



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Tema:

“Efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales: Cedro *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, Aliso *Alnus acuminata* HBK, Sangre de drago *Crotton* sp y Pino *Pinus radiata* D. Don, en y sin asocio con uvilla *Physalis peruviana* L.”.

**Tesis presentada como requisito para optar por el Título de
Ingeniera Forestal**

AUTORA:

Mariela Elizabeth Pérez Lara

DIRECTOR:

Ing. Cervio A. Jaramillo Mg. Sc.

IBARRA – ECUADOR

2.014

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

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

AD

“Efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatros
forestales: Cedro *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, Aliso *Alnus acicula*
Sangre de drago *Crotton sp* y Pino *Pinus radiata* D. Don, en y sin as
Physalis peruviana L”.

1003011283; en calidad
trabajo de grado descrito
digital y autorizamos a la
el Repositorio Digital
Universidad con fines
apoyo a la educación,
superior Artículo 144.

**Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su uso
como requisito parcial para obtener el Título de:**

INGENIERA FORESTAL

APROBADA:

Director de Tesis: Ing. Cervio A. Jaramillo Mg. Sc.

...ación es original y se la
obra es original y son los
responsabilidad sobre el
caso de reclamación por

Biometrista: Ing. María Vizcaíno.....

Miembro de Tribunal: Ing. Roberto Sánchez.....
de Grado

Miembro de Tribunal: Ing. Segundo Fuentes.....
de Grado

Miembro de Tribunal: Ing. María Vizcaíno.....
de Grado

IBARRA – ECUADOR

2.014

Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: siete de febrero de 2014

PÉREZ LARA, MARIELA ELIZABETH. "Efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales: Cedro Cedrela montana Moritz ex Turcz, Aliso Alnus acuminata HBK, Sangre de drago Croton sp y Pino Pinus radiata D. Don, en y sin asocio con uvilla Physalis peruviana L." TRABAJO DE GRADO. Ingeniera Forestal Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería forestal Ibarra. EC. Febrero 2014. 79 p. anex., diagr.

DIRECTOR: Ing. Jaramillo Suárez, Cervio.

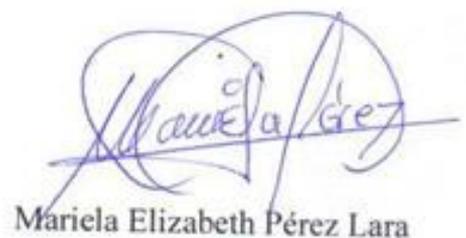
Las podas juegan un papel básico en la disminución de defectos en la madera, podas bien hechas y a tiempo prolongan la vida de los árboles al evitar la entrada o propagación de daños por insectos y detener el desarrollo de pudriciones, este trabajo una secuencia a la investigación realizada por Mauricio Fuertes ingeniero forestal, evaluando el efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales: Cedro, Aliso, Sangre de drago y Pino, en y sin asocio con uvilla en plantaciones ya establecidas en el Colegio Técnico Nacional en Explotaciones Agropecuarias "Fernando Chaves Reyes" de Quinchuquí, parroquia Miguel Egas Cabezas, cantón Otavalo, planteándose los siguientes objetivos; Analizar el efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales Cedro Cedrela montana Moritz ex Turcz, Aliso Alnus acuminata HBK., Sangre de drago Croton sp y Pino Pinus radiata, en y sin asocio con uvilla Physalis peruviana L., así como determinar las intensidades de poda de cada una de las especies, y el efecto de la poda de las especies en relación con el diámetro basal y altura total, para lo cual se siguieron los pasos siguientes: plantación, limpieza, poda de mantenimiento, aclareo de ramas, reducción de copa, perfilado de formas, manejo de la especie agrícola, deshierbas, aporques, fertilización, riego, control de plagas y enfermedades, Tutorio, se aplicó el diseño experimental de Bloques al azar, ocho tratamientos con cuatro repeticiones y veinte individuos por unidad experimental. Aplicándose la prueba de Duncan.

Se obtuvo los resultados siguientes: La poda de copa en promedio fue del 21,25%, el tratamiento T1 (aliso sin cultivo) tuvo la mayor sobrevivencia con 90,00%, y T3 (Sangre de drago sin cultivo) con 40,00%. El mayor crecimiento acumulado promedio en diámetro basal tuvo el tratamiento T8 (pino con uvilla) con 11,64 cm y el tratamiento con menor crecimiento acumulado promedio fue T3 (sangre de drago sin uvilla) con 5,36 cm, el tratamiento T8 (pino con uvilla) con 6,88 m., tuvo un crecimiento acumulado promedio en altura total y el menor el tratamiento T3 (sangre de drago sin uvilla) con 1,52m.

Se concluye que: la poda afectó a los tratamientos en la reducción de la tasa de crecimiento de los parámetros dendrométricos.


Ing. Cervio A. Jaramillo Mg. Sc

f) Director de Tesis


Mariela Elizabeth Pérez Lara

f) Autora

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Esther Lara que creyó en mí y me sacó adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, siempre estuvo impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y mi vida diaria porque el orgullo que siente por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

A mi padre Marcelo, por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mis hermanos, a mi novio, tíos, primos y amigos.

Gracias, mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

ÍNDICE

| Tema | página |
|--|---------------|
| CAPÍTULO I | |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. 1 Objetivos | 2 |
| 1.1.1 Objetivo General | 2 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 2 |
| 1.2 Hipótesis | 2 |
| 1.2.1. Hipótesis nula | 2 |
| 1.2.2. Hipótesis alternativa | 2 |
| CAPÍTULO II | |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2. 1 Poda | 3 |
| 2.1.1 Objetivos de la Poda | 4 |
| 2.1.2 Tipos de poda | 4 |
| 2.1.2.1 Poda de formación | 4 |
| 2.1.2.2 Poda de mantenimiento de árboles | 5 |
| 2.1.2.3 Podas excepcionales | 5 |
| 2.1.3 Intensidades de Poda | 6 |
| 2.1.4 Justificación de la Poda | 6 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.1.5 | Métodos y técnicas utilizadas en la Poda | 7 |
| 2.1.6 | Equipos e instrumentos utilizados en la Poda | 9 |
| 2.1.6.1 | El hacha | 9 |
| 2.1.6.2 | La sierra | 9 |
| 2.1.6.3 | La motosierra | 10 |
| 2.1.6.4 | La tijera | 10 |
| 2.1.7 | Efectos de la Poda | 11 |
| 2.1.7.1 | Efectos de la poda en fructificación | 11 |
| 2.1.7.2 | Efectos de la poda en el crecimiento | 12 |
| 2.1.7.3 | Efectos de la poda en la calidad de la madera | 13 |
| 2.1.8 | Beneficios de la Poda | 14 |
| 2.1.8.1 | Luz | 14 |
| 2.1.8.2 | Mejora la cantidad y calidad de cultivos de frutas | 14 |
| 2.1.8.3 | Prevenir la infección de la enfermedad | 14 |
| 2.1.9 | Oportunidad e intensidad de poda | 15 |
| 2.2 | Nudos en la madera | 16 |
| 2.2.1 | Características del nudo | 17 |
| 2.2.2 | Interacciones de la poda en el cultivo en callejones | 17 |
| 2.3 | Crecimiento de los árboles | 18 |
| 2.3.1 | Crecimiento en altura | 20 |
| 2.3.2 | Crecimiento en diámetro | 21 |
| 2.4 | Descripción de las especies forestales | 21 |
| 2.4.1. | Descripción taxonómica de aliso | 21 |
| 2.4.1.1 | Descripción Botánica | 21 |
| 2.4.1.2 | Usos | 22 |
| 2.4.1.3 | Poda | 23 |
| 2.4.2. | Descripción taxonómica de Cedro | 24 |
| 2.4.2.1 | Descripción Botánica | 24 |
| 2.4.2.3 | Usos | 25 |
| 2.4.2.4 | Poda | 25 |
| 2.4.3. | Descripción taxonómica de Sangre de drago | 26 |
| 2.4.3.1. | Descripción Botánica | 27 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.4.3.3. | Usos | 28 |
| 2.4.3.4. | Poda | 29 |
| 2.4.4. | Descripción taxonómica de Pino | 27 |
| 2.4.4.1. | Descripción Botánica | 28 |
| 2.4.4.2. | Usos | 28 |
| 2.4.4.3. | Poda | 29 |
| 2.4.5 | Descripción de la especie agrícola de la Uvilla | 29 |
| 2.4.5.1 | Descripción Botánica | 30 |
| 2.4.5.2 | Aspectos comerciales | 30 |
| 2.5.1 | Crecimiento promedio en centímetros, altura total promedio en el año | 31 |
| 2.5.2 | Crecimiento promedio en centímetros, altura total promedio en a los tres años ocho meses | 31 |

CAPÍTULO III

| | |
|--|----|
| MATERIALES Y MÉTODOS | 33 |
| 3.1 Descripción del sitio de la investigación | 33 |
| 3.1.1 Localización del área de estudio | 33 |
| 3.1.2 Datos climáticos | 33 |
| 3.1.3 Clasificación ecológica | 37 |
| 3.2 Materiales | 37 |
| 3.2.1 Talento humano | 37 |
| 3.2.2 Materiales de campo | 37 |
| 3.2.3 Equipos y materiales de oficina | 37 |
| 3.3 Metodología | 38 |
| 3.3.1 Ubicación de las unidades experimentales | 38 |
| 3.3.2 Limpieza | 38 |
| 3.3.3 Medición de Alturas | 38 |
| 3.3.4 Tabulación de datos | 39 |
| 3.3.5 Poda de mantenimiento | 39 |

| | |
|--|----|
| 3.3.5.1 Poda baja, primera poda o de penetración | 39 |
| 3.3.5.2 Poda media | 39 |
| 3.3.5.3 Manejo de la especie agrícola | 41 |
| 3.3.6. Diseño experimental | 42 |
| 3.3.6.1 Elementos de diseño de campo | 42 |
| 3.3.6.2. Modelo estadístico | 43 |
| 3.3.6.3. Análisis de varianza | 43 |
| 3.3.6.4 Prueba de significancia | 43 |
| 3.3.6.5 Unidad experimental | 44 |
| 3.3.6.6 Área de ensayo | 44 |
| 3.3.6.7 Variables en estudio | 44 |
| 3.3.6.8 Análisis de Correlación | 45 |
| 3.3.7 Manejo específico de las variables | 45 |
| 3.3.10 Trabajo de gabinete | 45 |

CAPÍTULO IV

| | |
|--|----|
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 46 |
| 4.1 Intensidad de Poda | 46 |
| 4.2. Sobrevivencia | 48 |
| 4.2.1 Sobrevivencia (S%) / tratamiento a los cincuenta y seis meses | 48 |
| 4.2.2 Sobrevivencia (S%) / tratamiento a los cincuenta y nueve meses | 49 |
| 4.3 Crecimiento acumulado promedio en diámetro basal | 51 |
| 4.3.1 Crecimiento acumulado promedio en Diámetro Basal a los cincuenta y seis meses | 51 |
| 4.3.2 Crecimiento acumulado promedio en Diámetro Basal a los cincuenta y nueve meses | 51 |
| 4.4 Altura total acumulada promedio | 53 |
| 4.4.1 Altura total acumulada promedio a los cincuenta y seis meses | 55 |
| 4.2.2 Altura total acumulada promedio a los cincuenta y nueve meses | 57 |
| 4.5 Análisis de Correlación | 58 |
| 4.6 Análisis del incremento medio anual del diámetro basal y altura | |

| | |
|--------------------------------------|----|
| total por investigadores en el sitio | 59 |
|--------------------------------------|----|

CAPÍTULO V

| | |
|--------------------------------|----|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 61 |
| 5.1 Conclusiones | 61 |
| 5.2 Recomendaciones | 62 |

CAPÍTULO VI

| | |
|---------|----|
| RESUMEN | 63 |
|---------|----|

CAPÍTULO VII

| | |
|---------|----|
| SUMMARY | 64 |
|---------|----|

CAPÍTULO IX

| | |
|---------------------|----|
| BIBLIOGRAFÍA CITADA | 65 |
|---------------------|----|

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadros | páginas |
|---|----------------|
| 1. Crecimiento promedio en centímetros, Altura promedio en metros al año | 31 |
| 2. Promedios de Área basal en centímetros y Altura total en metros por tratamientos y repeticiones a los tres años, ocho meses | 31 |
| 3. Datos climáticos del área en estudio | 36 |
| 4. Tratamientos en estudio | 42 |
| 5. Análisis de varianza | 43 |
| 6. Promedio de poda en porcentaje por especie | 47 |
| 7. Análisis de varianza sobrevivencia en porcentaje a los cincuenta y seis meses | 48 |

| | |
|---|----|
| 8. Prueba Duncan de la sobrevivencia en porcentaje a los cincuenta y seis meses | 49 |
| 9. Análisis de varianza sobrevivencia en porcentaje a los cincuenta y nueve meses | 50 |
| 10. Prueba Duncan de la sobrevivencia en porcentaje a los cincuenta y nueve meses | 51 |
| 11. Análisis de varianza del crecimiento acumulado promedio en diámetro basal a los cincuenta y seis meses | 51 |
| 12. Prueba Duncan del crecimiento acumulado promedio en diámetro basal a los cincuenta y seis meses | 52 |
| 13. Análisis de varianza del crecimiento acumulado promedio en diámetro basal a los cincuenta y nueve meses | 53 |
| 14. Prueba Duncan del crecimiento acumulado promedio en diámetro basal a los cincuenta y nueve meses | 54 |
| 15. Análisis de varianza de altura total acumulada promedio a los cincuenta y seis meses | 55 |
| 16. Prueba Duncan de la altura total acumulada promedio a los cincuenta y seis meses | 56 |
| 17. Análisis de varianza de altura total acumulada promedio a los cincuenta y nueve meses | 57 |
| 18. Prueba Duncan de la altura total acumulada promedio a los cincuenta y nueve meses | 58 |
| 19. Análisis de Correlación | 59 |
| 20. Incremento Medio Anual (IMA) del Diámetro Basal en cm y Altura Total en m / autor y / tratamiento | 59 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Página

| | |
|--|----|
| 1. Esquema del efecto de la poda sobre el fuste y la producción de madera libre de nudos | 16 |
| 2. Mapa Ecológico de la Provincia de Imbabura | 34 |

| | |
|--|----|
| 3. Mapa del Cantón Otavalo | 35 |
| 4. Mapa de la Parroquia Miguel Egas Cabezas y ubicación del área de estudio | 35 |
| 5. Diagrama Ombrotérmico del cantón Otavalo | 36 |
| 6. Supervivencia porcentaje a los cincuenta y seis meses | 48 |
| 7. Supervivencia porcentaje a los cincuenta y nueve meses | 50 |
| 8. Crecimiento acumulado en cm. del Diámetro Basal a los cincuenta y seis meses | 52 |
| 9. Crecimiento acumulado en cm. del Diámetro Basal a los cincuenta y nueve meses | 54 |
| 10. Altura Total en m. a los cincuenta y seis meses | 55 |
| 11. Altura Total en m. a los cincuenta y nueve meses | 57 |

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo página

| | |
|--|----|
| 1. Promedios de la supervivencia a los cincuenta y seis meses | 70 |
| 2. Promedios de la supervivencia a los cincuenta y nueve meses | 70 |
| 3. Promedios del crecimiento a los cincuenta y seis meses | 71 |
| 4. Promedios del crecimiento Basal a los cincuenta y nueve meses | 71 |
| 5. Promedios de la altura total a los cincuenta y seis meses | 72 |
| 6. Promedios de la altura total a los cincuenta y nueve meses | 72 |

Fotografías

| | |
|---|----|
| Fotografía 1: vista panorámica del ensayo | 73 |
| Fotografías 2 y 3: limpieza del terreno | 73 |
| Fotografías 4 y 5: toma de datos diámetro basal | 75 |
| Fotografía 6: toma de datos altura total | 75 |
| Fotografías 7,8 y 9: podas | 76 |
| Fotografías 10: vista de las uvillas | 77 |

| | |
|---|----|
| Fotografías 11: Vista de ensayo con cultivo | 78 |
| Fotografía 12: Vista de ensayo sin cultivo | 79 |

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las plantaciones forestales han captado una gran atención a nivel nacional debido a su capacidad para producir diferentes productos y servicios ambientales, resaltando la producción de madera para cercos, muebles, construcción, leña, y su uso como un medio de conservación del agua y protección de los suelos. (Justo, J, 2007, p.3). Un adecuado manejo de técnicas silviculturales en plantaciones forestales ayuda a obtener el máximo rendimiento de sus recursos y beneficios.

Una de las prácticas más sencillas y con mayor efecto en la salud de árboles son las podas, las cuales al ser aplicadas de manera correcta y a tiempo, proporcionan a los individuos una buena conformación de soporte y balance físico del árbol. (Macías, 2007, p.2).

Las podas de árboles tienen muchos beneficios como; favorecen la entrada de luz para estimular el crecimiento del cultivo, ayudan a reducir la proliferación de enfermedades de árboles y cultivo, mejor calidad de madera evitando la presencia de nudos, reducen el riesgo de incendio de copas y la probabilidad de muerte del árbol, la floración y fructificación de los árboles se favorecen con la poda.

La presente investigación permite dar continuidad a la investigación realizada por Mauricio Fuertes ingeniero forestal, en la que se evaluará el efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales: Cedro *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, Aliso *Alnus acuminata*, Sangre de drago *Crotton* sp y Pino *Pinus radiata* D. Don, en y sin asocio con uvilla *Physalis peruviana* L. en plantaciones ya establecidas en el Colegio Técnico Nacional en Explotaciones Agropecuarias “Fernando Chaves Reyes” de Quinchuquí, parroquia Miguel Egas Cabezas, cantón Otavalo, como un aporte al conocimiento sobre el comportamiento de las especies ya mencionadas, de una edad de seis años, plantada con un espaciamiento de 3m x 3m.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Analizar el efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales: Cedro *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, Aliso *Alnus acuminata* HBK, Sangre de drago *Crotton* sp y Pino *Pinus radiata* D. Don, en y sin asocio con uvilla *Physalis peruviana*. L.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar las intensidades de poda de cada una de las especies.
- Identificar el efecto de la poda de las especies en relación con el diámetro basal y altura total.

1.2. Hipótesis

1.2.1. H_0 = La intensidad de poda de las cuatro especies forestales es similar.

$$H_0 = S_1 = S_2 = S_3 = S_4$$

1.2.2. H_a = Al menos una de las cuatro especies forestales presenta diferente intensidad de poda

$$H_a = S_1 \neq S_2 \neq S_3 \neq S_4$$

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Poda

Justo (2007) afirma “La poda es una operación que consiste en la corta de ramas muertas y/o vivientes de un árbol o arbusto con el objetivo de mejorar su aspecto y su tronco, eliminando los nudos que se puedan presentar en el tronco árbol. Los nudos constituyen uno de los defectos más comunes de la madera” (p. 32).

2.1.1 Objetivos de la Poda

- Mejora la calidad del fuste, produce madera libre de nudos, al menos en los primeros 3.5 m de tronco que es la parte más valiosa del árbol por presentarse la mayor concentración de madera.
- Mejora la salud del árbol.
- Facilita el acceso a la plantación para otras labores (evaluación, mantenimiento).
- Permite el desplazamiento del ganado.
- Reduce el riesgo de pérdida del árbol por incendios: rompen la continuidad entre las ramas (Justo, 2007, pp. 33-34).

2.1.2 Tipos de poda

2.1.2.1 Poda de formación

Morales (2012) sugiere “Se realiza durante los primeros años y sirve para que el árbol tome una estructura de ramas principales fuertes y bien distribuidas. Así como para levantar la copa a la altura deseada” (p.2).

Los tres objetivos que se persiguen con la poda de formación son:

- Situar a una determinada altura del suelo la copa del árbol.
- Formar una estructura de ramas sólida y éstas bien distribuidas alrededor del tronco.
- Algunas especies de árboles se pueden conducir hacia formas artificiales: formas talladas, emparrado, en pirámide, cónica, cortina, marquesina, etc. Estas formas requerirán en el futuro más poda de mantenimiento o recorte que las formas naturales (Morales, 2012, p2).

2.1.2.2 Poda de mantenimiento de árboles

Una vez que el árbol este bien formado, es decir, con la copa a una cierta altura y con sus ramas estructurales principales y secundarias correspondientes, habrá que hacer poda de mantenimiento durante toda la vida del ejemplar.

En árboles ornamentales no es imprescindible cada año, sino cada dos o tres. En frutales sí se debe hacer anualmente (Morales, 2012, p.3).

2.1.2.3 Podas excepcionales

Morales (2012) considera “Se llaman podas excepcionales a las podas severas que tienen por objetivo reducir el volumen de la copa de los árboles.” (p.4).

Hay dos tipos:

- **Terciado:** consiste en cortar todas las ramas dejando aproximadamente un tercio de su longitud.
- **Desmochado:** es más salvaje e injustificado todavía que el terciado. Se trata de cortar las ramas a ras del tronco.

2.1.3 Intensidades de Poda

Barrio, et al. (2009). “La intensidad de poda puede comprometer el crecimiento del árbol y por tanto la cicatrización de las heridas, si se elimina más de un tercio del follaje inicial del árbol, el crecimiento del árbol puede reducirse y, en consecuencia, las heridas de poda cerrarán mal”. (p.125).

➤ **Fertilidad**

Para que la poda produzca un mismo efecto fisiológico sobre un árbol se requiere que sea más intensa en los lugares poco fértiles que en los fértiles. De hecho la lentitud de cicatrización en los lugares poco fértiles y las exageradas intensidades de poda que pueden llegar a requerir para alcanzar un cierto efecto, hacen recomendable el no utilizar la poda en calidades de estación bajas, y concentrarla en los mejores lugares, en éstos, además, el beneficio económico de la poda es más alto (Wikispaces, 2010, p.15).

➤ **Edad**

Cuando más viejo es un árbol más intensa debe ser la poda para alcanzar el mismo efecto (Wikispaces, 2010, p.15).

➤ **Posición relativa**

Los árboles que no son dominantes o codominantes en la masa, pierden su capacidad de reaccionar frente a la poda que exigirían además de intensidad excesiva. Su mismo escaso crecimiento conduce a un mal proceso de cicatrización y hace no recomendable su poda (Wikispaces, 2010, p.15).

➤ **Densidad**

Del mismo modo, a mayor densidad de masa se requiere mayor intensidad en la poda.

En masas muy densas, las fuertes intensidades de poda requeridas y el escaso crecimiento en diámetro de cada pie que la alta densidad con lleva, suele producir unas cicatrizaciones muy lentas y por tanto peligrosas, la mejora fisiológica de los pies individuales, debe perseguirse en estos casos a través del aclarado de la masa más que a través de la poda (Wikispaces, 2010, p.15).

2.1.4 Justificación de la poda

Se debe entender que la poda es indispensable para obtener mayores rendimientos industriales en madera sin nudo (madera clear), característica requerida por las industrias de mayor valor agregado (muebles, molduras, construcción, etc.) tanto del mercado interno como externo (Kurtz – Ferruchi, 2000).

Esto haría que aumente la rentabilidad de los productos y por ende el valor de la madera en pie, ya que la misma poseería mayor proporción de madera madura, sin nudos, y con mejor comportamiento tecnológico para los distintos usos (Kurtz – Ferruchi, 2000).

En cuanto a la masa forestal, permitiría trabajar a menor densidad de plantación, manteniendo un estado fitosanitario adecuado y contribuyendo con la solidez y resistencia al viento de los árboles (Kurtz – Ferruchi, 2000).

Mediante la utilización de la poda y los raleos simultáneamente permitiría acortar el turno de corta y mejoraría la calidad de la masa forestal remanente, al producir toras rectas, cilíndricas y exentas de madera de reacción (Kurtz – Ferruchi, 2000).

Es más fácil colocar en el mercado trozas de calidad y acceder a las distintas industrias, que tradicionalmente usaban especies del Bosque nativo, disminuyendo de este modo, la presión sobre el mismo (Kurtz – Ferruchi, 2000).

2.1.5 Métodos y técnicas utilizadas en la Poda

➤ El adelgazamiento de la copa

Sobre todo en árboles de madera dura, es el corte selectivo de ramas para mejorar la penetración de luz y la circulación del aire en la copa. Su fin es conservar o desarrollar la estructura y la forma del árbol. Para evitar tensiones innecesarias y la producción excesiva de vástagos epicórmicos, no se debe cortar más de la cuarta parte de la copa viva en una sola operación. Si necesita podar más, en varios años sucesivos. (Bedker, et al. 2004, pp. 4-5).

Las ramas con ángulo de unión en forma de “U” deben conservarse. Las ramas con ángulo de unión en forma de “V” suelen tener corteza incrustada y deben suprimirse. La corteza se incrusta cuando dos ramas crecen formando un ángulo muy agudo, pues se produce una cuña de corteza arrollada entre ellas. La corteza

incrustada impide la unión firme de las ramas y a menudo forma una grieta debajo del punto de unión. (Bedker, et al. 2004, 6p).

Las ramas laterales no deben ser mayores de la mitad o las tres cuartas partes del diámetro del tronco en el punto de unión. Evitando que se formen “colas de león”, es decir, penachos de ramas y follaje en los extremos de otras ramas, por la remoción de todas las ramas laterales y el follaje intermedio. Las colas de león pueden provocar enfermedades a causa de exceso de sol, gran abundancia de vástagos epicórmicos, y ramas quebradizas de estructura débil. Todas las ramas que se entrecruzan o rozan deben ser removidas. (Bedker, et al. 2004, pp. 6-7).

➤ **Elevación de la copa**

La elevación de la copa consiste en cortar ramas de la parte inferior de un árbol a fin de dejar espacio para peatones, vehículos, edificios o servicios, u obtener troncos limpios en la producción de madera. Después de la poda, la relación entre el follaje vivo y la altura total del árbol debe ser cuando menos de dos tercios (p. ej., un árbol de 12 m debe tener ramas vivas en los 8 m superiores por lo menos). (Bedker, et al. 2004, p7).

➤ **Reducción de la copa**

La poda para reducir la copa se usa sobre todo cuando un árbol rebasa el espacio asignado. Este método, llamado a veces poda de horquilla descendente, es preferible al desmoche porque produce una apariencia más natural, retarda la fecha de la siguiente poda y minimiza la tensión (Bedker, et al. 2004, p.8).

La reducción de la copa es un último recurso y suele dejar en los troncos grandes heridas que pueden atraer la pudrición. Este método nunca debe aplicarse a un árbol de forma piramidal. A la larga, es mejor solución remover el árbol y sustituirlo por otro que no crezca más allá del espacio disponible (Bedker, et al. 2004, p.9).

2.1.6 Equipos e instrumentos utilizados en la Poda

La selección de la herramienta más adecuada juega un papel fundamental en la calidad de la poda y en el coste de operación.

2.1.6.1 El hacha

Las hachas de podar son de pequeño tamaño, ligeras (peso menor de 1kg) y de mango corto (unos 40cm), lo q facilita su uso con una sola mano. Su manejo requiere mucha pericia para hacer un corte limpio, ya que presenta cierta tendencia a separar la corteza del leño al salir del corte. Otro inconveniente es su tendencia a desgajar la rama como consecuencia del impacto, especialmente si no está bien afilada (Montoya, 1996).

2.1.6.2 La sierra

Las sierras de mano son herramientas que constan de una hoja de acero dentada, que realiza el corte, y de una empuñadura que facilita el accionamiento manual, pueden ser de arco o de mango. Estas últimas son las más frecuentemente utilizadas, sobre todo las de hoja curvada, también denominadas “cola de zorro”. (Barrio, et al. 2009. p. 61).

Las sierras de mango para aplicaciones forestales son herramientas muy ligeras (entorno a 300 gramos), con una hoja de acero de longitud variable entre 18 y 30 cm Esta hoja es también muy ligera (inferior a 100 gramos). (Barrio, et al. 2009. p. 61).

2.1.6.3 La motosierra

Se trata de una máquina portátil con motor de dos tiempos que lleva un sistema de transmisión mecánico o hidráulico que mueve una sierra de cadena montada sobre

una espada a través de una pértiga telescópica de hasta cinco metros de longitud. El motor va montado en la parte posterior de la máquina lo que permite una buena posición de trabajo y reduce la exposición al humo del escape. (Barrio, et al. 2009. p. 68).

➤ **Ventajas**

La motosierra de poda presenta como ventajas:

- Permite realizar cortes todo el año con relativa independencia del estado vegetativo y sin grandes riesgos de separación entre la corteza y el leño.
- Reduce los daños de desgajamiento por su capacidad de cortar en cualquier dirección y de construir rápidamente los adecuados cortes o entallas de caída.

➤ **Desventajas**

- Es más cara de adquisición y mantenimiento que el hacha.
- Requiere personal especializado.
- No sirve de apoyo para la trepa a los árboles y reduce en general la movilidad del podador sobre el árbol. (Wikispaces, 2010, p.42).

2.1.6.4 La tijera

Este tipo de herramienta, según se maneje con una o dos manos, se denominan tijeras de podar de una mano (con mango corto de unos 10 cm) o tijeras de podar de dos manos (normalmente con mango largo de unos 70-80 cm de longitud) ambos tipos se puede denominar genéricamente tijeras de mango, en contraposición con las tijeras montadas sobre pértiga. Las tijeras manuales permiten realizar cortes de gran calidad. (Barrio, et al. 2009. p. 58).

2.1.7 Efectos de la Poda

La supresión de ramas vivas de un árbol tiene claros efectos fisiológicos que pueden repercutir en la vida y producción del árbol.

El corte parcial de una materia verde del árbol provoca para el resto de las ramas una mayor disponibilidad de energía, agua, nutrientes y minerales que el árbol es capaz de alcanzar con su sistema aéreo y radical, lo que conduce a mejor abastecimiento de madera verde restante. También indispensable es mencionar los perjudiciales efectos que, para el crecimiento del árbol, puede producir la reducción excesiva de área fotosintética del mismo. (Bueso. R. 2002. p18).

Dependiendo de la técnica y de los objetivos de la poda, pueden variar sus efectos:

- Incremento de la productividad del rodal.
- Mejora la forma del árbol (fustes rectos).
- Mejora la calidad de madera.
- Obtención directa de productos.
- Mejora el estado fitosanitario,
- Defensa contra el fuego rastrero.

2.1.7 Efectos de las podas en la fructificación

En general una poda moderada conduce a una mejora de la fructificación del árbol a que afecta. Una poda intensa provoca que los pequeños brotes durmientes que pasan a brotes florales tras una poda moderada y que aumentan la producción del fruto, se transformen en brotes leñosos; produciéndose el efecto contrario, apareciendo en las especies capaces de brotar numerosos brotes chupones sobre todo en las heridas y en los codos del tronco y ramas, y perdiéndose la fructificación (Wikispaces, 2010, p.30).

2.1.7.2 Efectos de las podas en el crecimiento

El principal objetivo de la poda es producir madera de buena calidad, libre de defectos. Además, la consecución de este objetivo se debe llevar a cabo sin perjudicar de forma significativa el crecimiento de los árboles, existen muchos factores que van a determinar la cantidad óptima de ramas a eliminar para cumplir el objetivo de la poda y al mismo tiempo evitar pérdida de crecimiento. (Barrio, et al. 2009. p. 135).

➤ Importancia de la localización de las ramas a eliminar

Habitualmente se admite que las podas implican una reducción del vigor o de la tasa de crecimiento de un árbol. Sin embargo, el efecto de la poda no necesariamente actúa en este sentido, sino que dependen del tipo de ramas sobre las que actúe. (Barrio, et al. 2009. p. 136).

Las características de la superficie foliar varían según su situación en la copa del árbol. Así se puede hablar de follaje de sol y de follaje de sombra, según las condiciones a las que se aclimatan las hojas. (Barrio, et al. 2009. p. 136).

➤ Intensidad de la poda y su efecto en el crecimiento

Lanner, 1985 (citado por Barrio, et al, 2009) piensa que: El efecto de la poda en el crecimiento del árbol es diferente según el tipo de crecimiento en altura es menos sensible que el crecimiento que se esté considerando: en diámetro o en altura. En general el crecimiento en altura es menos sensible que el crecimiento en diámetro a fluctuaciones en la producción de carbohidratos, que son aportados fundamentalmente por la copa viva.

O Hara, (1991; 2006) (citado por Barrio, et al, 2009) opina lo siguiente: Los hidratos de carbono, una vez sintetizados, son distribuidos para cubrir las diferentes necesidades del árbol según un orden de prioridad. Este orden de prioridad en el reparto es el resultante de la fuerza relativa de los órganos netamente consumidores

de recursos, situados en las zonas meristemáticas del crecimiento. Por esta razón, los efectos de la poda se manifiestan más temprana y más intensamente sobre el crecimiento en diámetro del tronco

Parece ser que la reducción de la superficie fotosintética que la poda ocasiona, produce en general la reducción del crecimiento del árbol, siendo proporcionalmente mayor la reducción del crecimiento en diámetro que la reducción del crecimiento en altura. La reducción del crecimiento en diámetro es mayor en las partes bajas que en las altas del árbol, lo que conduce a troncos más delgados y cilíndricos con una copa viva en la que el fuste se agudiza rápidamente; lo que al aumentar el coeficiente mórfico del árbol (mayor “cilindricidad”), mejora su posible utilización para sierra (Wikispaces, 2010, p.31).

En las ramas bajas de un árbol y en las sombreadas situadas en el interior de la copa, la actividad fotosintética es muy reducida, siendo prácticamente normal su respiración o actividad desasimiladora, lo que puede llegar a provocar un balance final nulo e incluso algo negativo desde el punto de vista de la asimilación o formación de madera. Como consecuencia, la supresión por poda de follaje de este tipo, puede llegar a inducir un ligero aumento del crecimiento (Wikispaces, 2010, p.31).

2.1.7.3 Efectos de las podas en la calidad de la madera

Se aplican con la intención de mejorar la calidad de la madera del fuste mediante la reducción de la nudosidad y sobre todo, el número y la longitud de los nudos muertos y sueltos. Después de realizada la poda se producen sucesivas capas de madera libre de nudos, quedando con el tiempo los nudos solo una pequeña porción central del fuste.

En general, la poda persigue el objetivo de dejar el nudo y el clavo de la cicatrización encerrada en un pequeño cilindro central (> 10 cm de diámetro),

quedando una buena proporción de madera limpia durante el proceso de aserrío de la madera.

Cuando el tronco comienza a emitir una rama, se inicia en la base de ésta la formación de un nudo. Conforme el árbol produciendo capas de crecimiento, va produciéndose también la rama y se va ensanchándose progresivamente el nudo. (Galloway, 1993)

2.1.8 Beneficios de la Poda

Entre los mayores beneficios de la poda:

2.1.8.1 Luz:

Mucho follaje puede inhibir la entrada de luz este exceso de proliferación no sería hospitalario para las plantas que requieren una gran cantidad de luz y como consecuencia limitar su crecimiento. (Isis. 2011. p.1)

2.1.8.2 Mejora el tamaño y la cantidad de cultivos de frutas:

Al igual que la mayoría de los tipos de árboles, árboles frutales requieren una poda regular para el crecimiento y desarrollo adecuados. Por otra parte, por el cuidado de sus árboles frutales, se trata de optimizar la producción de frutas – tanto en términos de calidad y cantidad. El primer paso para aprender sobre la poda de árboles frutales de bricolaje es la de investigar cuáles son los métodos de poda son los mejores para su árbol frutal en particular. (Isis, 2011, p.1)

2.1.8.3 Prevenir la infección de la enfermedad:

Cuando se poda para mantener la salud de un árbol o arbusto, la primera consideración es la higiene. Esto incluye la eliminación de leña seca y las ramas infestadas con enfermedades, tales como los canchales o royas causados por hongos.

Los insectos y hongos encuentran en estas ramas un punto de entrada conveniente y un lugar seguro para multiplicarse. Una vez establecidas, estas plagas pueden invadir otras partes del árbol. (Brickell, C. 2001, p.4).

Si las hojas en el árbol son de color amarillo, falta o irregular es el momento de invertir en una poda. La poda regular de árboles se deshace de los nidos de insectos u hongos en las hojas y ramas. Una plaga de insectos puede ser perjudicial para la vida y la salud de un árbol. (Isis, 2011, p.1).

Poda de árboles es algo que puede ser realizada por cualquier persona en realidad, pero hay ventajas en la contratación de un experto. Para empezar, tienen todas las herramientas necesarias para cada trabajo. También están familiarizados con la forma de trepar a los árboles y tener el equipo adecuado para garantizar su seguridad personal. Y, por último, que saben cómo cortar, dónde cortar y cuándo se debe cortar (Isis, 2011, p.1).

2.1.9 Oportunidad e intensidad de poda

Es muy común observar que se toma como base la edad de la plantación para definir el momento de iniciar la práctica de la poda. Pero éste no es el indicador adecuado, ya que las plantaciones manifiestan diferencias en crecimiento en función del sitio donde están establecidas, el material genético empleado y la época de plantación. Barrio, et al. (2009).

Por lo tanto, el parámetro técnico que indica el momento oportuno de iniciar la poda, es la altura total y/o el DAP de la plantación (diámetro a la altura del pecho).

Comparando un árbol podado, al que se le ha quitado parte de su capacidad fotosintética, es indiscutible que esté presente una disminución en el crecimiento.

A pesar de esto, lo interesante es lograr que esa disminución en el crecimiento sea insignificante, ante la ganancia de madera sin nudos.

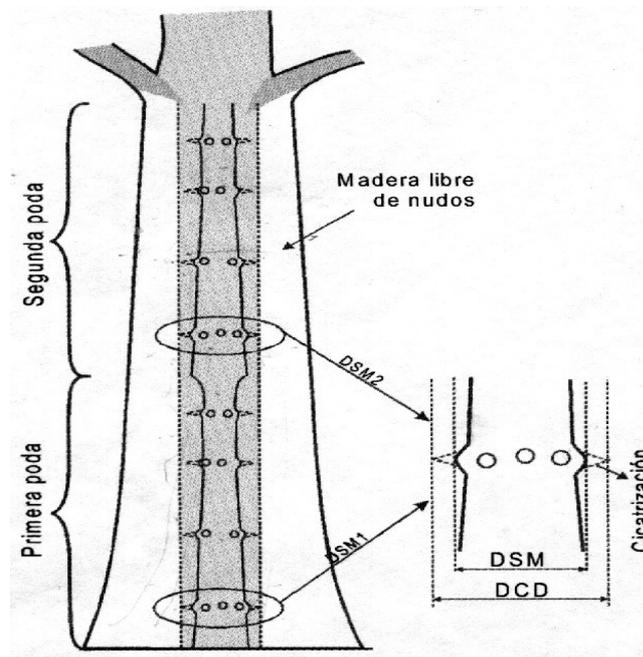
En consecuencia, la intensidad de poda, es aquella que no altere la tasa de crecimiento de la plantación, ni estimule el desarrollo de yemas epicórmicas, va a estar dada, por la altura total promedio de los árboles dominantes y codominantes.

2.2 Los nudos en la madera

Uno de los objetivos de la poda, es obtener madera libre de nudos, es oportuno aclarar que tipos de nudos se presentan en la madera y los inconvenientes que causan. Estos tipos de nudos son los conocidos como nudos vivos y como nudos muertos. Barrio, et al. (2009).

Con respecto a los nudos vivos, estos se forman en presencia de una rama verde. Se caracteriza por presentar un color similar al de la madera circundante.

Gráfico 1. Esquema del efecto de la poda sobre el fuste y la producción de madera libre de nudos. DSM: Diámetro sobre Muñones, medido en el verticilo podado; DCD: Diámetro del Cilindro con Defectos.



Fuente: Davel M. y Sepúlveda E., Poda en Plantaciones de Pino Oregón 2003.

Esto no ocasiona problemas durante la industrialización. Cuando las ramas son sombreadas por otras y se secan, dan origen a nudos muertos, que sí traen aparejados una serie de inconvenientes, como resistencia al corte en la industrialización debido a su mayor consistencia, presentando un color oscuro y en algunos casos, al estar rodeados de corteza, se desprenden, originando los llamados orificios. Como consecuencia, la madera se desvaloriza. (Troensegaard, 1971).

2.2.1 Características del nudo

La madera del nudo tiene una estructura diferente a la madera del fuste. Es más oscura, más dura y por la posición horizontal de la rama, tiene un segmento superior de madera de tensión y el otro segmento de madera de compresión. La madera de los nudos cuando está secándose tiene una contracción mucho más fuerte que la del fuste. Además, los nudos producen defectos graves en la madera en sus alrededores (Troensegaard, 1971).

La evaporación por los nudos es mucho más rápida que a través de la madera limpia, y por consiguiente, la madera de los nudos y sus alrededores se secan más rápidamente que la del resto (Troensegaard, 1971).

Por estas razones los nudos y las distorsiones formadas en sus alrededores bajan la calidad de todas las características de la madera. La resistencia mecánica de la madera, especialmente en tensión y flexión disminuye donde existen nudos y además, la trabajabilidad de ésta madera es más difícil por el hecho de que los nudos son más duros (Troensegaard, 1971).

2.2.2 Interacciones de la poda en el cultivo en callejones

Con respecto a la competencia interespecífica se considera el sistema como más apto para el trópico húmedo en vez del trópico seco (Mendieta y Rocha 2007).

La salida de nutrientes del sistema con cultivos anuales es muy alta, mucho más que en sistemas con café y cacao (Mendieta y Rocha 2007).

Mientras que la producción de maíz y frijol aumenta con la frecuencia de las podas (menos competencia por luz) la producción de biomasa de los árboles baja (más competencia por luz de los cultivos) (Mendieta y Rocha 2007).

En suelos moderadamente fértiles la especie forestal, la frecuencia de podas y la altura de las podas tienen un efecto significativo sobre la sobrevivencia y producción de biomasa de los árboles (Mendieta y Rocha 2007).

La edad de los árboles (cantidad de carbohidratos disponibles en los tallos – menos en las raíces-) puede afectar el rebrote y la recuperación de los árboles después de una poda (Mendieta y Rocha 2007).

Árboles jóvenes o podas frecuentes (poda total más que una vez al año) pueden reducir la biomasa también de las raíces finas de los árboles (responsables para capturar nutrientes) (Mendieta y Rocha 2007).

La poda a intervalos cortos (tres meses) es una estrategia de manejo para promover incrementos en el rendimiento y la proporción de hoja de la biomasa foliar. Sin embargo, el efecto de la poda sobre la densidad radical fue limitado en las condiciones del presente estudio (Casanova, 2010)

2.3 Crecimiento de los árboles

El crecimiento de los árboles puede ser medido a través de la modificación, a su mayor valor, de la magnitud de cualquier característica mensurable, como el diámetro, el área basimétrica, la altura, el volumen, el peso, la biomasa y otros. El crecimiento de los árboles individuales se refleja en el aumento de los tejidos (floema, xilema, tallo, parénquima) a través del tiempo, en el cual se produce la suma de la división celular, elongamiento del meristema primario y engrosamiento de las células del meristema secundario. En consecuencia se puede definir el crecimiento de los árboles como el resultado de la modificación conjugada de diversas variables dendrométricas como el diámetro, altura, área basimétrica, forma del tronco y volumen (Imaña y Encinas, 2008, pp. 35).

Las leyes del crecimiento biológico exigen una cantidad variada de atención crítica y pierden precisión y significado a medida que aumenta el período de tiempo sobre el cual ellos son aplicados (Medewar, citado por Imaña y Encinas, 2008 pp. 35). Se reconocen cinco leyes del crecimiento biológico, resaltando que las mismas se refieren al crecimiento de organismos individuales (Imaña y Encinas, 2008, pp.35):

1ª Ley: el tamaño es una función monofónica creciente de la edad.

Es una expresión menos formal, significa que los organismos no decrecen en tamaño cuando quedan más viejos.

2ª Ley: los resultados del crecimiento biológico son, por si solos típicamente capaces de crecer.

El crecimiento biológico es fundamentalmente del tipo multiplicativo.

3ª Ley: en un ambiente sin perturbación el crecimiento ocurre a una velocidad constante, uniforme y específica.

La constancia que la ley requiere se refiere al ambiente externo, pero también al interno.

4ª Ley: sobre ciertas condiciones de desarrollo, la aceleración específica del crecimiento es siempre negativa.

La tasa de crecimiento puede elevarse y después caer, como ocurre con cualquier organismo; el crecimiento se puede expresar por intermedio de una curva de tipo sigmoideal, donde la tasa específica de crecimiento siempre cae.

5ª Ley: la tasa específica de crecimiento declina más y más lentamente a medida que el organismo aumenta en edad.

La aceleración específica del crecimiento, por cuanto es siempre negativa, se dirige progresivamente al valor cero durante el transcurso de la vida.

Así, el crecimiento de un árbol puede presentar variaciones en sus dimensiones de altura, diámetro, volumen, área basimétrica y peso, en función de diversos factores que no siempre pueden ser controlados o monitoreados, como los factores genéticos de las especies y sus interacciones con el medio ambiente. Otras fuentes de influencia directa en el crecimiento son los factores climáticos (temperatura, precipitación, viento, insolación y otros), pedológicos (características físicas, químicas y biológicas de los suelos), topográficos (inclinación, altitud y exposición del sitio), biológicos (plagas y enfermedades) y por la propia competencia con otros árboles y otros tipos de vegetación. También debe considerarse otros factores de acciones antrópicas (deforestación, incendios y otros) (Imaña y Encinas, 2008 pp.41).

2.3.1 Crecimiento en altura

El crecimiento en altura se produce por la actividad de la yema apical o terminal, a través de la división celular. Este crecimiento es también llamado de crecimiento primario. Esta variable, altura del árbol, produce la modificación más notoria del crecimiento, especialmente en la edad juvenil en que es fácil observar la rapidez de la modificación de la altura en períodos cortos de tiempo (Imaña y Encinas, 2008, pp.42).

2.3.2 Crecimiento en diámetro

El crecimiento en diámetro se refiere al aumento del diámetro de un árbol en un determinado período de tiempo. Este crecimiento es también denominado crecimiento secundario. Generalmente primero el árbol crece en altura y después en diámetro. Este crecimiento es influenciado principalmente por una distribución espacial y por los mismos factores señalados en el crecimiento en altura (Imaña y Encinas, 2008, pp.43).

2.4 Descripción de las especies forestales

2.4.1 Descripción taxonómica del Aliso

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

2.4.1.1 Descripción botánica

Árbol de 10 a 30 metros de alto, Algunos individuos llegan a superar los 42 m de altura en plantaciones. Sistema radical poco profundo, amplio y extendido. Tronco cilíndrico ha ligeramente ovalado. Con uno o varios tallos erectos o ramificados, de hasta 1 m de diámetro. Corteza lisa o ligeramente rugosa, escamosa en individuos viejos, con frecuencia marcada con arrugas transversales o constricciones circundantes, de color gris claro en los individuos jóvenes, tornándose gris oscura y rugosa en los adultos. (Pérez, 2011, cap. 1-11).

Hojas: simples, alternas, avadas o elípticas, de 5-18 cm de largo por 4-9 cm de ancho, con el ápice agudo o acuminado, base redondeada o aguda, borde irregularmente aserrado, glabro o velutino en la madurez, glabras o subglabras al envejecer, más o menos viloso, a veces tomentoso, provisto de puntos glandulares, más o menos resinoso, nervaduras cercanas a la base tomentosas o lanosas con pubescencia blanquecina, amarillenta o parda, nervaduras laterales de 10 a 15 pares, rectas o ligeramente ascendentes, terminando en un diente en el margen (Pérez, 2011, cap. 1-11).

Flores: masculinas en amentos de 2 a 6, cilíndricos erguidos y luego péndulos, de unos 10 cm de largo por 1 cm de ancho, con numerosas brácteas que protegen a tres flores. Cáliz con 4 sépalos desiguales y 4 estambres opuestos y unidos a los lóbulos del perianto; más cortos o más largos que éste con las anteras dorsifijas, flores masculinas 3 por bráctea, perianto 4-lobado, lóbulos elípticos u obovados, ápice redondeado u obtuso, margen glandular (Pérez, 2011, cap. 1-11).

Flores femeninas en grupos racimosos de 3 a 6, en pseudo estróbilos ovoideos de hasta 25 mm de largo por 12 mm de diámetro, con brácteas tectrices que protegen 2 flores, con 2 estilos divergentes con pedúnculos densamente glandulares, pelos y glándulas amarillentos a pardo oscuros, pistilo con 2 a 3 lóculos, ovario ínfero y con dos rudimentos (Pérez, 2011, cap. 1-11).

Frutos: (nuececillas): seudo estróbilos ovoideos, elipsoides o cilíndricos de 25 mm de largo por 15 mm de diámetro, escamoso, con numerosas brácteas leñosas, cada una de las cuales cubren 2 semillas (núcula) comprimidas, de 2 mm de diámetro, color castaño, de estilos persistentes con el margen alado (con dos alas) .Los frutos están protegidos por una infrutescencia semejante a un cono. (Pérez, 2011, cap. 1-11).

2.4.1.2 Usos

Se emplea en la fabricación de varios artículos artesanales e instrumentos musicales.

Leña y carbón. Poder calórico de la leña: 19,255 kilojulios/kg y carbón: 29,218 kilojulios/kg.

Construcción rústica. Puentes y pilotes.

La corteza contiene taninos que pueden emplearse en curtición de cueros.

Mangos para herramientas.

Pulpa para papel de buena calidad.

Potencial para producción de madera. Puertas, pisos y cercas, muebles, palillos y cabos de fósforos, zapatos ortopédicos, moldes para fundición de metales, molduras, ataúdes, lápices, madera en rollo, aserrío, embalajes, ebanistería. El Aliso no se recomienda para estructuras y construcciones que requieran alta resistencia, dado que la madera es muy suave.

Su corteza Antiescrofulosa, astringente, afecciones cutáneas, para la sífilis. Propiedades antifúngicas y antibacteriales en el género.

Elaboración de algunos utensilios domésticos (Rodríguez, 1995, p. 40).

2.4.1.3 Poda de Aliso

Según Morales (2012), se debe cortar con hacha o machete a 30 cm del suelo y a 20 cm de la horqueta más cercana cuando se trate de ramas. El corte se realiza solamente en aquellos individuos que midan de 2 a 5 cm de diámetro y 2.20 a 3 m de altura.

Una vez realizado el corte, las varas se trasladan a las brechas, para transportarlas en vehículos hasta las zonas de acopio.

Con el propósito de garantizar la regeneración, se sugiere dejar al menos 20 % de los individuos maduros; además de los jóvenes que no cumplen con las características que exige el mercado.

El corte favorece la formación de nuevos tallos mediante el rebrote, los cuales requieren de 3 a 8 años para alcanzar nuevamente una talla comercial.

2.4.2. Descripción Taxonómica del Cedro

Familia: MELIACEAE

Nombre Científico: *Cedrela montana* Moritz ex Turcz

Nombre común: cedro, cedro andino, cedrillo, cedro de montaña.

2.4.2.1 Descripción botánica

Según (Mahecha *et al.* 2004) alcanza los 35 m de altura. El tronco mide 2 m de diámetro, su corteza muerta es escamosa y es de color negro grisáceo, su corteza viva es de color rosado, es laminada y olorosa.

Hojas: compuestas, alternas, están dispuestas en forma de hélices, miden 35 cm de largo por 20 cm de ancho, su raquis es protuberante y abultado en su base, poseen entre los ocho y los 13 pares de folíolos, que son asimétricos, su borde es entero, tienen forma elíptica, su ápice forma un ángulo recto, su base es redonda y son pubescentes; no poseen estípulas.

Flores: miden 1 cm de diámetro, son unisexuales, están dispuestas en inflorescencias terminales en forma de panículas, su corola tiene forma tubular, sus cinco sépalos están separados entre sí, son de color blanco y se tornan de color amarillo cobrizo al envejecer.

Frutos: cápsula leñosa, mide 7 cm de largo, se abren por sí solo de arriba hacia abajo en cinco valvas cuyo interior es de color amarillo y parecen una flor abierta.

Semillas: son aladas, aplanadas, lisas, miden 4 cm de largo por 1 cm de ancho, tienen una lámina que les sirve para ser dispersadas por acción del viento y su embrión se localiza en uno de sus extremos (Mahecha *et al.* 2004, p.282).

2.4.2.3 Usos

Su madera es usada en la ebanistería, construcción de navíos, fabricación de chapas y madera laminada.

Como parte de agroforestería en los cultivos de café.

Sus frutos son empleados en arreglos florales. La corteza es utilizada como febrífuga y las semillas como vermífugas.

2.4.2.4 Poda de Cedro

El primer corte es proximal o bajo y llega cuando mucho a la mitad del grosor de la rama que será removida. Este primer corte evita un daño, no controlado (desgaje o “pelado de corteza”) al tejido vivo que circunda la base de la rama, y que ocurre cuando se efectúa el segundo corte (Morales, 2012, pp.-4).

Un segundo corte es distal o alto y es total, es decir desprende en su totalidad la rama. El corte tres es el que disminuirá el “muñón” que dejaron los cortes efectuados y es de gran importancia pues la calidad del corte 3, promoverá una cicatrización adecuada de la herida (Morales, 2012, pp.-4).

El corte 3, nunca debe ser al ras, debe dejarse un pequeño “muñón” que mantenga intacto el “cuello” de la rama. El cuello de la rama es el área más o menos hinchada que conecta la rama al tronco o a la rama principal. Es una región con tejido muy rico en nutrientes, reservas y químicos que en su momento puede detener la distribución de una pudrición. De ahí que su conservación es básica para la cicatrización adecuada (Morales, 2012, pp. 1-4).

Generalmente una poda bien realizada no requiere de recubrimiento alguno en la herida, sin embargo si en el área de plantación existen enfermedades infecciosas, no está demás recubrirlas con algún producto específico o simplemente con pintura de aceite. El uso de la herramienta y la técnica adecuada, reduce las posibilidades de dejar cortes con heridas que sean difíciles de cicatrizar y por lo tanto cierran de una manera adecuada protegiendo al tejido que ha sido cortado (Morales, 2012, pp. 1-4).

2.4.3 Descripción taxonómica de Sangre de drago

Familia : EUPHORBIACEAE
Nombre científico : *Crotón* sp
Nombre común : sangre de drago

2.4.3.1. Descripción botánica.

Árbol de 20 a 25 m de altura con diámetros a la altura del pecho de hasta 50cm.

Corteza de color gris pardusco claro con un corte exuda un látex rojo oscuro de sabor amargo.

Hojas: simples alternas, lobuladas coriáceas de 10 a 20 cm de ancho que al madurar adquieren un color rojizo anaranjado que contrasta con el color opaco del resto del follaje. Frecuentemente con 2 glándulas en la base del pecíolo.

Flores: pistiladas tienen el ovario súpero elipsoide con tres carpelos, cada uno de los cuales contienen un óvulo, y está densamente cubierto por dos capas de tricomas multirradiados. Los estilos son bífidios y están profundamente divididos en la base. (Ghia, 1993; Forero et al., 2000).

Frutos: capsulares, globosos, triloculares. Una semilla por lóculo.

Semillas: lisas con carúncula y endosperma oleaginoso.

2.4.4.3. Usos

El látex de sangre de grado presenta una serie de metabolitos (como el alcaloide taspina), con propiedades biológicas importantes: actividad cicatrizante, inhibidora de desarrollo de ciertos cánceres humanos, actividad antibacterial y antiviral.

Actualmente se está estudiando su utilidad para el tratamiento de diarrea en pacientes con SIDA (Hurtado, 1997, p.22).

2.4.4.4. Poda Sangre de drago

En la poda de sangre de drago es oportuno eliminar los jóvenes retoños (al principio de la primavera), en el caso se desea tener una planta con una postura más compacta en cuánto favorece el desarrollo de las ramas laterales. De otra manera la planta de sangre de drago crece principalmente en altura (Morales, 2012, pp. 1-4).

En el caso en que la planta de sangre de drago es rara con pocas hojas y tiene un desarrollo algo armonioso se puede actuar una real poda. En este al azar al principio de la primavera se cortan los fustes casi a la altura del terreno taponando las heridas con del carbón en polvo (Morales, 2012, pp. 1-4).

2.4.4 Descripción taxonómica del *Pinus radiata* D. Don

Familia: PINACEAE
Nombre científico: *Pinus radiata* D. Don.
Nombre común: pino

2.4.4.1. Descripción botánica.

Árbol de tronco recto, con ritidoma pardo-rojizo grueso, prematuramente agrietado, rugoso, al fin pardo oscuro. Copa alta, cónica y largamente apuntada cuando es joven, globosa o truncada cuando es adulta. (Castro, et al 2002).

Hojas: de 7-15 x 0,12-0,17 cm, persistentes, simples, aciculares, flexibles y color verde brillante, reunidas en grupos de 3(en la estirpe de la isla de Guadalupe en grupos de 2), rodeados en la base por una vaina membranosa. Yemas ovoideo-

agudas, con escamas rojizas, poco resinosas. Campos de cruce del leño con dos o más punteaduras lenticulares u ovaladas, generalmente desiguales, con rebordes gruesos. (Castro, et al 2002).

Flores: unisexuales, las masculinas reunidas en conos de 2 cm, color pardo amarillento con tinte rosado, muy abundante y agrupado en la base de los brotes anuales. Las femeninas reunidas en conos color púrpura violeta, agrupados por pares o en verticilos de 3-5, situados en el ápice de los brotes. (Castro, et al 2002).

Frutos: piñas (estróbilos): de 7-14 x 5-8 cm, verticiladas por tres o cinco, subsentadas y muy asimétricas. Apófisis inferiores externas muy abultadas, casi planas las de la cara interna. Muy serotinas, especialmente en los ambientes húmedos en los que se cultiva esta especie. (Castro, et al 2002).

Semilla: de 5-8 mm, anegrada, con ala estrecha de 15-20 mm y cabeza lignificada. Madura en otoño del año siguiente al de la floración. (Castro, et al 2002).

2.4.4.2. Usos

La primera poda se realiza hasta 1,7 – 2,0 m. cuando el árbol tenga alrededor de 6 m. de altura total.

La segunda poda hasta 5 m. cuando el árbol tenga alrededor de 15 m. de altura total (entre 12 y 18 años en el pino radiata).

La ejecución de la poda con tijeras especializadas ocasionará el menor daño al árbol y la mejor cicatrización. Si no se dispone tijeras, con sierra de podar. La época recomendada para podar es finales de otoño-invierno.

Es muy positivo se acompaña la poda con un clareo o clara (entresaca), hasta dejar 700–1.000p./ha. con la primera poda y menos de 600 p/ha. Con la segunda poda (Morales, 2012).

2.4.4.3. Poda en Pino

La primera poda se realiza hasta 1,7 – 2,0 m. cuando el árbol tenga alrededor de 6 m. de altura total.

La segunda poda hasta 5 m. cuando el árbol tenga alrededor de 15 m. de altura total (entre 12 y 18 años en el pino radiata).

La ejecución de la poda con tijeras especializadas ocasiona el menor daño al árbol y la mejor cicatrización. Si no se dispone tijeras, realizarla con sierra de podar. La época recomendada para podar es finales de otoño-invierno.

Es muy positivo acompañar la poda con un clareo o clara (entresaca), hasta dejar 700–1.000p./ha. con la primera poda y menos de 600 p/ha. Con la segunda poda (Morales, 2012).

2.4.5 Descripción taxonómica de la uvilla *Physalis peruviana* L.

Familia : SOLANACEAE
Nombre científico : *Physalis peruviana* L.
Nombre común : Uvilla, uchuva.

2.4.5.1 Descripción Botánica

La planta de uvilla posee una raíz pivotante, fibrosa y ramificada que puede alcanzar entre 1 y 2 metros de profundidad. Su tallo es herbáceo, cubierto de una vellosoidad suave, con nudos y entrenudos. En cada nudo nacen normalmente dos hojas y una yema que dará origen a nuevas ramas.

Hojas: son simples, enteras, acorazonadas. El limbo presenta vellosoidades que lo hacen muy suave al tacto.

Flores: tienen una corola amarilla y de forma tubular, son hermafroditas y pentámeras. El cáliz es gamosépalo formado por sépalos que permanecen adheridos al fruto.

Fruto: es una baya carnosa, formada por carpelos soldados entre sí, que en su madurez de vuelven interiormente pulposos de sabor agridulce, el fruto se encuentra envuelto en el cáliz a manera de un capuchón globoso, semejante a un farol chino.

Semillas: que se encuentran en el interior del fruto son abundantes, de tamaño pequeño y desprovistas de hilos placentarios, (Vallejo, 2003).

2.3.5.2 Aspectos comerciales

Actualmente se están desarrollando técnicas de transformación de la uvilla que permite la elaboración de productos estables de agradables características sensoriales como: pulpas, néctares, mermeladas, deshidratados, salsas, compotas, uvilla en almíbar, vinos, entre otros. A continuación incluimos un recetario de algunos productos que se obtienen de la uvilla.

A nivel de país, desde hace una década la fruta ha cobrado interés en el mercado nacional e internacional, incentivándose su cultivo en la serranía norte, provincias de Tungurahua, y Pichincha principalmente, extendiéndose su cultivo a las provincias de Azuay y Loja.

2.5 Crecimiento Promedio en centímetros, Altura promedio en metros al año.

Cuadro 1. Crecimiento promedio en centímetros, Altura promedio en metros al año.

| Tratamientos | Código | Interpretación | DAP Promedio | Altura Promedio |
|--------------|--------|----------------|--------------|-----------------|
|--------------|--------|----------------|--------------|-----------------|

| | | | proyectada al año (cm.) | proyectada al año (m) |
|----|-----|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| T1 | Asm | Aliso sin maíz | 3,26 | 1,92 |
| T2 | Csm | Cedro sin maíz | 2,4 | 1,08 |
| T3 | Ssm | Sangre de drago sin maíz | 2,04 | 0,96 |
| T4 | Am | Aliso con maíz | 2,69 | 1,82 |
| T5 | Cm | Cedro con maíz | 1,54 | 0,51 |
| T6 | Sm | Sangre de drago con maíz | 1,8 | 0,93 |

Fuente: Rosero M. 2007

2.6 Promedios de Área basal en centímetros y Altura total en metros por tratamientos y repeticiones a los tres años, ocho meses.

La especie *Alnus acuminata* con cultivo (T5, Acc), tuvo un mayor incremento en diámetro basal con 7,62cm, seguido de *Pinus radiata* con y sin asocio (T8 y T4; Pcc, Psc), con 7,27 y 7,21 cm. respectivamente, y *Croton* spp con cultivo (T7 Scc) con 6,99 cm, a los tres años y ocho meses de investigación, respuestas que podrían darse debido positividad de estas especies a este tipo de sistemas. ”. (Cadena, 2010, p.55). Ver cuadro 2.

Cuadro2. Promedios de Área basal en centímetros y Altura total en metros por tratamientos y repeticiones a los tres años, ocho meses

| Tratamientos | código | Interpretación | Promedio Área Basal a los tres años, ocho meses (cm.) | Promedio Atura Total a los tres años, 8 meses (m.) |
|--------------|--------|---------------------------------|---|---|
| T1 | Asc | Aliso sin cultivo | 5,39 | 4,01 |
| T2 | Csc | Cedro de montaña sin cultivo | 5,85 | 1,98 |
| T3 | Ssc | Sangre de drago sin cultivo | 2,36 | 1,12 |
| T4 | Psc | Pino sin cultivo | 7,21 | 3,75 |
| T5 | Acc | Aliso con cultivo | 7,62 | 5,17 |

| | | | | |
|----|-----|------------------------------|------|------|
| T6 | Ccc | Cedro de montaña con cultivo | 4,2 | 1,51 |
| T7 | Scs | Sangre de drago con cultivo | 6,99 | 3,38 |
| T8 | Pcc | Pino con cultivo | 7,27 | 3,52 |

Fuente: Cadena F. 2010

Según Cadena, (2010). “La especie *Alnus acuminata*, con cultivo (T5 Acc) tuvo el mayor incremento en altura total con 5,17 m seguido del tratamiento *Alnus acuminata* sin asocio (T1 Asc) con 4,01 m. a los dos años y seis meses de investigación, posiblemente es la respuesta de una especie de rápido crecimiento, que se desarrolla bien en este tipo de sistemas o bien existe una menor competencia por las frecuentes labores agrícolas. (p.56).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del sitio de la investigación

3.1.1 Localización del área de estudio

La presente investigación se estableció en el año 2005 la misma que se realizó en su sexta etapa, Colegio Técnico Nacional en Explotaciones Agropecuarias “Fernando Chaves Reyes” localizada en la granja experimental, ubicada en la comunidad de Quinchuquí de la parroquia Miguel Egas Cabezas, perteneciente al cantón Otavalo, provincia de Imbabura (Fuertes, 2011).

Provincia: Imbabura

Cantón: Otavalo

Parroquia: Miguel Egas Cabezas

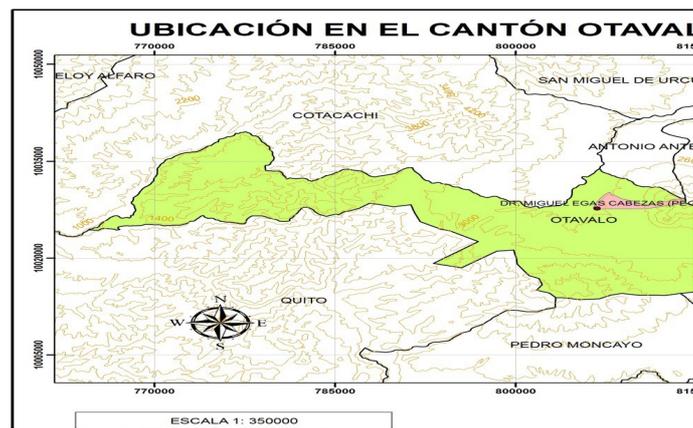
Altitud: 2.600 msnm.

Latitud: 0° 19' 28"N

Longitud: 78° 07' 53" W

Grafico 2. Mapa Ecológico de la Provincia de Imbabura

Grafico 3. Mapa Cantón Otavalo



Fuente: Rivadeneira, M, 2012

Gráfico 4. Mapa de la Parroquia Miguel Egas



Fuente: Rivadeneira, M, 2012

3.1.2 Datos climáticos

Cuadro 3. Datos climáticos del área en estudio

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Zona de vida, según Holdrige | Bosque seco Montano Bajo (bs-MB) |
| Altitud | 2600 |
| Temperatura promedio máxima anual | 20.9° C |
| Temperatura promedio mínima anual | 8.8° C |
| Temperatura promedio anual | 14.85° C |
| Clima | Templado seco |
| Precipitación | 1040mm |
| Meses ecológicamente secos | Mayo, junio y agosto |
| Días de sol | 168 |
| Heladas fuertes | Junio ,Julio, Agosto |
| Vientos fuertes | Agosto Septiembre |
| Dirección del viento | Norte Sur |

| | |
|------------------|-----|
| Nubosidad baja | 7/8 |
| Humedad Relativa | 70% |

Fuente: Colegio Técnico Nacional en Explotaciones Agropecuarias “Fernando Chaves Reyes”

Gráfico 5. Diagrama Ombrotérmico del cantón Otavalo

Fuente: elaborado por la autora

3.1.3 Clasificación ecológica

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

Pendiente: < 2%

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

3.2 Materiales

3.2.2 Materiales de campo

- Alambre
- Bomba de mochila
- Suelo
- Fertilizantes
 - Humus
 - Urea
- Insecticidas
- Plaguicidas
- Calibrador pie de rey
- Cinta métrica
- Sierra
- Tijera

3.2.3 Equipos y materiales de oficina

- Útiles de escritorio
- Instrumentos de precisión
- Computador

- Tablas de campo
- Memory flash

3.3 Metodología

3.3.1 Ubicación de las unidades experimentales

La presente investigación, en su sexta etapa, se realizó en las plantaciones establecidas en el Colegio Técnico Nacional en Explotaciones Agropecuarias “Fernando Chaves Reyes” de Quinchuquí, parroquia Miguel Egas Cabezas, cantón Otavalo.

Se probó el efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales: Cedro, Aliso Sangre de drago y Pino, en y sin asocio con Uvilla.

Plantación establecida por Manuel Rosero como parte de su investigación: “Crecimiento inicial de tres especies forestales con y sin asocio con *Zea mays* en el Colegio Fernando Chávez” en el año 2007. El área de investigación cuenta con una red de alambrado en su perímetro, el cual no requirió de mantenimiento puesto que se encontraba en buenas condiciones.

3.3.2 Limpieza

Se realizó la limpieza de toda vegetación arbustiva o herbácea tanto en el componente forestal como en linderos, para evitar la competencia por nutrientes que puedan afectar el crecimiento normal de las especies plantadas.

3.3.3 Medición de alturas

Se midió la altura total y altura de copa de cada uno de los árboles por unidad experimental, por especie y por el total de individuos de las cuatro especies forestales.

3.3.4 Tabulación de datos

Con los datos obtenidos en el campo, se determinó el promedio de diámetros basales, alturas totales y de copas, la relación que debían guardar estos dos parámetros y la altura de poda promedio por especie y por individuo.

Datos que sirvieron de base para la ejecución de las actividades siguientes:

3.3.5 Poda de mantenimiento

Se ejecutó las podas de mantenimiento, se relacionó la altura total y la altura de copa de cada uno de los árboles por unidad experimental, el promedio de cada unidad experimental y total de la altura a podarse por especie.

3.3.5.1 Poda baja, primera poda o poda de penetración

Se aplicó a una tercera parte de la altura total del árbol; aproximadamente a todos los árboles mayores a seis metros de altura, con una poda de hasta tres metros (dos punto siete metros y 30 centímetros de tocón, que es la parte del tronco que se queda con la raíz).

Se ejecutó esta técnica a todos los árboles del terreno, con el fin de obtener madera sin nudos en la primera troza.

3.3.5.2 Poda media

Se realizó hasta poco menos de la mitad de la altura del árbol, a los árboles que tenían una altura total mayor a seis metros, la poda se realizó hasta los cuatro metros.

Además se efectuaron las actividades siguientes:

- Aclareo de ramas.
- Reducción de copa.
- Época de poda.

➤ **Aclareo de ramas**

Con el fin de favorecer el paso de la luz se eliminaron las ramas interiores e inferiores.

Este trabajo se realizó posteriormente a los pre aclareos para lograr una alta distribución y mejoramiento de la relación entre altura total con la altura de copa individual.

Los pre aclareos fueron realizados por investigadores anteriores.

La altura de poda fue determinada en base a la relación promedio del 50% de la altura total de cada uno de los árboles por especie.

➤ **Reducción de la copa**

La poda de copa se realizó para reducir el volumen de copa, debido a que el árbol y su follaje habían crecido afectando el espacio entre árboles y produciendo mucha sombra al cultivo. El primer corte se ejecutó en la parte inferior de la axila de la rama hasta el 40% del diámetro de rama, el segundo corte se realizó en la parte superior de la axila de la rama con lo que se evitó el desgarre de la rama, Esto favoreció la cicatrización del corte y evitó que proliferen los rebrotes en las proximidades de dicho corte.

Se podó sobre ramas laterales con el fin de dejar una apariencia más natural, minimizando la agresión que sufre el arbolito.

➤ **Época de poda**

La poda se ejecutó en el reposo vegetativo a finales del período lluvioso, para que la cicatrización de las heridas cause los menores daños posibles

3.3.6 Manejo de la especie agrícola

➤ **Deshierbes**

Se realizó los deshierbes continuos necesarios, procurando que las malas hierbas no proliferen.

➤ **Aporques**

Se realizó tres aporques durante el ciclo del cultivo. Esta labor permitió oxigenar el suelo y dar buen anclaje a la planta.

➤ **Fertilización**

La fertilización orgánica con humus y urea, se le aplicó cada dos meses, con el fin de obtener un mejor rendimiento de la especie agrícola.

➤ **Riegos**

Se realizó la limpieza de acequia para mejorar el caudal y en los meses de poca pluviosidad, se efectuó un riego quincenal.

➤ **Control de plagas y enfermedades**

Se realizó los controles de plagas y enfermedades de forma visual, por seguridad se aplicó los insecticidas y fungicidas recomendados.

➤ **Tutoreo**

Se realizó el mantenimiento del tutoreo; haciendo limpiezas, recolocando pingos y alambrado.

3.3.6. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es de Bloques al azar, con cuatro bloques y ocho tratamientos.

3.3.6.1 Elementos de Diseño de campo

- Número de Especies con cultivo: 4
- Número de Especies sin cultivo: 4
- Número de repeticiones: 4
- Plantas por unidad experimental: 20
- Número de unidades experimentales: 32
- Tratamientos: 8

Cuadro 4. Tratamientos en estudio

| Tratamiento | Especie | Con Uvilla | Sin uvilla | 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 | | Sc |
| T8 | Pino | X | | Pcc |

3.3.6.2 Modelo estadístico

Modelo estadístico

$$X_{ij} = X + T_i + B_i + \sum ij$$

Dónde:

X_{ij} = Cualquier observación

X = Media general

T_i = Efecto de los tratamientos

B_i = Efecto de bloques

$\sum ij$ = Error experimental.

3.3.6.3 Análisis de Varianza

Cuadro 5. Análisis de Varianza

| FV | GL |
|--------------------|---------------------------|
| Tratamientos | (8 - 1) = 7 |
| Bloques | (4 - 1) = 3 |
| Error Experimental | (t-1) (n-1) = 21 |
| Total | (r . t) - 1 = 31 |

Fuente: elaborado por la autora

3.3.6.4 Prueba de significancia

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

3.3.6.5 Unidad experimental

La unidad experimental está compuesta por 20 plantas, las cuales fueron medidas previas a la poda y una al final de la investigación.

3.3.6.6 Área de ensayo

Se cuenta con ocho tratamientos dispuestos en cuatro bloques, cuatro unidades experimentales por especie, lo que determina los valores siguientes:

4 unidades experimentales /tratamiento = 80 plantas/tratamiento

160 plantas / especie = 640 plantas en total.

Superficie de la unidad experimental = 180 m²

Superficie de la muestra = 5760 m²

5.7 Variables en estudio

Las variables estudiadas fueron las siguientes:

- Intensidad de poda
- Supervivencia
- Diámetro Basal
- Altura Total
- Altura de copa
- Efecto de la poda

3.3.6 Manejo específico de las variables

➤ **Intensidad de poda**

Con la toma de datos iniciales de la altura individual de los árboles por unidades experimentales y por especie, y la relación que guardaban entre si se determinó la altura de poda promedio por unida experimental y por especie.

➤ **Sobrevivencia**

Se registró cada noventa días y al final de la investigación, calculando el número de individuos vivos en relación al número de individuos establecidos, estos datos fueron sometidos al análisis de varianza.

➤ **Diámetro basal**

La medición del diámetro basal se la realizó con el calibrador pie de rey a dos centímetros del nivel del suelo, para lo cual se tomó como referencia una estaca clavada desde el inicio sobre un costado de cada planta, que permitió realizar las diferentes lecturas al mismo nivel, fuste que está pintado con una línea roja alrededor del diámetro basal. La toma de datos se realizó cada noventa y sometidos al análisis de varianza.

➤ **Altura total**

La altura se midió desde una estaca ubicada a dos centímetros del nivel del suelo hasta el ápice de la planta de cada uno de los individuos con la ayuda de una regla graduada al centímetro completo, cada noventa días, hasta el final de la investigación; el incremento se calculó por la diferencia que existió entre la datos obtenidos en una fecha, menos los datos encontrados en fecha anterior, datos que fueron sometidos al análisis de varianza.

➤ **Altura de copa**

La altura de copa se midió desde una estaca ubicada a dos centímetros del nivel del suelo, hasta la rama inicial que aparentemente competía con el desarrollo del fuste principal (inicio de copa), en la primera lectura de los datos de campo de la investigación. La precisión se realizó al decímetro con una regla graduada para este fin.

➤ **Efecto de la poda en el crecimiento**

En base a resultados encontrados en el crecimiento del diámetro basal y altura por investigadores anteriores que ejecutaron el trabajo en el mismo sitio de investigación, se calculó el Incremento Medio Anual del diámetro basal y la altura total, los resultados encontrados por cada autor se comparó con el incremento logrado en esta medición, lo que determinó la influencia de la poda en el crecimiento del diámetro basal y altura total.

3.3.8 Trabajo de gabinete

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

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de campo fueron obtenidos trimestralmente, los mismos que fueron tabulados estadísticamente, sus resultados analizados e interpretados, en base al análisis de varianza, luego de ser comparados estadísticamente permitieron dar respuesta a los objetivos planteados en la presente investigación.

4.1 INTENSIDAD DE PODA

En función de la relación que presentaba la altura total con la altura de copa de cada árbol dentro de la unidad experimental de cada una de las especies, se determinó la intensidad de poda promedio siguiente:

Cuadro 6. Promedio de poda en porcentaje por especie

| Especie con uvilla | Relación inicial promedio HT - H de copa % | Poda promedio en porcentaje % | Relación final HT - H de copa % |
|-------------------------------|---|--|--|
| Aliso | 60 | 10 | 50 |
| Cedro | 70 | 20 | 50 |
| Sangre de drago | 80 | 30 | 50 |
| Pino | 75 | 25 | 50 |
| PROMEDIO | | 21,25 | 50 |

En la etapa inicial del crecimiento diamétrico y en altura, los árboles crecieron altos, delgados y con una copa frondosa, lo que determinó la intensidad de poda promedio por unidad experimental y poda promedio por especie, siendo sangre de drago la especie a la que mayor poda se ejecutó con el 30% y al aliso con el 10 % de poda la que menor intensidad de poda se realizó.

Los mayores porcentajes de poda se realizaron a los árboles de pino y sangre de drago, debido al mayor crecimiento en el follaje y a la relación entre las alturas totales y alturas de copas.

4.2 SOBREVIVENCIA

4.2.1 Supervivencia en porcentaje / Tratamiento a los Cincuenta y Seis Meses

Cuadro 7. Análisis de Varianza de Supervivencia en porcentaje a los cincuenta y seis meses

| Fuente de Variación | GL | SC | CM. | F calculado | F95 | F99 | Significancia |
|---------------------|----|----------|---------|-------------|------|------|---------------|
| Bloques | 3 | 90,63 | 30,21 | 0,20 | 3,74 | 6,51 | n.s. |
| Tratamientos | 7 | 11584,38 | 1654,91 | 11,13 | 2,77 | 4,28 | ** |
| Error | 21 | 3121,88 | 148,66 | | | | |
| TOTAL | 31 | 14796,88 | | | | | |

Fuente: elaborado por la autora

n.s: No significativo

** Altamente significativo

Notándose que, el tratamiento T1 (aliso sin uvilla) tuvo la mayor supervivencia con el 95,00%, y el tratamiento de menor supervivencia fue T6 (cedro con uvilla) con el 41,25%. Resultados que son similares a los encontrados por Fuertes (2011) (Ver Gráfico 6).

Gráfico 6. Supervivencia en porcentaje a los cincuenta y seis meses

Fuente: elaborado por la autora

Cuadro 8. Prueba Duncan Supervivencia en Porcentaje / Tratamiento a los cincuenta y seis meses.

| Tratamientos | Códigos | Supervivencia en porcentaje | Similitud |
|--------------|---------|-----------------------------|-----------|
| T1 | Asc | 95,00 | A |
| T7 | Sec | 82,50 | AB |
| T2 | Csc | 80,00 | AB |
| T5 | Acc | 73,75 | BC |
| T8 | Pcc | 60,00 | CD |
| T3 | Ssc | 45,00 | D |
| T4 | Psc | 45,00 | D |
| T6 | Ccc | 41,25 | D |

Fuente: elaborado por la autora

Mediante la aplicación de la prueba de Duncan a los cincuenta y seis meses se pudo determinar que el tratamiento T1 (Aliso sin uvilla) tuvo la mayor sobrevivencia con el 95,00%, mientras que las sobrevivencia para el resto de tratamientos fue menor; T7 (Sangre de drago con uvilla), T2 (Cedro de montaña sin uvilla), forman un segundo grupo con respecto a dicha prueba; también se puede observar un tercer grupo estadísticamente similar T5 (Aliso con cultivo), T8 (Pino con uvilla). El tratamiento con menor sobrevivencia fue T6 (Cedro con uvilla) con el 41,25%. (Ver cuadro 7 y grafico 6), la tendencia en la investigación es similar a la encontrada por Fuertes (2011).

4.2.2. Sobrevivencia en porcentaje/ tratamiento a los cincuenta y nueve meses

Del análisis de varianza se desprende que, no existen diferencias significativas al nivel del 95% de probabilidad estadística entre bloques, en tanto que, existen diferencias estadísticas altamente significativas al nivel del 99% de probabilidad estadística entre los promedios de los tratamientos. (Ver cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de Sobrevivencia en porcentaje a los cincuenta y nueve meses

| Fuente de Variación | GL | SC | CM. | F Calculado | F95 | F99 | Significancia |
|----------------------------|-----------|-----------------|------------|--------------------|------------|------------|----------------------|
| Bloques | 3 | 106,25 | 35,42 | 0,21 | 3,74 | 6,51 | n.s. |
| Tratamientos | 7 | 11225,00 | 1603,57 | 9,57 | 2,77 | 4,28 | ** |
| Error | 21 | 3518,75 | 167,56 | | | | |
| TOTAL | 31 | 14850,00 | | | | | |

Fuente: elaborado por la autora

n.s: No significativo

** Altamente significativo

Gráfico 7. Supervivencia en porcentaje a los cincuenta y nueve meses

Fuente: elaborado por la autora

En el gráfico 7 se puede observar que, el tratamiento T1 (aliso sin uvilla) tuvo la mayor supervivencia con el 90,00%, y el tratamiento de menor supervivencia fue T3 (Sangre de drago sin uvilla) con el 40,0%. Los resultados encontrados en la última medición son similares a los determinados por Fuertes (2011).

Cuadro 10. Prueba Duncan Supervivencia en porcentaje / tratamiento a los cincuenta y nueve meses.

| Tratamientos | Códigos | Supervivencia en Porcentaje | Similitud |
|---------------------|----------------|--|------------------|
| T1 | Asc | 90,00 | A |
| T7 | Csc | 81,25 | AB |
| T2 | Ssc | 80,00 | AB |
| T5 | Psc | 73,75 | B |
| T8 | Acc | 58,75 | B |
| T4 | Ccc | 45,00 | C |
| T6 | Sec | 41,25 | C |
| T3 | Pcc | 40,00 | D |

Fuente: elaborado por la autora

4.3. CRECIMIENTO ACUMULADO PROMEDIO EN DIÁMETRO BASAL

4.3.1 Crecimiento acumulado promedio en diámetro basal / tratamiento a los cincuenta y seis meses.

Cuadro 11. Análisis de varianza del crecimiento acumulado promedio en diámetro basal / tratamiento a los cincuenta y seis meses.

| Fuente de Variación | GL | SC | CM. | F calculado | F95 | F99 | Significancia |
|---------------------|----|--------|-------|-------------|------|------|---------------|
| Bloques | 3 | 3,87 | 1,29 | 2,03 | 3,74 | 6,51 | n.s |
| Tratamientos | 7 | 153,30 | 21,90 | 34,38 | 2,77 | 4,28 | ** |
| Error | 21 | 13,38 | 0,64 | | | | |
| TOTAL | 31 | 170,55 | | | | | |

Fuente: La autora

n.s: No significativo

** Altamente significativo

Del análisis de varianza se desprende que, no existen diferencias significativas entre bloques al nivel de probabilidad estadística, en cambio, existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los tratamientos al nivel del 99% de probabilidad estadística. (Ver cuadro 11).

Gráfico 8. Crecimiento acumulado promedio en diámetro basal en cm / tratamiento a los cincuenta y seis meses

Elaborado: La autora

El mayor diámetro basal acumulado promedio presenta el T8 (pino con uvilla) con 11,03cm, en cambio el tratamiento que presenta menor diámetro basal acumulado promedio es el tratamiento T3 (sangre de drago sin uvilla) con 5,18cm.

Cuadro 12. Prueba de Duncan del crecimiento acumulado promedio en diámetro basal / tratamiento a los cincuenta y seis meses.

| Tratamientos | Códigos | Crecimiento Diámetro Basal (cm) | Similitud |
|--------------|---------|---------------------------------|-----------|
| T8 | Pcc | 11,03 | A |
| T7 | Scs | 10,11 | AB |
| T5 | Acc | 9,98 | AB |
| T1 | Asc | 8,68 | B |

| | | | |
|-----------|-----|------|---|
| T6 | Ccc | 6,76 | C |
| T2 | Csc | 5,84 | C |
| T4 | Psc | 5,50 | C |
| T3 | Ssc | 5,18 | C |

Elaborado: La autora

Sometidos a la Prueba Duncan las medias de los tratamientos formaron tres grupos, el primer grupo formado por los tratamientos T8 (pino con uvilla), T7 (sangre de drago con uvilla) y, T5 (aliso con uvilla). El tercer grupo estuvo conformado por los tratamientos T2 (cedro de montaña sin uvilla), T4 (pino sin uvilla) y, T3 (sangre de drago sin uvilla). (Ver cuadro 11). Resultados que mantienen la tendencia similar a los encontrados por investigadores anteriores Cadena (2009) y Fuertes (2011).

4.3.2 Crecimiento acumulado promedio en diámetro basal en cm/ tratamiento en a los cincuenta y nueve meses

Del análisis de varianza se desprende que, no existen diferencias significativas entre bloques, en tanto que, existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los tratamientos. (Ver cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de varianza crecimiento acumulado promedio en diámetro basal en cm / tratamiento a los cincuenta y nueve meses

| Fuente de Variación | GL | SC | CM. | F calculado | F95 | F99 | Significancia |
|---------------------|----|--------|-------|-------------|------|------|---------------|
| Bloques | 3 | 4,54 | 1,51 | 1,58 | 3,74 | 6,51 | n.s |
| Tratamientos | 7 | 165,21 | 23,60 | 24,63 | 2,77 | 4,28 | ** |
| Error | 21 | 20,12 | 0,96 | | | | |
| TOTAL | 31 | 189,87 | | | | | |

La autora n.s: No significativo ** Altamente significativo

Gráfico 9. Crecimiento acumulado promedio en diámetro basal en cm / tratamiento a los cincuenta y nueve meses.

De la representación gráfica realizada a las medias del diámetro basal promedio por especie y por tratamiento se puede determinar que, el tratamiento T8 (pino con uvilla) tiene el mayor diámetro basal acumulado promedio con 11,64 cm, seguido por el tratamiento T7 (sangre de drago con uvilla) con 10,95 cm, en cambio el tratamiento que tuvo el menor diámetro basal acumulado promedio fue T3 (sangre de drago sin uvilla) con 5,36 cm, tendencia de los tratamientos que se mantiene similares a los encontrados por Cadena (2009) y Fuertes (2011) en investigaciones anteriores.

Cuadro 14. Prueba de Duncan del crecimiento acumulado promedio en diámetro basal (cm) / tratamiento a los cincuenta y nueve meses.

| Tratamientos | Códigos | Crecimiento Diámetro Basal (cm) | Similitud |
|---------------------|----------------|--|------------------|
| T8 | Pcc | 11,64 | A |
| T7 | Sec | 10,95 | AB |
| T5 | Acc | 10,20 | AB |
| T1 | Asc | 9,03 | BC |
| T6 | Ccc | 7,66 | CD |
| T2 | Csc | 6,10 | D |
| T4 | Psc | 6,04 | D |
| T3 | Ssc | 5,36 | D |

Fuente: elaborado por la autora

La Prueba de medias de Duncan determina que la última medición se conformaron cuatro grupos de tratamientos estadísticamente similares, el primer grupo formado por tratamiento T8 (Pino con uvilla), T7 (Sangre de drago con cultivo) y T5 (Aliso con uvilla) y el grupo cuatro constituido por los tratamientos T2 (Cedro de montaña sin uvilla), T4 (Pino sin uvilla), y T3 (Sangre de drago sin uvilla) con una similitud “D”.

4.4 ALTURA TOTAL ACUMULADA

4.4.1 Altura Total acumulada promedio en m / tratamiento a los cincuenta y seis meses.

De acuerdo con 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 15).

Cuadro 15. Análisis de Varianza de la Altura Total acumulada promedio en m / tratamiento a los cincuenta y seis meses

| F de V | GL | SC | CM. | F calcula | F95 | F99 | Significancia |
|--------------|----|--------|-------|-----------|------|------|---------------|
| Bloques | 3 | 4,36 | 1,45 | 2,92 | 3,74 | 6,51 | n.s. |
| Tratamientos | 7 | 101,38 | 14,48 | 29,08 | 2,77 | 4,28 | ** |
| Error | 21 | 10,46 | 0,50 | | | | |
| TOTAL | 31 | 116,20 | | | | | |

Elaborado: La autora

Gráfico 10. Altura Total acumulada promedio en m / tratamiento a los cincuenta y seis meses

En el gráfico 10 se puede observar que, el tratamiento T8 (Pino con uvilla) tuvo el mayor crecimiento en altura total con el 6,17m, y el tratamiento de menor crecimiento en altura total fue T3 (Sangre de drago sin uvilla) con el 1,40m.

Cuadro 16. Prueba de Duncan de la Altura Total acumulada promedio en m / tratamiento a los cincuenta y seis meses.

| Tratamientos | Códigos | Altura Total (m) | Similitud |
|--------------|---------|------------------|-----------|
| T8 | Pcc | 6,17 | A |
| T1 | Asc | 5,92 | A |

| | | | |
|-----------|-----|------|---|
| T5 | Acc | 5,84 | A |
| T4 | Psc | 5,25 | A |
| T7 | Scs | 4,55 | A |
| T6 | Ccs | 2,64 | B |
| T2 | Csc | 2,13 | B |
| T3 | Ssc | 1,40 | B |

Fuente: elaborado por la autora

Luego del análisis de los promedios de los tratamientos con la prueba Duncan se detectó se formaron dos grupos de tratamientos, el primer grupo estuvo conformado por el tratamiento T8 (Pino con uvilla), T1 (Aliso sin uvilla), T5 (Aliso con uvilla), T4 (Pino sin uvilla) y T7 (Sangre de drago con uvilla), el otro grupo lo conformaron los tratamientos T6 (Cedro de montaña con cultivo), T2 (Cedro de montaña sin uvilla) y, T3 (Sangre de drago sin uvilla).

4.4.2 Altura Total acumulada promedio / tratamiento en a los cincuenta y nueve meses

Cuadro 17. Análisis de Varianza en Altura Total acumulada promedio en m / tratamiento a los cincuenta y nueve meses

| Fuente de Variación | GL | SC | CM. | F calculado | F95 | F99 | Significancia |
|----------------------------|-----------|-----------|------------|--------------------|------------|------------|----------------------|
| Bloques | 3 | 5,15 | 1,72 | 2,43 | 3,74 | 6,51 | n.s. |
| Tratamientos | 7 | 120,93 | 17,28 | 24,50 | 2,77 | 4,28 | ** |
| Error | 21 | 14,81 | 0,71 | | | | |
| TOTAL | 31 | 140,89 | | | | | |

En el análisis de varianza se encontró que, no existió diferencias estadísticas significativas entre repeticiones, pero diferencias altamente significativas entre tratamientos. (Ver cuadro 17).

Gráfico 11. Altura Total acumulada promedio en m / tratamiento a los cincuenta y nueve meses.

En el gráfico 11, se puede observar que, el tratamiento T8 (pino con uvilla) tuvo la mayor altura acumulada promedio con 6,88 m, seguido muy de cerca por los tratamientos T1 (aliso sin uvilla) y T5 (aliso con uvilla) con 6,50 y 6,46 cm respectivamente, en cambio el tratamiento T3 (sangre de drago sin uvilla) tuvo la menor altura acumulada promedio con 1,52 m.

Cuadro 18. Prueba Duncan de Altura Total acumulada promedio en m / tratamiento en a los cincuenta y nueve meses

| Tratamientos | Códigos | Altura Total (m) | Similitud |
|---------------------|----------------|-------------------------|------------------|
| T8 | Pcc | 6,88 | A |
| T1 | Asc | 6,50 | A |
| T5 | Acc | 6,46 | A |
| T4 | Psc | 5,77 | A |
| T7 | Scs | 5,11 | A |
| T6 | Ccc | 2,90 | B |
| T2 | Csc | 2,58 | B |
| T3 | Ssc | 1,52 | B |

Realizada la prueba Duncan se detectó el tratamiento T8 (Pino con uvilla) con 6,88m., tuvo un crecimiento superior, seguido de los tratamientos: T1, T5, T4 y T7 siendo similares estadísticamente, seguidos de los tratamientos T6 (Cedro con uvilla) T2 (Cedro sin uvilla) y T3 (Sangre de drago sin uvilla) siendo el de menor crecimiento en altura. Tendencia de los tratamientos que se mantiene similares a los encontrados por Cadena (2010) y Fuertes (2011) en investigaciones anteriores.

4.5 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Con el análisis de correlación, se determinó que existe un alto grado de asociación entre las variable dasométricas, diámetro basal y altura total en dos tratamientos T3 (Sangre de drago sin uvilla) y T8 (Pino con uvilla) al 99% de probabilidad estadística.

Cuadro 19. Análisis de Correlación

| Tratamientos | r | Significancia | 95% | 99% |
|---------------------|----------|----------------------|------------|------------|
| T1 | 0,267 | Ns | 0,878 | 0,959 |
| T2 | -0,830 | Ns | 0,878 | 0,959 |
| T3 | -0,963 | ** | 0,878 | 0,959 |
| T4 | 0,399 | Ns | 0,878 | 0,959 |
| T5 | 0,899 | * | 0,878 | 0,959 |
| T6 | 0,628 | Ns | 0,878 | 0,959 |
| T7 | 0,796 | Ns | 0,878 | 0,959 |
| T8 | 0,961 | ** | 0,878 | 0,959 |

Elaboración: La autora

4.6 ANÁLISIS DEL INCREMENTO MEDIO ANUAL DEL DIÁMETRO BASAL Y ALTURA TOTAL POR INVESTIGADORES EN EL SITIO

Cuadro 20: Incremento Medio Anual (IMA) del Diámetro Basal en cm y Altura Total en m / autor y / tratamiento

| Tratamientos | PÉREZ | | ROSERO | | CADENA | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | IMA DB | IMA HT | IMA DB | IMA HT | IMA DB | IMA HT |
| T1 | 1,09 | 0,79 | 1,63 | 0,96 | 1,35 | 1,00 |
| T2 | 0,74 | 0,31 | 1,20 | 0,54 | 1,46 | 0,50 |
| T3 | 0,65 | 0,18 | 1,02 | 0,48 | 0,59 | 0,28 |
| T4 | 0,73 | 0,70 | | | 1,80 | 0,94 |
| T5 | 1,24 | 0,78 | 1,35 | 0,91 | 1,91 | 1,29 |
| T6 | 0,93 | 0,35 | 0,77 | 0,26 | 1,05 | 0,38 |
| T7 | 1,33 | 0,62 | 0,90 | 0,47 | 1,75 | 0,88 |
| T8 | 1,41 | 0,83 | | | 1,82 | 0,85 |
| Promedio | 1,01 | 0,57 | 1,14 | 0,60 | 1,47 | 0,76 |

4.6.1 Análisis del Incremento Medio Anual del Diámetro Basal en cm

De acuerdo a los cálculos realizados al Incremento Medio Anual (IMA) del Diámetro Basal en cm de Rosero (2007) y Cadena (2010) relacionando con los obtenidos por la autora de la presente investigación se determinó que, el IMA del DB en cm promedio por tratamiento mayor tuvo Cadena con 1,47 cm, seguido Rosero con 1,14 y finalmente la autora Pérez con 1,01 cm. (Ver cuadro 20).

4.6.2 Análisis del Incremento Medio Anual de la altura Total en m.

De los resultados obtenidos en el cálculo del IMA de la altura total por tres autores y en el mismo sitio de investigación se determinó que el mayor IMA en altura total promedio por tratamientos tuvo Cadena con 1,47 m por año, seguido de Rosero con 0,60 m y un resultado casi similar lo obtuvo la autora Pérez con 0,57 m.

Los resultados encontrados en la presente investigación ratifica lo que se expresa en la 5ª Ley del crecimiento biológico de “La tasa específica de crecimiento declina más y más lentamente a medida que el organismo aumenta en edad”, los mismos que se encuentran afectado por los factores: genéticos, climáticos, pedológicos,

topográficos, biológicos y por la propia competencia con otros árboles y otros tipos de vegetación (Imaña y Encinas, 2008. pp. 37 – 41).

Por otro lado, son fácilmente comprensibles los perjudiciales efectos que para el crecimiento del árbol puede producir la reducción de la superficie fotosintética del mismo (Wikispaces, 2010. pp. 31).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

Luego de realizadas las mediciones preliminares de la altura total y la altura de poda se determinó, aplicar una corta promedio del 21,25 % de la altura de fuste para las cuatro especies forestales.

La poda afectó en pequeña escala a todos los tratamientos en la reducción del crecimiento de los parámetros dendrométricos estudiados, especialmente en los

árboles de menor altura total promedio, debido a la competencia por la luz, ya que su efecto se observa en las especies que van diferenciándose en el dosel.

La menor altura de poda la tuvo cedro de montaña y la mayor altura de poda la tuvieron Sangre de drago y Pino.

El tratamiento T1 (aliso sin uvilla) tuvo la mayor sobrevivencia con el 90,00%, y el tratamiento de menor sobrevivencia fué T3 (Sangre de drago sin uvilla) con el 40,0%.

El mayor crecimiento acumulado promedio en diámetro basal tuvo el tratamiento T8 (pino con uvilla) con 11,94 cm, seguido por T7 (Sangre de drago con uvilla) con 10,95 cm y T5 (Aliso con uvilla) con 10,20 cm y, el tratamiento con menor crecimiento acumulado promedio tuvo el tratamiento T3 (sangre de drago sin uvilla) con 5,36 cm.

En el análisis de la altura total acumulada promedio se determinó que, el tratamiento T8 (pino con uvilla) con 6,88 m, tuvo la altura superior, en cambio, el tratamiento T3 (sangre de drago sin uvilla) presentó la menor altura acumulada promedio con 1,52m.

5.2 Recomendaciones

Para posteriores trabajos de investigación y de aplicación que realicen los egresados de la Carrera de Ingeniería Forestal o agricultores que utilicen prácticas agroforestales de cultivos en callejones se recomienda:

Determinar previamente la relación existente entre la altura total con la altura de copa, ya que la intensidad de poda afecta a la calidad y cantidad de madera a producirse.

Identificar la altura de poda para cada una de las especies que se estudien.

Se recomienda promocionar el sistema agroforestal con uvilla en sitios de características edafo climáticas similares, como una fuente de ingresos periódica y de baja inversión económica.

CAPÍTULO VI

RESUMEN

Las podas juegan un papel básico en la disminución de defectos en la madera, podas bien hechas y a tiempo prolongan la vida de los árboles al evitar la entrada o propagación de daños por insectos y detener el desarrollo de pudriciones, este trabajo una secuencia a la investigación realizada por Mauricio Fuertes ingeniero forestal, evaluando el efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales: Cedro, Aliso, Sangre de drago y Pino, en y sin asocio con uvilla en plantaciones ya establecidas en el Colegio Técnico Nacional en Explotaciones Agropecuarias “Fernando Chaves Reyes” de Quinchuquí, parroquia Miguel Egas Cabezas, cantón Otavalo, planteándose los siguientes objetivos; Analizar el efecto de la poda en el crecimiento dendrométrico de cuatro especies forestales Cedro *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, Aliso *Alnus acuminata* HBK., Sangre de drago *Crotton* sp y Pino *Pinus radiata*, en y sin asocio con uvilla *Physalis peruviana* L., así como determinar las intensidades de poda de cada una de las especies, y el efecto de la poda de las especies en relación con el diámetro basal y altura total, para lo cual se siguieron los pasos siguientes: plantación, limpieza, poda de mantenimiento, aclareo de ramas, reducción de copa, perfilado de formas, manejo de la especie agrícola, deshieras, aporques, fertilización, riego, control de plagas y enfermedades, Tutorio, se aplicó el diseño experimental de Bloques al azar, ocho tratamientos con cuatro repeticiones y veinte individuos por unidad experimental. Aplicándose la prueba de Duncan.

Se obtuvo los resultados siguientes: La poda de copa en promedio fue del 21,25%, el tratamiento T1 (aliso sin uvilla) tuvo la mayor sobrevivencia con 90,00%, y T3 (Sangre de drago sin uvilla) con 40,00%. El mayor crecimiento acumulado promedio en diámetro basal

tuvo el tratamiento T8 (pino con uvilla) con 11,64 cm y el tratamiento con menor crecimiento acumulado promedio fue T3 (sangre de drago sin uvilla) con 5,36 cm, el tratamiento T8 (pino con uvilla) con 6,88 m., tuvo un crecimiento acumulado promedio en altura total y el menor el tratamiento T3 (sangre de drago sin uvilla) con 1,52m.

Se concluye que: la poda afectó a los tratamientos en la reducción de la tasa de crecimiento de los parámetros dendrométricos.

CAPÍTULO VII

SUMMARY

Pruning develop a basic role in the reduction of defects in wood, pruning well done and on time prolong the life of the trees to prevent entry or spread of insect damage and stop the decay development, this work is a sequence to research carried by forestry engineer Mauricio Fuertes, evaluating the effect of pruning on dendrometric growth of four species: Cedar, Alder, Pine and Sangre de drago, without partnership with cape gooseberry on plantations already established in the National Technical High School in Farming, "Fernando Chaves Reyes" from Quinchuquí community, in the parish Miguel Egas Cabezas, Otavalo canton, considering the following objectives: analyze the effect of pruning on the dendrometric growth of four forestal species Cedar, *Cedrela montana Moritz ex Turcz* Alder *Alnus acuminata* HBK, Sangre de Drago, *Crotton* sp and Pine *Pinus radiata* D. Don, without association with cape gooseberry *Physalis. Peruviana* L. and determine pruning intensities of each of the species, and the effect of pruning the species relative to the total height and basal diameter, for which the following steps are followed: planting, cleaning, pruning maintenance, thinning of branches, crown reduction, profiling forms, management of agricultural species, weeding, hilling, fertilizing, irrigation, pest control and diseases, tutoring, was applied the experimental block design randomly, eight treatments with four repetitions and twenty individuals for experimental unit. Applying the Duncan's test.

Were obtained the following results: Pruning drink on average was 21.25%, the treatment T1 (alder without cape gooseberry) had the highest survival with 90.00%, and T3 (Sangre de drago without cape gooseberry) with 40,00%. The highest accumulated average growth in basal diameter had the T8 treatment (pine with cape gooseberry) with 11.64 cm and treatment with lower cumulative growth average was T3 (sangre de drago without cape gooseberry) with 5.36 cm, treatment T8 (pine with cape gooseberry) with 6.88 m., had a cumulative growth in total height with 1,52m, and lower, the treatment T3 (sangre de drago without cape gooseberry)

We conclude that: pruning affects to the treatments in the reduction of the growth rate of dendrometric parameters.

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

APA, (2013). *APA Style*, p.1-25, Recuperado de <http://www.apastyle.org>.

Barrio, et al. (2009). *Manual Básico de la poda y formación de los árboles forestales*, México, DF., Madrid, España, pp.137-141.

Borja, C. & Lasso, S. (1990). *Plantas Nativas para reforestación en el Ecuador*. Fundación Natura. AID-EDUNAT III. Quito. Ecuador. p.20.

Bedker, et al. (2004). *Como podar árboles*. Newtown square. p.4. Recuperado de: www.na.fs.fed.us.

Brickell, C. (2001). *La poda*. Oregon University, Estados Unidos de Norte América. pp. 4, 5, 6,7. Recuperado de: www.biblioteca.org.ar.

Cadena, F. (2010). *Evaluación del incremento de las variables dasométricas de cuatro especies forestales: Cedrela montana, Pinus radiata, Croton sp, Alnus acuminata, en asocio con uvilla Physalis peruviana” en plantaciones ya establecidas en el Colegio Técnico Agroforestal Fernando Chaves Reyes de Quinchuquí, parroquia Miguel Egas Cabezas, cantón Otavalo*. (Tesis inédita de ingeniero forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.

Camacaro, S., Baute, N. y Machado, W. 2003. *Efecto de la poda y el pastoreo sobre la producción de biomasa de Gliricidia sepium*. Zootecnia Tropical. Universidad Autónoma de Yucatán. México.

Casanova, F, Ramírez. L, y Solorio F, (2010). *Efecto del intervalo de poda sobre la biomasa foliar y radical en árboles forrajeros en monocultivo y asociados*. Universidad de Yucatán. México.

Castillo, A. (2000). *Crecimiento de Sangre de Grado (Croton lecheri Muell.Arg.) En Plantaciones de Ucayali, Perú*. Ucayali. Perú. pp. 1-13. Recuperado de www.cnf.org.pe.

Chauchard, L. (2005). *Poda de Pino radiata*, Euskadi Forestal Revista nº 62 Confederación de Forestalistas Del País Vasco, Euckadiko Basogintza, El Karteen, Konfederakundea p. 2. Recuperado de <http://ww.basoa.org>.

Fuertes, M. (2011). *Evaluación del incremento de las variables dasométricas de cuatro especies forestales: Cedrela montana, Pinus radiata, Croton sp, Alnus acuminata, en asocio con uvilla Physalis peruviana en plantaciones ya establecidas en el Colegio Técnico Agroforestal Fernando Chaves Reyes*

de Quinchuquí, parroquia Miguel Egas Cabezas, cantón Otavalo. (Tesis inédita de ingeniero forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.

Justo, J. (2007, octubre). *Proyecto piloto para la reforestación asociada a la conservación del suelo en áreas cercanas a las zonas afectadas por los pasivos ambientales mineros en la Provincia de Hualayoc –Cajamarca.* Guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales. Lima Perú. 32 -36 pp. Recuperado de <http://fonamperu.org>.

Galloway, G. (1987). *Criterios y Estrategias para el Manejo de Plantaciones Forestales en la sierra Ecuatoriana.* Agencia para el Desarrollo Internacional USAID. Proyecto DINAF/AID. Dirección Nacional Forestal. MAG. Quito -Ecuador

Gudiño, E. Gutiérrez., F. & Espinosa S., (1991). *Lineamientos Preliminares para Manejo de Croton sp. En la Amazonía Ecuatoriana.* T. M. Cía. Ltda. Quito. Ecuador. 30pp.

Guerra, D. (2009). *Crecimiento Inicial de cuatro especies forestales Cedrela montana Moritz es Turcz, Alnus acuminata Kuntz, Croton sp y Pinus radiata D. Don, en y sin asocio con cultivos agrícolas en el Cantón Otavalo.* (Tesis inédita de ingeniero forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.

Hernández, M. (2011). *Silvicultura y Manejo Integral de los Recursos Forestales,* México. DF., pp. 11-26.

Imaña, E. y Encinas, B. (2008). *Epidometría Forestal. Red Latinoamericana de Enseñanza Forestal (RELAFOR).* FINATEL. Brasilia – Brasil. Mérida – Venezuela.

- Isis, (2011). *Beneficios de la poda de árboles*. p. 1. Recuperado de: www.bricoideas.com.
- Macías, E. (2007). *Manual de podas para árboles*, México 6 – 18 pp. Recuperado de <http://fundefma.com>.
- Mahecha, (2009). *Uso y conservación de densidad Forestal*. Panamericana S.A. Bogotá. Colombia. pp. 282.
- Morales, J. (2012). *Poda de mantenimiento de árboles*. Info jardín. España, pp. 1-4 recuperado de <http://articulos.infojardin.com>.
- Meza, A. (2004, 14 de marzo). *La operación de corta en el aprovechamiento de plantaciones forestales*. Soluciones Tecnológicas. Kurú revista forestal. Costa Rica pp. 1 – 3. Recuperado de <http://www.elistas.net>.
- Orozco, J. (2011). *Influencia de la Intensidad de Poda Sobre el Desarrollo Epidométrico de Pinus halepensis*, La Mancha, Castilla, España, pp. 1-16.
- Pérez, R. (2011). *Procesos Morfológicos en la iniciación y desarrollo de nódulos en aliso (Alnus acuminata 2011 H.B.K)*. Universidad Nacional de Colombia. Centro Editorial. Colombia. 2pp.
- Phillips, O. (1991). *La Sangre de Grado en el Dpto de Madre de Dios situado al Suroccidente de Perú*. Shaman Pharmaceuticas, Inc, Proprietary information, Lima Perú. 2. pp.
- Quinteros, M. (2012). ABC digital. *Poda de árboles*, recuperado de <http://fw3.abc.com>.

- Rico, E., Iglesia, J. & Cañigüeral, S. (2001, 21 de octubre). *Interés terapéutico del látex de crotón lechleri*. Revista fitoterapia. Recuperado de: <http://www.fitoterapia.net>.
- Rodríguez, E. (1995). *Jaúl (Alnus acuminata ssp. arguta). Especie de árbol de uso múltiple en América Central*. Colección de Guías Silviculturales 18. Serie Técnica. Informe Técnico 248. Costa Rica. p. 40. Recuperado de <http://books.google.es>
- Rosero, M., (2007). *Crecimiento Inicial de tres especies forestales en asocio con maíz Zea mays en el Colegio Fernando Chávez R. Otavalo – Ecuador*. (Tesis inédita de ingeniero forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.
- Sotomayor, A., Helmke, W., & García E., (2000). *Manejo y Mantenición de Plantaciones Forestales*, INFOR, Instituto Forestal, Santiago de Chile, Chile, pp. 17-53.
- Suárez, et al. (2004). *Influencia de la poda en el crecimiento diametral del alcornoque*, Andalucía, España, pp. 1-9, Recuperado de www.uhu.es
- Troensegaard, J. (1971). *Podas*. Centro de Capacitación Forestal Luciano Andrade Marín. Proyecto N° 53 del Fondo Especial de las Naciones Unidas FAO. Dirección Nacional Forestal. MAG. Conocoto.
- Vásquez, A, (2001). *Silvicultura de Árboles Forestales en Colombia*. Universidad de Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué. Tolima. Colombia. pp. 218 – 232.

Hurtado, F. (1998). *Posibilidades de Manejo de Sangre de Drago Croton sp.) En La Amazonía Ecuatoriana*. Proyecto Gran Sumaco. pp. 22. Recuperado de: <http://www.sumaco.org>.

Wikisilva. (2012). *Pinus radiata*. [Web log post]. Universidad de Vigo, Vigo, España, pp. 41- 45, Recuperado de <http://silvicultura.wikispaces.com>.

Wikispaces, (2010,17 de marzo). *La poda de árboles forestales*. Wikispace. [Versión electrónica]. España. p 15. Recuperado de <http://bibliotecadeamag.wikispaces.com>.

Zaragocin, N., (2008). *Crecimiento Inicial de cuatro especies forestales con y sin asocio maíz Zea mayz en el Colegio Fernando Chávez R. Otavalo – Ecuador*. (Tesis inédita de ingeniero forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.

CAPÍTULO IX

ANEXOS

Anexo 1: Promedio de la sobrevivencia por tratamientos y repeticiones a los cincuenta y seis meses.

| | R1 | R2 | R3 | R4 | TOTAL | PROMEDI O % |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|------------------------|
| T1 | 75 | 85 | 80 | 55 | 295,0 | 73,8 |
| T2 | 40 | 40 | 35 | 50 | 165,0 | 41,3 |
| T3 | 45 | 95 | 90 | 100 | 330,0 | 82,5 |
| T4 | 80 | 55 | 45 | 60 | 240,0 | 60,0 |
| T5 | 95 | 95 | 95 | 95 | 380,0 | 95,0 |
| T6 | 80 | 80 | 80 | 80 | 320,0 | 80,0 |
| T7 | 45 | 45 | 45 | 45 | 180,0 | 45,0 |
| T8 | 45 | 45 | 45 | 45 | 180,0 | 45,0 |
| TOTAL | 505 | 540 | 515 | 530 | 2090,0 | |

Fuente: elaborado por la autora

Anexo 2: Promedio de la sobrevivencia por tratamientos y repeticiones a los cincuenta y nueve meses.

| | R1 | R2 | R3 | R4 | TOTAL | PROMEDIO % |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------------------|
| T1 | 75 | 85 | 80 | 55 | 295,0 | 73,8 |
| T2 | 40 | 40 | 35 | 50 | 165,0 | 41,3 |
| T3 | 40 | 95 | 90 | 100 | 325,0 | 81,3 |
| T4 | 80 | 55 | 45 | 55 | 235,0 | 58,8 |
| T5 | 90 | 90 | 90 | 90 | 360,0 | 90,0 |
| T6 | 80 | 80 | 80 | 80 | 320,0 | 80,0 |
| T7 | 40 | 40 | 40 | 40 | 160,0 | 40,0 |
| T8 | 45 | 45 | 45 | 45 | 180,0 | 45,0 |
| TOTAL | 490 | 530 | 505 | 515 | 2040,0 | |

Fuente: elaborado por la autora

Anexo 3: Promedio crecimiento en Diámetro Basal por tratamientos y repeticiones a los cincuenta y seis meses.

| | R1 | R2 | R3 | R4 | TOTAL | PROMEDIO |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|
| T1 | 8,68 | 8,68 | 8,68 | 8,68 | 34,71 | 8,68 |
| T2 | 5,84 | 5,84 | 5,84 | 5,84 | 23,34 | 5,84 |
| T3 | 5,18 | 5,18 | 5,18 | 5,18 | 20,72 | 5,18 |
| T4 | 5,50 | 5,50 | 5,50 | 5,50 | 22,00 | 5,50 |
| T5 | 9,36 | 9,91 | 9,94 | 10,70 | 39,92 | 9,98 |
| T6 | 6,33 | 7,36 | 6,14 | 7,22 | 27,06 | 6,76 |
| T7 | 8,58 | 10,63 | 9,17 | 12,06 | 40,43 | 10,11 |
| T8 | 9,78 | 13,25 | 11,26 | 9,85 | 44,13 | 11,03 |
| TOTAL | 59,24 | 66,34 | 61,70 | 65,02 | 252,30 | |

Fuente: elaborado por la autora

| | R1 | R2 | R3 | R4 | TOTAL | PROMEDI O |
|--------------|-------|-------|-------|-------|---------------|--------------|
| T1 | 9,03 | 9,03 | 9,03 | 9,03 | 36,11 | 9,03 |
| T2 | 6,10 | 6,10 | 6,10 | 6,10 | 24,40 | 6,10 |
| T3 | 5,36 | 5,36 | 5,36 | 5,36 | 21,43 | 5,36 |
| T4 | 6,04 | 6,04 | 6,04 | 6,04 | 24,17 | 6,04 |
| T5 | 9,89 | 10,45 | 10,40 | 10,07 | 40,81 | 10,20 |
| T6 | 7,30 | 9,83 | 5,74 | 7,78 | 30,64 | 7,66 |
| T7 | 9,40 | 11,05 | 10,18 | 13,18 | 43,81 | 10,95 |
| T8 | 10,68 | 13,75 | 12,03 | 10,09 | 46,55 | 11,64 |
| TOTAL | 63,79 | 71,60 | 64,88 | 67,65 | 267,93 | |

Anexo 4: Promedio crecimiento en Diámetro Basal por tratamientos y repeticiones a los cincuenta y nueve meses.

Fuente: elaborado por la autora

Anexo 5: Promedio de Altura Total por tratamientos y repeticiones a los cincuenta y seis meses.

| | R1 | R2 | R3 | R4 | TOTAL | PROMEDI O |
|--------------|-------|-------|-------|-------|---------------|--------------|
| T1 | 5,92 | 5,92 | 5,92 | 5,92 | 23,66 | 5,92 |
| T2 | 2,13 | 2,13 | 2,13 | 2,13 | 8,50 | 2,13 |
| T3 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 5,59 | 1,40 |
| T4 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 21,02 | 5,25 |
| T5 | 5,36 | 6,00 | 6,25 | 5,75 | 23,36 | 5,84 |
| T6 | 1,99 | 4,06 | 2,38 | 2,12 | 10,55 | 2,64 |
| T7 | 3,47 | 5,47 | 4,03 | 5,25 | 18,22 | 4,55 |
| T8 | 5,19 | 8,37 | 6,63 | 4,50 | 24,69 | 6,17 |
| TOTAL | 30,70 | 38,60 | 33,98 | 32,32 | 135,60 | |

Fuente: elaborado por la autora

Anexo 6: Promedio de Altura Total por tratamientos y repeticiones a los cincuenta y nueve meses.

| | R1 | R2 | R3 | R4 | TOTAL |
|--------------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| T1 | 6,50 | 6,50 | 6,50 | 6,50 | 26,00 |
| T2 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 10,34 |
| T3 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 6,08 |
| T4 | 5,77 | 5,77 | 5,77 | 5,77 | 23,08 |
| T5 | 5,93 | 6,61 | 7,05 | 6,25 | 25,84 |
| T6 | 2,26 | 3,91 | 2,93 | 2,49 | 11,59 |
| T7 | 3,70 | 5,99 | 4,89 | 5,88 | 20,46 |
| T8 | 5,68 | 9,15 | 8,22 | 4,46 | 27,52 |
| TOTAL | 33,94 | 42,04 | 39,47 | 35,45 | 150,90 |

Fuente: elaborado por la autora

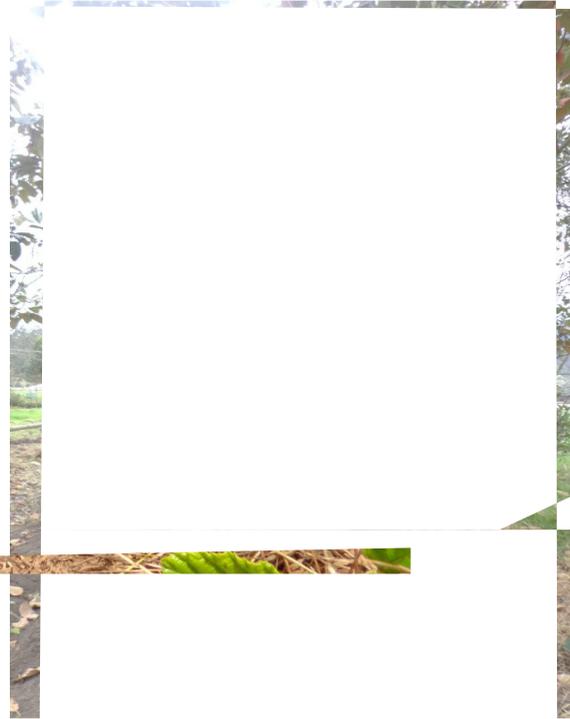
Anexo 7. Fotografías del ensayo

Fotografía 1: Vista panorámica del ensayo

Fotografías 2 y 3: Limpieza del terreno



Fotografía 6. : Toma de datos altura total



Fotografías 7, 8 y 9: Podas

Fotografía 7



Fotografías 9 y 10: Poda Sangre de Drago

Fotografía 8



Fotografía. 9

Fotografía 10. Vista de la uvilla



**Fotografías 11. Vista del
Ensayo con cultivo**



Fotografía 12. Vista del Ensayo sin cultivo

