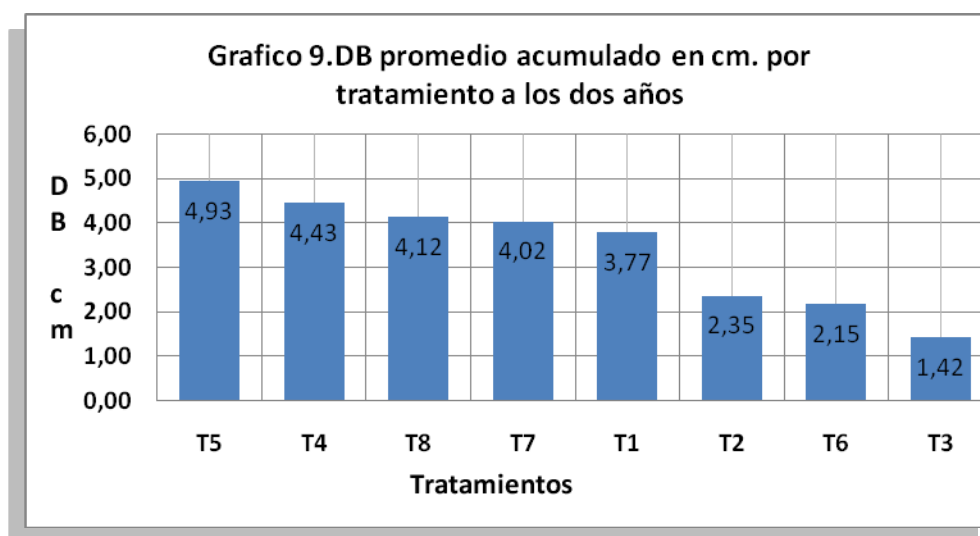
Cuadro 15: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento al año diez meses

Tratamientos	DB cm.	Código	Grupos
T5	4.43	Acc	A
T4	4.05	Psc	A
T8	3.72	Pcc	B
T1	3.54	Asc	BC
T7	3.5	Sec	C
T2	2.01	Csc	D
T6	1.87	Ccc	D
T3	1.39	Ssc	E

De acuerdo con la prueba Tuckey se determinó que, el tratamiento T5 (Aliso con cultivo) y T4 son los tratamientos con mayor crecimiento promedio acumulado y poseen similitud estadística, al igual que los tratamientos T2 y T6.

El tratamiento T3 (Sangre de drago sin cultivo) tuvo el menor crecimiento con 1.39 cm. (Ver cuadro 15 y gráfico 8)

4.2.3 Diámetro basal promedio acumulado en cm. por tratamiento a los dos años



De los resultados del Análisis de Varianza a los dos años, se estableció que, existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos, más no para repeticiones. (Ver cuadro 16).

Cuadro 16: Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los dos años

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig
REPETICIONES	3	1,27	0,42	1,56	3,74	6,51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	43,96	6,28	23,12	2,77	4,28	**
ERROR	21	5,70	0,27				
TOTAL	31	50,93					

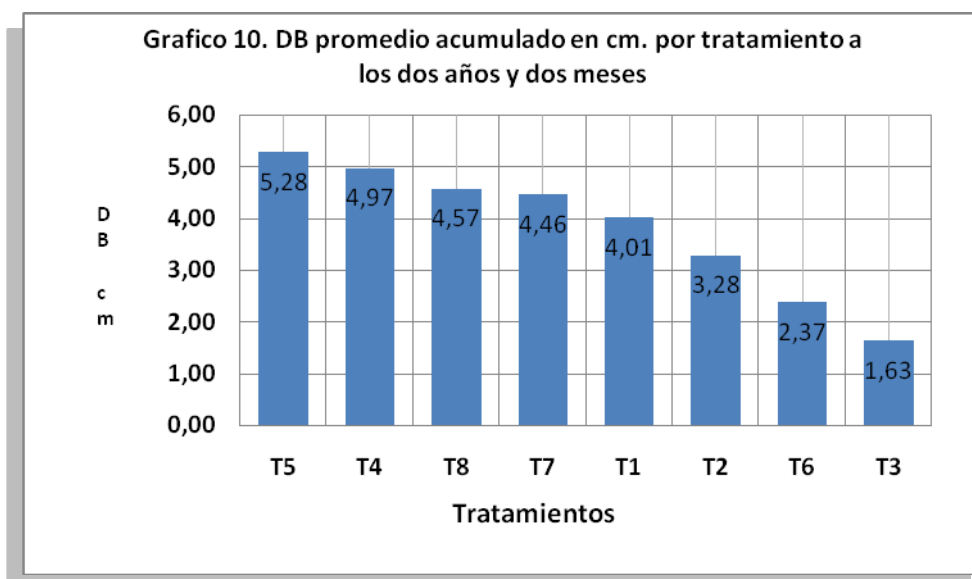
Cuadro 17: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento a los dos años

Tratamientos	DB cm.	Código	Grupos
T5	4.93	Acc	A
T4	4.43	Psc	A
T8	4.12	Pcc	AB
T7	4.02	Scs	AB
T1	3.77	Asc	BC
T2	2.35	Csc	BC
T6	2.15	Ccc	C
T3	1.42	Ssc	D

De la prueba de Tuckey se deduce que el mayor crecimiento promedio acumulado por tratamiento se presenta en los tratamientos T5 y T4 siendo similares estadísticamente, de igual manera los tratamientos T8 y T7 seguido de un tercer grupo T1 y T2 con las mismas características. El menor crecimiento lo tuvo el tratamiento T3 (sangre de drago sin cultivo) con 1.42 cm. (Ver cuadro 17, gráfico 9)

4.2.4 Diámetro basal promedio acumulado en cm. por tratamiento a los dos años y dos meses

El análisis de varianza determina que, no existen diferencias estadísticas significativas entre repeticiones, en cuanto a tratamientos existieron diferencias altamente significativas. (Ver cuadro 16).



Cuadro 18: ADEVA diámetro basal por tratamiento a los dos años y dos meses

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig
REPETICIONES	3	1,35	0,45	1,32	3,74	6,51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	46,59	6,66	19,46	2,77	4,28	**
ERROR	21	7,18	0,34				
TOTAL	31	55,13					

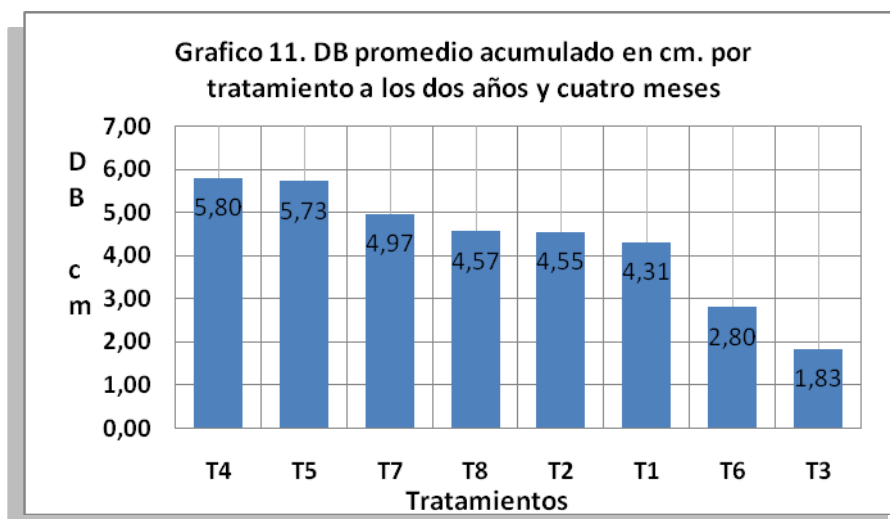
Cuadro 19: Prueba tuckey del diámetro basal por tratamiento a los dos años y dos meses

Tratamientos	Código	Promedio	Grupos
T5	Acc	5.28	A
T4	Psc	4.97	A
T8	Pcc	4.57	AB
T7	Scs	4.46	AB
T1	Asc	4.01	AB
T2	Csc	3.28	BC
T6	Ccc	2.37	C
T3	Ssc	1.63	D

De la prueba de tuckey se deduce que el mayor crecimiento promedio acumulado por tratamiento se presenta en los tratamientos T5 y T4 siendo similares estadísticamente, igual similitud se presenta en los tratamientos T8, T7 y T1

Mientras el tratamiento T3 (Sangre de drago sin cultivo) fue el que obtuvo el menor crecimiento con 1.63 cm. (Ver cuadro 19 y gráfico 10)

4.2.5 Diámetro basal promedio acumulado en cm. por tratamiento a los dos años y cuatro meses



Cuadro 20: Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los dos años y cuatro meses

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig
REPETICIONES	3	1.81	0.60	1.44	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	52.78	7.54	18.00	2.77	4.28	**
ERROR	21	8.80	0.42				
TOTAL	31	63.39					

Realizado el análisis de varianza se determina que, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre repeticiones, caso contrario ocurre entre tratamientos las diferencias estadísticas fueron altamente significativas. (Ver cuadro 20)

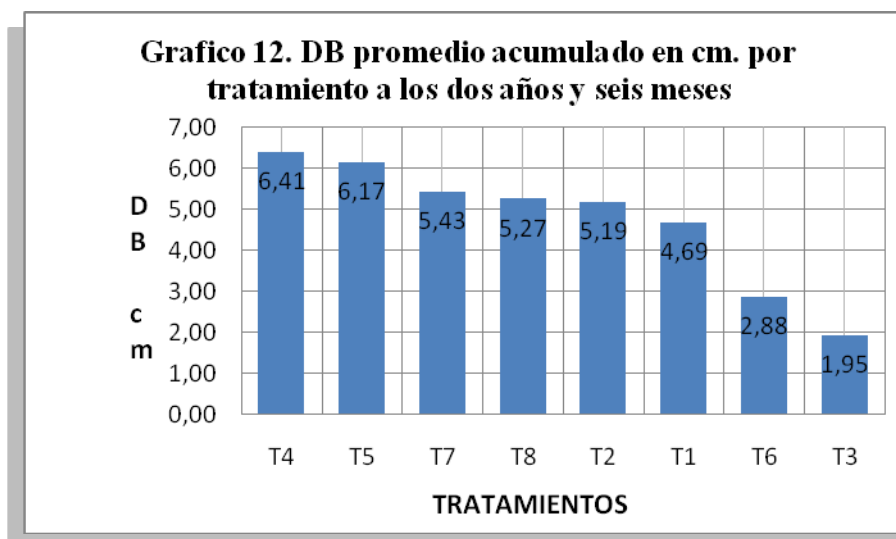
Cuadro 21: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento a los dos años y cuatro meses

Tratamientos	Código	Promedio	Grupos
T4	Psc	5.80	A
T5	Acc	5.73	A
T7	Scs	4.97	AB
T8	Pcc	4.57	AB
T2	Csc	4.55	AB
T1	Asc	4.31	BC
T6	Ccc	2.80	C
T3	Ssc	1.83	D

De la prueba de Tuckey se determina que el mayor crecimiento promedio acumulado por tratamiento se presenta en los tratamientos T4 y T5 siendo similares estadísticamente, igual similitud se presenta en los tratamientos T7, T8 y T2

Mientras el T3 (Sangre de drago sin cultivo), obtuvo el menor crecimiento promedio con 1.83 cm. (Ver cuadro 21 y gráfico 11).

4.2.6 Diámetro basal promedio acumulado en cm. por tratamiento a los dos años y seis meses



Cuadro 22: Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los dos años y seis meses

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	SIG
REPETICIONES	3	2.47	0.82	1.41	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	68.43	9.78	16.68	2.77	4.28	**
ERROR	21	12.31	0.59				
TOTAL	31	83.21					

Realizado el análisis de varianza se determino que, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre repeticiones, caso contrario entre tratamientos las diferencias estadísticas fueron altamente significativas. (Ver cuadro 22)

Cuadro 23: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento a los dos años y seis meses

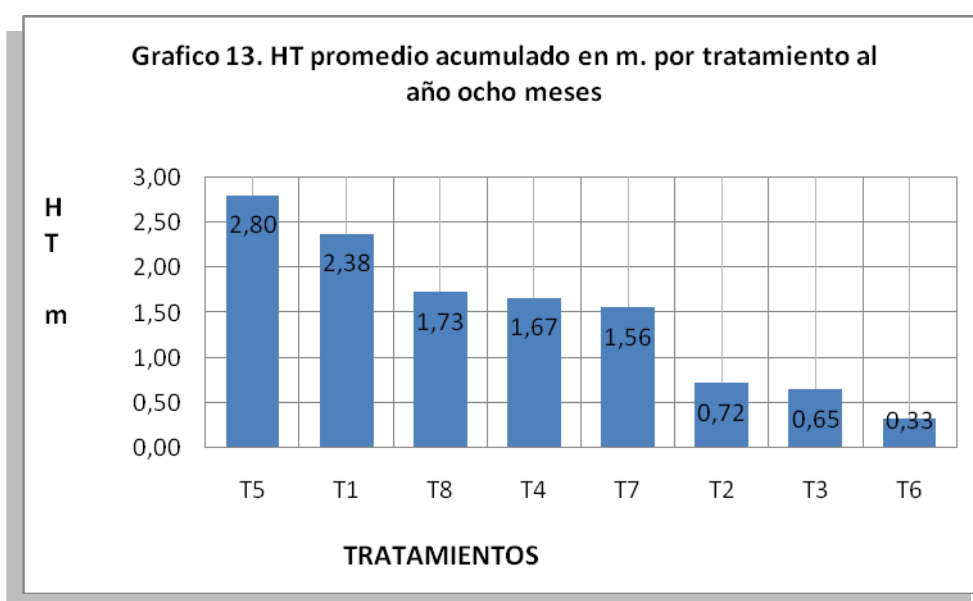
Tratamientos	Código	Promedio	Grupos
T4	Psc	6.41	A
T5	Acc	6.17	A
T7	Scs	5.43	AB
T8	Pcc	5.27	AB
T2	Csc	5.19	B
T1	Asc	4.69	BC
T6	Ccc	2.88	C
T3	Ssc	1.95	D

De la prueba de tuckey se determina que el mayor crecimiento promedio acumulado se presenta en los tratamientos T4 y T5 siendo similares estadísticamente, igual similitud se presenta en los tratamientos T7, T8

Mientras el T3 (Sangre de drago sin cultivo), obtuvo el menor crecimiento promedio con 1.95 cm. (Ver cuadro 23 y gráfico 12).

4.3 Crecimiento en altura total

4.3.1 Altura total promedio acumulada en m. por tratamiento al año ocho meses



Cuadro 24: Análisis de varianza de altura en m. por tratamiento al año ocho meses

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig
REPETICIONES	3	0.17	0.06	0.78	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	20.99	3.00	41.92	2.77	4.28	**
ERROR	21	1.50	0.07				
TOTAL	31	22.66					

Del análisis de varianza se desprende que, no existen diferencias significativas entre las repeticiones, mientras que, existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los tratamientos. (Ver cuadro 24)

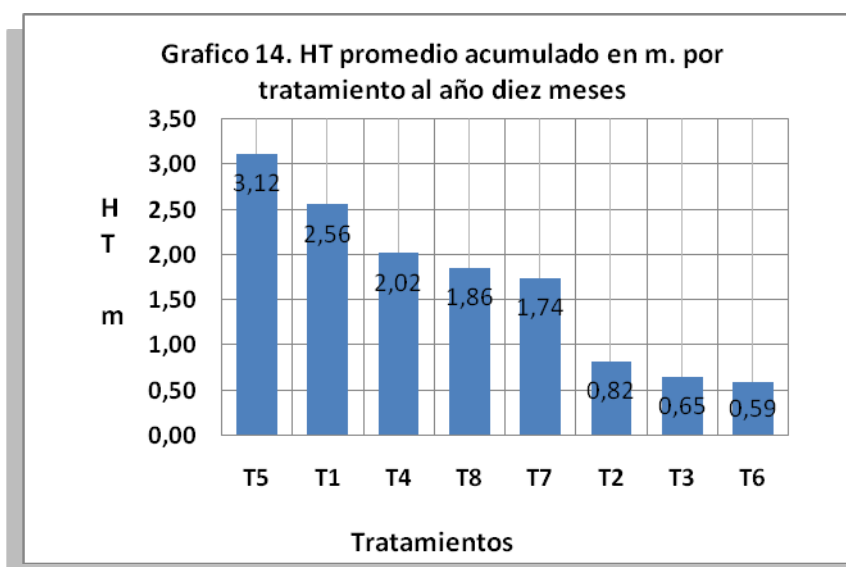
Cuadro 25: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. al año ocho meses

Tratamientos	HT m.	Código	Grupos
T5	2.80	Acc	A
T1	2.38	Asc	AB
T8	1.73	Pcc	BC
T4	1.67	Psc	BC
T7	1.56	Scs	CD
T2	0.72	Csc	D
T3	0.65	Ssc	E
T6	0.33	Ccc	E

De la Prueba Tuckey se determinó que, el tratamiento T5 (Aliso con cultivo) tuvo el mayor crecimiento con 2.80 m, seguido del tratamiento T1 (Aliso sin cultivo) con 2.38m. y que los tratamientos T8 y T4 son estadísticamente similares.

El menor crecimiento se aprecia en el tratamiento T2 (Cedro sin cultivo) con 0.72m. seguido de los tratamientos T3 y T6 que tienen similitud estadística (Ver cuadro 25 y gráfico 13)

4.3.2 Altura total promedio acumulada en m. por tratamiento al año diez meses.



Según el análisis de varianza se puede observar que no existen diferencias significativas entre repeticiones, en cambio, las diferencias entre los promedios de los tratamientos son altamente significativas. (Ver cuadro 26)

Cuadro 26: Análisis de varianza de altura en m. por tratamiento al año diez meses

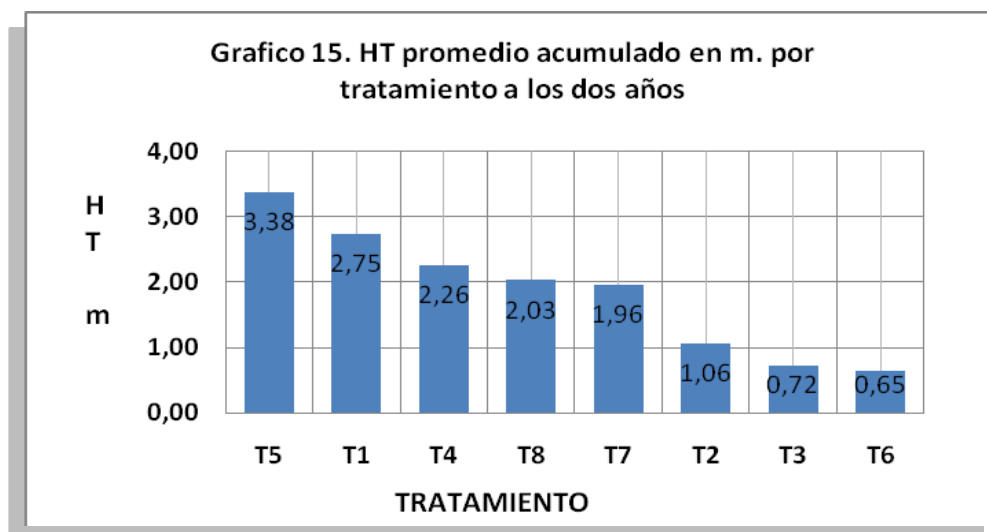
Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig.
REPETICIONES	3	0.22	0.07	1.20	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	24.02	3.43	55.49	2.77	4.28	**
ERROR	21	1.30	0.06				
TOTAL	31	25.54					

Cuadro 27: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. al año diez meses

Tratamientos	HT m.	Código	Grupos
T5	3.12	Acc	A
T1	2.56	Asc	AB
T4	2.02	Psc	BC
T8	1.86	Pcc	C
T7	1.74	Scc	C
T2	0.82	Csc	D
T3	0.65	Ssc	D
T6	0.59	Ccc	D

Luego del análisis de Tuckey se reveló que el tratamiento T5 (Aliso con cultivo) con 3.12 m., tuvo estadísticamente un crecimiento superior, seguido del tratamiento T1 (Aliso sin cultivo) con 2.56 cm., y que los tratamientos T8 y T7 son similares estadísticamente, de igual manera los tratamientos T2, T3 y T6. (Ver Cuadro 27 y Gráfico 14)

4.3.3 Altura total promedio acumulada en m. por tratamiento a los dos años.



Una vez realizado el análisis de varianza se puede observar que no existen diferencias significativas entre repeticiones, mientras que en los tratamientos las diferencias son altamente significativas. (Ver Cuadro 28)

Cuadro 28: Análisis de varianza de altura en m. por tratamiento a los dos años.

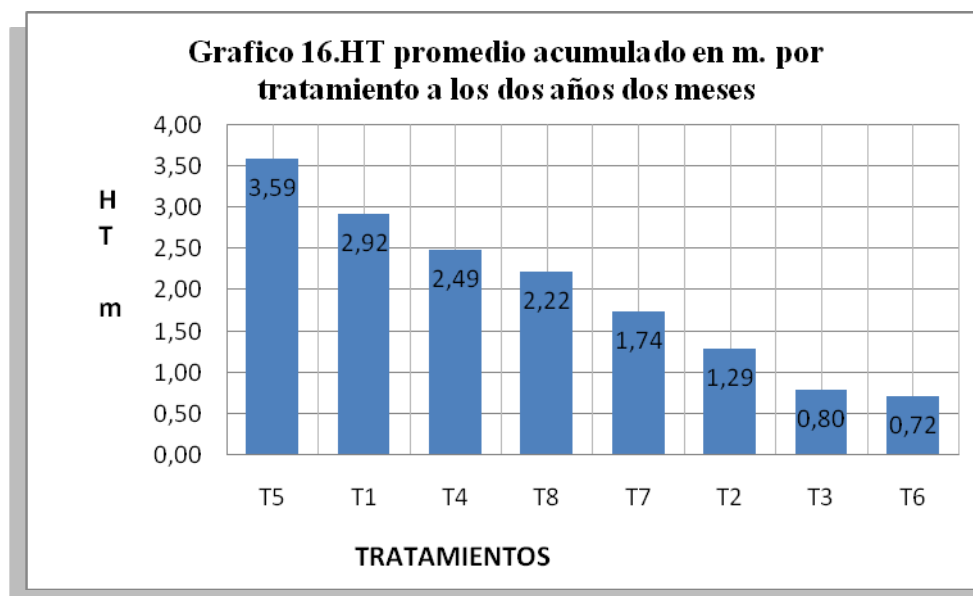
Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig.
REPETICIONES	3	0.24	0.08	1.26	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	26.76	3.82	61.21	2.77	4.28	**
ERROR	21	1.31	0.06				
TOTAL	31	28.31					

Cuadro 29: Prueba tuckey de la altura total promedio en m a los dos años.

Tratamientos	HT m.	Código	Grupos
T5	3.38	Acc	A
T1	2.75	Asc	B
T4	2.26	Psc	B
T8	2.03	Pcc	BC
T7	1.96	Scs	C
T2	1.06	Csc	D
T3	0.72	Ssc	E
T6	0.65	Ccc	E

Luego del análisis de la prueba Tuckey se reveló que el tratamiento T5 (Aliso con cultivo) con 3.38 m., tuvo estadísticamente un crecimiento superior, seguido del los tratamientos T1 y T4 que son similares estadísticamente, un grupo de tratamientos con menor crecimiento T2, T3 y T6 que también presentan similitud estadística.(Ver Cuadro 29 y Gráfico 15)

4.3.4 Altura total promedio en m. por tratamiento a los dos años y dos meses



En el análisis de varianza se percibe que, no existen diferencias significativas entre repeticiones, lo inverso ocurre entre tratamientos donde existen diferencias altamente significativas. (Ver Cuadro 30)

Cuadro 30: Análisis de varianza de la altura total en m. por tratamiento a los dos años y dos meses

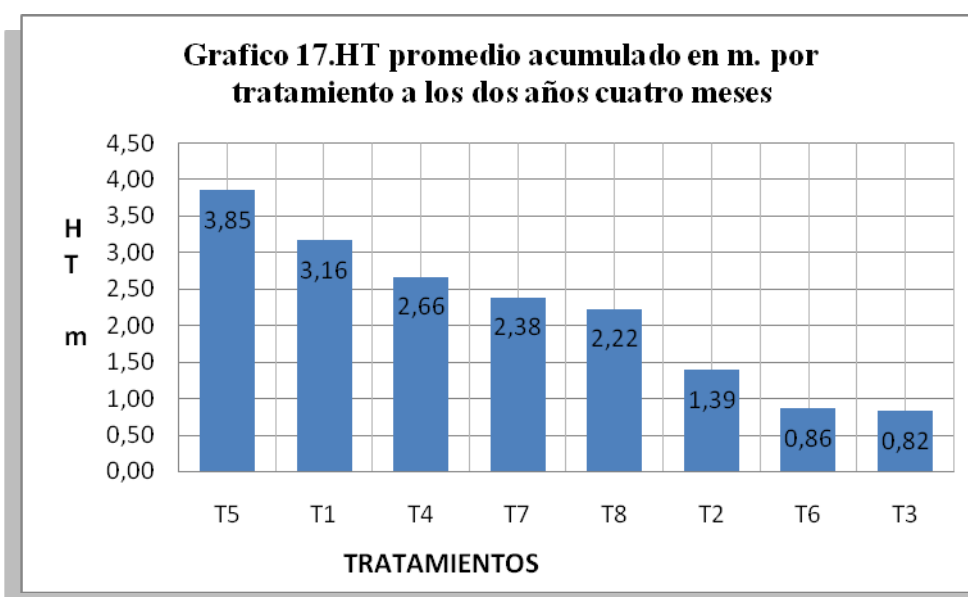
Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	
REPETICIONES	3	0.22	0.07	1.16	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	29.24	4.18	65.32	2.77	4.28	**
ERROR	21	1.34	0.06				
TOTAL	31	30.81					

Cuadro 31: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. por tratamientos a los dos años y dos meses

Tratamientos	HT m.	Código	Grupos
T5	3.59	Acc	A
T1	2.92	Asc	A
T4	2.49	Psc	B
T8	2.22	Pcc	BC
T7	1.74	Scc	C
T2	1.29	Csc	CD
T3	0.80	Ssc	E
T6	0.72	Ccc	E

De la prueba Tuckey se determina que los tratamientos T5 y T1 tuvieron un crecimiento superior y estadísticamente son similares, también se presenta un grupo de tratamientos con menor crecimiento T3 y T6 este ultimo con 0.72m. (Ver Cuadro 31, Grafico 16)

4.3.5 Altura total promedio por tratamiento a los dos años y cuatro meses



Del análisis de varianza 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 31)

Cuadro 32: Análisis de varianza de la altura total en m. por tratamiento a los dos años y cuatro meses

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95%	F99%	Sig.
REPETICIONES	3	0.28	0.09	1.40	3.74	6.51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	33.09	4.73	70.27	2.77	4.28	**
ERROR	21	1.41	0.07				
TOTAL	31	34.79					

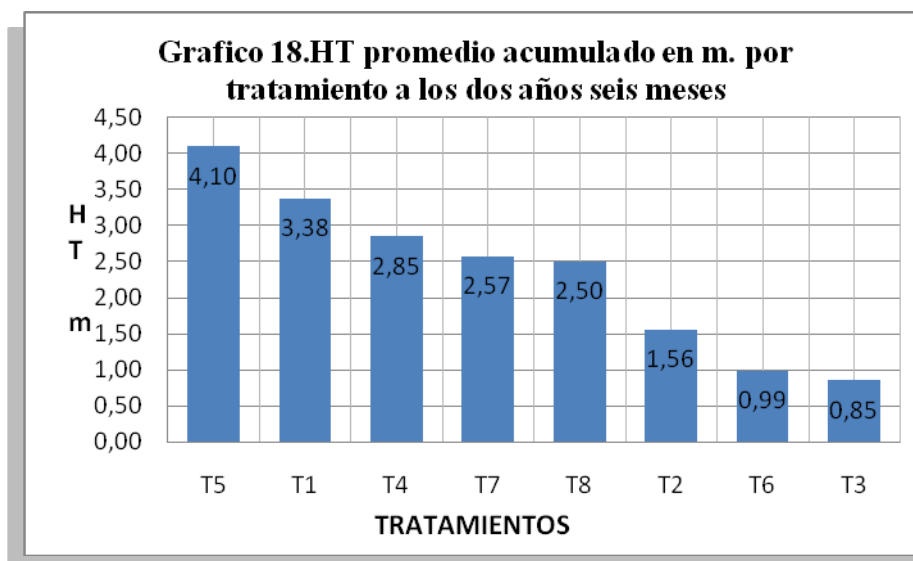
Cuadro 33: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. por tratamiento a los dos años y cuatro meses

Tratamientos	HT m.	Código	Grupos
T5	3.85	Acc	A
T1	3.16	Asc	B
T4	2.66	Psc	C
T7	2.38	Scs	C
T8	2.22	Pcc	C
T2	1.39	Csc	D
T6	0.86	Ccc	E
T3	0.82	Ssc	E

Con la prueba tuckey se determino que el tratamiento T5, tuvo estadísticamente un crecimiento superior, seguido del tratamiento, también se indica que los tratamientos T4, T7, y T8 son similares estadísticamente

El menor crecimiento lo tuvo el tratamiento T3, (Sangre de drago sin cultivo) con 0.82 m. (Ver Cuadro 33 y Gráfico 17)

4.3.6 Altura total promedio por tratamiento a los dos años y seis meses



Del análisis de varianza 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 34)

Cuadro 34: Análisis de varianza de la altura en m. por tratamiento a los dos años y seis meses

Fuente de variación	GL	SC	CM.	F calculado	F95	F99	Sig.
REPETICIONES	3	0,31	0,10	1,32	3,74	6,51	n.s.
TRATAMIENTOS	7	36,72	5,25	66,89	2,77	4,28	*
ERROR	21	1,65	0,08				
TOTAL	31	38,68					

Cuadro 35: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. por tratamiento a los dos años y seis meses

Tratamientos	HT m.	Código	Grupos
T5	4.10	Acc	A
T1	3.38	Asc	B
T4	2.85	Psc	C
T7	2.57	Sec	C
T8	2.50	Pcc	C
T2	1.56	Csc	D
T6	0.99	Ccc	E
T3	0.85	Ssc	E

En la prueba de tuckey se determino que el tratamiento T5 (Aliso con cultivo) con 4.10 m., tuvo un crecimiento superior, seguido del tratamiento T1 (Aliso sin cultivo) con 3.38 m., también indica que los tratamientos T4, T7, y T8 son similares estadísticamente, mismas características se presentan en los tratamientos T6 y T3

El menor crecimiento promedio lo tuvo el tratamiento T3 (Sangre de drago sin cultivo) con 0.85 m. (Ver Cuadro 35 y Gráfico 18)

4.4 Análisis de correlación

De los resultados obtenidos en el análisis de correlación, se determina que existe excelente grado de asociación entre las variables dasométricas diámetro basal y altura total en casi todos los tratamientos al 99% de probabilidad estadística y sólo el tratamiento T3 Sangre sin cultivo presenta una correlación significativa al 95% con un valor de: $r = 0,84$. (Ver Cuadro 34 y Gráfico 19).

Cuadro 36: Ecuaciones de correlación por tratamiento y su significancia

Tratamiento	Código	r	r _∞		Correlación
			95%	99%	
T1	Asc	0.99**	0.81	0.91	Altamente significativo
T2	Csc	0.95**	0.81	0.91	Altamente significativo
T3	Ssc	0.84*	0.81	0.91	Significativo
T4	Psc	0.99**	0.81	0.91	Altamente significativo
T5	Acc	0.99**	0.81	0.91	Altamente significativo
T6	Ccc	0.98**	0.81	0.91	Altamente significativo
T7	Scs	0.91**	0.81	0.91	Altamente significativo
T8	Pcc	0.96**	0.81	0.91	Altamente significativo

4.5 Análisis de regresión lineal

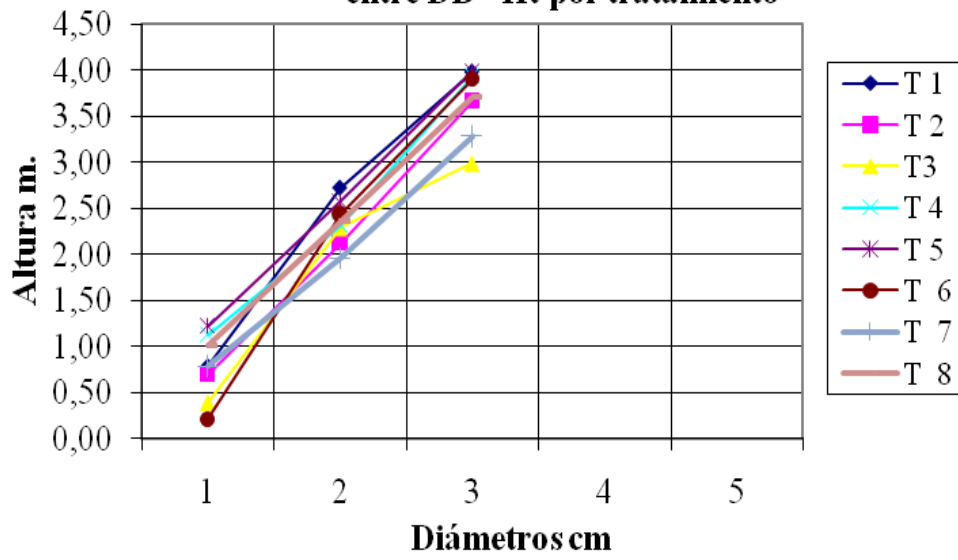
Utilizando el método estadístico de la regresión lineal para cada uno de los tratamientos y determinando los coeficientes de correlación y las respectivas ecuaciones de regresión que se presentan a continuación. (Ver cuadro 37)

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 \bar{x}$$

Cuadro 37: Ecuaciones de Regresión por Tratamiento

Tratamiento	Código	Ecuación	R ² %
T1	Asc	HT = -0.016 + 0.73DB	99
T2	Csc	HT = 0.41 + 0.22DB	90
T3	Ssc	HT = 0.25 + 0.31DB	89
T4	Psc	HT = 0.69 + 0.34DB	98
T5	Acc	HT = 0.47 + 0.59DB	99
T6	Ccc	HT = -0.39 + 0.47DB	97
T7	Scc	HT = 0.30 + 0.38DB	81
T8	Pcc	HT = 0.48 + 0.38DB	92

Grafico 19 : Curva de tendencia de las interrelaciones entre DB - Ht por tratamiento



4.5 Costos

4.5.1 Costos de la plantación forestal

Cuadro 38: Mantenimiento forestal sin cultivo agrícola (plantación sola)

Actividades	Unidad	Nº de U.	Costo unitario \$	Costo parcial	Costo por Ha
1. Limpieza y coronamiento	Jornal*	6	12.50	75.00	173.6
2. Fertilización y fumigación	sacos	4	8.00	32.00	74.1
Subtotal				107.00	247.7

*jornal incluido beneficios sociales

4.5.2 Costos de manejo silvicultural

Cuadro 39: Costos de manejo silvicultural (plantación asociada)

Mes	Tratamiento	Unidad	Nº Unidades	Costo jornal	Costo parcial	Costo por Ha
0						
1	Fertilización y fumigación	Saco	4	8.00	32.00	74.10
2		Jornal	3	12.50	37.50	86.8
3	Corona y limpia	Jornal	4	12.50	50.00	115.7
6		Jornal	4	12.50	50.00	115.7
Subtotal					169.50	392.3

*jornal incluido beneficios sociales

4.5.3 Costo de manejo de los cultivos agrícolas

Cuadro 40: Costo de establecimiento de los cultivos agrícolas

Actividades	Unidad	Nº de U.	Costo unitario \$	Costo parcial	Costo por Ha
1. Mantenimiento del alambrado	jornal	3	12.50	37.50	86.8
1.2 Limpieza	jornal	2	12.50	25.00	57.9
1.3 Surcado	Yunta	2	20.00	40.00	92.6
2. Siembra de cultivos					
2.1 Semillas	Kg.	40	1.00	40.00	92.60
2.2 Fertilización y fumigación	sacos	10	8.00	80.00	185.2
2.3 Manejo del maíz	jornal	6	12.50	75.00	173.6
2.4 Deshierbe	jornal	4	12.50	50.00	115.7
2.5 Cosecha	jornal	6	12.50	75.00	173.60
Subtotal				422.50	978.00

*jornal incluido beneficios sociales

4.5.4 Costo total

Cuadro 41: Resumen costo total

Costos parciales	Costo \$ Investigación	Costo \$ / Ha.
Mantenimiento forestal sin cultivo agrícola	107.0	247.7
Manejo silvicultural plantación asociada	169.50	392.30
Establecimiento y manejo de cultivos agrícolas	422.50	978.00
TOTAL	699.00	1.618.00

4.5.5 Ingresos

Cuadro 42: Ingresos

Producto	Unidad	Nº de U.	Ingreso unitario \$	Ingreso parcial	Ingreso por Ha
1. Choclo y arveja	Bulto	80	12	960,00	2222.2
2. Forraje	Paca	200	0.50	100,00	231.5
Subtotal				1.060,00	2453.7

4.5.6 Beneficio neto

4.5.6.1 Beneficio neto del maíz y arveja

BN = Ingreso total – Costo total

BN = \$ 1.060- \$ 699.0= \$361.0

Beneficio neto cultivos = \$ 361.0 (trescientos sesenta y un dólares)

Beneficio neto cultivos/Ha = \$835.65

4.5.6.2 Beneficio neto del sistema agroforestal

BN = Ingreso total – (Costo de plantación forestal + costos del manejo de las cuatro especies forestales + Costo de establecimiento y manejo de cultivos)

BN = \$ 1.060– (\$ 107.0 + \$ 169.50 + \$ 422.50)

BN = \$ 1.060- \$ 699.0

BN = \$ 361.0

Beneficio neto del sistema agroforestal es de \$ 361,0(trescientos sesenta y un dólares), lo que representa una disminución del 38.2% de los costos de la plantación y manejo forestal. Sin tomarse en cuenta el crecimiento de las especies forestal que también se considera un ingreso a largo plazo.

4.5.7. Financiamiento

El costo de la presente tesis estuvo a cargo del investigador, con la colaboración del Colegio Agroforestal Fernando Chávez de Quinchuqui.

4.6 Influencia de los cultivos en el crecimiento de las especies forestales: aliso, cedro montano, sangre de drago, y pino

En la presente investigación todas las especies forestales presentaron respuesta positiva en el crecimiento frente a la influencia de los cultivos, especialmente los tratamientos, aliso con cultivo y sangre de drago con cultivo a los dos años y seis meses.

4.7 Análisis de suelo

Luego de efectuado los análisis físico químicos del suelo, al inicio de la investigación se determinó los siguientes valores, pH parcialmente neutro 6.64; con valor medio se encontró a la materia orgánica con 3.88%; nitrógeno en el suelo medio con un valor de 37.7ppm; fósforo con un valor bajo de 10,5 ppm; potasio con 0.49 meq./100 ml valor muy alto; calcio con 6,5 meq./100 ml; magnesio con 2.72 meq./100 ml; 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).

Consecutivamente, al final del estudio y luego de la cosecha se efectuó los análisis físico químicos de la muestra final de suelo, determinándose que, el pH se encontraba parcialmente neutro con 6.65, nitrógeno en el suelo medio con 40.19 ppm., fósforo un valor bajo con 6.06 ppm., la materia orgánica valor medio con 4.64 % , azufre baja presencia con 7.30 ppm., potasio valor medio - alto con 0.30 meq./100 ml., calcio alto con 7.78 meq/100 ml, magnesio alto con 2.59 meq./100 ml., cobre medio con 3.06 ppm., hierro alto con 221.8 ppm. , manganeso bajo con 1.74 ppm., y zinc alto con un valor de 9.16 (Ver Anexo de análisis de suelos)

En la muestra inicial de suelo sin asocio mediante los análisis físico químicos se determinó que, el pH se encontraba ligeramente ácido con 6; nitrógeno alto en el suelo

con un valor de 37.7 ppm, fósforo un valor bajo de 9 ppm, azufre presencia baja con 8.9 ppm, potasio con 0.47 meq/100 ml., conjuntamente con calcio 8.10 meq/ ml, magnesio con 3.10 meq/ ml, cobre con 6.10 ppm, hierro 223.00 ppm valores altos, materia orgánica presencia baja con 2.50%.

Posteriormente, al final del estudio se efectuó los análisis físico químicos de la muestra de suelo sin asocio se determinó que, el pH se encontraba ligeramente ácido con 6,1 materia orgánica presencia baja con 2.70%, nitrógeno alto en el suelo con un valor de 36 ppm, fósforo un valor bajo de 8 ppm, azufre presencia baja con 7.8 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, manganeso bajo 1.45ppm.

Cuadro 43: Resumen del análisis químico del suelo

	Sustrato con cultivo		Sustrato sin cultivo	
	Al inicio	Al final	Al inicio	Al final
pH	6.64	6.65	6.0	6.10
MO	3.88%	4.64%	2.50%	2.70%
N	37.7ppm	40.19ppm	35ppm	36ppm
P	10.5meq/100ml	6.06 meq/100ml	9ppm	8ppm
K	0.49meq/100ml	0.30 meq/100ml	0.47meq/100ml	0.30meq/100ml
Ca	6.5 meq/100ml	7.78 meq/100ml	8.10meq/100ml	8 meq/100ml
Mg	2.72meq/100ml	2.59 meq/100ml	3.10meq/100ml	3.20meq/100ml
Fe	194.4ppm	221.8ppm	223ppm	226ppm
Mn	3.9ppm	1.74ppm	1.69ppm	1.45ppm
Cu	4.6ppm	3.06ppm	6.10ppm	4.70ppm
S	2.5ppm	7.30ppm	8.9ppm	7.8ppm

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

Mediante el manejo de los sistemas agroforestales se busca generar ingresos intermedios rentables que permita aumentar la biodiversidad en pos de un buen desarrollo del producto final, mejorando considerablemente la calidad y desarrollo de las plantaciones, originando el mejoramiento del suelo y su entorno, en vista a lo mencionado es preciso analizar los siguientes puntos planteados en discusión.

5.1 Sobrevivencia

De los resultados obtenidos la mejor sobrevivencia se presenta en las plantas de *Croton spp* (sangre de drago) con cultivo (Scc) que obtuvieron el 92,50% a los dos años y seis meses de investigación, hecho que tal vez se atribuya a las limpiezas periódicas y a una interacción positiva con los cultivos asociados

La sobrevivencia de las plantas de pino en asocio con cultivo (T8 Pcc) fue del 86,25% y aliso con cultivo (T5 Acc) 85%; a los dos años y seis meses de investigación, obteniendo una respuesta aceptable con respecto a la sobrevivencia, posiblemente se deba una asociación favorable con cultivos fijadores de nitrógeno y al manejo del terreno.

El menor porcentaje sobrevivencia tuvo la especie *Cedrela montana* en asocio con cultivo (T6 Ccc) con el 50%, y *Croton spp* sin cultivo (T3 Ssc) con 75%. a los dos años y seis meses de investigación lo que podría deberse a las diferentes condiciones bioclimáticas y edáficas del lugar de origen con las presentes en el sitio de investigación y a un déficit de intensidad lumínica a causa de los cultivos asociados.

Rosero 2007 en su investigación en el mismo sitio, las plantas de *Alnus acuminata* sin maíz, obtuvieron el mayor porcentaje de sobrevivencia con 100%. La menor sobrevivencia la tuvo el cedro con maíz, con el 95% y cedro sin maíz, con 83,75% al cabo de los ciento cincuenta días.

5.2 Diámetro basal

La especie *Pinus radiata* sin cultivo (T4 Psc), tuvo un mayor incremento en diámetro basal con 5,80cm, seguido de *Alnus acuminata* con asocio (T5 Acc), con 5,73 cm. respectivamente, a los dos años y seis meses de investigación, existiendo una diferencia sustancial a los encontrados para las especies de *Croton spp* sin asocio y Cedro de montaña con asocio, lo que podría deberse a las diferencias entre las condiciones bioclimáticas y edáficas del lugar de origen con las condiciones presentes en el sitio del ensayo y a las labores culturales en beneficio a los cultivos agrícolas.

Rosero en el 2007 en el mismo sitio *Alnus acuminata* con y sin asocio, tuvo un mayor incremento en diámetro basal promedio en la plantación de 15,65 mm y 18,85 mm. El cedro con cultivo con 8,55 mm tuvo el menor crecimiento, demostrando que aliso con cultivo se mantiene entre los mejores tratamientos dentro del ensayo, al cabo de los ciento cincuenta días.

Las plantas de *Croton spp* con asocio (T7 Scc), tuvieron un incremento muy aceptable en diámetro basal de 4,97 cm, a los dos años y seis meses de investigación, pues lograron adaptarse positivamente a las condiciones del sitio con asocio a cultivos agrícolas y sus labores culturales, superando satisfactoriamente el estrés inicial presentado en los primeros meses de instalado el ensayo y aumentando progresivamente su crecimiento.

Las plantas de *cedrela montano* con cultivo y *Croton spp* sin cultivo (T6 Ccc, T3 Ssc), tuvieron menor incremento en diámetro basal de 2,80 cm. y 1,83 cm. respectivamente, a los dos años y seis meses de investigación, hecho que podría atribuirse a una desfavorable asociación con los cultivos establecidos y el diferente manejo del terreno sin descartar la poca adaptabilidad a las nuevas condiciones climáticas, edáficas del suelo del área de investigación.

Saragosin, N 2008 en su estudio el mayor diámetro basal acumulado promedio tuvo T5 (Aliso con maíz y fréjol) con 28,65 mm., el menor diámetro basal acumulado promedio presentó T3 (*Croton spp* sin maíz y fréjol) con 12,92 mm. al cabo de los 210 días de plantación

5.3 Alturas

La especie *Alnus acuminata*, con cultivo (T5 Acc) tuvo el mayor incremento en altura al con 3.85 m., seguido del tratamiento *Alnus acuminata* sin asocio (T1 Asc) con 3,16 m. siendo estadísticamente similares a los dos años y seis meses de investigación, posiblemente se deba una asociación favorable con cultivos agrícolas y a las labores culturales en beneficio a los cultivos agrícolas.

En cuanto al menor incremento promedio en altura fue para los tratamientos *Croton spp* sin cultivo (T3 Asc) con 1,00 m. y cedro montano con cultivo (T6 Ccc) con 0,86m. menores al resto de tratamientos. Hecho que podría atribuirse a una desfavorable asociación con los cultivos establecidos y el diferente manejo del terreno sin descartar la poca adaptabilidad a las nuevas condiciones climáticas, edáficas del suelo del área de investigación.

Bautista E, Terán R. (2000), en su investigación con *Alnus acuminata*, en la provincia de Imbabura utilizando la técnica de plantación tres bolillo en suelos de ladera obtuvo un incremento en altura de 1.03m. a los 360 días

Rosero en el 2007, El crecimiento en altura de *Alnus acuminata*, sin maíz (T1 Asm) tuvo el mayor crecimiento a los cinco meses de reposición de las plantas con 1,13 m., seguido del tratamiento aliso en asocio con maíz (T4 Am) con 1,06 m. demostrando que aliso con cultivo se mantiene entre los mejores tratamientos dentro del ensayo.

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 al cabo de siete meses de investigación.

Se mantiene la tendencia de los resultados presentados por las investigaciones anteriores presentadas por los ingenieros Manuel Rosero y Nelson Saragosin, donde se puede apreciar que aliso con cultivo se mantiene entre los mejores tratamientos dentro del ensayo mientras que *cedro montano* con cultivo y *Croton spp* sin cultivo siguen ubicado entre los tratamientos de menor crecimiento.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La mayor sobrevivencia se presenta en las plantas de *Croton spp* con cultivo (Acc) que obtuvieron el 92,50% y *Pinus radiata* en asocio con cultivo (T8 Pcc) que fue del 86,25%, a los dos años y seis meses de investigación.
- A los dos años y seis meses de investigación la especie *Pinus radiata* sin cultivo (T4 Psc), tuvo mayor incremento en diámetro basal con 6,41cm, seguido de *Alnus acuminata* con asocio (T5 Acc), con 6,17 cm.
- Al final de la investigación el mayor incremento en altura total tuvo la especie de *Alnus acuminata* con y sin cultivo (T5 Acc) con 4.10 m, (T1 Asc) con 3,38 m.
- Se observa una influencia positiva de los cultivos agrícolas en el incremento en diámetro y altura de las cuatro especies en estudio, así como en el aspecto financiero.
- El cultivo de maíz, representó un ingreso 1.060,00 dólares por venta del choclo y arveja, dando un BN de 361 dólares que pueden solventar en forma parcial y representa el 38.2%, de los costos de plantación y manejo agroforestal.
- Se mantiene la tendencia de los resultados presentados por las investigaciones anteriores presentadas por los ingenieros Manuel Rosero y Nelson Saragosin, donde se puede apreciar que *Alnus acuminata* con cultivo se mantiene entre los mejores tratamientos dentro del ensayo mientras que *cedro montano* con cultivo y *Croton spp* sin cultivo siguen ubicados entre los tratamientos de menor crecimiento.

6.2 Recomendaciones

- En vista que la especie *Alnus acuminata* con y sin cultivo presentan las mejores características dentro de un sistema asociado y si esta tendencia se mantiene se podría pensar en esta estrategia de forestación, reforestación en sitios con similares condiciones edáfo-climáticas.
- Se sugiere dar continuidad al estudio del sistema agroforestal empleando diferentes cultivos agrícolas, de uso frecuente en la zona para determinar hasta que época el cultivo agrícola permite un Beneficio neto.

CAPÍTULO VII

7. RESUMEN

La presente investigación titulada “Crecimiento inicial de cuatro especies forestales: *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, *Alnus acuminata* Kuntz, *Croton spp*; y *Pinus radiata* D. Don, en y sin asocio con cultivos agrícolas, en el cantón Otavalo”, a una altitud de 2.600 m.s.n.m, con temperatura promedio anual de 15.29° C y una precipitación de 1.264 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 (6.00)

Para el desarrollo de la investigación se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el crecimiento inicial de cuatro especies forestales: *Cedrela montana*, *Alnus acuminata*, *Croton spp*, y *Pinus radiata* en asocio con cultivos agrícolas.

Objetivos específicos

- Evaluar la sobrevivencia de las cuatro especies
- Determinar la o las especies con mayor incremento en diámetro basal, y altura total
- Determinar el efecto del cultivo en el crecimiento de las especies en estudio
- Realizar el análisis financiero de mantenimiento entre los tratamientos asociados con cultivo y sin asocio

Se empleó el diseño experimental bloques completos al azar con 4 especies y cuatro repeticiones y 20 plantas por unidad experimental.

Los tratamientos aplicados fueron:

Tratamiento	Especie	Sin cultivo	Con cultivo	Código
T1	Aliso	x		Asc
T2	Cedro de montaña	x		Csc
T3	Sangre de drago	x		Ssc
T4	Pino	x		Psc
T5	Aliso		x	Acc
T6	Cedro de montaña		x	Ccc
T7	Sangre de drago		x	Scc
T8	Pino		x	Pcc

Se utilizó la prueba de tuckey al 99 % para analizar las medias de los tratamientos

Los mejores resultados obtenidos a los dos años y seis meses de investigación son los siguientes:

La mayor sobrevivencia se presenta en las plantas de *Croton spp*; con cultivo (Acc) que obtuvieron el 92.50% y *Pinus radiata* en asocio con cultivo (T8 Pcc) fue del 86.25%, a los dos años y seis meses.

La especie *Pinus radiata* sin cultivo (T4 Psc), tuvo un mayor incremento en diámetro basal con 6.41cm, seguido de *Alnus acuminata* con asocio (T5 Acc), con 6.17 cm. respectivamente, a los dos años y seis meses, existiendo una mínima diferencia.

A los dos años y seis meses de investigación el mayor incremento en altura total tuvo la especie de *Alnus acuminata* con y sin cultivo (T5 Acc) con 4.10 m, (T1 Asc) con 3.38 m.

De los resultados obtenidos en el análisis de correlación, se determina que existe excelente grado de asociación entre las variables dasométricas diámetro basal y altura total en casi todos los tratamientos al 99% de probabilidad estadística y sólo el tratamiento T3 Sangre sin cultivo presenta una correlación significativa al 95% con un valor de: $r = 0.84$.

El costo de mantenimiento de la plantación de las cuatro especies forestales y el cultivo de maíz fue de \$699.00 dólares americanos.

Los cultivos asociados, representaron un ingreso 1.060,00 dólares por venta del choclo y arveja producidos en 4320 m², dando un BN de 361 dólares que pueden solventar en forma parcial y representa el 38.2%, de los costos de plantación y manejo agroforestal.

Los resultados permiten concluir que:

La mayor sobrevivencia en porcentaje, incremento en diámetro basal y altura total al final de la investigación mostró la especie *Alnus acuminata* con y sin cultivo.

Se observa una influencia positiva de los cultivos agrícolas en el incremento en diámetro y altura de las cuatro especies en estudio, así como en el aspecto financiero.

También se debe mencionar la importante respuesta positiva en cuanto a sobrevivencia, incremento en diámetro basal y altura total al final de la investigación de *Pinus radiata* con y sin cultivo y *Croton spp*, con cultivo

Se mantiene la tendencia de los resultados presentados por las investigaciones anteriores presentadas por los ingenieros Manuel Rosero y Nelson Saragosin, donde se puede apreciar que aliso con cultivo se mantiene entre los mejores tratamientos dentro del ensayo mientras que *cedro montano* con cultivo y *Croton spp*, sin cultivo siguen ubicado entre los tratamientos de menor crecimiento.

En vista que la especie *Alnus acuminta* con y sin cultivo presentan las mejores características dentro de un sistema asociado y si esta tendencia se mantiene se podría pensar en esta estrategia de forestación, reforestación en sitios con similares condiciones edáfo-climáticas.

Se sugiere dar continuidad al estudio del sistema agroforestal empleando diferentes cultivos agrícolas, de uso frecuente en la zona para determinar hasta que época el cultivo agrícola permite un Beneficio neto.

SUMMARY

This study entitled "Initial growth of four tree species: *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, *Alnus acuminata* Kuntz, *Croton* spp and *Pinus radiata* D. Don, and no association with agricultural crops in the Otavalo canton, at an altitude of 2,600 meters, with annual average temperature of 15.29 ° C and rainfall of 1264 mm annually, is part of life by Holdridge zone of Forest mountain dry low.

The predominant soils are agricultural vocation with a slightly acid pH (6.00)

For the development of the research were the following objectives:

Objective

To evaluate the initial growth of four tree species: *Cedrela montana*, *Alnus acuminata*, *Croton* spp and *Pinus radiata* in association with agricultural crops.

Specific objectives

- Evaluate the survival of the four species
- Identify the species or more increase in basal diameter and total height
- Determine the effect of cultivation on the growth of the species under study
- Perform financial analysis of maintenance between treatments associated with culture and without association

Experimental design was used a randomized complete block with 4 species and four replicates and 20 plants per experimental unit.

The treatments were:

Species Treatment Code Without crop cultivation

Treatment	Specie	Without culture	with culture	Code
T1	Aliso	x		Asc
T2	Cedro de montaña	x		Csc
T3	Sangre de drago	x		Ssc
T4	Pino	x		Psc
T5	Aliso		x	Acc
T6	Cedro de montaña		x	Ccc
T7	Sangre de drago		x	Scs
T8	Pino		x	Pcc

We used the Tuckey test at 99% to analyze the treatment means

The best results obtained at two years and six months of research are:

The greater survival occurs in plants *Croton* spp; with culture (Acc) which obtained 92.50% and *Pinus radiata* in association with crop (T8 Pcc) was 86.25%, after two years and six months.

The uncultivated species *Pinus radiata* (T4 Psc), had a greater increase in basal diameter 6.41cm, followed by association with *Alnus acuminata* (T5 Acc), with 6.17 cm. respectively, at two years and six months, there is minimal difference.

After two years and six months of research the greatest increase in total height was the kind of *Alnus acuminata* with and without crops (T5 Acc) with 4.10 m, (T1 Asc) with 3.38 m.

From the results of correlation analysis, it appears that there is great degree of association between variables dasometric basal diameter and total height in almost all treatments at 99% statistical probability and only T3 blood without culture presents a significant correlation 95% with a value of $r = 0.84$.

The maintenance cost of planting four tree species and the cultivation of corn was \$ 699.00 dollars.

The crops, accounted for an income 1.\$ 060.00 per sale of corn and peas produced in 4320 m², giving a \$ 361 BN of which can be solved in part and represents 38.2% of the costs of planting and agroforestry management.

The results conclude that:

The greater survival in percentage increase in basal diameter and total height at the end of the investigation showed the species *Alnus acuminata* with and without crops.

There is a positive influence on agricultural crops increased diameter and height of the four species studied, as well as financially.

We must also mention the significant positive response in terms of survival, increased basal diameter and total height at the end of the investigation of *Pinus radiata* with and without crops and *Croton* spp, with cultivation

The trend of the results presented by previous research presented by engineers and Manuel Rosero, Nelson Saragosin, where you can see that with growing alder remains among the best treatments in the trial while mountain cedar with culture and *Croton* spp, without cultivation are located between the treatments of lower growth.

Given that the species *Alnus acuminata* with and without crops present the best characteristics in an associated system and if this trend continues we could consider this strategy of forestation, reforestation sites with similar soil-climatic conditions.

It is suggested to continue the study of agroforestry system using different agricultural crops, often used in the area to determine to what time allows agricultural cultivation BN.

8. BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. **Añazco, M, (1999).** Introducción a la agroforestería y producción de plantas forestales. Módulo de capacitación. RAFE – CAMAREN. 25-30 pp.
2. **Añazco, M, (1996).** Desarrollo Forestal Campesino (DFC) Quito-Ecuador 166pp
3. **Borja, C. & Lasso, S. (1.990).** Plantas Nativas para la Reforestación en el Ecuador. FUNDACIÓN NATURA (EDUNAT III) – AID. Quito – Ecuador, 20pp.
4. **Bautista, E; Terán, R. (2000).** Crecimiento inicial de aliso y casuarina utilizando tres técnicas de plantación en suelos de ladera de Imbabura.60-63 pp.
5. **Lamprecht, H. (1.990).** Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido.-Traducción de Antonio Carrillo. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen. GTZ. Cooperación Técnica – República Federal Alemana. 125 – 165 pp.
6. **Loáiza, G, (1.992).** Silvicultura 1, Universidad Nacional de Loja (Material de Enseñanza), Escuela de Ingeniería Forestal, Loja-Ecuador 22-32pp
7. **Manuel, N. (1.985).** Cartilla Forestal, Manual para Reforestación con especies exóticas y autóctonas Programa EDUNAT, II Fundación Natura, Quito-Ecuador, 10-20 pp
8. **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. Otavalo – Ecuador. 23-24 pp.
9. **Rosero M. (2007).** Crecimiento Inicial de tres especies forestales en asocio con maíz *Zea mayz* en el Colegio Fernando Chavez R. Otavalo – Ecuador.

10. **Saragoín N. (2008).** Crecimiento Inicial de cuatro especies forestales en asocio con maíz *Zea mays* en el Colegio Fernando Chavez R. Otavalo – Ecuador.
11. **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. 36 – 38p

9. ANEXOS

Cuadro 44: Datos climáticos mensuales año 2.008 (Precipitación, Evapotranspiración Potencial, Temperatura, Humedad Relativa) del cantón Otavalo

Meses	Precipitación mm.	ETP	Temperatura C°	HR	2T
Enero	121,9	38,75	13,7	80	27,4
Febrero	115,9	36,16	13	73	26
Marzo	209,7	39,00	14,2	84	28,4
Abril	148	38,24	13,5	82	27
Mayo	158,5	39,25	13,8	82	27,6
Junio	88,2	36,78	14,3	78	28,6
Julio	7,3	36,50	12	77	24
Agosto	33,5	36,75	13,2	68	26,4
Septiembre	27,4	37,03	14,1	70	28,2
Octubre	150,9	39,50	14,7	72	29,4
Noviembre	138,5	39,69	14,8	81	29,6
Diciembre	64,3	40,25	13,4	80	26,8
TOTAL	Σ=1264,1		Ŷ=13.7		

Fuente: Colegio Técnico Agropecuario Carlos Ubidia Albuja 2008

Anexo 1: Promedio de la sobrevivencia por tratamientos y repeticiones al año ocho meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO%
T1	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
T2	85.00	85.00	85.00	85.00	340.00	85.00
T3	95.00	95.00	95.00	95.00	380.00	95.00
T4	85.00	85.00	85.00	85.00	340.00	85.00
T5	95.00	90.00	95.00	65.00	345.00	86.25
T6	55.00	55.00	40.00	65.00	215.00	53.75
T7	95.00	100.00	100.00	100.00	395.00	98.75
T8	95.00	100.00	100.00	80.00	375.00	93.75
TOTAL	705.00	710.00	700.00	675.00	2790.00	

Anexo 2: Promedio de la sobrevivencia por tratamientos y repeticiones a los dos años y seis meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO%
T1	80.00	80.00	80.00	80.00	320.00	80.00
T2	75.00	75.00	75.00	75.00	300.00	75.00
T3	75.00	75.00	75.00	75.00	300.00	75.00
T4	70.00	70.00	70.00	70.00	280.00	70.00
T5	90.00	90.00	95.00	65.00	340.00	85.00
T6	45.00	50.00	40.00	65.00	200.00	50.00
T7	70.00	100.00	100.00	100.00	370.00	92.50
T8	95.00	85.00	95.00	70.00	345.00	86.25
TOTAL	600.00	625.00	630.00	600.00	2455.00	

Anexo 3: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones al año ocho meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	3.26	3.26	3.26	3.26	13.054	3.3
T2	1.86	1.86	1.86	1.86	7.433	1.9
T3	1.30	1.30	1.30	1.30	5.185	1.3
T4	2.95	2.95	2.95	2.95	11.793	2.9
T5	3.13	4.39	4.43	3.98	15.929	4.0
T6	1.43	2.33	1.02	1.46	6.244	1.6
T7	2.17	3.02	2.49	4.25	11.941	3.0
T8	3.34	3.03	3.33	2.83	12.526	3.1
TOTAL	19.448	22.132	20.634	21.891	84.105	

Anexo 4: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones al año diez meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	3.54	3.54	3.54	3.54	14.173	3.54
T2	2.01	2.01	2.01	2.01	8.059	2.01
T3	1.39	1.39	1.39	1.39	5.543	1.39
T4	4.05	4.05	4.05	4.05	16.197	4.05
T5	3.53	4.80	4.86	4.51	17.702	4.43
T6	1.75	2.79	1.24	1.69	7.472	1.87
T7	2.50	3.52	2.87	5.12	14.008	3.50
T8	3.79	4.12	3.59	3.38	14.882	3.72
TOTAL	22.570	26.222	23.552	25.692	98.035	

Anexo 5: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones a los dos años

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	3.77	3.77	3.77	3.77	15.084	3.77
T2	2.35	2.35	2.35	2.35	9.405	2.35
T3	1.42	1.42	1.42	1.42	5.695	1.42
T4	4.43	4.43	4.43	4.43	17.717	4.43
T5	3.88	5.31	5.38	5.13	19.700	4.93
T6	1.94	3.18	1.53	1.94	8.590	2.15
T7	3.26	3.93	3.30	5.57	16.060	4.02
T8	4.14	4.65	3.89	3.79	16.470	4.12
TOTAL	25.195	29.045	26.075	28.405	108.721	

Anexo 6: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones a los dos años dos meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	4.01	4.01	4.01	4.01	16.047	4.01
T2	3.28	3.28	3.28	3.28	13.123	3.28
T3	1.63	1.63	1.63	1.63	6.501	1.63
T4	4.97	4.97	4.97	4.97	19.863	4.97
T5	4.29	5.59	5.82	5.40	21.102	5.28
T6	2.38	3.29	1.64	2.19	9.484	2.37
T7	3.51	4.13	3.81	6.41	17.857	4.46
T8	4.49	5.16	4.20	4.43	18.267	4.57
TOTAL	28.547	32.048	29.337	32.310	122.243	

Anexo 7: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones a los dos años cuatro meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	4.31	4.31	4.31	4.31	17.245	4.31
T2	4.55	4.55	4.55	4.55	18.211	4.55
T3	1.83	1.83	1.83	1.83	7.331	1.83
T4	5.80	5.80	5.80	5.80	23.189	5.80
T5	4.78	5.99	6.20	5.97	22.934	5.73
T6	2.52	4.03	2.17	2.50	11.220	2.80
T7	3.92	4.63	4.14	7.18	19.864	4.97
T8	4.49	5.16	4.20	4.43	18.267	4.57
TOTAL	32.202	36.300	33.190	36.568	138.260	

**Anexo 8: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones a los dos años
seis meses**

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	4.688	4.688	4.688	4.688	18.752	4.69
T2	5.19	5.19	5.19	5.19	20.762	5.19
T3	1.95	1.95	1.95	1.95	7.91	1.95
T4	6.41	6.41	6.41	6.41	25.638	6.41
T5	5.17	6.39	6.64	6.47	24.665	6.17
T6	2.90	4.27	1.65	2.64	11.458	2.86
T7	4.25	5.03	4.55	7.91	21.736	5.43
T8	5.26	6.26	4.62	4.97	21.098	5.27
TOTAL	35.817	40.176	35.687	40.219	151.899	

**Anexo 9: Promedio de la altura total por tratamientos y repeticiones al año ocho
meses**

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	2.38	2.38	2.38	2.38	9.50	2.38
T2	0.72	0.72	0.72	0.72	2.87	0.72
T3	0.65	0.65	0.65	0.65	2.59	0.65
T4	1.67	1.67	1.67	1.67	6.67	1.67
T5	1.98	3.11	3.29	2.83	11.21	2.80
T6	0.52	0.36	0.15	0.30	1.33	0.33
T7	1.14	1.58	1.40	2.12	6.23	1.56
T8	1.83	1.90	1.65	1.56	6.94	1.73
TOTAL	10.88	12.35	11.88	12.22	47.34	

**Anexo 10: Promedio de la altura total por tratamientos y repeticiones al año diez
meses**

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	2.56	2.56	2.56	2.56	10.22	2.56
T2	0.82	0.82	0.82	0.82	3.29	0.82
T3	0.65	0.65	0.65	0.65	2.59	0.65
T4	2.02	2.02	2.02	2.02	8.09	2.02
T5	2.44	3.42	3.52	3.12	12.50	3.12
T6	0.63	0.80	0.40	0.52	2.34	0.59
T7	1.28	1.80	1.51	2.36	6.96	1.74
T8	1.94	2.04	1.75	1.71	7.44	1.86
TOTAL	12.34	14.11	13.22	13.76	53.42	

Anexo 11: Promedios de la altura total por tratamientos y repeticiones a dos años

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	2.75	2.75	2.75	2.75	10.99	2.75
T2	1.06	1.06	1.06	1.06	4.23	1.06
T3	0.72	0.72	0.72	0.72	2.88	0.72
T4	2.26	2.26	2.26	2.26	9.03	2.26
T5	2.64	3.68	3.77	3.42	13.51	3.38
T6	0.65	0.87	0.49	0.60	2.61	0.65
T7	1.60	2.02	1.64	2.56	7.82	1.96
T8	2.12	2.22	1.88	1.90	8.12	2.03
TOTAL	13.79	15.57	14.56	15.26	59.18	

Anexo 12: Promedios de la altura total por tratamientos y repeticiones a dos años dos meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	2.92	2.92	2.92	2.92	11.69	2.92
T2	1.29	1.29	1.29	1.29	5.16	1.29
T3	0.80	0.80	0.80	0.80	3.20	0.80
T4	2.49	2.49	2.49	2.49	9.94	2.49
T5	2.90	3.86	4.01	3.60	14.37	3.59
T6	0.79	0.89	0.54	0.67	2.89	0.72
T7	1.28	1.80	1.51	2.36	6.96	1.74
T8	2.30	2.47	2.03	2.08	8.88	2.22
TOTAL	14.79	16.53	15.61	16.23	63.08	

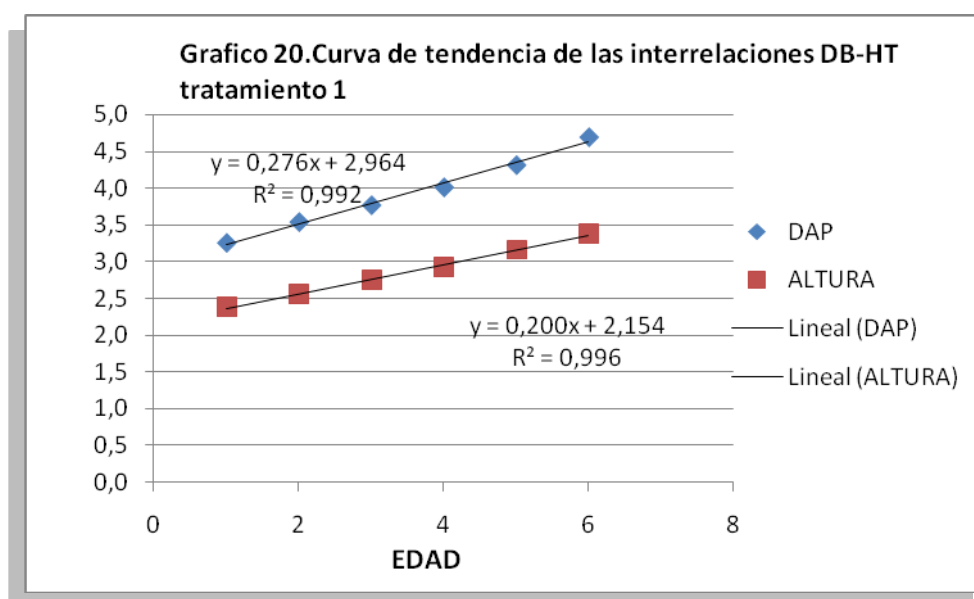
Anexo 13: Promedios de la altura total por tratamientos y repeticiones a dos años cuatro meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	3.16	3.16	3.16	3.16	12.64	3.16
T2	1.39	1.39	1.39	1.39	5.57	1.39
T3	0.82	0.82	0.82	0.82	3.28	0.82
T4	2.66	2.66	2.66	2.66	10.65	2.66
T5	3.27	4.06	4.17	3.90	15.39	3.85
T6	0.83	1.12	0.68	0.83	3.44	0.86
T7	1.94	2.39	2.03	3.15	9.52	2.38
T8	2.50	2.72	2.13	2.30	9.65	2.41
TOTAL	16.75	18.50	17.21	18.39	70.13	

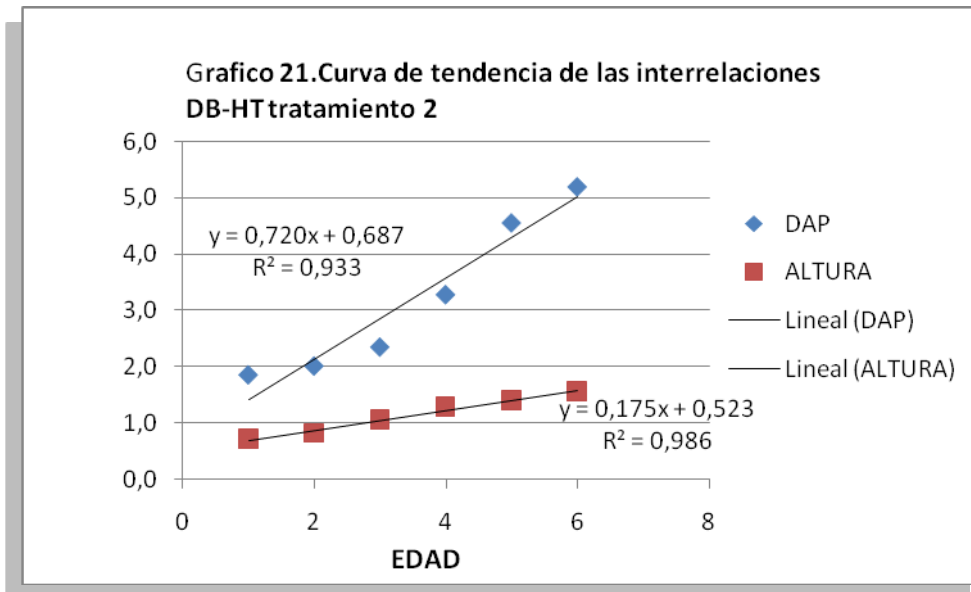
Anexo 14: Promedios de la altura total por tratamientos y repeticiones a dos años seis meses

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
T1	3.38	3.38	3.38	3.38	13.54	3.38
T2	1.56	1.56	1.56	1.56	6.24	1.56
T3	0.85	0.85	0.85	0.85	3.40	0.85
T4	2.85	2.85	2.85	2.85	11.40	2.85
T5	3.58	4.29	4.38	4.16	16.42	4.10
T6	0.96	1.22	0.80	1.00	3.98	0.99
T7	2.08	2.59	2.19	3.41	10.28	2.57
T8	2.66	2.92	2.12	2.31	10.01	2.50
TOTAL	19.03	20.77	19.24	20.62	75.27	

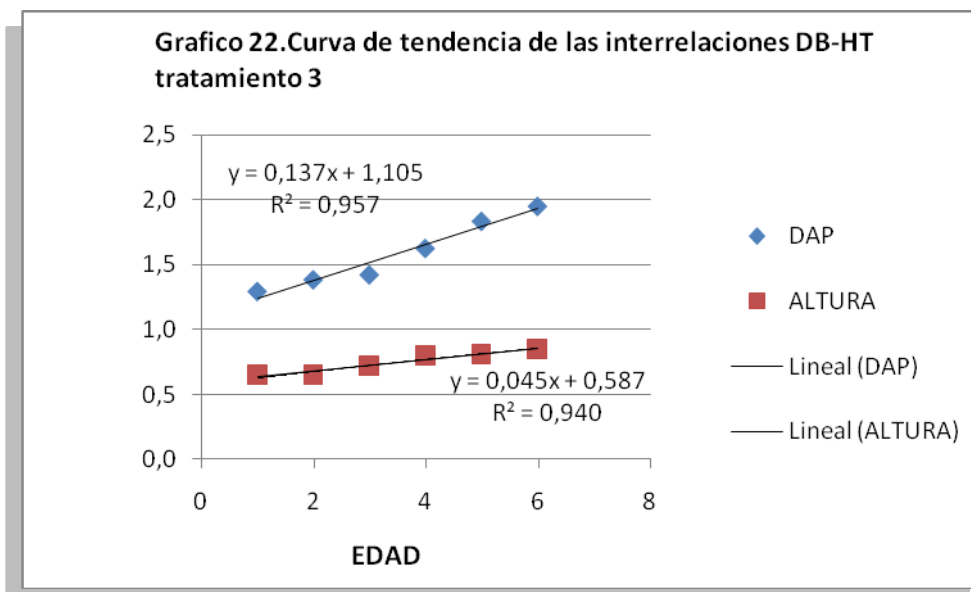
Anexo 15:



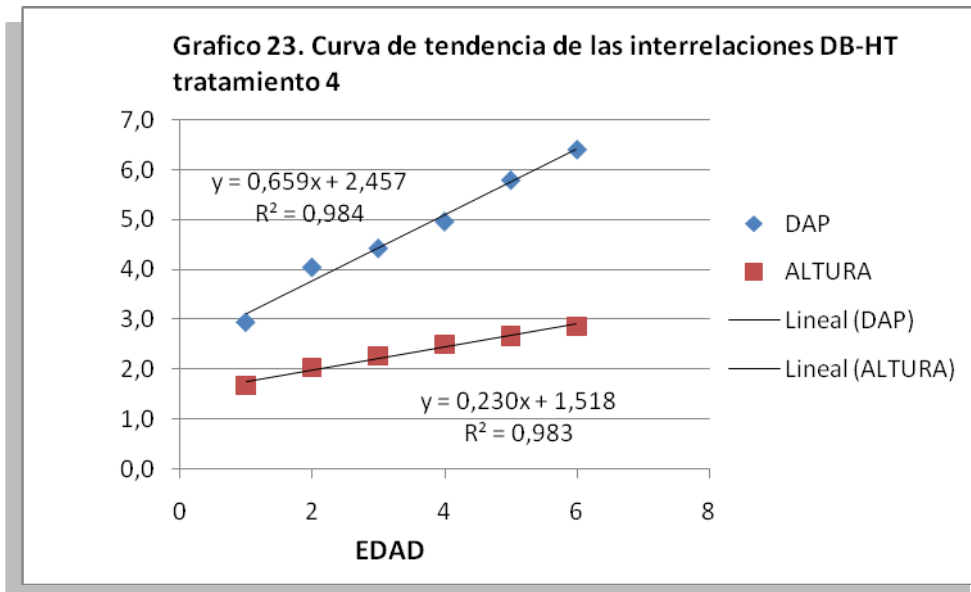
Anexo 16:



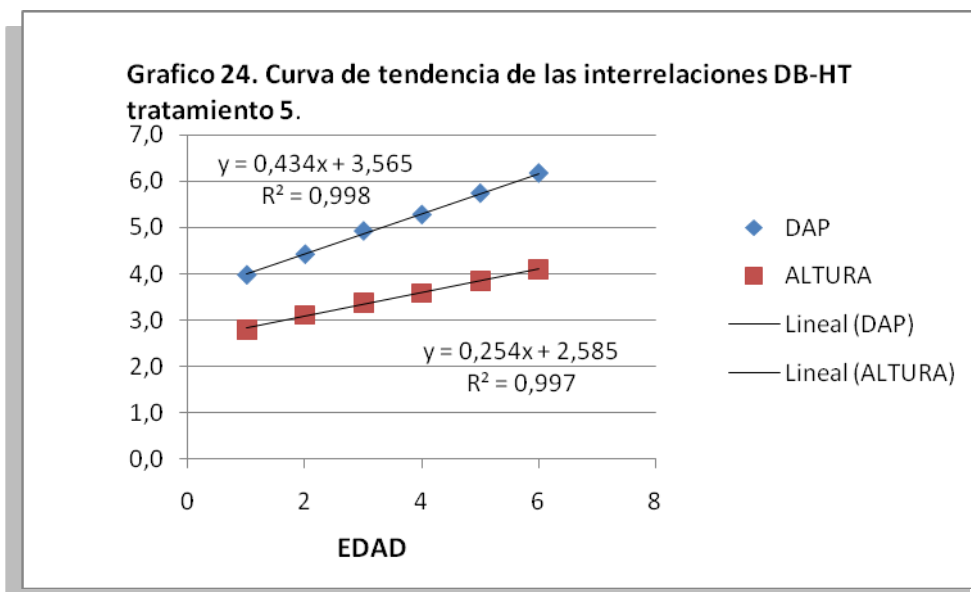
Anexo 17:



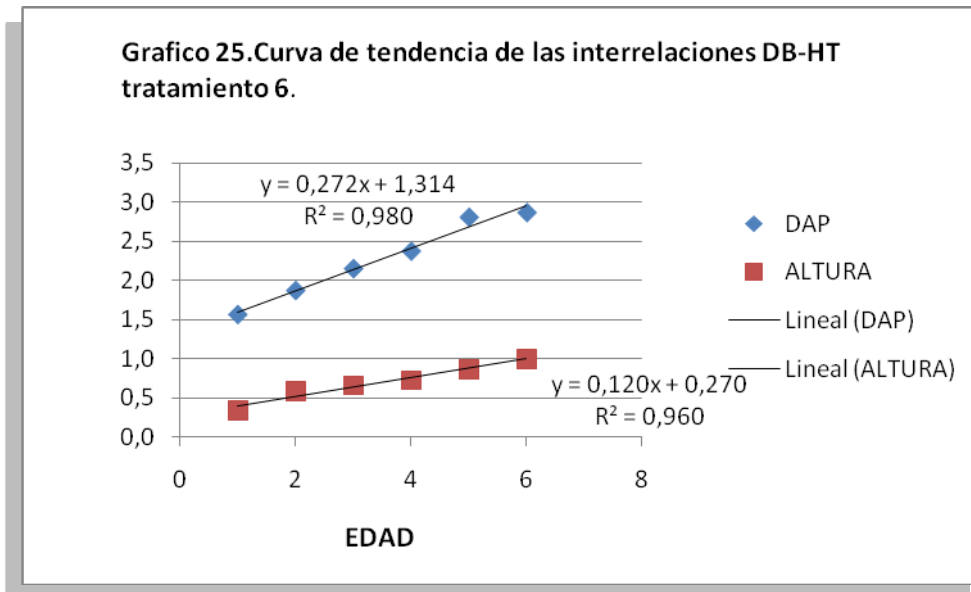
Anexo 18:



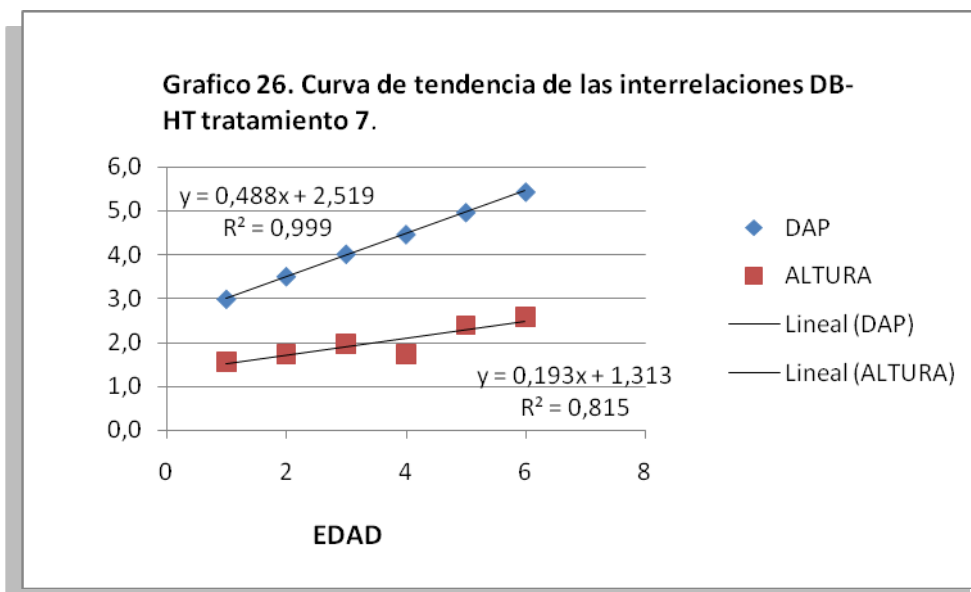
Anexo 19:



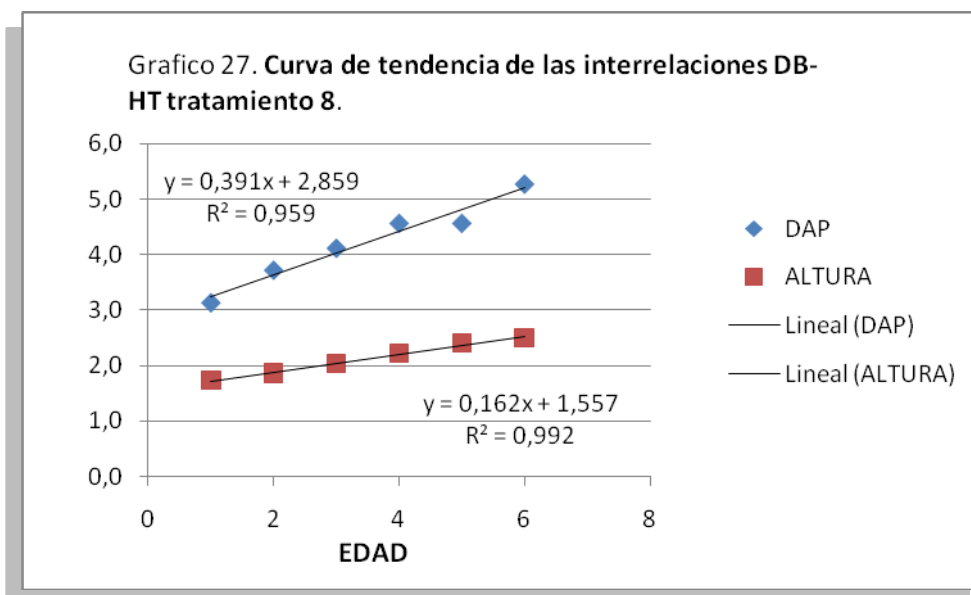
Anexo 20:



Anexo 21:



Anexo 22:



Anexo 23: Fotografías de los tratamientos en estudio

Fotografía 1: Vista panorámica



Fotografía 2-3: Surcado y preparación del terreno



Fotografía 3:



Fotografía 4: Asociación con el primer cultivo (arveja)



Fotografía 5-6-7: Asociación con el segundo cultivo (maíz)



Fotografía 6:



Fotografía 7:



Fotografía 8-9: Toma de datos del diámetro basal



Fotografía 9:



Fotografía 10-11: Toma de datos de altura total



Fotografía 11:



Fotografía 12: Pastoreo dentro del sistema agroforestal en estudio



Fotografía 13: Manejo forestal (Poda)



Fotografía 14: Mantenimiento del cerco



Fotografía 15: Limpieza y coronamiento



Fotografía 16: Vista panorámica al final del estudio



INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Descripción taxonómica de <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	4
2.1.1. Distribución y ecología	4
2.1.2. Cuidados silviculturales de plantaciones	4
2.2. Descripción taxonómica del <i>Alnus acuminata</i> Kuntz,	5
2.2.1 Distribución geográfica	6
2.2.2. Manejo silvicultural.....	6
2.3. Descripción taxonómica de <i>Croton spp.</i>	7
2.3.1. Ecología y distribución.....	7
2.4. Descripción taxonómica de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	8
2.4.1. Ecología y distribución.....	8
2.4.2. Zonas de vida	8
2.4.3. Aspectos silviculturales.....	9
2.5. Descripción de las especies agrícolas.....	10
2.5.1. Descripción de la especie agrícola (Arveja).....	10
2.6. Sistemas agroforestales	16
2.7. Sistemas agroforestales simultáneos	16
2.8. Sistemas con cultivos de ciclo corto.....	17
2.9. Agroforestería como alternativa	17

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.	Descripción del sitio de la investigación.....	19
3.1.1.	Localización del área de estudio	19
3.1.2.	Datos climáticos.....	20
3.2.	Materiales.....	22
3.2.1.	Materiales de campo.....	22
3.2.2.	Materiales de oficina.....	22
3.3.	Metodología	22
3.3.1.	Trabajo de campo.....	22
3.3.2.	Diseño experimental	24
3.3.2.3.	Análisis de varianza	25
3.3.2.6.	Características del ensayo	25
3.3.2.7.	Variables en estudio	26
3.3.2.8.	Análisis de correlación	26
3.3.2.9.	Análisis de regresión lineal	26
3.3.3.	Toma de datos de las variables.....	26
4.1	Sobrevivencia (%).....	28
4.2	Crecimiento en diámetro basal.....	30
4.3	Crecimiento en altura total.....	38
4.4	Análisis de correlación.....	46
4.5	Análisis de regresión.....	47
4.5	Costos.....	49
4.5.1	Costos de plantación.....	49
4.5.2	Costos de manejo silvicultural	49
4.5.3	Costo de manejo de los cultivos agrícolas	50
4.5.4	Costo total	50
4.5.5	Ingresos	51

4.5.6 Beneficio neto	51
4.5.7. Financiamiento	52
4.7 Análisis de suelo	52
5. DISCUSIÓN	54
5.1 Supervivencia.....	54
5.2 Diámetro basal	55
5.3 Alturas.....	56
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.1 Conclusiones	57
6.2 Recomendaciones	58
7. RESUMEN.....	59
8. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	65
9. ANEXOS.....	67

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Descriptores de la variedad.....	11
Cuadro 2: Principales componentes de la arveja.....	11
Cuadro 3: Manejo de arveja.....	12
Cuadro 4: Manejo del maíz.....	15
Cuadro 5: Datos climáticos del área en estudio.....	21
Cuadro 6: Tratamientos en estudio.....	24
Cuadro 7: Análisis de varianza.....	25
Cuadro 8: Análisis de varianza de la sobrevivencia al año ocho meses.....	28
Cuadro 9: Prueba tuckey sobrevivencia por tratamiento al año ocho meses.....	29
Cuadro 10: Análisis de varianza de la sobrevivencia a los dos años seis meses.....	29
Cuadro 11: Prueba tuckey sobrevivencia por tratamiento a los dos años seis meses....	30
Cuadro 12: Análisis de varianza del incremento en diámetro basal inicial al año ocho meses	31
Cuadro 13: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento al año ocho meses.....	31
Cuadro 14: Análisis de varianza del diámetro basal inicial al año diez meses.....	32
Cuadro 15: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento al año diez meses.....	32
Cuadro 16: Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los dos años....	33
Cuadro 17: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento a los dos años.....	34
Cuadro 18: ADEVA diámetro basal por tratamiento a los dos años y dos meses.....	35
Cuadro 19: Prueba tuckey del diámetro basal por tratamiento a los dos años y dos meses.....	35
Cuadro 20: Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los dos años y cuatro meses.....	36
Cuadro 21: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento a los dos años y cuatro meses.....	36
Cuadro 22: Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los dos años y seis meses.....	37

Cuadro 23: Prueba tuckey diámetro basal por tratamiento a los dos años y seis meses.....	38
Cuadro 24: Análisis de varianza de altura en m. por tratamiento al año ocho meses.....	39
Cuadro 25: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. al año ocho meses.....	39
Cuadro 26: Análisis de varianza de altura en m. por tratamiento al año diez meses.....	40
Cuadro 27: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. al año diez meses.....	40
Cuadro 28: Análisis de varianza de altura en m. por tratamiento a los dos años.....	41
Cuadro 29: Prueba tuckey de la altura total promedio en m a los dos años.....	42
Cuadro 30: Análisis de varianza de la altura total en m. por tratamiento a los dos años y dos meses.....	
Cuadro 31: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. por tratamientos a los dos años y dos meses.....	43
Cuadro 32: Análisis de varianza de la altura total en m. por tratamiento a los dos años y cuatro meses.....	44
Cuadro 33: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. por tratamiento a los dos años y cuatro meses.....	44
Cuadro 34: Análisis de varianza de la altura en m. por tratamiento a los dos años y seis meses.....	46
Cuadro 35: Prueba tuckey de la altura total promedio en m. por tratamiento a los dos años y seis meses.....	46
Cuadro 36: Ecuaciones de correlación por tratamiento y su significancia.....	47
Cuadro 37: Ecuaciones de Regresión por Tratamiento.....	47
Cuadro 38: Mantenimiento forestal sin cultivo agrícola (plantación sola).....	49
Cuadro 39: Costos de manejo silvicultural (plantación asociada).....	49
Cuadro 40: Costo de establecimiento de los cultivos agrícolas.....	50
Cuadro 41: Resumen costo total.....	51
Cuadro 42: Ingresos.....	52
Cuadro 43: Resumen del análisis químico del suelo.....	53
Cuadro 44: Datos climáticos mensuales año 2.008 (Precipitación, Evapotranspiración Potencial, Temperatura, Humedad Relativa) del cantón Otavalo.....	65

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Mapa del cantón Otavalo.....	19
Grafico 2. Mapa de la Parroquia Miguel Egas Cabezas y ubicación del área de estudio.....	20
Grafico 3. Diagrama Ombrotermico-Otavalo 2008.....	20
Grafico 5. Sobrevivencia % al inicio de la investigación.....	28
Grafico 6. Sobrevivencia en porcentaje (%) a los dos años seis meses.....	29
Grafico 7. Crecimiento promedio acumulado en diámetro basal al año ocho meses...30	
Grafico 8. Diámetro basal promedio acumulado en cm. al año diez meses.....	32
Grafico 9. Diámetro basal promedio acumulado en cm por tratamiento a los dos años.....	33
Grafico 10. Diámetro basal promedio acumulado en cm. por tratamiento a los dos años y dos meses.....	34
Grafico 11. Diámetro basal promedio acumulado en cm. por tratamiento a los dos años y cuatro meses.....	36
Grafico 12. Diámetro basal promedio acumulado en cm. por tratamiento a los dos años y seis meses.....	37
Grafico 13. Altura total promedia acumulada en m. por tratamiento al año ocho meses.....	38
Grafico 14. Altura total promedio acumulada en m. por tratamiento al año diez meses.....	39
Grafico 15. Altura total promedio acumulada en m. por tratamiento a los dos años...40	
Grafico 16. Altura total promedio en m. por tratamiento a los dos años y dos meses...42	
Grafico 17. Altura total promedio por tratamiento a los dos años y cuatro meses.....43	
Grafico 18. Altura total promedio por tratamiento a los dos años y seis meses.....45	
Grafico 19. Curva de tendencia de las interrelaciones entre DB-HT por tratamiento....48	

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Promedio de la supervivencia por tratamientos y repeticiones al año ocho meses.....	65
Anexo 2: Promedio de la supervivencia por tratamientos y repeticiones a los dos años y seis meses.....	66
Anexo 3: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones al año ocho meses.....	66
Anexo 4: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones al año diez meses.....	66
Anexo 5: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones a los dos años.....	67
Anexo 6: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones a los dos años dos meses.....	67
Anexo 7: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones a los dos años cuatro meses.....	67
Anexo 8: Promedio del área basal por tratamientos y repeticiones a los dos años seis meses.....	68
Anexo 9: Promedio de la altura total por tratamientos y repeticiones al año ocho meses.....	68
Anexo 10: Promedio de la altura total por tratamientos y repeticiones al año diez meses.....	68
Anexo 11: Promedios de la altura total por tratamientos y repeticiones a dos años.....	69
Anexo 12: Promedios de la altura total por tratamientos y repeticiones a dos años dos meses.....	69
Anexo 13: Promedios de la altura total por tratamientos y repeticiones a dos años cuatro meses.....	69
Anexo 14: Promedios de la altura total por tratamientos y repeticiones a dos años seis meses.....	70
Anexo 15: Curva de tendencia de las interrelaciones DB-HT tratamiento1.....	70
Anexo 16: Curva de tendencia de las interrelaciones DB-HT tratamiento2.....	71
Anexo 17: Curva de tendencia de las interrelaciones DB-HT tratamiento3.....	71
Anexo 18: Curva de tendencia de las interrelaciones DB-HT tratamiento4.....	72
Anexo 19: Curva de tendencia de las interrelaciones DB-HT tratamiento5.....	72
Anexo 20: Curva de tendencia de las interrelaciones DB-HT tratamiento6.....	73

Anexo 21: Curva de tendencia de las interrelaciones DB-HT tratamiento7.....	73
Anexo 22: Curva de tendencia de las interrelaciones DB-HT tratamiento8.....	74
Anexo 23: Fotografías de los tratamientos en estudio.....	74-82

