

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN PLANTACIONES FORESTALES

Tema:

Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza.

Autor:

Diego Fernando Portilla Tapia

Directora:

Ing. María Isabel Vizcaíno P.

2012

Ibarra – Ecuador

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

Tema:

“Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza.”

Tesina revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

TECNOLOGO SUPERIOR EN PLANTACIONES FORESTALES

APROBADA:

Ing. María Isabel Vizcaíno P.
Directora

Ing. Carlos Arcos
Asesor

Ing. Raúl Arévalo
Asesor

Ing. Germán Terán
Asesor

Ibarra – Ecuador

Año 2012

ÍNDICE

TEMA		
1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	PROBLEMA	3
1.3	JUSTIFICACIÓN	4
1.4	OBJETIVOS	5
1.4.1	OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	5
1.5	PREGUNTAS DIRECTRICES	5
2.	MARCO TEÓRICO	6
2.1	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	6
2.1.1	Origen	6
2.2	CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS	6
2.2.1	El Árbol	6
2.2.2	Copa	6
2.2.3	Tallo	7
2.2.4	Cortez	7
2.2.5	Raíz	7
2.3	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICA	7
2.3.1	Hojas	7
2.3.2	Flores	8
2.3.3	Frutos	8
2.4	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	9
2.4.1	Zonas de vida	9
2.4.2	Exigencias del suelo	9
2.4.3	Temperatura	10
2.4.4	Precipitaciones	10

2.5	PROPAGACIÓN	11
2.5.1	Propagación asexual	11
2.5.2	Reproducción sexual	12
2.5.3	Producción de raíz desnuda	12
2.5.4	Reproducción asexual	13
2.5.5	Propagación vegetativa	13
2.5.6	Reproducción por estacas	14
2.5.7	Reproducción por brotes	15
2.5.8	<i>Alnus jorullensis</i> HBK (Aliso)	16
2.6	EL SUSTRATO	16
2.6.1	Características del sustrato ideal	16
2.6.2	Tipos de sustratos	18
2.6.3	Según el origen de los materiales	18
2.6.3.1	Materiales orgánicos	18
2.6.3.2	Materiales inorgánicos o minerales	19
2.7	DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUSTRATOS	19
2.7.1	Sustratos naturales	19
2.7.2	Sustratos artificiales	23
2.8	HUMUS DE LOMBRIZ	26
2.8.1	Propiedades químicas	27
2.8.2	Propiedades físicas	27
2.8.3	Propiedades biológicas	27
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	28
3.1.1	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN	28
3.1.2	CARACTERÍSTICAS DEL SITIO	28
3.1.3	DELIMITACIÓN DEL SITIO	29
3.1.4	EXTENSIÓN DEL VIVERO	29
3.1.5	FAUNA	29
3.1.6	FLORA	29
3.2	MATERIALES	30
3.3	MÉTODOS	31

3.3.1	RECOPIACIÓN DE MATERIAL VEGETATIVO	31
3.3.2	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	31
3.3.3	NÚMERO DE PLANTAS DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.3.4	PREPARACIÓN DEL MATERIAL	31
3.3.5	FORMACIÓN Y COMBINACIÓN DE SUSTRATOS	31
3.3.6	DESINFECCIÓN DE LAS ESTACAS	32
3.3.7	ENFUNDADO Y PLANTACIÓN DE LAS ESTACAS	32
3.3.8	RIEGO	32
3.3.9	CONTROL DE MALEZAS	32
4.	RESULTADOS	33
4.1	VARIABLES EN EL ESTUDIO	33
4.1.1	PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO	33
4.1.2	NÚMERO DE REBROTOS Y ESTIMADORES ESTADÍSTICOS	34
4.1.3	LONGITUD DE RAICES Y ESTIMADORES ESTADÍSTICOS	35
4.1.4	PRUEBA DE T PARA NÚMERO DE REBROTOS Y LONGITUD DE RAÍCES	36
5	RESPUESTA A LAS PREGUNTAS DIRECTRICES	38
6.	CONCLUSIONES	39
7.	RECOMENDACIONES	40
8.	RESUMEN	41
9.	SUMMARY	42
10.	BIBLIOGRAFÍA	43

ÍNDICE DE CUADROS

1.	Propiedades de las turbas	22
2.	Propiedades de la lana de roca	24
3.	Propiedades de la perlita	25
4.	Datos meteorológicos de la ciudad Ibarra	30
5.	Materiales de campo	30
6.	Materiales de oficina	30
7.	Estimadores estadísticos para el número de rebrotes	34
8.	Estimadores estadísticos para longitud de raíces	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1.	Porcentaje de prendimiento (50días)	33
2.	Número de rebrotes promedio (50 días)	34
3.	Longitud de raíces (50 días)	35
4.	Prueba T de Student	36

ÍNDICE DE ANEXOS

1.	Recolección del material vegetativo	47
2.	Preparación del material vegetativo	47
3.	Preparación de los sustratos	47
4.	Enfundado y riego	48
5.	Desarrollo de las estacas en cada sustrato en las primeras semanas	48
6.	Toma de datos a los 50 días de las estacas	48
7.	Toma de datos para el s1	49
8.	Toma de datos para el s2	49

AGRADECIMIENTO

Primeramente doy gracias a Dios, a la Virgen Santísima del Quinche y al divino niño porque gracias a sus bendiciones divinas he logrado un éxito más en mi vida...

De manera especial quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi madre y tía quienes siempre están pendientes en mi camino profesional.

A la Ingeniera María Vizcaíno P. gracias a su ayuda como directora y sus generosas expresiones profesionales para la presentación de esta tesina.

Finalmente aquellos que contribuyeron con su punto de vista profesional para esta tesina a través de sugerencias distintamente a los ingenieros: Antonio Jaramillo; Jaime Urcuango; Carlos Arcos; Germán Terán; y Raúl Arévalo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

En los últimos tiempos las plantaciones y los cambios en la cobertura forestal han sido afectados por la deforestación y el cambio del uso del suelo, según datos, las tasas de deforestación en el país se estiman en 100.000 ha, al año, mientras que las de reforestación se sitúan en 5000 anuales.

La conversión de tierras para la agricultura migratoria ha generado importantes impactos ambientales y socio económicos a escala nacional, y la realidad de los bosques naturales son limitados y decrecientes con necesidad de colonizar las partes altas; las tierras dedicadas a la producción agropecuaria están desprotegidas, por lo que se requiere de vegetación, manejo y conservación de suelos y aguas, por esta razón, es necesario el desarrollo de programas de producción y plantación de especies forestales nativas.

Aunque, existen varios programas y planes orientados a incrementar la producción y plantación de especies forestales nativas, que permitan de algún modo compensar la pérdida de bosques naturales, se ha obtenido mayor aceptación con plantaciones con especies forestales exóticas debido a su rápido crecimiento y facilidad que se tiene para su producción lo cual hace que haya mayor oferta a nivel de viveros forestales.

El aliso es uno de los árboles mas importantes del Ecuador que se encuentra en forma dispersa a lo largo del país se encuentra en toda la sierra desde el Carchi hasta Loja, y en las estribaciones de las cordilleras oriental y occidental, cabe destacar que esta especie en la agricultura, mejora el suelo al fijar nitrógeno del aire, aporta materia orgánica por descomposición de las hojas, contribuye a instalación de cercas vivas, da protección de canales de riego y linderos, protege a cultivos y ganado de vientos fuertes, heladas y sol excesivo, compite muy poco con los cultivos aporta con leña los árboles maduros, carbón los árboles jóvenes.

En programas de reforestación es considerado como un árbol utilizable para el mejoramiento y protección de hoya hidrográficas, sustituye pinos y eucaliptos en planes de arborización – reforestación especialmente en las zonas altas de clima frío, en la reforestación es especialmente recomendado para la recuperación de suelos degradados y desnudos, así como en pastizales degradados de pasto (kikuyo).

En plantación agroforestal lo cual consiste en plantaciones forestales con la apertura necesaria para que pueda crecer el pasto bajo los árboles, se han obtenido muy buenos resultados con plantaciones silvopastoriles, ya que el pasto (kikuyo) crece excelentemente en asociación con el aliso, se ha demostrado que el pasto bajo el aliso de 2,5 años tiene 5% más proteínas que el que crece a pleno sol debido a la fijación de nitrógeno y a la incorporación de materia orgánica por la descomposición de las hojas que caen al suelo.

1.2 PROBLEMA

Uno de los problemas graves que se ha evidenciado, a lo largo de los últimos años a nivel nacional es la tala y desaparición de diversos árboles nativos propios del lugar; poco interés y apoyo al desarrollo forestal por parte de los gobiernos, con políticas poco creativas que ayuden a mejorar las condiciones de cobertura vegetal para alcanzar un equilibrio ecológico.

En nuestro país no existe una adecuada infraestructura de viveros forestales de producción permanente que sirvan de apoyo a los programas de reforestación y forestación con especies nativas y exóticas de interés económico y ecológico que vayan en beneficio de las comunidades dejando como consecuencia una total deforestación en algunos sectores del país.

Estos en su mayoría producidos por incendios forestales, adcentamiento poblacional uso inadecuado y tala de los bosques, eliminación de las áreas boscosas, desaparición o disminución de los recursos hídricos, erosión, desertificación, pérdida de biodiversidad, aumento de gases efecto invernadero, aumento de la temperatura ambiental, incremento de los efectos erosivos del viento, disminución de la humedad, alteración de los regímenes de la vida, emigración de la fauna local.

El aliso en terminante se lo propaga empíricamente sin un conocimiento real acerca de las características de un sustrato adecuado que pueda ser utilizado y viable para su producción para lo cual con esta investigación se pueda llegar a portar con resultados a los técnicos en general sobre esta especie.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación permitió dar conocimientos a viveristas y técnicos forestales que les permitan mantener y mejorar la producción de esta especie así como el incremento de su número para el cumplimiento de plan y programas forestales y agroforestales con una de las especies nativas de la parte interandina.

Por este motivo se plantea fomentar el establecimiento de micro plantaciones en áreas desprotegidas de vegetación, para lo cual se requiere del abastecimiento de plantas provenientes de un vivero forestal que garantice la producción de plántulas de especies nativas, exóticas y frutales de calidad en forma permanente, cuyo fin es desarrollar una repoblación arbórea, que permita mitigar los avances de la deforestación y recuperar degradadas o perdida de cobertura vegetal, así como también asegurar el caudal de las cuencas hidrográficas.

Desde el punto de vista biológico funcional las plantas nativas en este caso plantas fijadoras de nitrógeno como es el aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) ha dado beneficio a las comunidades rurales a nivel mundial, ya que por sus características maderables y leñosas ha dado materia prima como, medicinas naturales, tintes, como aporte de materia orgánica con la caída de las hojas, protección de los cultivos en un sistema agropastoril, y lo más importante es para mantener las cuencas hídricas, micro cuencas y los páramos.

Este proyecto de investigación se propone evaluar el proceso de propagación vegetativa por estacas de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando diferentes sustratos que ayudarán a un pronto y mejor enraizamiento disminuyendo el proceso fisiológico vegetativo, de esta forma se creará una base de información, para implementar sistemas forestales y agrosilvopastoriles con el aliso, siendo de importancia para el sector agroecológico.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Propagar el aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el porcentaje de prendimiento en cada uno de los sustratos.
- Identificar el número de rebrotes por planta y sustrato.
- Determinar el mejor de los sustratos en la formación radicular de la especie.

1.4.3 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cual será el porcentaje de prendimiento en cada uno de los sustratos?
- ¿Cuál será el número de rebrotes por planta y sustrato?
- ¿Cuál será el mejor de los sustratos en la formación radicular de la especie?

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino: Vegetal Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fagales

Género: *Alnus*

Especie: *Acuminata*.

Nombre Científico: *Alnus acuminata* **H.B.K.**

Clasificación taxonómica citada por: (Carppelleti 1980).

2.1.1 Origen.

Este género comprende una veintena de especies, ampliamente distribuidas en las regiones templadas y frías del hemisferio septentrional, desde Asia y Europa hasta América del Norte (Moottet y Hamm 1970).

2.2 CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS.

2.2.1 El árbol.

El árbol es monoico, mediano de 10 a 15 m de altura, 25 a 30 cm DAP, fuste cilíndrico, copa amplia, ramificación con follaje esparcido. Corteza de 0,8 a 1 cm, externa lisa, blanco grisáceo, corteza interna rosada, fácilmente desprendible de la albura. (Chamacás, S. y Tipaz, G. 1995).

2.2.2 Copa.

En términos generales la copa es angosta, irregular y abierta. En el Ecuador se puede observar esto de acuerdo a la altitud, se puede observar que los alisos de Saraguro 2500m.s.n.m. presentan una copa más densa y con más follaje, en cambio los procedentes de Carchi 3200m.s.n.m. es abierta. (Añazco, M. 1996).

2.2.3 Tallo.

Cuando tierno es pubescente, en su parte terminal es de forma triangular y de intenso color azulado, las ramas se disponen de modo alterno y las ramillas se presentan angulosas y de color marrón rojizo u oscuro. (Añazco, M. 1996).

2.2.4 Corteza.

Es lisa de color gris claro, a veces plateada en árboles jóvenes, cuando adultos en ciertos casos se torna pardo y se agrieta en una serie de escamas delgadas y verticales. También en la corteza se encuentra lenticelas alargadas y blanquecinas de aproximadamente 1,5 cm, protuberantes, suberosas, y fáciles de identificar, el espesor de 1 mm. (Añazco, M. 1996).

2.2.5 Raíz.

El sistema es amplio y se extiende muy cerca de la superficie del suelo. Muchas raíces son leñosas y superan a veces en longitud a la altura total del árbol. En suelos arenosos y de origen aluvial se nota una tendencia a desarrollar raíces pivotantes y poco superficiales, los nódulos que recubren con una epidermis decoloración parda o amarillenta ocurren en las raíces de las plantas a la temprana edad, a los 2 meses se los puede observar desde la base de las raíces hasta la punta de las raicillas. (Añazco, M. 1996).

2.3. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

2.3.1 Hojas.

El color de las hojas es verde intenso en el lado superior, algo más claro en el lado inferior. Limbo peciolado y aovado, hasta 0,2 m de largo, con pecíolos de 0,02 m y algo más. Borde ligeramente dentado. Nervadura, áspera y muy marcada. Inserción en las ramas, alternadas. (Carrillo, F. 1998).

El aliso posee hojas caducas alternas estipuladas, simples ovaladas, el pecíolo es pubescente. Las hojas son aserradas en el margen, lisas y brillantes, color verde oscuro y nítidas en el haz, nervaduras prominentes y pilosas en el envés (Casanova, F. 1976).

2.3.2 Flores.

La especie es monoica. Las flores aparecen en inflorescencias alargadas en la misma rama, siendo el cáliz un poco difícil de distinguir y la corola presenta una coloración amarillenta. (Añazco, M. 1996).

La inflorescencia masculina son alargadas de numerosas brácteas deltoides con tres flores y un cáliz cada una, este cáliz es membranoso y algo imbricado, las brácteas se presentan en varios casos duras y cada una de ellas se encuentran protegiendo una cima triflora y sustentada por un pedúnculo con 4 bractéolas. (Añazco, M. 1996).

Generalmente las inflorescencias se encuentran dispuestas al final de las ramas en amentos de hasta de 14cm. de longitud y una coloración verde amarillenta de forma cilíndrica y colgantes. Se desarrollan antes que aparezcan las hojas y, en la mayoría de los casos, se caen enteros después de la floración. . (Añazco, M.1996).

Las inflorescencias femeninas son de forma cilíndrica u ovoide, semejantes a conos cortos erectos de 0,7cm a 2,5cm de largo y de 0,5cm. a 1,2cm de diámetro, brácteas imbricadas con dos flores por bráctea, el ovario de 3mm de longitud aproximadamente, se presenta desnudo-aplanado con dos celdas biloculares, con un óvulo por el lóculo, los óvulos solitarios y adheridos cerca del ápice de cada celda, el estigma bífido. (Añazco, M. 1996).

2.3.3. Frutos.

Los frutos que tienen la forma de conos o piñas pequeñas, aparentemente se encuentran durante todo el año aunque en algunos lugares son más frecuentes de enero a junio. Para obtener semilla se recomienda colectarlos cuando están de color amarillo oscuro o marrón claro antes de que se sequen en el árbol, es mejor secarlos bajo la sombra en

lugares ventilados, sobre una tela o papel a fin de que las semillas queden sobre ella. (Hidrovo, L. 1992).

2.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

2.4.1 Zona de Vida.

Desarrollan bien en un bosque húmedo Montano bajo, bh-MB y bosque muy húmedo Montano Bajo, bmh-MB, influenciados por la condensación periódica de la neblina, pudiendo y aún bajar al Pre-Montano. (INEFAN, 1992).

Las formaciones ecológicas (Sistema Holdridge) que ocupa la especie son las siguientes: en cursos de agua de estepa Montano (e-M), bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), bosque seco Montano Bajo (bs-MB), bosque húmedo Montano (bh-M). La altura más baja de estas formaciones corresponde al (bmh-MB). 2.600 a 3.200 m.s.n.m. y la más alta a 3.800 m.s.n.m. Delbh-M. (Carrillo, F.1998).

2.4.2. Exigencias del Suelo.

Prefiere suelos profundos, bien drenados, húmedos limosos o limo-arenosos de origen aluvial o volcánico, aunque puede crecer en un suelo pobre, desde grava a arena, arcillas y aún sobre rocas. (INEFAN. 1992).

El aliso no es exigente en cuanto al suelo, crece en suelos muy pobres, que los mejora puesto que fija nitrógeno al suelo. Es planta pionera en zonas devastadas por quemadas y erosión, por su capacidad de producir bastante material orgánico rico en nitrógeno, se puede considerar el aliso, como una de las especies más importantes para la recuperación de los suelos. (Carrillo F. 1998).

La especie del aliso no es exigente en cuanto a calidad de suelo, siempre cuando haya buena humedad, el árbol crece en un amplio rango de texturas: desde la arcilla hasta la arenosa, e inclusive en suelos pedregosos y superficiales. No requiere de materia orgánica en el suelo, por lo que sirve para colonizar zonas de subsuelo expuestas. Ello se debe a la simbiosis radicular con un actinomiceto que fija nitrógeno, así como también a su simbiosis con hongos micorrízicos. (Carrillo F. 1998).

Por lo general, el género *Alnus* se encuentra en suelos ácidos con un pH de 5,5 a 6,0, aunque se han observado árboles aislados de aliso en suelos calcáreos. (Carrillo F. 1998).

2.4.3. Temperatura.

Necesita de una temperatura mínima de 7 grados centígrados hasta 20 grados centígrados, pudiendo soportar temperaturas más altas cuando están libres de malezas. (INEFAN. 1992).

El aliso en general es una especie de clima templado donde el rango de temperatura media es de 4 a 27 grados centígrados. Puede soportar temperaturas que bajan temporalmente a 0 grados centígrados. Luego de heladas breves y daños en su follaje, se han recuperado con bastante rapidez. En las partes más altas prosperan en quebradas abrigadas ya que vientos secos fríos afectan su desarrollo. (Carrillo, F. 1998).

2.4.4. Precipitaciones.

Necesita precipitaciones mayores de los 1,500mm, cuando la lluvia es menor se debe emplear plántulas con gran volumen de tierra en las raíces (cepellón). (INEFAN. 1992).

El aliso se desarrolla bien a precipitaciones de 500 mm anuales, aunque prefiere zonas más húmedas, exigente en cuanto a la humedad, en especial en la etapa de germinación y desarrollo inicial, por ser la plántula (hasta 0.05-0.07m. de altura) es susceptible a la sequía, la regeneración natural de esta especie generalmente sólo se encuentra en lugares húmedos junto a quebradas y riachuelos. (INEFAN. 1992).

Sin embargo ya establecido, el aliso puede resistir cierto grado de sequía, en lugares secos, por sus fustes múltiples sirve para producir buena cantidad de biomasa y para la recuperación de suelos erosionados. En tales casos es impresionante ver la cantidad de humus que se forma con relativa rapidez en las zonas de influencia de aliso. (Carrillo, F. 1998).

2.5. PROPAGACIÓN.

El aliso se reproduce por semillas, estacas y plántulas. (Ulloa, C. y Moller, P.1995).

La propagación vegetativa es un proceso que permite desarrollar nuevas plántulas a partir de una porción de ellas, diferente a la semilla, puede ser natural o artificial, y es posible porque en muchas de estas los órganos vegetativos tienen la capacidad de regeneración. (Corente, J. 1997).

En el Ecuador, la especie se propaga sexual (semillas) o asexualmente (partes vegetativas), el aliso blanco tiene mayor facilidad para propagarse vegetativamente, en el sistema por semillas no se ha observado diferencias significativas en ambas variedades. (Añazco, M. 1996).

a. Ventajas.- La propagación por esquejes es la más usada en árboles forestales, la propagación vegetativa de árboles forestales, es ventajosa puesto que captura en su totalidad la parte genética y produce rápidos resultados con mejoramiento en los rasgos, aditivos y no aditivos. (Mesén 1998).

b. Desventajas.- Algunos atribuyen a la propagación vegetativa cuesta más producir una planta enraizada, en comparación con los costos de producción por semilla. Los costos serán más altos, pero en cualquier caso, las ganancias genéticas se compensarán con creces cualquier aumento en los costos de producción. (Mesén 1998).

2.5.1 Propagación asexual.

Es la formación de nuevos individuos a partir de diversas partes del cuerpo vegetal, de preferencia los esquejes de la parte media de las ramillas es el material vegetativo más aconsejado para la propagación esta forma de reproducción o propagación también se la conoce como reproducción asexual. Se trata de un proceso que implica la separación y el enraizamiento de una parte de la planta. De esta manera, las células, tejidos y órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos.

Las ramillas de la parte intermedia tienen un crecimiento más rápido; actualmente, la propagación vegetativa para los forestales es una de las técnicas más importantes para el mejoramiento genético. (Ordoñez L. Arbeláez M. Prada 2004).

2.5.2 Reproducción sexual.

Para obtener semillas de calidad y garantizar su germinación, se debe recolectar los frutos (conos) cuando empiezan a cambiar su color de verde a marrón (la época ideal es cuando el 50% es de color verde). Las aletas presentan una coloración café, los embriones color blanco, se debe evitar recolectar aquellos conos que presentan un 100% color café oscuro y las que se encuentran en el suelo, ya que en este sentido han perdido gran parte de la semilla fértil. Los frutos (conos) se sacan 3 a 5 días a media sombra y luego, cuando han terminado desecarse y ha caído toda la semilla del mismo, es conveniente pasar por una zaranda para separar las semillas de las impurezas, debido a que pierde su poder germinativo. (Añazco, M. 1996).

1. Semilla (plántulas). Se reproduce fácilmente y casi exclusivamente por semilla.
2. Regeneración natural. Sus plántulas se encuentran fácilmente en suelos perturbados y terraplenes; estas se usan como “stock” para plantar. (Añazco, M. 1996).

2.5.3 Producción de raíz desnuda.

Una alternativa al uso de fundas u otro tipo de envase, constituye la producción de plántulas a raíz desnuda, consiste en repicar las plantitas producidas en los semilleros (también se puede utilizar plántulas de regeneración natural o estacas basales) en platabandas previamente construidas para el efecto, en ellas se coloca las plantitas a 15 cm. entre plántula y 15 cm. entre hileras. (Añazco, M. 1996).

En el Ecuador no existe mucha experiencia en producir este tipo de plántula, se puede considerar dos grandes ventajas frente a la producción de fundas: la ganancia en altura y el menor costo de producción y transporte, el mayor inconveniente de la producción de raíz desnuda se presenta al momento de transportar e instalar las plántulas en los sitios definitivos, debido a la falta de experiencia al plantar y a la forma de embalaje que hace resecarse al sistema radicular, por otro lado una desventaja del sistema a raíz desnuda es que se requiere mayor superficie del terreno. (Añazco, M. 1996).

2.5.4 Reproducción asexual

Brotos o retoños. Una característica de la especie en la presencia de brotes basales tanto en árboles suprimidos o en estado de alta competencia por luz y nutrimento, como en árboles vigorosos. Cortes de raíz, propaga fácilmente. (Añazco, M. 1996).

2.5.5 Propagación vegetativa.

Consiste en utilizar partes vegetativas para la producción, de acuerdo a las procedencias, en el Ecuador, se prefiere el aliso blanco, es decir, aquel que tiene las raíces preformada (Easley y Lambeth, citado por Chicaiza, 2004).

Las ventajas de la propagación vegetativa frente a la sexual:

Se conservan mejor las características de los progenitores.

Se obtiene mayor crecimiento en menor tiempo.

El manejo a nivel de vivero es más sencillo.

El costo de producción es menor. Se evita pérdidas de plántulas por causas como: pájaros, roedores, etc.

Se evita el riesgo de tener raíces mal formadas por un deficiente repique.

Las características que un árbol de aliso debe tener, para ser considerado como un buen productor de material vegetativo, son las siguientes: preferiblemente aliso blanco, que tenga raíces preformadas-chupones libre de plagas y enfermedades que se encuentre en sitios húmedos, preferiblemente bien formados. (Añazco, M. 1996).

Propagación por estacas, esquejes, yemas, acodos. El éxito de la técnica por esquejes, se mide a través del porcentaje de enraizamiento logrado, actividad que indica la satisfactoria reproducción de la planta, es decir la obtención de un nuevo individuo. El

proceso de propagación vegetativa por el método de esquejes, se da por concluido con la aparición de hojas y raíces del esqueje, después de la plantación (CONIF, 2002).

2.5.6 Reproducción por Estacas.

Al recolectar y plantar las estacas, tener presente las siguientes consideraciones:

Se prefiere estacas basales que apicales, el tamaño no es de importancia si tiene raíces preformadas, basta con 10 a 15 cm. de longitud. (CONIF, 2002).

El diámetro de la estaca debe ser aproximadamente entre 0,5 cm. y 2 cm, lo importante es asegurar que esté lignificada y existan raíces preformadas. (CONIF, 2002).

Cada estaca debe tener por lo menos tres yemas, al preparar la estaca se deben hacer cortes diagonales, tanto en la base como en la punta se deben seleccionar por tamaño, generalmente de 4 tamaños, al momento de establecerlas en la platabanda, las más grandes se ubicarán en el primer bloque, luego la de menor tamaño, y así sucesivamente. (CONIF, 2002).

Al momento de plantarlas se las debe ubicar con la parte más gruesa (más vieja) hacia abajo, en contacto con el suelo, y con una ligera inclinación, procurando enterrar unos 4 cm. Aunque se puede propagar en funda, se recomienda hacerlo en platabanda. Con estas técnicas se obtendrán plántulas entre 0.80m y 1.20m en 6 ó 10 meses, dependiendo de la altitud y el sustrato principalmente, por lo que se recomienda recolectar estacas entre febrero y junio. (Añazco, M. 1996).

La presencia de yemas en el desarrollo era un requerimiento para el enraizamiento y que la intensidad de la producción en la raíz estaba directamente correlacionada con la proporción del desarrollo de la yema. Estacas con yemas inactivas fracasaron en el enraizamiento, aún bajo las mejores condiciones, pero cuando las yemas renovaban su actividad, el enraizamiento ocurría. Indica también que la extracción de un anillo en la corteza de una pequeña sección del tronco debajo de las yemas también a formar raíces. (CONIF, 2002).

2.5.7 Reproducción por brotes.

Se producen en las plántulas en platabandas, las cuales pueden provenir de semillas, estacas o de un mismo brote. En algunos casos se ha procedido a extraer plántulas criadas en fundas para trasplantar en platabanda, también se utiliza plántulas de regeneración natural. (Añazco, M. 1996)

El tallo se corta en forma inclinada, a una altura de 1 cm. de la superficie del sustrato, evitando dañar la corteza. Dependiendo de las condiciones del suelo y clima, entre 30 y 60 días se puede observar los brotes. (Añazco, M. 1996).

Después de 30 a 45 días del aporque y poda, los brotes están con raíces y listos para el trasplante ya sean en fundas o platabandas. Es importante podar las raíces muy largas antes del trasplante y evitar la mayoría de las hojas. Antes de extraer los brotes, el día anterior se debe humedecer el sustrato. (Añazco, M. 1996).

Luego se extrae los brotes buscando que cada uno salga con el mayor volumen posible de raíces. Una vez extraídos los brotes, si se desea llevar la planta madre al campo definitivo es recomendable esperar entre 15 y 20 días para que se recupere. (Añazco, M. 1996).

Durante todo el proceso es importante tener presente los riegos, protección y podas de raíces. (Añazco, M. 1996).

Para la propagación de Aliso en los viveros comunales, para ello se utilizó la propagación vegetativa de Aliso Blanco, en platabandas, obteniendo plántulas de gran vigor vegetativo producidas en fundas. (CONIF, 2002).

Para una propagación vegetativa adecuada depende del material vegetal a trabajar, condiciones climáticas, sistemas de riego, sustratos y fertilización, lo más importante es el sustrato ya que de ello dependerá la rapidez en el proceso de germinación y el enraizamiento, ya que los sustratos están formados por materia orgánica viva e inerte y fragmentos minerales. (Proyecto de Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador 1994).

2.5.8 *Alnus jorullensis* H.B.K (Aliso)

El aliso prefiere climas húmedos con una precipitación mayor a 1500 mm al año. Son favorables las zonas con neblina frecuente y resiste algunas heladas ligeras. Durante la etapa de germinación de la semilla y su desarrollo inicial, la plántula es muy susceptible a la sequía. (Barreto, G., Herrera, J., Y Navarrete, e. 1992.)

Por eso, normalmente solo se ve el aliso en sitios húmedos (orillas de ríos etc.). Sin embargo, esta especie puede crecer bien en laderas más secas. Utilizando plantas bien lignificadas y una buena preparación del terreno es posible plantar el aliso en una amplia gama de sitios. El kykuyo es indicador de sitios para esta especie. (Carlson 1990)

2.6 EL SUSTRATO

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. www.infoagro.com

2.6.1 Características del sustrato ideal.

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo: (Delgado, F. 1989).

a) Propiedades físicas:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.

- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.

Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio). (Artetxe, A. 1997).

b) Propiedades químicas:

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.

Mínima velocidad de descomposición. (Buenza, A. 1997).

c) Otras propiedades.

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.

Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales (Urrestarazu, M. 1997).

2.6.2 Tipos de sustratos.

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. www.infoagro.com

a. Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc. www.infoagro.com

b. Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc. www.infoagro.com

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. www.infoagro.com

Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. www.infoagro.com

Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal. www.infoagro.com

2.6.3 Según el origen de los materiales.

2.6.3.1 Materiales orgánicos

a. De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).

b. De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, polietileno expandido, etc.).

c. Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. (Canovas, F. y Díaz, J. 1993).

La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.) (Canovas, F. y Díaz, J. 1993).

2.6.3.2 Materiales inorgánicos o minerales.

a. **De origen natural.** Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.). (Fernández, M. et. al. 1998)

b. **Transformados o tratados.** A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.). (Fernández, M. et. al. 1998).

c. **Residuos y subproductos industriales.** Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.) (Fernández, M. et. al. 1998).

2.7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE SUSTRATOS.

2.7.1 Sustratos naturales

a) **Agua.**

Es común su empleo como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato. (Aguilar, M. et, al. 1998).

b) Gravas.

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1.500-1.800 kg/m³. (Llurba, M. 1997).

Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. (Llurba, M. 1997).

Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse. Existen algunas gravas sintéticas, como la herculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras. (Llurba, M. 1997).

c) Arenas.

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. (Maroto, J.1990).

Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. (Maroto, J.1990).

Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %.

Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8.

Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores. (Maroto, J.1990).

d) Tierra volcánica.

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. (Urrestarazu, M. 1997).

Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La C.I.C. es tan baja que debe considerarse como nulo. (Urrestarazu, M. 1997).

Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo. (Urrestarazu, M. 1997).

e) Turbas.

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica. (Maroto, J. 1990).

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbias rubias tiene un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. (Maroto, J. 1990).

La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros. (Maroto, J. 1990).

Cuadro 1. Propiedades de las turbas

Propiedades	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (gr/cm ³)	0,06 - 0,1	0,3 - 0,5
Densidad real (gr/cm ³)	1,35	1,65 - 1,85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 – 84
Capacidad de absorción de agua (gr/100 gr ms.)	1.049	287
Aire (% volumen)	29	7,6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33,5	24
Agua de reserva (% volumen)	6,5	4,7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25,3	47,7
C.I.C. (meq/100 gr)	110 – 130	250 o más

Fuente: Fernández *et al.* 1998

f) Corteza de pino.

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera. Al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad, las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o composta. (Mainardi, F. 1996).

Las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. Las propiedades físicas dependen del tamaño de sus partículas, y se recomienda que el 20-40% de dichas partículas sean con un tamaño inferior a los 0,8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0,1 a 0,45 g/cm³. La porosidad total es superior al 80-85%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, siendo su capacidad de aireación muy elevada. (Mainardi, F. 1996).

El pH varía de medianamente ácido a neutro. La CIC es de 55 meq/100 g. (Mainardi, F. 1996).

g) Fibra de coco.

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200 kg/m³.

Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee. . (Mainardi, F. 1996).

2.7.2. Sustratos artificiales.

a) Lana de roca.

Es un material obtenido a partir de la fundición industrial a más de 1600 °C de una mezcla de rocas basálticas, calcáreas y carbón de coke. Finalmente al producto obtenido se le da una estructura fibrosa, se prensa, endurece y se corta en la forma deseada. En su composición química entran componentes como la sílice y óxidos de aluminio, calcio, magnesio, hierro, etc. (Urrestarazu, M. 1997).

Es considerado como un sustrato inerte, con una C.I.C. casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años. (Urrestarazu, M. 1997).

Es un material con una gran porosidad y que retiene mucha agua, pero muy débilmente, lo que condiciona una disposición muy horizontal de las tablas para que el agua se distribuya uniformemente por todo el sustrato. (Urrestarazu, M. 1997).

Cuadro 2: Propiedades de la lana de roca

Densidad aparente (gr/cm ³)	0,09
Espacio poroso (%)	96,7
Material sólido (% volumen)	3,3
Aire (% volumen)	14,9
Agua fácilmente disponible + agua de reserva (% volumen)	77,8
Agua difícilmente disponible (% volumen)	4

Fuente: Fernández et al. 1998

b) Perlita.

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1.000-1.200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las rolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³. (Artetxe, A. 1997).

Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su C.I.C. es prácticamente nula (1,5-2,5 meq/100g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. (Artetxe, A. 1997).

Su pH está cercano a la neutralidad (7-7,5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc. (Artetxe, A. 1997).

Cuadro 3. Propiedades de la perlita

Propiedades físicas	Tamaño de las partículas (mm de diámetro)		
	0-15 (Tipo B-6)	0-5 (Tipo B-12)	3-5 (Tipo A-13)
Densidad aparente (Kg/m ³)	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso (%)	97,8	94	94,7
Material sólido (% volumen)	2,2	6	5,3
Aire (% volumen)	24,4	37,2	65,7
Agua fácilmente disponible (% volumen)	37,6	24,6	6,9
Agua de reserva (% volumen)	8,5	6,7	2,7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	27,3	25,5	19,4

Fuente: Fernández et al. 1998

c) Vermiculita.

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C. Su densidad aparente es de 90 a 140 kg/m³, presentándose en escamas de 5-10 mm. Puede retener 350 litros de agua por metro cúbico y posee buena capacidad de aireación, aunque con el tiempo tiende a compactarse.

Posee una elevada C.I.C. (80-120 meq/l). Puede contener hasta un 8% de potasio asimilable y hasta un 12% de magnesio asimilable. Su pH es próximo a la neutralidad (7-7,2). (Artetxe, A. 1997).

d) Arcilla expandida.

Se obtiene tras el tratamiento de de nódulos arcillosos a más de 100 °C, formándose como unas bolas de corteza dura y un diámetro, comprendido entre 2 y 10 mm. La densidad aparente es de 400 kg/m³ y posee una baja capacidad de retención de agua y una buena capacidad de aireación. Su C.I.C. es prácticamente nula (2-5 meq/l). Su pH está comprendido entre 5 y 7. Con relativa frecuencia se mezcla con turba, para la elaboración de sustratos. (Urrestarazu, M. 1997).

e) Polietileno expandido.

Es un plástico troceado en flóculos de 4-12 mm, de color blanco. Su densidad es muy baja, inferior a 50 Kg/m³. Posee poca capacidad de retención de agua y una buena posibilidad de aireación. Su pH es ligeramente superior a 6. Suele utilizarse mezclado con otros sustratos como la turba, para mejorar la capacidad de aireación. (Aguilar, M. et. al. 1998).

2.8 HUMUS DE LOMBRIZ

Se considera que el humus de lombriz es el mejor abono orgánico que existe, con posibilidades de ser producido y utilizado en forma masiva. el lombricompuesto, esta formado principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos benéficos, hormonas y todos los macro y micro nutrientes, dependiendo las proporciones, de las características químicas del sustrato que sirvió como alimento a las lombrices.

El humus de lombriz cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera. (Gonzalo, CH. 2001).

2.8.1 Propiedades Químicas.

- a) Incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, fósforo y Azufre, fundamentalmente actúa favorablemente respecto al Nitrógeno.
 - b) Incrementa la eficiencia de fertilización, particularmente con el Nitrógeno
 - c) Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder buffer (Tampón químico)
 - d) Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- (Manual Agropecuario. 2002).

2.8.2 Propiedades Físicas

- a) Mejora la estructura, dando menor densidad aparente a los suelos pesados y compactos y aumentando la unión de las partículas en suelos arenosos.
- b) Mejora la permeabilidad y aireación.
- c) Reduce la erosión del suelo.
- d) Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- e) Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorina. (Manual Agropecuario. 2002).

2.8.3 Propiedades Biológicas

- a) El humus de lombriz es fuente de energía, la cual incentiva la actividad microbiana.
- b) Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros se incrementa y diversifica la flora microbiana. (www.biofiltro.cl avf ingeniería ambiental Ltda.)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÀREA DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 LOCALIZACIÓN DEL ÀREA DE INVESTIGACIÓN



3.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

- Altitud: 2400 a 3000 msnm en la parte más baja Zuleta-Esperanza
- La temperatura promedio varía de 12 a 18 °C
- Presión atmosférica, máxima absoluta en hPa 787,4 y la mínima 784,3
- Su clima es templado frío; Bioclima es frío muy húmedo y templado húmedo.
- Humedad media en %, máxima 84 y mínima 65
- Temperatura media del punto de rocío en °C, máxima 15,1 y mínima 12,9
- Nubosidad total en octas, promedio 6
- Pluviosidad en milímetros, máxima 74.3 y mínima 32.7
- Promedio de número de días con precipitación mensual, 11 días
- Viento predominante en rumbos promedio Norte
- Velocidad del viento predominante en KT promedio 8
- Precipitación pluviométrica (mm³) 50-750

Datos estación meteorológica del ex aeropuerto de Ibarra.

3.1.3 DELIMITACIÓN DEL SITIO

Ubicación: provincia de Imbabura vía principal Ibarra – Zuleta

Sus límites son:

Norte: Parroquia la Esperanza del Cantón Ibarra (Imbabura)

Sur: Parroquia de Olmedo del Cantón Cayambe (Pichincha)

Occidente: Parroquia de San Pablo de Cantón Otavalo (Imbabura)

Oriente: Parroquia Mariano Acosta Cantón Pimampiro (Imbabura)

3.1.4 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN DEL VIVERO

Tiene una extensión de 1,5ha, terreno del cual es utilizado 3000m² el nombre del vivero es Fert & Plantas.

Se encuentra ubicado en la comunidad de Rumipamba parroquia la Esperanza cantón de Ibarra provincia de Imbabura. En la vía principal Ibarra – Zuleta.

3.1.5 FAUNA

El conejo de monte, colibrí pájaro brujo gallinazo, venado, chundaro, tórtola, paloma ganado salvaje golondrina son animales nativos de la Parroquia, y los animales domésticos son el cuy, conejo, gallina, ganado (lanar, bovino, caballar, porcino), perros, gatos etc.

3.1.6 FLORA

Las plantas nativas de la Zona son el pumamaqui, quishuar, yagual, aliso, chilca, moras silvestres y lechero, entre los árboles exóticas están el eucalipto, pino.

En la parroquia predominan ampliamente los páramos de pajonal, otros tipos de páramos están presentes en extensiones muy pequeñas. Verbena, Chilca negra, Marco, Mortiño, Taxo, silvestre, Arrayán blanco, Mora, Ortiga negra, chocho, Capulí.

Cuadro 4: Datos meteorológicos de la ciudad Ibarra.

Temperatura media 17.7°C	Nubosidad 6 octas
Temperatura máxima 26.2°C	Precipitación 51.4mm
Viento norte con 8 nudos	Temperatura mínima 6.8°C
Presión media 781.6hPa	Humedad relativa 72%
Presión máxima 784.5hPa	Punto de rocío 12.1oc
Presión mínima 777.7hPa	Tención del vapor 14,3hPa

Fuente: Dirección General de Aviación Civil, 1999

3.2 MATERIALES

Cuadro 5: Materiales de campo

Rastrillo	Carretilla	Manguera
Zaranda	Cinta	Regaderas
Fundas	Estacas	Mallas
Bomba de mochila	Vitavax	Azadones
Arena	Tierra de paramo	Tijera de podar

Elaborado por: El autor

Cuadro 6: Materiales de oficina

Libreta de campo	Carta topográfica
Cámara	GPS
Laptop	Brújula

Elaborado por: El autor

3.3 MÉTODOS

3.3.1 RECOPIACIÓN DE MATERIAL VEGETATIVO

El material fue recopilado en el cantón Urcuquí parroquia San Blas provincia de Imbabura; de los árboles seleccionados se procedió a escoger de la base el material vegetativo observando que tengan una gran cantidad de rebrotes así como también de la parte media y apicales para su selección.

3.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

Las estacas fueron frescas y de dimensiones variables, siendo las más frecuentes de 19 a 25 cm de tamaño y de 0,6 a 2,25cm de diámetro con un buen número de rebrotes.

3.3.3 NÚMERO DE PLANTAS DE LA INVESTIGACIÓN

El número de plantas empleadas para el estudio de esta investigación fue de 120 plantas/estacas.

3.3.4 PREPARACIÓN DEL MATERIAL

Las estacas ya recolectadas fueron sumergidas en un recipiente con agua durante 2 minutos, luego se procedió a agruparles en grupos de 30 unidades para envolverles en papel periódico y finalmente meterles en un congelador durante un día para su efectiva acción.

3.3.5 FORMACIÓN Y COMBINACIÓN DE SUSTRATOS

Se hizo en dos tipos de sustrato:

Sustrato 1 (s1): tierra de paramo y humus 2:1, donde se procedió a la mezcla de los sustratos tomando en cuenta la unidad de medida dos carretillas de tierra de paramo y una carretilla de humus.

Sustrato 2 (s2): tierra de paramo con un 96% y un 4% de presencia mínima de arena de río.

3.3.6 DESINFECCIÓN DE LAS ESTACAS

La desinfección de las estacas se lo hizo con vitavax teniendo en cuenta el corte al cual se lo va a desinfectar para lo cual se introdujeron durante 5 a 10 segundos hay que destacar que este proceso es junto con el enfundado y al instante que se esta plantando la estaca en los sustratos.

3.3.7 ENFUNDADO Y PLANTACIÓN DE LAS ESTACAS

El enfundado se llenó en fundas de 5x8 de color negro con el siguiente procedimiento. Con un sustrato, primero la mitad, luego se colocó la estaca y posteriormente el llenado total de la funda con el total de 60 estacas para el sustrato 1 y 60 estacas para el sustrato 2.

3.3.8 RIEGO

El riego fue por inundación observando que absorban lo suficiente para su desarrollo con agua de regadío esto pasando un día en el transcurso de las mañanas y por las tardes.

3.3.9 CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas fue de forma manual, de acuerdo a la presencia de estas plantas indeseables en las 120 fundas total de la investigación. La limpieza de malezas inició a los 12 días de realizada la plantación, con la finalidad de que no exista competencia en el aprovechamiento de nutrientes y que no se desarrollen las malas hierbas, luego se realizó cada vez que era necesario, cuidando de que no se maltraten los estacas plantadas.

4. RESULTADOS

4.1 VARIABLES EN EL ESTUDIO

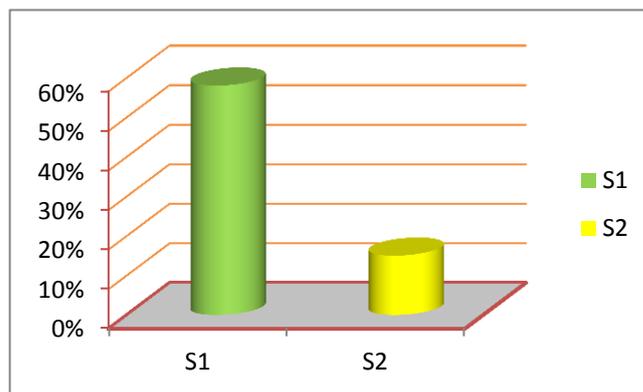
Las variables que se evaluaron son:

Porcentaje de prendimiento, numero de rebrotes, longitud de raíces por muestreo

La toma de datos de las variables fue en una sola ocasión a los 50 días de establecido el ensayo.

4.1.1 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO:

Gráfico 1. Porcentaje de prendimiento (50 días)

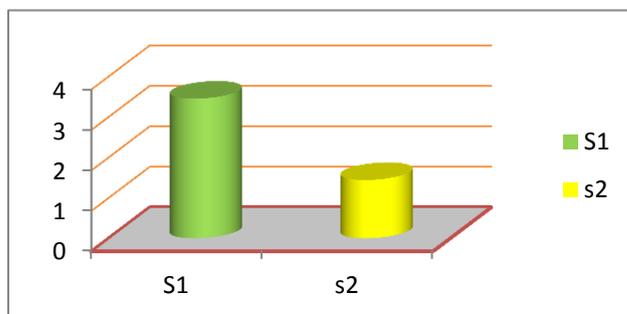


Elaborado por: El Autor

Luego de haber hecho el respectivo análisis del prendimiento a los 50 días desde el momento de la plantación de las estacas se acontece que para el S1 se obtuvo un prendimiento del 58% las cuales fueron 35 estacas prendidas, 20 estacas sin resultados de prendimiento y 5 muertas. Para el S2 se evidenció un prendimiento del 15% las cuales fueron 9 estacas prendidas, 40 estacas sin resultados y 11 muertas. Ver gráfico 1

4.1.2 NÚMERO DE REBROTOS Y ESTIMADORES ESTADÍSTICOS

Grafico 2. Número de rebrotes promedio (50 días)



Elaborado por: El autor

De los resultados obtenidos y sometidos a análisis se observa que para el número de rebrotes promedio en el S1 fue 3,35; cabe destacar que se observaron entre uno y ocho rebrotes; mientras que en el S2 se obtuvo un promedio de 1,44; registrándose únicamente entre uno y dos rebrotes Ver gráfico: 2

Cuadro 7. Estimadores estadísticos para el número de rebrotes

Nº rebrotes	S1	S2
Media	3,35	1,44
S ²	3,97	0,27
S	1,99	0,52
Sx	0,33	0,08
CV	59,39	36,48

Elaborado por: el autor

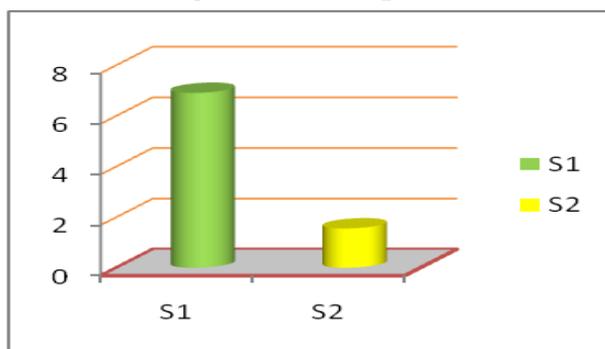
Al realizar el cálculo de los estimadores estadísticos se evidencia valores inferiores en el S2 con respecto al S1. En lo que respecta al coeficiente de variación es muy heterogéneo en los dos sustratos, esto se puede deber al efecto del sustrato, así como también al origen de las estacas, ya que unas son basales otras de la parte media y unas apicales.

La varianza desviación y el error estándar de la media en los dos tipos de sustratos evidencian valores sumamente pequeños lo que indica una agrupación de los datos alrededor de las medias esto se debe a que en los dos sustratos se registraron valores bajos de número de rebrotes. Ver Cuadro 7

4.1.3 LONGITUD DE RAÍCES Y ESTIMADORES ETADÍSTICOS

Grafico 3. Longitud de raíces cm (50 días)

Grafico 3. Longitud de rices promedio (50) días



Elaborado por: El autor

Se seleccionó diez estacas por sustrato de manera aleatoria para medir el número de raíces que hayan brotado con esos resultados obtenidos se deduce que para el S1 la longitud de las raíces es de 6,9cm en promedio y para el S2 la longitud de las raíces es de 1,5cm en promedio. Ver gráfico 3.

Cuadro 8. Estimadores estadísticos para longitud de raíces (cm)

Longitud	S1	S2
Media	6,9	1,55
S^2	0,98	0,41
S	0,99	0,64
S_x	0,16	0,10
CV	14,41	41,50

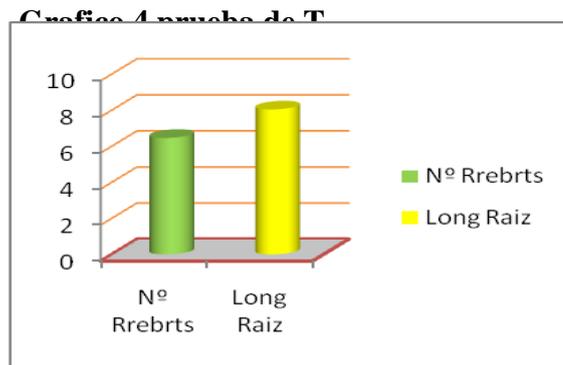
Elaborado por: El autor

En lo que respecta el análisis luego del cálculo de los estimadores estadísticos se evidencia valores inferiores en el S2 con respecto al S1. En lo que respecta al coeficiente de variación es muy heterogéneo en los dos sustratos, esto se puede deber al efecto del sustrato, así como también al origen de las estacas, ya que unas son basales otras de la parte media y unas apicales.

La varianza desviación y el error estándar de la media en los dos tipos de sustratos evidencian valores mínimos lo que indica una agrupación de los datos alrededor de las medias esto se debe a que en los dos sustratos se registraron valores bajos en la longitud de las raíces. Ver Cuadro 7

4.1.4 PRUEBA DE “t” PARA EL NÚMERO DE REBROTE Y LONGITUD DE LAS RAÍCES

Grafico 4. Prueba “t” de Student



Elaborado por: El autor

- **Número de rebrotes**

$$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{Sc_{\bar{x}}} \quad t_c = \frac{3,35 - 1,44}{0,29}$$

- **Longitud de raíces**

$$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{Sc_{\bar{x}}} \quad t_c = \frac{6,90 - 1,55}{0,66}$$

Los datos obtenidos en el número de rebrotes fue de 6,46 y según la tabla de t Student tiene un valor de 2,447 al 95% y 3,707 al 99%; para la longitud de la raíz tiene 8,04 lo cual la tabla de t Student tiene un valor de 2.306 al 95% y 3.355 al 99% lo cual estadísticamente son significativos y que el S1 es superior al S2. Ver gráfico 4.

5 RESPUESTA A LAS PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuál será el porcentaje de prendimiento en cada uno de los sustratos?

Se aconteció que para el S1 se obtuvo un prendimiento del 58% las cuales fueron 35 estacas prendidas, 20 estacas sin resultados de prendimiento y 5 muertas. Para el S2 se evidenció un prendimiento del 15% las cuales fueron 9 estacas prendidas, 40 estacas sin resultados y 11 muertas.

- ¿Cuál será el número de rebrotes por planta y sustrato?

El número de rebrotes promedio en el S1 fue 3,35; cabe destacar que se observaron entre uno y ocho rebrotes; mientras que en el S2 se obtuvo un promedio de 1,44; registrándose únicamente entre uno y dos rebrotes.

- ¿Cuál será el mejor de los sustratos en la formación radicular de la especie?

Mediante esta investigación el sustrato uno fue favorable para el desarrollo del aliso, tanto en el sistema radicular como para el prendimiento de la misma.

6 CONCLUSIONES

- El porcentaje de prendimiento fue de 58% para el sustrato uno y de 15% para el sustrato dos. Obteniéndose un mayor prendimiento en el sustrato uno debido que la presencia del humus posiblemente contribuyó a la nutrición de las estacas y a su prendimiento.
- El número de rebrotes promedio correspondió a 3,35 para el sustrato uno y para el sustrato dos de 1,44.
- Se concluye que mediante esta investigación el sustrato uno fue favorable para el desarrollo del aliso, tanto en el sistema radicular como para el prendimiento de la misma.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para un buen prendimiento y brote de estacas en aliso se tome en cuenta el sustrato que se dio a conocer en esta investigación con buenos resultados para la especie.
- Para futuras investigaciones o producción del aliso por estaca se debe tomar en cuenta la recolección de estas que sean de la parte basal del árbol y observar que tengan una buena presencia de pequeños nudos.
- Se recomienda para futuras investigaciones tener un tiempo más prolongado para obtener resultados que permitan determinar con mayor certeza cual es el desarrollo de las estacas según el sustrato empleado.

8. RESUMEN

El estudio “Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia de La Esperanza” se lo hizo con el propósito de propagar el aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) en dos tipos de sustrato para dar un aporte a los presentes, futuros investigadores y productores de esta especie.

Se trabajó en base a los siguientes objetivos determinar el porcentaje de prendimiento en cada uno de los sustratos, identificar el número de rebrotes por planta, sustrato y determinar el mejor de los sustratos en la formación radicular de la especie.

El material vegetativo se lo colectó en el cantón de Urcuquí parroquia de san Blas provincia de Imbabura; de los árboles seleccionados se escogió de la base las estacas y el vivero en el cual se hizo esta investigación está ubicado en la comunidad de Rumipamba parroquia la Esperanza cantón de Ibarra provincia de Imbabura. En la vía principal Ibarra – Zuleta.

Las variables evaluadas fueron porcentaje de prendimiento, numero de rebrotes, longitud de raíces por muestreo.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de estimadores estadísticos proporcionando para el S1 se obtuvo un prendimiento del 58% lo cual fueron 35 estacas prendidas, 20 estacas sin resultados de prendimiento y 5 muertas. Mientras que para el S2 se evidenció un prendimiento del 15% lo cual fueron 9 estacas prendidas, 40 estacas sin resultados y 11 muertas. El número de rebrotes promedio en el S1 fue 3,35; cabe destacar que se observaron entre uno y ocho rebrotes; mientras que, en el S2 se obtuvo un promedio de 1,44; registrándose únicamente entre uno y dos rebrotes por último se deduce que para el s1 la longitud de las raíces fue de 6,9cm en promedio y para el S2 la longitud de las raíces fue de 1,5cm en promedio; los datos que aquí se presenta fueron obtenidos en un tiempo de 50 días, por lo cual se recomienda un tiempo más prolongado para obtener resultados que permitan determinar con mayor certidumbre cual es el desarrollo de las estacas según el sustrato empleado.

9. SUMMARY

The study "Vegetative propagation of alder (*Alnus acuminata* H.B.K) using two types of substrate in the parish of Hope" it was for the purpose of spreading the Alder (*Alnus acuminata* H.B.K) in two types of substrate to give a contribution to the present, future researchers and producers of this species.

Was worked according to the following objectives to determine the percentage of surviving at each of the substrates, identifying the number of tillers per plant, and determine the best substrate of the substrates in root formation of the species.

The plant material was collected in the canton of St. Blaise parish Urcuquí province of Imbabura, the trees selected were chosen based on the stakes and the nursery which made this research is located in the community of Hope parish Rumipamba Ibarra canton of Imbabura province. In the road Ibarra – Zuleta.

The variables evaluated were percentage of seizure, number of buds, and length of roots per sample.

The results obtained were subjected to an analysis of statistical estimators for raising awareness S1 yielded a 58% engraftment were 35 stakes which lit, 20 results of grafting cuttings and 5 dead. While for S2 showed a 15% engraftment were 9 which lit stakes, 40 stakes and 11 dead with no results. The average number of sprouts in the S1 was 3.35, it is noteworthy that there were between one and eight volunteers, while in the S2 had an average of 1.44; recorded only one to two volunteers finally follows that for s1 root length was 6.9 cm in average and for the S2 root length was 1.5 cm in average; data presented here were obtained in a 50-days' time so we recommend a longer time to obtain results with greater certainty to determine which is the development of the stakes as the substrate used.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, M. et al. 1998. Suelo y Medio Ambiente en Invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. España –Sevilla.
2. Añazco M. 1996. Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador. Aliso. Editorial graficas Iberia. Quito- Ecuador. El aliso 7-22
3. Añazco M. 1998. Producción de plantas Quito Ecuador. Sistema de capacitación de recursos renovables, red agroforestal ecuatoriana febrero 1998 modulo N°3 111p
4. Artetxe, A. 1997. Caracterización Física de Sustratos en Cultivos. Quito-Ecuador.
5. Barreto, G., Herrera, J., Y Navarrete, e. 1992. *Alnus Jorullensis*. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. Colombia. 55p.
6. Buenza, A. 1997. Caracterización Física de los Sustratos en Cultivos. Revista Hortícola N.- 125. Quito-Ecuador.
7. Canovas, F. y Díaz, J. 1993. Cultivos sin Suelos. Cursos Superior de Especialización. Editorial. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la investigación Agraria en la Provincia de Almería.
8. Carlson P. - Añazco, m. 1990. Establecimiento y manejo de prácticas Agroforestales en la sierra Ecuatoriana. Quito Ecuador. 187p
9. Carrillo F. 1998. Propiedades Físicas y Mecánicas en Especies Nativas, Aliso, Arrayán, Capulí, Molle, Quishuar. ESPOCH. Riobamba-Ecuador.
10. Carpelletti C. 1980. Tratado de Botánica. Editorial mandí. S.A. Edición cuarta. Barcelona España.

11. Casanova F. 1976. Enciclopedia del Ambiente. Editorial Bruguera S.A. Tomo 4-10. Barcelona-España.
12. Chamacas S. y Tipaz G. 1995. Árboles de los Bosques Interandinos del Norte de Ecuador. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana. Monografía N°4. Quito-Ecuador.
13. Chicaiza, D.2004. Propagación Vegetativa de *Tectona grandis* L. (teca) través de estacas enraizadas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
14. Corente J. 1997. Manejo de los Sistemas Agroforestales. Edición Omega. Barcelona-España.
15. CONIF, (2002). Aplicación de métodos de estacas e injertos para la Propagación Vegetativa de *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken y *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. Serie de Documentación N47. 61p
16. Delgado, F. 1989. Informe Técnico N.- 12. Programa de Investigación en Cultivos Forestales. INIA. Lima-Perú.
17. Fernández, M. et. al. 1998. Suelo y Medio Ambiente en Invernaderos. Conserjería de Agricultura y Pesca. Sevilla-España.
18. Gonzalo, CH. 2001. Manual de Lombricultura. Fundación desde El Surco.
19. Hidrovo L. 1992. Árboles y Arbustos Nativos para el Desarrollo Forestal Alto andino. Editorial Luz de América. Edición Primera. Quito-Ecuador.
20. INEFAN. 1992 Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y de Vida Silvestre. Auto ecología de la Especie de Aliso. Cartilla N.-2. Quito-Ecuador.
21. Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los Sustratos. Revista Hortícola.
22. Mainardi, J. 1980. El huerto y el Jardín en su Piso. Editorial Da Vicchi.

Barcelona-España.

23. Manual Agropecuario. 2002. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá Colombia.
24. Manual de Viveros Forestales. Serie de Documentación N45. Bogotá -Colombia 80p.
25. Maroto, J. 1990. Elementos de Horticultura General. Editorial Mundi-Prensa. Madrid- España.
26. Mesen F, Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales .CATIE PROSEFOR serie técnica Manual n° 30 Turrialba Costa Rica 1998 35, p18
27. Moottet y Hamm. 1970. Árboles y Arbustos Ornamentales. Edición Mundi. España.
28. Ordoñez L. Arbeláez, M. Prada I.2004. Manejo de semillas Forestales nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú.
29. Palacios, W. - Kleinn, C. Jolitz, T. 2.001 Manual para estudios Científicos en Forestaría, Agricultura y Ecología. Quito-Ecuador. 2001.
30. Proyecto de desarrollo forestal Campesino en los Andes del Ecuador. 1994.
31. Ulloa C. y Moller P. 1995. Guía sobre la Repoblación Forestal. Editorial ABYA-YALA. Cayambe-Quito-Ecuador.
32. Urrestarazu, M. 1997. Manuel de Cultivos sin Suelo. Editorial Servicios de Publicaciones. Almería. Universidad de Almería. España.
33. Vizcaíno M. y Aguirre C. 2010 Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales e investigaciones forestales. Ibarra-Ecuador p10-12.

34. Google http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm
Información agroforestal. Acceso del 25 al 26 de abril del 2012.

ANEXOS

1. Recolección del material vegetativo



2. Preparación del material vegetativo



3. Preparación de los sustratos



4. Enfundado y riego



5. Desarrollo de las estacas en cada sustrato en las primeras semanas



6. Toma de datos a los 50 días de las estacas



7. Toma de datos para el s1



8. Toma de datos para el s2

