

## CAPÍTULO I

### 1 INTRODUCCIÓN.

El Proyecto Múltiple San Jacinto fue creado mediante Decreto Supremo N° 14068 del 28 de octubre de 1977, estableciéndose como Unidad Desconcentrada de la Prefectura del Departamento (Hoy Gobernación), cuyas actividades principalmente están orientadas a beneficiar a los agricultores del Valle Central de Tarija pertenecientes a las comunidades del área de acción, teniendo como objetivo general de suministrar y almacenar agua para riego y consumo humano, apoyar la diversificación e incorporación de nuevas áreas de tierras a la agricultura bajo riego, incrementando la producción agrícola, piscícola, controlar la erosión y generar energía eléctrica (Proyecto Forestación y Reforestación, 2013).

A través de la Ley 3857 del 14 de mayo del 2008, donde en su artículo 2, indica “Declarase de interés y necesidad del Departamento de Tarija, la preservación de la cuenca del Río Tolomosa, con el objeto de controlar el proceso dinámico de erosión en las áreas degradadas o próximas a ello, disminuir la cantidad de sedimentos que se transportan y depositan en el embalse del lago San Jacinto, incrementar la cobertura vegetal en el mismo, controlar y monitorear el uso de agroquímicos que están contaminando gradual y sistemáticamente las fuentes de agua para la ciudad de Tarija, los afluentes y el Lago San Jacinto”.

Por tal motivo, en los últimos años el gobierno nacional y departamental a través de diferentes programas con “Unidades Descentralizadas” realiza plantaciones de árboles con el fin de promover el desarrollo en equilibrio y en armonía con la madre tierra, mediante el manejo integral del medio ambiente y los ecosistemas, con enfoques de cuencas, generando condiciones de equidad, transparencia y reciprocidad, con participación de todos los actores, para el vivir bien (MMAyA, 2013).

Si bien la tendencia es que las plantaciones van a incrementarse, la incertidumbre acerca del éxito es todavía grande. Por lo tanto, una revisión de experiencias

desarrolladas puede ayudar a encontrar debilidades y fortalezas con el fin de generar insumos para tomar decisiones en las diferentes organizaciones que promueven la reforestación y para los propios inversores individuales (Sandoval, 2008).

En nuestro medio existe escasa información y experiencia a cerca de evaluación de plantaciones forestales y más aún en la evaluación de plantaciones jóvenes (1 a 2 años de edad), lo cual despierta el interés en la evaluación y recopilación de información que vendría a fortalecer los conocimientos para futuras plantaciones.

Conceptos como competitividad, calidad y productividad en la actividad forestal, sólo pueden ser conseguidos, si se introduce una cultura de evaluación y control que debe ir desde la semilla, el vivero y hasta la cosecha del producto (Sandoval H. 2008).

### **1.1 JUSTIFICACIÓN.**

La cabecera de los afluentes de la Cuenca del Río Tolomosa del Departamento de Tarija, presenta un avanzado proceso de degradación del suelo y la vegetación, siendo los procesos muy acelerados de erosión hídrica, causada por la tala indiscriminada de especies forestales y sobre pastoreo en la última década; ocasionando una sedimentación acelerada de la represa de San Jacinto y reduciendo el caudal hídrico para riego de los diferentes cultivos de la zona.

Por esta razón, a fin de controlar y frenar estos sucesos, el Proyecto Múltiple San Jacinto (Gobernación de Tarija) y la Unidad Desconcentrada “U.D.SUSTENTAR” dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, realizan trabajos de rehabilitación y recuperación de suelos forestales para disminuir los efectos ambientales, productivos y sociales, promoviendo la recuperación y protección de la cobertura vegetal. Para este fin existe un firme compromiso y una voluntad social para aprovechar y manejar adecuadamente los recursos naturales (RRNN), y poder llevar adelante el plan planteado: (Proyecto Forestación y Reforestación, 2013).

- Promover la forestación y reforestación, mediante la implementación de rodales con especie de Pino radiata de manera familiar y comunal para incrementar la cobertura vegetal.

Es necesario realizar una evaluación de las plantaciones de Pino radiata que fueron implantados en la cuenca del Río Tolomosa, (en las comunidades de Tolomosa Norte, San Andrés, Pampa Redonda, Pinos Norte y Guerra Huayco), en las gestiones 2013 y 2014, con la finalidad de determinar el índice de crecimiento, índice de mortandad y factores que influyen en el crecimiento de la especie, con lo cual se busca fortalecer, registrar información que permita orientar y guiar a futuras plantaciones en la rehabilitación de tierras forestales, al mismo tiempo se adiciona otros aspectos que justifican una evaluación de estas características, ya que en la zona no se realizaron trabajos similares enfocados en la evaluación de plantaciones jóvenes. Se evaluaron parcelas que fueron establecidas en áreas comunales en diciembre de 2013 en la comunidad de Pampa Redonda (11.7 Ha.), Pinos Norte (13 Ha.) y San Andrés (6.7 Ha.), en febrero de 2014 en las comunidades de San Andrés (4 Ha.), Guerra Huayco (10 Ha.), y en diciembre de 2014 en las comunidades de Tolomosa Norte (26.1 Ha.), Pinos Norte (7.6 Ha.), San Andrés (4 Ha.) y Guerra Huayco (24 Ha.), con la intención de obtener más información acerca de las plantaciones forestales de Pino radiata que vendría a fortalecer los conocimientos para futuras plantaciones.

## **1.2 HIPOTESIS.**

La evaluación de las plantaciones de Pino radiata (*Pinus radiata D. Dom*), será óptimo para obtener información confiable y necesaria, que ayude a orientar y mejorar la calidad de las plantaciones.

## **1.3 OBJETIVOS.**

### **1.3.1 Objetivos General.**

Realizar la evaluación de las plantaciones de Pino radiata (*Pinus radiata D. Dom*), a través del método de muestreo sistemático con parcelas circulares en la cuenca del Río Tolomosa.

### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

- Evaluar la calidad de las plantaciones establecidas en las gestiones 2013 y 2014, a través de factores cualitativos (Bifurcado, fitosanitario, vigorosidad).
- Determinar el porcentaje de mortandad de las plantaciones con la información levantada en el inventario.
- Recolectar información para comparar e identificar la calidad entre sitios.
- Proporcionar información cualitativa del crecimiento del Pino radiata en longitud y diámetro del tallo.

## **CAPÍTULO II**

### **2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

#### **2.1 PLANTACIONES FORESTALES EN EL MUNDO.**

La plantación de árboles tiene una importancia creciente en el mundo, para satisfacer las necesidades de madera y productos que requiere la población mundial en constante crecimiento, y para mejorar los niveles de vida, como asimismo para contrarrestar la menor disponibilidad de madera y otros productos forestales provenientes de los bosques naturales. También se necesitan plantaciones en los casos en que se desea rehabilitar zonas despojadas de vegetación arbórea, como páramos afectados por la salinidad, y donde se necesita especies de rápido crecimiento para recuperar la cubierta vegetal como, por ejemplo, en el caso de la protección de cuencas, represas y canales, o la estabilización de laderas o arenas móviles.

Por lo tanto, el recurso de bosques artificiales ha seguido aumentando en años recientes, siguiendo la tendencia de las últimas dos décadas. A nivel mundial, se han convertido a otros usos o se han perdido por causas naturales 13 millones de hectáreas de bosques anuales entre 2000 y 2010, no existe una cifra global precisa de zonas reforestadas, pero ya en 2010 se añadió alrededor de siete millones de hectáreas de nuevos bosques, cada año en países que perdieron gran parte de sus bosques, cifra que ha seguido creciendo a medida que los planificadores y quienes elaboran las políticas, reaccionan ante la creciente escasez de oferta de madera de los bosques naturales. (Valdivia, 1998)

##### **2.1.1 SUPERFICIES PLANTADAS.**

Una estimación aproximada de las superficies plantadas en países desarrollados era de 60 millones ha en las últimas dos décadas, de las cuales una superficie de unos 15 millones ha en los países europeos podía identificarse claramente como “bosques de especies introducidas o domésticas manejados intensivamente, generalmente con un objetivo primario de máxima producción de madera” (Anón, 1998) creados artificialmente. Existen zonas significativas de plantaciones forestales en Nueva

Zelanda (1.54 millones ha en 1996, 85% de las cuales eran de *Pinus radiata*) (Anón. 1996) y Australia (1.04 millones ha en 1994, 85% de las cuales eran de especies de árboles de coníferas, especialmente *P. radiata*, y las especies de latifoliadas eran casi todas eucalipto) (Anón. 1997). (Valdivia, 1998)

Se calcula que mundialmente el 57% de la superficie de plantaciones forestales en países en desarrollo está constituida por especies no coníferas, y el 63% se estableció con fines industriales (las cifras correspondientes para América Latina y el Caribe son 56% y 79%, respectivamente). Casi las tres cuartas partes de estas plantaciones corresponden a la región de Asia- Pacífico, donde predominan la China (21 millones ha) y la India (20 millones ha), mientras que 15% estaban en América Latina y 10% en África. La tasa anual de reforestación para rollizos y leña para uso industrial en los países en desarrollo fue de unos 3 millones de ha/año en 1995.

La composición de los principales géneros y especies cultivados en las plantaciones forestales de América Latina en 1995 se estimó como sigue:

<b>Cuadro N° 1 Plantación por especie</b>	
<b>Especie</b>	<b>Superficie (1 000 ha)</b>
Eucalipto	3981
Pinos de crecimiento rápido	3745
Otras latifoliadas	754
Otras coníferas	214
<i>Gmelinaarborea</i>	145
<i>Terminaliaspp.</i>	27
Teca	26
Caoba	6
<b>TOTAL</b>	<b>8898</b>

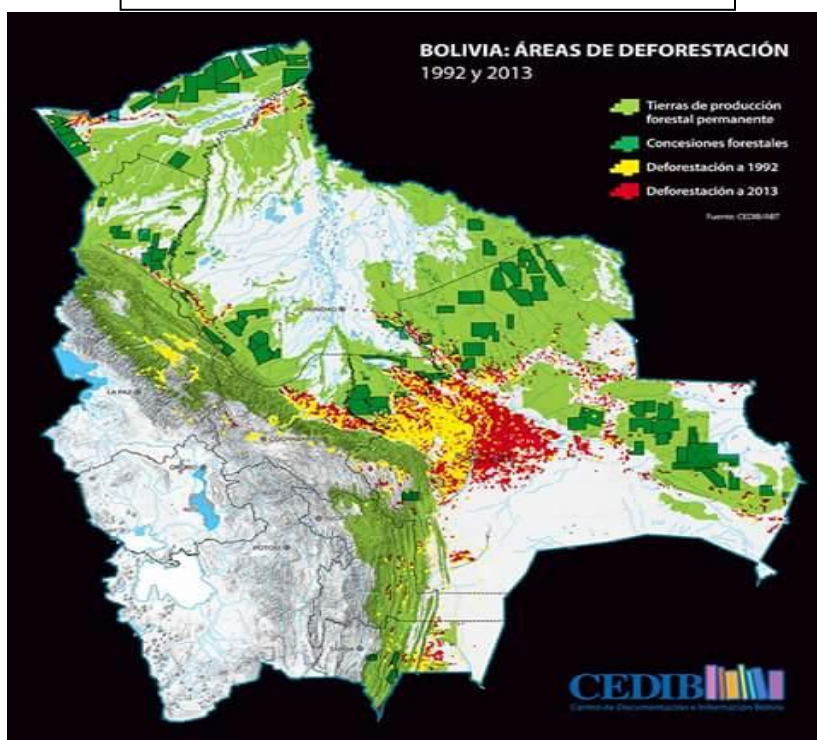
Fuente: Valdivia, 1998

### **2.1.2 SITUACIÓN DE LOS BOSQUES EN BOLIVIA Y TARIJA.**

Los gobiernos departamentales, nacionales y hasta internacionales realizan cumbres para proteger el medio ambiente, pese a ello el daño es ocasionado, entre otras acciones, por la deforestación ilegal de bosques. La diferencia entre el desmonte legal e ilegal es de sólo 400 hectáreas.

Cuando se lo hace de manera legal, se trata de garantizar que antes de la tala de árboles se realicen algunas acciones que disminuyan el daño, pero de todas maneras igual inciden en el Impacto Ambiental, y se destruye el hábitat de la fauna silvestre. Los datos de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierras (ABT) muestran que en la gestión 2015, en el departamento de Tarija, esa institución autorizó el desmonte de 2.255 hectáreas. Esto fue permitido bajo dos modalidades, la primera se trata de aprovechamiento de productos forestales, para lo cual se dio 181 permisos, que permitieron la tala de 3.359 árboles de diferentes especies. Por otro lado, bajo la modalidad de fines agropecuarios, la ABT autorizó la tala de árboles en 1.072 hectáreas. Fueron alrededor de 2.255 hectáreas que fueron deforestadas con autorización de la institución del área, pero también identificaron que unas 1.800 fueron desmontadas de manera ilegal, es decir, casi igual a la cantidad de superficie que sufrió desmonte con permisos.

**Fig. N° 1 Mapa Deforestación en Bolivia**



*Fuente: CEDIB.*

Una Organización No Gubernamental (ONG) paraguaya, que se cita dentro del documento de la ABT, reveló que en Bolivia, sólo en el mes de octubre de 2015, fueron talados 2,7 millones de árboles en el Chaco y el país registró un promedio de deforestación, en ese mes, de 185 hectáreas al día. De acuerdo a esa ONG, en el Chaco americano se derribaron 25 millones de árboles que equivalen a 50.574 hectáreas. En Paraguay 925 hectáreas, en Argentina 576 hectáreas y en Bolivia 185 (Ver Anexo 1). (A.B.T.)

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

El *Pinus radiata* D. Don, es un árbol perteneciente a la familia de las *Pináceas*, género *Pinus*, originaria del suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, principalmente de California.

Es un árbol de talla media, de aproximadamente 30 metros de altura. La ventaja es que es una especie de crecimiento rápido ya que alcanza un diámetro de tronco de más de 100 cm. en su mejor estado. (Maderas.com)

### 2.2.1 SISTEMÁTICA DEL PINO RADIATA.

Taxonómicamente la especie forestal en estudio se clasifica:

<b>Cuadro N° 2 Descripción taxonómica</b>	
REINO	Vegetal
DIVISIÓN	Traqueófitas
SUB-DIVISIÓN	Gimnospermas
CLASE	Coniferópsidas
ORDEN	Coniferales
FAMILIA	Pinaceae
GÉNERO	<i>Pinus</i>
ESPECIE	<i>radiata D. Don</i>

Fuente: *ecuadorforestal.org*, 2013



## **2.2.2 FISIONOMÍA.**

### **2.2.2.1 ORGANOS DE REPRODUCCIÓN.**

El pino es monoico, con vástagos floríferos masculino (microstobilli) y femenino (megastobilli) siempre unisexuales. Los amentos masculinos están compuestos por flores estaminadas insertas en espiral, son productores de polen. Los estróbilos femeninos se componen de escamas seminíferas y tectrices; en estas últimas y en su base se encuentra el primordio seminal donde se forman los óvulos. Luego de la fertilización el cono (estróbilo) adquiere desarrollo y las escamas leñosas se cierran fuertemente permaneciendo comprimidas unas con otras, hasta la madurez, aprisionando en su interior a las semillas. (Mittak W. L., 1978).

### **2.2.2.2 CONOS.**

Oval cónicos, de consistencia leñosa, solitarios o más frecuentemente arracimados en número de 2 a 5 rodeando la rama. Sésiles o cortamente pedicelados, con pedúnculo, corto, curvo o grueso de forma asimétrica.

Grueso en la cabeza y en el medio adelgazado hacia la extremidad, adquieren un tamaño de 5 a 15cm. de longitud con un diámetro de 6 a 9 cm. en su parte más amplia. Las brácteas (escamas) son espesas, desiguales y leñosas, adquieren un color rojo reluciente en la parte externa, con una apófisis saliente y desarrollada. Los conos de posición refleja a la madurez, persisten en la planta durante varios años (Vidal j. 1962).

## **2.2.3 CARACTERES CULTURALES.**

### **2.2.3.1 DISTRIBUCIÓN.**

Este pino dentro de su área natural en el hemisferio norte se lo considera una especie de importancia secundaria, al someterlo a cultivo fuera de dicha área, se ha convertido en un árbol de primera importancia económica (Salinas y Gómez).

Nativo de los Estados Unidos de Norte América, se lo encuentra en el estado de California, en las proximidades de Monterrey, San Luis, y Santa Bárbara,

prolongándose por la Baja California siempre en una faja costanera de clima templado y dentro de un ambiente marítimo. Ocupa en California, un área de 209 a 210 Km por 9.5 a 10 Km, en altitudes desde el nivel del mar hasta los 330 metros. En Australia, Chile, Nueva Zelanda y Sudáfrica se encuentra en más de 750 mil hectáreas de plantaciones.

### **2.2.3.2 CLIMA.**

Esta especie tiene su hábitat natural en climas templados con inviernos benignos, las temperaturas mínimas absolutas de - 6° C y temperatura máxima de 43° C y con una media anual superior en todos los casos a 10° C. soporta heladas siempre que no sean persistentes o extemporáneas. Respecto a la humedad vive en un ambiente húmedo, pero principalmente en verano e invierno y precipitaciones comprendidas entre 375 y 1300 mm anuales, no soporta sequias fuertes. La evapotranspiración anual es menor que la precipitación (Salinas y Gómez, 1978).

En los diferentes lugares donde se ha introducido con éxito las temperaturas son superiores a 10° C y las precipitaciones son de 800 mm año con pequeña sequía estival. La especie resiste bien la brisa, pero no el empuje de vientos los que han dado lugar a serias pérdidas por abatimiento de árboles en razón de su inestabilidad radicular.

### **2.2.3.3 SUELOS.**

Respecto a los suelos que prefiere el Pino radiata podemos puntualizar lo siguiente:

- Prospera bien en suelos derivados de roca madre de diversa naturaleza.
- La profundidad del suelo debe ser superior a 70 cm. para que los árboles alcancen su altura normal.
- Crece mejor en suelos livianos, los muy arcillosos y sin adecuada aireación afectan su desarrollo.
- No soporta suelos mal drenados (IICA-OEA, 1973).

Las experiencias en otros continentes han demostrado que el Pino radiata puede crecer bien en una amplia variedad de suelos; sin embargo los suelos pesados llegan a

propiciar la aparición y desarrollo de enfermedades radiculares y deficiencias, por lo cual no siempre son adecuados para la especie.

#### **2.2.3.4 REGENERACIÓN Y RELACIÓN RAÍZ-PORTE AÉREO.**

En su estado natural tiene alta capacidad de regeneración, por tendencia a darse una baja relación raíz-parte aérea. Los árboles desarrollan troncos largos, pesados y copas grandes; a cambio producen sistemas radiculares escasos, cortos, superficiales aun en suelos ligeros y profundos (Salinas y Gómez).

Ramos F. J. indica que el sistema radical es poco profundo, la raíz principal no suele pasar de los 60 cm; raíces laterales someras e incluso a ras del suelo, en general poco desarrollado en comparación a la copa.

#### **2.2.3.5 TEMPERAMENTO.**

Especie de media luz, sus plantas soportan cubierta arbórea, helechos y otros matorrales durante los tres primeros años, pero después requieren luminosidad y sus pies en estado fustal no soportan cubierta (Ramos F. J. 1979).

Presenta tolerancia intermedia al sombreado, siendo en general más tolerante que la mayoría de los pinos. Tiene un desarrollo rápido hasta los 30 ó 40 años, siempre que no sea superado en crecimiento por otras especies asociadas; pero a partir de los 50 a 60 años lo retarda marcadamente.

#### **2.2.3.6 CRECIMIENTO.**

En mediciones hechas en bosques situados en Arauco (Arg.), a los 26 años de edad alcanza una altura media de 33m, diámetros de 30 a 40 cm. y un incremento en volumen de 35 m<sup>3</sup>/ha/año. Otro bosque en Los Pinos (Arg.) de 23 – 24 años con uno a dos raleos, poseía un altura media de 28 m., diámetro medio de 31 cm. y un incremento anual de 27.5 m<sup>3</sup>/ha/año.

En España, considerada esta especie de rápido crecimiento, tiene un crecimiento volumétrico máximo entre los 19 y 22 años según calidades de estación, llegando en

los mejores casos hasta los 24 m<sup>3</sup> de posibilidad siendo frecuentes posibilidades comprendidas entre los 8 y 10 m<sup>3</sup>/ha/año (Ramos F. J. 1979).

#### **2.2.3.7 PATOLOGÍA.**

Dentro del interés en patología forestal, ha sido reportadas más de 100 especies de hongos asociados con enfermedades y alteraciones de la madera de Pino radiata, siendo calificados tales hongos como parásitos obligados, facultativos o micorrizógenos; aparte se incluyen muérdanos u otros factores adversos a la especie, complicados con enfermedades de viveros, particularmente el Damping-off también conocido como “Mal o Peste de semilleros”, y con pudriciones radiculares en plantitas; enfermedades foliares y de ramillas, ramas, troncos y raíces; pudrición del duramen, y otras enfermedades causadas por diversos agentes o circunstancias generalmente no bióticas.

#### **2.2.3.8 ENFERMEDADES FOLIARES.**

Comparativamente con otros pinos, al Pino radiata, se le conoce escasos agentes patógenos foliares, los cuales se consideran poco dañinos. Amarillamiento de las agujas en bandas han sido atribuidas a enfermedades causadas por los hongos “Lophodermium” y Scirrhia, así como a efectos de sequía, frío, mal drenaje del suelo y contaminaciones atmosféricas.

#### **2.2.3.9 MICORRIZAS.**

Son organismos simbióticos que en algunas especies de coníferas tienen una importancia trascendental en su desarrollo, hasta el punto que la única manera de obtener plántulas vigorosas es a través de su incorporación.

Estos hongos altamente especializados, durante su desarrollo penetran las raicillas de las plántulas cambiando su forma y tamaño. Ellos obtienen de las parcelas los azúcares que son incapaces de metabolizar por sí mismos, traslocando a la plántula nutrientes de difícil movilidad gracias a sus largas hifas. Además ayudan a la

absorción de agua y mediante la excreción de algunas sustancias protegen a la planta contra patógenos (Fundación Chile, 1980).

#### **2.2.3.10 LONGEVIDAD.**

En su hábitat parece que puede llegar hasta los 150 años, si bien no se puede asegurar su plena vitalidad hasta tal edad en los lugares en los que se ha introducido, las masas se aprovechan en turnos más cortos, que no pasan de los 40 años cuando se quieren obtener piezas de grandes escuadrías, siendo frecuente en el caso de desearse productos papeleros, aprovecharlos en turnos comprendidos entre los 10 y 15 años de edad (Ramos F. J. 1979).

#### **2.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA.**

La madera del Pino radiata presenta la siguiente descripción organoléptica:

**COLOR:** La albura es de color blanco, con transición gradual a duramen de color amarillo pálido, aumentando su intensidad a marrón muy pálido.

**OLOR:** Característico a madera resinosa, fragante cuando fresca.

**SABOR:** Ausente o no distintivo.

**BRILLO:** Mediano.

**GRANO:** Recto.

**TEXTURA:** Fina.

**VETEADO:** Suave con líneas longitudinales oscuras. (PADT-REFORT, JUNAC, 1981).

Realizando una somera descripción anatómica podemos indicar que posee traqueidas verticales con puntuaciones en el campo de cruce del tipo pinoide en número de 2 a 6, radio traqueidas numerosas dentadas. Radios leñosos con células o paredes delgadas y poco punteadas. Canales resiníferos verticales finos repartidos en todo el anillo. Macroscópicamente presenta anillos de crecimiento muy notorios y anchos, con paso gradual entre madera de primavera y verano.

Dentro de sus características mecánicas apuntamos que no se agrietan ni tuerce con cambios de humedad y seca fácilmente. Su peso específico es de 0.49 Kgr/m<sup>3</sup>;

contracción radial 2.4, tangencial 3.8 y volumétrica 6.5; módulo de rotura 685 Kgr/cm<sup>2</sup> (flexión estática) y 370 Kgr/cm<sup>2</sup> compresión axial; dureza normal a la fibra 218 Kgr/cm<sup>2</sup>.

### **2.2.5 USO DE LA MADERA.**

La madera de Pino radiata por su “trabajabilidad = 1” es apto para una infinidad de usos, por su poco peso específico y facilidad para trabajar se la emplea en estructuras y fabricación de vigas laminadas, por su color claro y ausencia de olores indeseables se utiliza en embalajes; por la facilidad con que se la puede preservar se emplea en la fabricación de postes de transmisión y de cerca, pilotes, etc. Por el largo de su fibra es un excelente material para la fabricación de pasta mecánica y química (papel, celulosa) y tableros de partículas. Se emplea también para revestimientos de interiores y exteriores, madera terciada, etc. (IICA-OEA, 1973).

La resinación es otra actividad que está dando réditos económicos en plantaciones destinadas a este fin, para ello se debe seguir toda una técnica especializada, como así también un especial manejo silvicultural de las plantaciones.

### **2.2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.**

Los usos a los cuales se ha destinado la madera de Pino radiata, varían desde madera de construcción a maderas de cubiertas, estructuras de viviendas, madera para pisos, revestimientos decorativos, molduras, muebles, puertas, costados y fondos de cajoneras, manillas y otros artículos torneados, respaldo de escobillas, juguetes, palitos de fosforo y mucho más.

Los árboles que producen este material universal son generalmente de buena forma, usualmente bastante derechos y razonablemente uniformes en conicidad. Al ser de edad uniforme, el rango de los diámetros en cuanto a su variación relativa, es menor que en caso de las trozas provenientes de bosques naturales.

Por el lado de las desventajas las trozas son a menudo de menor tamaño que las de maderas duras tradicionales; los árboles mantienen sus ramas hasta la madurez, y a menos que sean podados, la madera es nudosa. Las ramas pueden estar también

inclinadas con un cierto ángulo respecto al tronco, lo que da como resultado la existencia de nudos ovalados. En casos raros, se puede dar que el nudo esté rodeado de corteza y no integrado firmemente a la madera circundante, lo que hace que tenga tendencia a caerse durante las operaciones de secado o aserrado (Chile Forestal, 1981).

### **2.2.7 PLANTACIONES DE PINO RADIATA.**

En Chile, Sudáfrica, Nueva Zelanda y Australia, países en los cuales las especies nativas tenían un valor importante, el Pino radiata se ha convertido no solamente en la especie más importante, sino también en un importante recurso maderero.

En Australia existía en 1981 alrededor de 800000 hectáreas de Pino radiata, y aunque estas plantaciones producían sólo el 30% de las trozas de aserradero, el volumen disponible se elevaría en 50% durante los siguientes 15 años (Chile Forestal, 1981).

Pero con la implantación de monocultivos de Pinus y Eucaliptus se comenzaron a manifestar problemas como los que citamos a continuación:

- a) En Chile el Pino radiata ha reemplazado extensas áreas de vegetación nativa produciendo alteraciones en las reservas de agua del suelo, especialmente en zonas de menor pluviometría, resultados similares han sido observados por Smith, Holmes y Colville, Allison y Hughes, en la misma especie en Australia.
- b) Sobre todo los monocultivos de pino representan un peligro extremo de incendio.
- c) Los monocultivos de Eucaliptus y Pinus tampoco pueden cumplir la función de refugio para la flora y fauna, de modo que luego de analizar muchos estudios, la FAO llega a la conclusión que los monocultivos de especies arbóreas exóticas representan los ecosistemas forestales más pobres en especies que existen. Lo anterior no sólo se refiere a los microorganismos de suelo (micro flora y micro fauna); lo que más llama la atención de estas plantaciones, es la escasa avifauna, como resultado de la deficiente diversidad alimentaria en las plantaciones monoculturales, llegándose a denominar a estas “bosques silenciosos”.

Las plantaciones de Pino radiata han sido establecidas con diferentes objetivos; mediante la recopilación de experiencias propias y de los países pioneros, en Chile llegaron a la conclusión de que las distancias de plantación apropiadas para los diferentes fines son las que se muestran en el siguiente cuadro:

<b>Cuadro N° 3 DISTANCIAS DE PLANTACIÓN</b>		
<b>OBJETIVO</b>	<b>DISTANCIAS m.</b>	<b>DENSIDAD árb/ha</b>
Madera aserrada	Máx. 2.5 x 2.5	1600
	min. 2.0 x 2.0	2500
Pulpa y madera aserrada	Máx. 2.2 x 2.2	2066
	min. 1.8 x 1.8	3086
Pulpa	Máx. 2.0 x 2.0	2500
	min. 1.5 x 1.5	4444

*Fuente: suplemento Chile – Forestal: “El proceso de las plantaciones forestales”, Sep. 1976.*

### **2.2.7.1 SILVICULTURA Y MANEJO DE PLANTACIONES.**

Los tratamientos silviculturales se definen como cualquier intervención o tratamiento planificado para controlar y manipular el establecimiento, composición y crecimiento de especies forestales de interés, los cuales son aplicados para mantener, mejorar y aumentar la productividad de los rodales forestales, sean éstos naturales o establecidos artificialmente (Bueso, 1988).

La silvicultura puede tratar de actividades que tienden a reducir la competencia por luz, agua o nutrientes, o favorecer el desarrollo de ciertos árboles seleccionados; entre estas actividades tenemos: raleos, podas, cortas de saneamiento, cortas de liberación y otras.

Para que los tratamientos silviculturales resulten eficientes, es necesario conocer la naturaleza, biología y exigencias ecológicas de las especies a intervenir, sólo de esta forma se logrará intervenir en el desarrollo del área, sin provocar un desequilibrio en los ecosistemas y obtener considerables aumentos en la producción forestal (en



cantidad y calidad), logrando así la efectividad económica muy por encima de lo obtenido en un área en donde no se realiza un manejo forestal intensivo.

Es importante mencionar que los diferentes tratamientos silvícolas serán aplicados en una determinada área forestal, dependiendo de los estados de desarrollo en que se encuentre el rodal a intervenir, los que pueden clasificarse de la siguiente manera:

<b>CUADRO N° 4</b>		
<b>Tratamientos silvícolas recomendados según el estado de desarrollo de los árboles</b>		
<b>Estado de desarrollo</b>	<b>Características dasométricas</b>	<b>Tratamiento silvicultural recomendado</b>
<b>Brinzal</b>	0.3 m – 1.5 m de altura	Eliminación de ejes, corte de ramillas, replante, protección.
<b>Latizal bajo</b>	$\geq 1.5$ m de altura y $\leq$ de 5 cm de DAP	Eliminación de ejes, podas, protección.
<b>Latizal alto</b>	5 – 9.9 cm de DAP	Podas, raleos, protección.
<b>Fustal</b>	De 10 cm de DAP hasta el DMC	Podas, raleos, protección.
<b>Maduro</b>	Árboles con un DAP mayor al DMC	Raleo, corta final, preparación del área para regeneración.

(PROECEN, 2002).

#### **2.2.7.1.1 Aclareo.**

La corta parcial de árboles en rodales inmaduros se la conoce como aclareo.

El aclareo es la primera intervención que tiene como objetivo mejorar el estado sanitario del rodal y facilitar la accesibilidad dentro del mismo para las próximas operaciones silvícolas.

Se ha fijado de manera tentativa para el *Pinus radiata* el rango de altura de 4 a 6 m. como indicador de la necesidad de intervenir. Esta operación estará acompañada por una poda de todos los árboles remanentes a una altura de 2.5 m.

Los modelos de aclareos se distinguen por la eliminación o corta parcial de las distintas clases de vuelo del rodal, éstas son: Dominantes, Codominantes, Intermedios y oprimidos. Los métodos de aclareo son:

- **Aclareo Ascendente o Inferior:** Tiene como principio la extracción de árboles de las clases de vuelo más pobres, los oprimidos primero y después trabaja hacia arriba en las clases superiores.
- **Aclareo Descendente o Superior:** Se fundamenta en cortar individuos en las clases de vuelo superiores para favorecer el crecimiento de los individuos más prometedores de estas mismas clases.
- **Aclareo Selectivo:** Con este método se extraen los mayores y mejores, dominantes y los suprimidos antes de que sean una pérdida total con el fin de estimular el crecimiento de las clases inferiores.
- **Aclareo Mecánico:** En este método, los árboles que se van a cortar se escogen sobre la base de un espaciamiento determinado a una escasa o ninguna consideración de su posición en el vuelo de copas. (Grupma Pieter, 1992).

#### **2.2.7.1.2 Podas.**

La poda silvícola es la remoción de las ramas inferiores de los árboles en pie. La poda puede ser natural debido a la falta de luz, enfermedad y viento, o artificial para mejorar la conformación del árbol y mejorar la calidad de la madera.

La aplicación de la poda como un tratamiento silvicultural en un rodal de interés, se hace con el objetivo tanto de mejorar la calidad de la madera, incrementar el diámetro (al reducir el número de ramas) como para la obtención directa de productos (leña) o para la apertura del área para el establecimiento de cultivos intercalados y así utilizar intensivamente el suelo (PROECEN, 2002).

Se realiza las podas con herramientas adecuadas que no dañe el fuste y de acuerdo a especificaciones técnicas preestablecidas. Ejemplos:

1. Las ramas gruesas se cortan a 15 cm. del tronco.
2. Se hace un corte de abajo hacia arriba.
3. Luego, se elimina la rama de arriba hacia abajo.
4. Las heridas se pintan para evitar una posible pudrición.

En la práctica se define distintos tipos de poda, que se realizan bajo determinadas intensidades y oportunidades (frecuencia) de aplicación, estas son:

- Poda variable.
- Poda baja.
- Poda media.
- Poda alta.

En base a la planificación del manejo silvicultural las podas deben ejecutarse en el momento oportuno y siguiendo las técnicas recomendadas para este cometido. (Chile Forestal, 1981).

#### **2.2.7.1.3 Raleos.**

En plantaciones forestales se realiza raleos para que algunas plantas se favorezcan y puedan desarrollar más rápido. Porque se reparte entre menos plantas la misma cantidad de luz, agua y nutrientes.

La importancia del raleo:

- Aumenta el vigor de las plantas quedando plantas sanas que se defienden mejor de las enfermedades e insectos (mariposa del brote del pino y Sirex).
- Estimula el crecimiento en diámetro de árboles remanentes.
- Los frutos y semillas se producen en árboles vigorosos y dominantes.

Cuándo ralear:

- Nunca antes de que los arboles tengan entre 5 y 7 metros de altura.
- Podemos ralear varias veces. Los primeros raleos tienen más costos que beneficios pero son necesarios para mejorar la calidad de la plantación. Al principio solo nos dará leña, varillones, postes y pequeños rollizos.

- Podemos combinar raleo y poda, se podan los mejores árboles y el resto se cortan.
- Al podar y ralear entra más luz en la plantación y se produce más pasto, por lo que se puede obtener una ganancia extra con el pastoreo de algunos animales.

### ¿CUÁNTO RALEAR?

Depende del objetivo de la plantación:

1. Si sacamos muchos árboles en el primer raleo (raleo fuerte), obtendremos sólo leña, pero al final del turno tendremos árboles más gruesos.
2. Si sacamos pocos árboles en el primer raleo (raleo suave), podemos hacer otros raleos intermedios que darán postes y rollizos finos, pero al final del turno tendremos árboles seguramente más finos.

Tenga mucho cuidado: si un bosque es fuertemente raleado puede sufrir el "shock del raleo", que se caracteriza por amarillamiento de las hojas, disminución del crecimiento, caída por viento, rajaduras en la corteza, producción de brotes en el tronco y muerte de plantas.

Si la zona es muy ventosa conviene empezar a ralear a edades más tempranas.

Las herramientas para ralear pueden ser:

- Motosierras
- Desbrozadoras
- Hachas o machetes

Y dependen de la cantidad a ralear y tamaño de las plantas. (ANDENMATTEN, 2002).

### **2.2.8 SISTEMAS DE MUESTREO.**

El sistema de muestreo es del tipo sistemático, utilizando parcelas circulares de tamaño fijo, ubicadas a lo largo de fajas de muestreo como se describe a continuación.

### **2.2.8.1 TAMAÑO Y UBICACIÓN DE LAS PARCELAS E INTENSIDAD DE MUESTREO.**

Con el fin de evitar el clásico problema de los diseños de muestreo sistemáticos, al no ser estos realmente aleatorios en la ubicación de sus unidades de muestreo, se inicia el trabajo de campo con la asignación de la primera parcela, en la primera faja, bajo algún método aleatorio. A partir entonces, de esta primera parcela ubicada en forma aleatoria, se continúa con el resto del muestreo en forma sistemática (Kramer y Akca 1995).

Una vez definida la estratificación de la plantación, según sea requerido, se procede a determinar la ubicación de las parcelas y la intensidad de muestreo. Las parcelas circulares han demostrado su eficiencia (menor efecto de borde), facilidad de instalación y costos con respecto a otros tipos de parcelas (Akca 1993, Spitler 1996).

Las parcelas se ubican a lo largo de fajas o transectos que atraviesan la plantación (Anexo N<sup>a</sup> 2). La distancia entre estas parcelas dentro de las fajas, así como la distancia entre fajas debe ser la misma (Kramer y Akca 1995).

Para calcular esta distancia entre fajas y parcelas, deberá conocerse el área total de la plantación o estrato y el número total de parcelas a instalar. Pero para poder estimar el número de parcelas a instalar, debe definirse primero el tamaño de parcela a emplear, que permite conocer la superficie abarcada por cada unidad de muestreo y su concordancia con la intensidad de muestreo requerida.

El tamaño de la parcela dependerá principalmente de la variabilidad existente y de la densidad de plantación empleada. En terrenos muy heterogéneos o con mucha micro variación las parcelas muy pequeñas tenderán a aumentar la variabilidad entre parcelas y así también el error de muestreo. Parcelas de mayor tamaño tenderán a incluir dentro de ellas este nivel de micro variación y por lo tanto a reducir el error de muestreo. En forma general, en plantaciones forestales se ha encontrado una óptima relación entre eficiencia de muestreo y costos de instalación cuando la parcela incluye 15 y 20 árboles (Akca 1993).

Con base en este principio se construyó el cuadro N° 5, donde se sugieren los distintos tamaños de parcelas según sea la densidad de plantación a evaluar. En plantaciones o estratos muy pequeños (1 a 3 ha) el tamaño del error de muestreo es normalmente muy alto, y se requiere entonces un número mayor de parcelas para lograr estimaciones adecuadamente representativas, tal y como se sugiere en el cuadro N° 6.

**Cuadro N° 5**

<b>TAMAÑO DE PARCELA CIRCULAR SEGÚN LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN, PARA MUESTREOS SISTEMÁTICOS EMPLEADOS EN EVALUACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES</b>					
N° de arboles	600 a 800	750 a 1000	<b>1000 a 1400</b>	1400 a 2000	2000 a 2700
Radio de parcela	8.92	7.98	<b>6.91</b>	5.64	4.89
Área de parcela	250	200	<b>150</b>	100	75

***Fuente:** Murillo y Camacho, " Evaluación de la calidad de plantaciones forestales jóvenes, 1992".*

**Cuadro N° 6**

<b>INTENSIDAD DE MUESTREO, NÚMERO DE PARCELAS POR HECTÁREA Y DISTANCIAMIENTO ENTRE FAJAS Y TRANSECTOS</b>			
<b>Tamaño del estrato o plantación (ha)</b>	<b>Intensidad de muestreo (% del área total)</b>	<b>Número de parcelas por ha</b>	<b>Distanciamiento entre parcelas y fajas (m2)</b>
1 a 3	5	5.0	45
3.1 a 6	4	4.0	50
6.1 a 10	3	3.0	60
10.1 a 20	2	2.0	70
20.1 a 50	1.5	1.5	80
> 51	1	1.0	100

El distanciamiento entre parcelas y fajas se obtiene con la ayuda de la siguiente formula:

$$\text{Distanciamiento (m)} = \frac{\text{Área}}{\text{N}^{\circ}\text{parcela}}$$

***Fuente:** Murillo y Camacho, " Evaluación de la calidad de plantaciones forestales jóvenes, 1992".*

## 2.2.9 PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS PLANTACIONES.

### 2.2.9.1 INFORMACIÓN ESPECÍFICA:

Entre las observaciones específicas se pueden evaluar los siguientes aspectos en todos y cada uno de los plantones incluidos en las parcelas de muestreo.

- a) **Limpieza:** su importancia está principalmente en los dos primeros años de vida, donde es crítica la competencia con las malezas. Los criterios de calificación son los siguientes:

*1 = Correcta:* Totalmente limpia, 1 m ó más de radio alrededor del plantón.

*2 = Deficiente:* Muy pequeña e insuficiente (menor a 1m de radio).

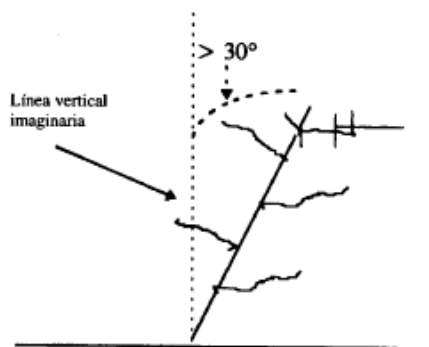
*3 = Ausente:* Cuando no se hizo la limpieza.

- b) **Altura total:** Se debe medir en metros desde la base del árbol hasta el ápice superior de crecimiento. Esta variable puede posteriormente utilizarse como parte del análisis de calidad en crecimiento de la plantación.

- c) **Inclinación:** Es el ángulo que tiene el plantón con respecto a un eje vertical imaginario y no debe superar los 30° (*Figura N° 1*), y debe tomarse todo el eje completo del plantón y no sólo el ápice o sección terminal. Árboles inclinados producirán una cantidad mucho mayor de madera de reacción en la primera troza (madera con tensiones de crecimiento), que significará pérdidas considerables en las etapas del aserrío y secado de la madera (Murillo et al. 1992). En casi todas las especies, el árbol tenderá a crecer en forma recta y a corregir su inclinación inicial siempre y cuando reciba suficiente luz directa. Dependerá también de las condiciones de sitio (profundidad del suelo, presencia de horizontes endurecidos, o cualquier otro factor que impida un desarrollo radical y de anclaje apropiado) y de la exposición al viento directo, el que los árboles puedan recobrar satisfactoriamente un patrón de crecimiento vertical. Pero en todos los casos es muy probable que al menos en la primera troza ocurrirá la formación de un porcentaje mayor de madera de reacción.

1 = Recto: Con ángulo de inclinación igual o inferior a 30°.

2 = Inclinado: Con ángulo de inclinación vertical superior a los 30°.

**Figura N° 2**

*Fuente: Murillo, Camacho 1997.*

- d) **Bifurcación (en los primeros 2,5 m de fuste):** Esta variable es, en la mayoría de los casos, un claro ejemplo de mala calidad de semilla utilizada. Ya que es una característica con una alta heredabilidad, lo cual significa que es fácilmente transmitida de árboles defectuosos a sus progenies o semilla (Murillo 1991). Este material totalmente indeseable para fines de producción de madera para aserrío y se califica como sigue:

1 = No bifurcado.

2 = Bifurcado.

- e) **Daño mecánico:** Se registra aquí cualquier anomalía que se detecte en los árboles producto de malas prácticas silviculturales. Normalmente se anota cualquier daño que presente el plantón, producido no por un problema fitosanitario, sino por mal manejo en su etapa final de producción en el vivero, en la comercialización, transporte, siembra, mantenimiento de la plantación, etc. Por ejemplo, pérdida o daño del eje dominante; deshojado o con ramas quebradas en más de 50%; con heridas en el tallo, reventaduras o cualquier otro daño que le provoque una futura bifurcación, muerte o pérdida considerable del crecimiento, o lo exponga al ataque de plagas y enfermedades. Esta variable se registra de acuerdo con los siguientes criterios:

1 = Sin daños visibles.

2 = Con algún daño visible.



- f) **Estado fitosanitario:** Se registra aquí la presencia de cualquier problema fitosanitario, como exudados, perforaciones, marchitamientos severos, o cualquier otra manifestación. Se debe registrar la incidencia y severidad del problema fitosanitario, bajo tres categorías a saber:

*1 = Sano:* Plantón sin evidencia de problemas, y con buena nutrición aparente.

*2 = Aceptablemente sano:* Plantón con alguna evidencia de problemas fitosanitarios, siempre y cuando no se presente en más de un 50% del follaje, que no le haya provocado heridas severas o se encuentre bajo una alta probabilidad de muerte.

*3 = Enfermo:* Son aquellos plantones con características de sanidad que afectan el desarrollo normal del mismo. Por ejemplo, pérdida del eje dominante; pérdida del follaje u otros daños visibles en más del 50% del plantón; caída de ramas, chancros o pudriciones en el tallo, herrumbres, etc.

- g) **Mortalidad o ausencia de plantones:** Aquí se registra la ausencia de un plantón en el punto exacto donde se debería encontrar, de acuerdo con el espaciamiento vigente. En términos prácticos se conocerá como mortalidad, pero incluye también los plantones que por alguna razón no fueron sembrados. Debe registrarse también con esta variable a aquellos plantones que sin lugar a dudas se encuentren muertos en pie. Sin embargo, debe tenerse especial cuidado con aquellas especies caducifolias y de alta capacidad de rebrote (*Bombacopsisquinata*, *Gmelina arbórea* y *Tectonagrandis*, entre otras), porque los árboles no podrían estar del todo muertos.

1 = Plantón presente y vivo.

2 = Plantón ausente o muerto en pie.

- h) **Distanciamiento promedio:** Se toman aleatoriamente, dentro y fuera de la parcela de muestreo, al menos 5 mediciones entre hileras de plantones, y otras tantas mediciones entre plantones dentro de hileras. La medición se realiza del centro del tallo de un plantón al próximo y se registra en m.
- i) **Otros:** En esta columna algunas otras variables de relevancia para la especie o para el proyecto, que podrían ser: Plantones con presencia de rebrote; Número de

ejes por pseudoestaca; Algún otro problema fitosanitario particular vital para la especie, entre otros ejemplos. Es recomendable continuar con el mismo sistema de registro, “1” para la mejor calificación de la variable y “2” ó “3” para las subsecuentes categorías.

- j) **Variable calidad:** Ésta es una variable general que integra todas las demás variables específicas mencionadas. Cuya finalidad es simplemente obtener una designación global sobre el estado de la calidad de cada plantón, de manera que permita luego, con los datos de las otras parcelas, estimar el estado de la calidad de la plantación en su totalidad.

**1 = Excelente:** Se designan así aquellos plantones cuyas calificaciones han sido absolutamente de “1” en todas las otras variables específicas.

**2 = Aceptable:** son todos aquellos plantones que han recibido entre 1 y 2 veces al menos una calificación de “2” en algunas de las siguientes variables específicas: inclinación, limpieza, y estado fitosanitario.

**3 = Mala:** Son todos aquellos plantones que han recibido más de 2 veces una calificación de “2”; todos los muertos pero aún permanecen en pie; todos los que reciban clasificación de “2” en las variables bifurcación o daño mecánico; finalmente, cuando al menos en 1 ocasión hayan recibido una calificación de “3” en alguna de las variables específicas.

(Murillo y Camacho, “Evaluación de la calidad de plantaciones forestales jóvenes, 1992).

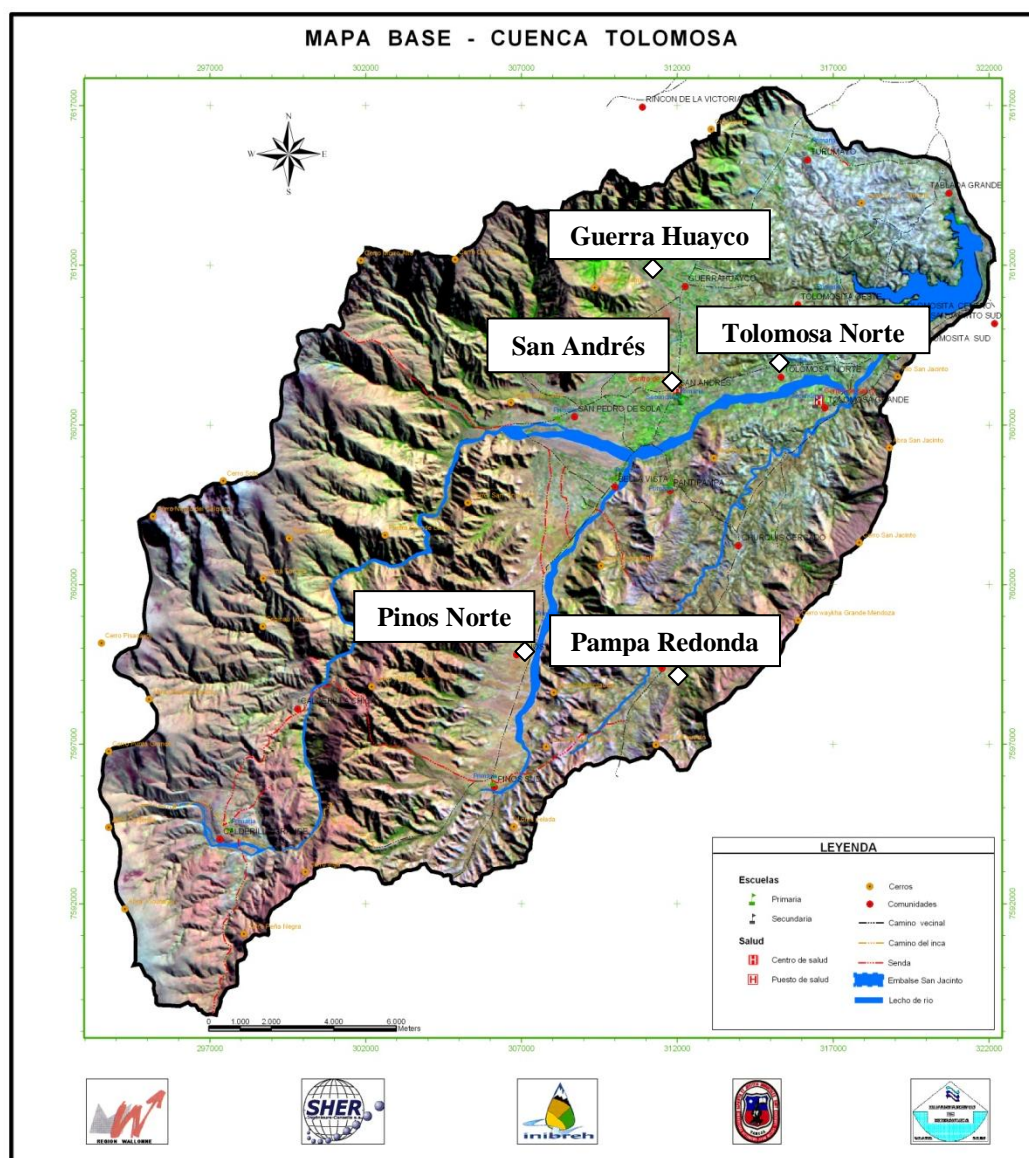
## CAPÍTULO III

### 3 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

#### 3.1 MAPA DE UBICACIÓN.

En el siguiente mapa se encuentra la ubicación de la zona de estudio y las comunidades identificadas a intervenir con el presente trabajo.

**Fig. N° 3 Mapa Cuenca del Río Tolomosa**



### 3.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La cuenca del Río Tolomosa es una de las cuatro cuencas del Valle Central de Tarija, tiene una superficie de 43.672 ha hasta la presa de San Jacinto. Los puntos extremos de la cuenca tienen las siguientes coordenadas:

Cuadro N° 7 Coordenadas de la Cuenca		
PUNTO	UTM (m)	
	X	Y
N – E	322.339	7.617.865
N – O	292.890	7.617.865
S – E	322.339	7.588.020
S – O	292.890	7.588.020

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.1.2 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA ZONA.

Entre las principales características biofísicas del área de intervención, se puede indicar las siguientes:

#### 3.1.2.1 DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA DEL MUNICIPIO CERCADO.

Las comunidades a intervenir que forman parte de la Cuenca del Río Tolomosa del Valle Central de Tarija de la provincia Cercado, son: San Andrés, Pinos, Pampa Redonda, Lazareto, Tolomosa Norte, Tolomosa Grande, Churquis, Guerra Huayco y Pantipampa. Siendo las principales características biofísicas como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 8 Descripción Biofísica de la Cuenca				
PROVINCIA CERCADO (Comunidades)	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (EN UTM)	SUPERFICIE (HA)	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS SUELOS ( DATOS SEGÚN FAO)	VEGETACIÓN DE LA ZONA
San Andrés	X=311814 Y= 7606227	18.5	La Cuenca del río Tolomosa pertenece al grupo paleozoico y tuvo su formación actual en el Plioceno. Las partes media y baja de la cuenca pertenecen al	Bosque denso a ralo, mayormente siempre verde, semidecuido a montano. Se encuentra especialmente
Pinos	X=304319 Y= 7593863	30		
Pampa Redonda	X=311249 Y= 7600350	10		
Lazareto	X=310400 Y=7612300	5		

<b>Tolomosa Norte</b>	X=311678 Y=7609485	15	cuaternario y comprenden terrazas altas e intermedias, que son producto de la acumulación de los sedimentos erosionados en las partes altas. Las formaciones geológicas-vegetativas de la cuenca son sensibles y pueden destruirse fácilmente, generando un proceso irreversible dentro del área de la cuenca.	en las cabeceras de las micro cuencas de los Ríos San Andrés, Sola y Pinos. Las especies más características son el Pino del cerro ( <i>Podocarpus parlatorei</i> ) y el Aliso chato.
<b>Tolomosa Grande</b>	X=311050 Y=7609300	10		
<b>Churquis</b>	X=3122050 Y=7602150	6		
<b>Guerra Huayco</b>	X=310461 Y=7612120	25		
<b>Pantipampa</b>	X=304319 Y=7606200	15		

*Fuente: Proyecto reforestación, 2013.*

### 3.1.2.2 ZONAS FISIAGRÁFICAS EN LA CUENCA TOLOMOSA.

Las características fisiográficas de la Cuenca del Tolomosa del Valle Central de Tarija, según el PEA 2007, es como se muestra en el siguiente cuadro:

<b>Cuadro N° 9 Zonas Fisiográficas</b>			
ZONAS	ÁREA (KM2)	PORCENTAJE	OBSERVACIONES
Montañosa	290	67.13 %	Formación ordovícico del paleozoico.
Pie de monte	30	6.94 %	
Llanura fluvio lacustre	70	16.20 %	Formación coluvial y aluvial Terrazas altas, medias y bajas. Terrazas a márgenes de ríos.
Llanura aluvial	42	9.72 %	
<b>TOTAL</b>	<b>432</b>	<b>100 %</b>	

*Fuente: PEA, 2007*

### 3.1.2.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA.

La temperatura, la humedad y la precipitación y las épocas más recomendadas para la plantación forestal, se presentan en el siguiente cuadro:

<b>Cuadro N° 10 Características Climáticas</b>			
<b>DATOS LA PROVINCIA DE CERCADO</b>			
TEMPERATURA	HUMEDAD	PRECIPITACIÓN	EPOCA OPORTUNA PARA LA PLANTACIÓN
<b>17 °C T. Media</b>	60%	800 a 900mm	Octubre, Noviembre y diciembre

*Fuente: Proyecto reforestación, 2013.*

### 3.1.3 DATOS SOCIOECONÓMICOS.

**3.1.3.1 POBLACIÓN.** La población existente en las comunidades de intervención, es como se muestra en el siguiente cuadro:

<b>Cuadro N° 11 Población</b>				
<b>COMUNIDADES BENEFICIARIAS</b>	FAMILIAS	HABITANTES	HOMBRES	MUJERES
<b>San Andrés</b>	300	1.204	665	539
<b>Pinos</b>	50	353	148	205
<b>Pampa Redonda</b>	100	325	175	200
<b>Lazareto</b>	64	320	195	125
<b>Tolomosa Norte</b>	120	600	325	275
<b>Tolomosa Grande</b>	94	470	236	234
<b>Churquis</b>	40	200	92	108
<b>Guerra Huayco</b>	132	528	305	223
<b>Pantipampa</b>	30	150	80	70
<b>TOTAL</b>	900	4.150	2.941	1979

*Fuente: Proyecto reforestación, 2013.*

Los beneficiarios indirectos son las comunidades regantes del embalse de San Jacinto, que se encuentran en Cercado y el municipio de Uriondo del departamento de Tarija.

### 3.1.3.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA.

Las principales actividades desarrolladas por las comunidades de intervención, son las siguientes:

<b>Cuadro N° 12 Actividades</b>			
<b>COMUNIDADES BENEFICIARIAS</b>	<b>ACTIVIDAD AGRÍCOLA/ PECUARIA</b>	<b>PRODUCTOS AGRÍCOLA O PECUARIA</b>	<b>OTRA ACTIVIDAD ECONÓMICA</b>
<b>San Andrés</b>	Podemos indicar que el 32.4% son terrenos en pendiente a secano, el 28.5% de las familias con terrenos a riego, el 25.9% con huertos hortícolas y/o frutícolas y finalmente el 39.1% cuenta con terrenos que tienen condiciones para ampliar la superficie de su subsistema agrícola. La producción pecuaria del distrito puede caracterizarse como un sistema de tipo extensivo tradicional.	La venta de productos agropecuarios tiene diversos destinos, para el caso del maíz principal producto agrícola de zona, el 58% está destinado para la alimentación de animales, el 15% para consumo familiar, el 25% para la venta y casi el 2% para semilla. La papa un 75% para la venta, un 22.4% para consumo familiar y un 2.6% para semilla. La ganadería vacuna genera ingresos de tipo eventual.	Comercio de productos agrícolas, artesanales y pecuarios.
<b>Pinos</b>			
<b>Pampa Redonda</b>			
<b>Lazareto</b>			
<b>Tolomosa Norte</b>			
<b>Tolomosa Grande</b>			
<b>Churquis</b>			
<b>Guerra Huayco</b>			
<b>Pantipampa</b>			

*Fuente: Proyecto reforestación, 2013.*

## **CAPÍTULO IV**

### **4 MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **4.1 MATERIALES.**

##### **4.1.1 FASE DE GABINETE.**

1. Información Bibliográfica.
2. Computadora.
3. Material de escritorio.

##### **4.1.2 FASE DE CAMPO.**

4. Mapas, cartas topográficas de la zona.
5. Tablero de anotaciones.
6. Lápices, marcadores, sacapuntas.
7. Jalones y/o listones para marcar linderos y estacas.
8. Formularios de campo. instrucciones de monitoreo.
9. Equipo de seguridad como maletín de primeros auxilios, linternas.
10. Bolsas de yute.
11. Tijera para podar, Machete.
12. Geo - posicionador (GPS).
13. Máquina fotográfica.
14. Cinta métrica de 30 m.
15. Cuerda plástica.
16. Marcadores.
17. Guantes.
18. Brújula.



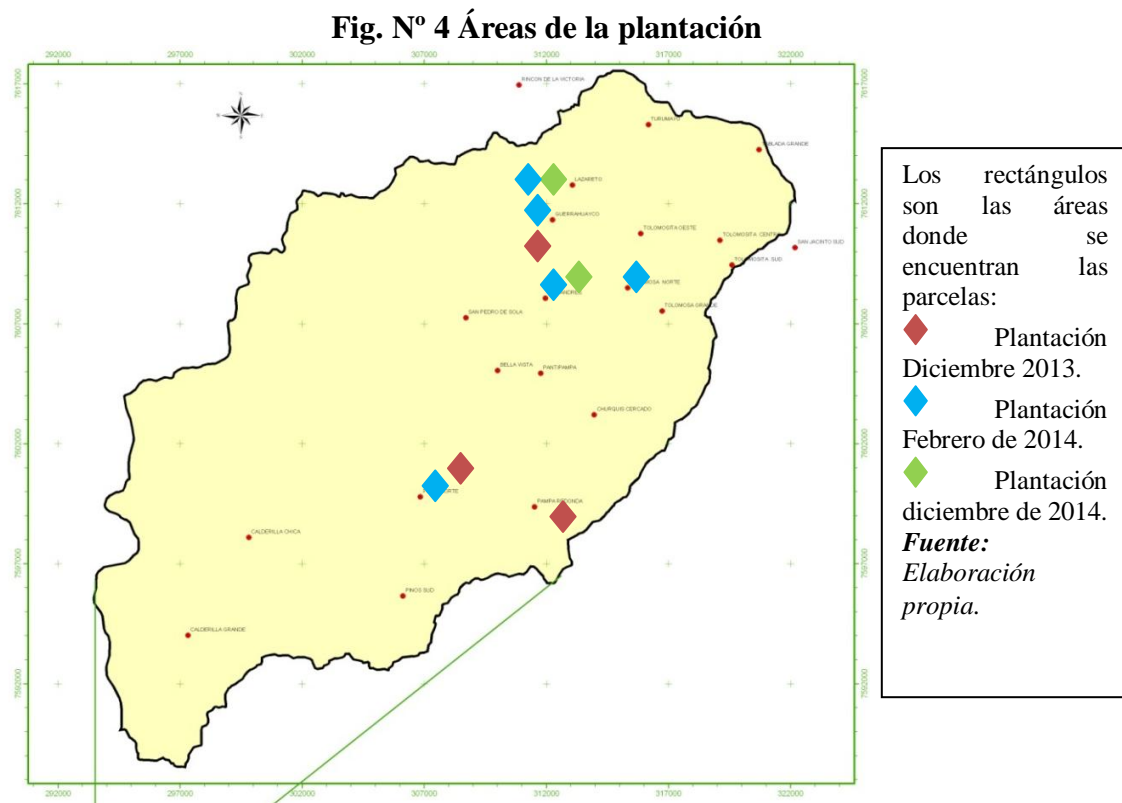
19. Piola de 15 metros de longitud.
20. Hipsómetro.
21. Clinómetro.
22. Pintura aerosol.

## 4.2 METODOLOGÍA.

### 4.2.1 PROCEDIMIENTO DEL INVENTARIO DE CAMPO.

#### 4.2.1.1 MAPA DE LA PLANTACIÓN.

Para la realización del presente trabajo y la toma de datos del inventario, se procedió a elaborar un mapa donde se identificó las parcelas. Para efectuar una adecuada evaluación de las plantaciones, se contó con un mapa que permitió poder definir el número de parcelas e intensidad de muestreo a seguir, detalles de las distancias, rumbos de los transectos y fajas de muestreo, así como la distancia entre parcelas y la superficie total de la plantación.



#### 4.2.1.2 SUPERFICIE DE LOS PREDIOS.

CUADRO N° 13		
COMUNIDAD	CANTIDAD DE PLANTINES	SUPERFICIES FORESTADAS (Has)
SAN ANDRÉS	14,646	14,7
PAMPA REDONDA	11,686	11,7
PINOS NORTE	20,592	20,6
GUERRA HUAYCO	34,256	34,2
TOLOMOSA NORTE	26,152	26,1
<b>TOTAL PLANTINES</b>	<b>107,332</b>	<b>107,3</b>

*Fuente: Proyecto reforestación, 2013.*

#### 4.2.1.3 GEOREFERENCIACIÓN DE LAS COMUNIDADES, COORDENADAS (UTM).

CUADRO N° 14		
Comunidad	Coordenadas	
	X	Y
San Andrés	311814	7606227
Pampa Redonda	311249	7600350
Pinos	304319	7593863
Guerra Huayco	310461	7612120
Tolomosa Norte	311678	7609485

*Fuente: Proyecto reforestación, 2013.*

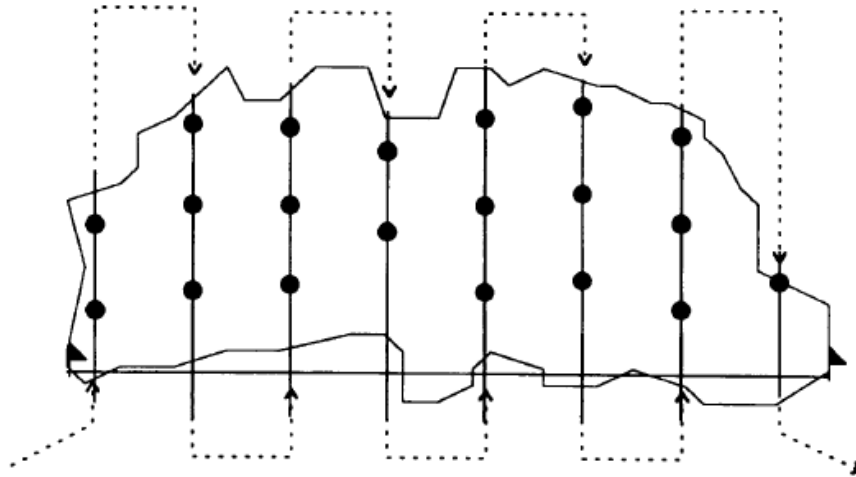
#### 4.2.2 ESTRATIFICACIÓN DE LA PLANTACIÓN.

Como primer paso se estratificó la plantación en unidades más homogéneas de acuerdo con alguno de los siguientes criterios: diferencia de edad, en condiciones topográficas (sitios planos, laderas, cóncavos, etc.). Una adecuada estratificación permitió obtener subdivisiones en compartimentos más homogéneos, que permitieron reducir la variabilidad total existente en la plantación y por lo tanto, permitió obtener mejores estimados con errores de muestreo más bajos.

#### 4.2.3 SISTEMA DE MUESTREO SISTEMÁTICO.

El sistema de muestreo empleado fue del tipo sistemático utilizando parcelas circulares de tamaño fijo, ubicadas a lo largo de fajas de muestreo como se describe a continuación.

**Figura N° 5 Distribución de parcelas circulares en la plantación forestal**



*Tomado de Spitler. 1995.*

#### 4.2.4 TAMAÑO, UBICACIÓN DE LAS PARCELAS E INTENSIDAD DE MUESTREO.

Según a la densidad y la superficie de la plantación se procedió a adaptar el cuadro N° 5 (Ver Anexo N° 2) y ajustarlo para encontrar el Radio de la parcela y el Área de la parcela, como se requiere en el presente trabajo de evaluación. Este trabajo se basó en los criterios recomendados por Murillo y Camacho 1992, de esta manera se encontró el radio de la parcela.

- Árboles por hectárea = 1000
- Radio de la parcela = 6.91 m.
- Área de la parcela = 150 m<sup>2</sup>. (Ver Anexo N° 2)

De la misma manera se adaptó el cuadro de Spitler, para calcular la intensidad de muestreo, número de parcelas por hectárea, distanciamiento entre parcelas y fajas (Ver Anexo N° 3).

#### 4.2.4.1 CORRECCIÓN DEL RADIO DE LA PARCELA DEBIDO A LA PENDIENTE DEL TERRENO.

En sitios con pendientes menores a 20% se pudo utilizar “el método del banqueo” a la hora de establecer la parcela. Pero en terrenos con pendiente fuerte se incrementó la longitud del radio de la parcela como se muestra en el cuadro N° 15. La corrección del radio de la parcela se hizo únicamente en la dirección de la pendiente y no en sus secciones transversales (Figura N° 6), de modo que la forma de la parcela se aproximó más a una elipse con sus lados más largos sobre la pendiente del terreno.

<b>Cuadro N° 15 CORRECCIÓN DEL RADIO DE UNA PARCELA CIRCULAR, CUYO RADIO ES DE 5.64M (ÁREA DE 100 M2) SEGÚN EL PORCENTAJE DE PENDIENTE DEL TERRENO (ADAPTADO DE KRAMER Y ALKCA, 1995)</b>		
Porcentaje de pendiente (en %)	Angulo de la pendiente (en grados)	Radio corregido de la parcela (en m2)
20	11.31	5.70
25	14.03	5.73
30	16.70	5.76
35	19.29	5.80
40	21.80	5.85
45	24.23	5.91
50	26.56	5.95
55	28.81	6.00
60	30.96	6.10

Dónde:

$$1. \quad \alpha = \arctan \left( \frac{\% \text{ pendiente}}{100} \right)$$

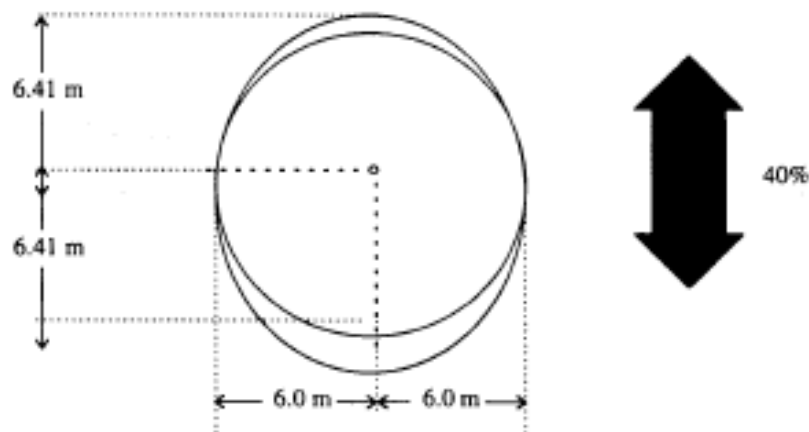
$$2. \quad \text{Radio corregido} = \left( \frac{\text{radio}}{\sqrt{\cos(\alpha)}} \right)$$

Ejemplo:

$$\alpha = \text{arctan} \frac{40}{100} = 0.38$$

$$\text{Radio corregido} = \frac{5.64}{\cos(0.38)} = 5.85$$

**Figura N° 6** Muestra de corrección longitudinal de la parcela de muestreo según la pendiente del terreno, en muestreos sistemáticos con parcelas circulares. Ejemplo para un terreno con pendiente del 40%.



*Fuente: Murillo y Camacho,  
"Evaluación de la calidad de plantaciones forestales jóvenes".*

#### 4.2.5 UBICACIÓN DE LAS PARCELAS.

Al ubicar las parcelas en el terreno se tuvo especial cuidado en la precisión de la ubicación exacta, en la medida de lo físicamente posible. Si una parcela correspondió con un terreno sin árboles, cualquiera que sea la causa, se tuvo que instalar en ese sitio y la observación ha sido "0" árboles. En el formulario se anotó las razones visibles que expliquen la ausencia de árboles. Este tipo de informaciones es el que precisamente permitirá posteriormente estimar el área efectiva plantada.

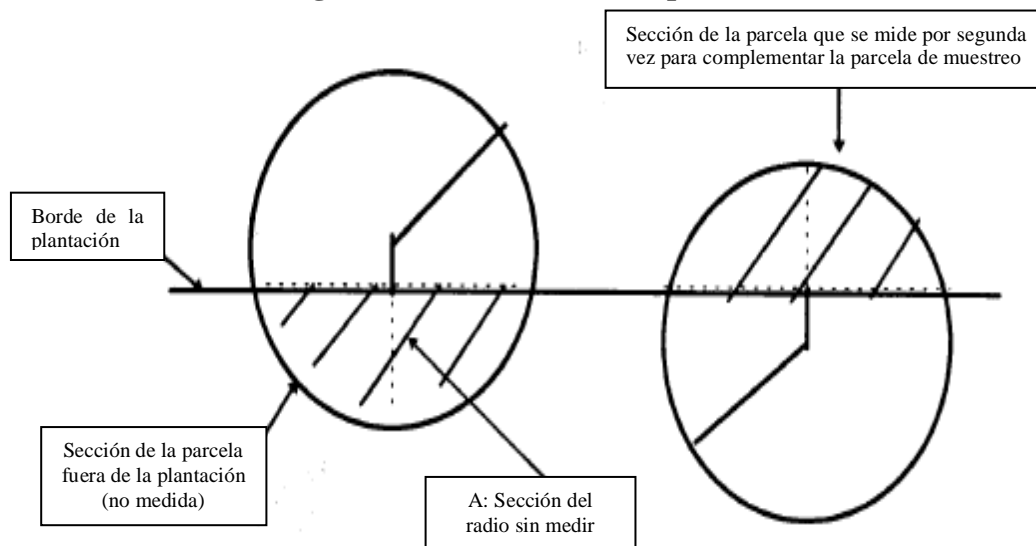
Cuando una parcela quedaba parcialmente fuera de la plantación (ubicada en el borde de la plantación), al igual que con las parcelas en sitios sin árboles, se tomó los datos correspondientes y se estableció en ese sitio donde tocaba, y el área que quedó sin muestrear o fuera de la plantación, se compensó siguiendo el método conocido como "Mirage" (Figura N° 7). Básicamente se siguieron los siguientes pasos:

- a) Se estableció la parcela con su centro donde le corresponde y se midió todos los árboles que quedaron dentro de la plantación.
- b) Se midió el segmento de radio no muestreado (segmento "A", Figura N° 7).

- c) Se estableció la parcela de nuevo, en el mismo sitio, pero del otro lado del borde de la plantación, de modo que su sección ya medida quedo del lado externo.
- d) Se volvió a medir de nuevo, todos los árboles que se ubican dentro de esta sección de la parcela que la complemento.

Este tipo de detalles son los que al final hacen la diferencia entre un correcto levantamiento de información de campo y trabajos de dudosa calidad y representatividad.

**Figura N° 7 Reubicación de parcelas**



*Fuente: Murillo, Camacho 1997.*

#### **4.2.6 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

En el formulario de campo se registró dos tipos de información: Una general al inicio sobre aspectos y variables de la plantación, y otra específica donde se anotó la clasificación para cada árbol dentro de la parcela de muestreo (Cuadro N° 16).

##### **4.2.6.1 INFORMACIÓN GENERAL.**

En la sección general de este formulario, además de las anotaciones sobre el nombre del proyecto, ubicación, y otros aspectos de la plantación, se registró:



- Sistema de producción de los plántones (pseudostaca, bolsa, y raíz desnuda, entre otros).
- Estado actual de la plantación.

En esta última variable se englobó tres aspectos: a) Estado de control de malezas; b) Estado de las rondas corta fuego; y c) Estado de las cercas. Con base en estos 3 criterios se le asignó una calificación a la plantación en alguno de los siguientes niveles:

1. ***Excelente o muy buena:*** Aquella situación en la cual las rodajeas (de 1 a 1.5 m de diámetro) de los árboles estaban totalmente limpias, las entrecalles presentan una cobertura vegetal baja (que permite el tránsito libre dentro de la plantación). Las rondas o cortinas corta fuegos están totalmente limpias y bien ubicadas. Además todas las cercas que rodean la plantación o el rodal, se encuentran en buen estado.
2. ***Buena o aceptable:*** Cuando al menos uno de los criterios expuestos anteriormente no se satisface. Sin embargo las rodajeas deben de estar presentes y limpias, y las malezas en las entrecalles no deben sobrepasar la altura total de los plántones o que no sean mayores a los 50 cm.
3. ***Mala:*** Cuando no se cumplen los criterios expuestos en el punto anterior. Es decir, cuando la plantación incumple en 2 ó más aspectos deseables, y en especial, con rodajea cubiertos de malezas.

#### **4.2.7 CATEGORÍAS PARA LA EVALUACIÓN CUALITATIVA.**

Los parámetros cualitativos fueron observados directamente en cada árbol, de las características y defectos externos. Resumiendo tenemos:



<b>PARÁMETRO</b>	<b>CATEGORÍAS</b>
Calidad del fuste. Rectitud	Recto Sinuoso
Forma	Liso Curvado Retorcido Nudoso
Sanidad	Sano Enfermo
Vigor	Clorosis Marchitez Normal
Ramificación	Nº de verticilos por metro Nº de ramas por verticilo Grosor de ramas Angulo de inserción
Anomalías de crecimiento	Cola de zorro Bifurcaciones Torcedura basal Inclinación
Daños causados por:	Animales Incendios Climáticos Humanos
Cobertura de copa	Muy rala Semidensa Normal Muy densa

#### **4.2.7.1 EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO.**

En la evaluación del crecimiento, se consideró tomar en cuenta los criterios recomendados por Murillo y Camacho, que parten desde la altura inicial de las plantaciones, o desde la altura en que fueron sacados del vivero. La altura media encontrada en las plantaciones recién establecidas promediaban los 50 cm. de longitud.

Para evaluar el crecimiento se hizo los cálculos con la siguiente fórmula:

$$C = H_t - H_i$$

**Ejemplo:**  $C = 1.6 - 0.50 = 0.98 \text{ m.}$

*Donde:*

*C = Crecimiento (m.)*

*H<sub>t</sub> = Altura total. (m.)*

*H<sub>i</sub> = Altura inicial. (m.)*

#### **4.2.7.2 METODOLOGÍA PARA CALCULAR EL PORCENTAJE DE MORTALIDAD.**

De acuerdo con los datos obtenidos en el inventario, se procedió a calcular el índice de mortandad con la siguiente relación:

$$M = (N^\circ \text{ de árboles muertos} / \sum \text{Arb de la parcela}) * 100$$

**Ejemplo:**  $M = (3 / 36) * 100 = 8.33\%$

*Dónde: M= Porcentaje de mortalidad por parcela %, N°= árboles muertos encontrados en la parcela,  $\sum$ Arb= Sumatoria de árboles vivos y muertos en la parcela*

#### **4.2.7.3 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA PLANTACIÓN.**

Para realizar la clasificación de la plantación se tomaron en cuenta los criterios de calidad de fuste, sanidad, anomalías, daños, mortandad, crecimiento y calidad de sitio, en base a los datos obtenidos en cada una de las plantaciones, se procedió a clasificar de la siguiente manera:

- **CALIDAD 1: Excelente o muy buena**, plantaciones que no presentan ninguna anomalía, el 100% de las plantones no cuentan con daños, sin mortalidad y buena calidad de suelo. Además todas las cercas que rodean la plantación o el rodal, se encuentran en buen estado.
- **CALIDAD 2: Buena o aceptable**: cuando al menos uno de los criterios expuestos anteriormente no se satisface.
- **CALIDAD 3: Mala**, cuando no se cumplen los criterios expuestos en el punto anterior. Es decir, cuando la plantación incumple en 2 ó más aspectos deseables, y en especial, con rodajea cubiertos de malezas.

(Murillo y Camacho, "Evaluación de la calidad de plantaciones forestales jóvenes, 1992".)

#### **4.2.8 METODOLOGÍA PARA EVALUAR Y COMPARAR CALIDAD ENTRE SITIOS.**

Para esta evaluación se utilizaron los criterios edáficos descritos en las normas para evaluación de plantaciones forestales en la Sierra del Perú, utilizadas por países del pacto andino, para este cometido se tomó una muestra de suelo de cada estrato de las plantaciones.

Se propone establecer tres clases de calidad de sitio para el desarrollo de plantaciones forestales como una primera aproximación, siendo éstas:

- **CALIDAD A**: Sitios con buena calidad de suelos.
- **CALIDAD B**: Sitios con mediana calidad de suelos.
- **CALIDAD C**: Sitios con mala calidad de suelos.

(Fuente: Erazo, Tesis de grado "Evaluación de plantación de Pino radiata, 1992")

#### 4.2.9 GUÍA PARA LA CALIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO.

En base a los datos levantados en campo y los procedentes del laboratorio, se usó la presente guía para luego pasar a la clave y determinar la calidad de sitio.

Las propiedades del suelo consideradas y sus categorías son:

**a) Pendiente.**

<b>RANGOS</b>	<b>CLASES DE PENDIENTES</b>
0 – 20 %	1
21 – 100 %	2
Más de 100 %	3

**b) Profundidad efectiva del suelo.**

<b>PROFUNDIDAD EN cm.</b>	<b>CLASES DE PROFUNDIDAD</b>
más de 80	1
30 – 80	2
menos de 30	3

**c) Textura.**

<b>GRUPOS</b>	<b>CLASES TEXTUALES QUE INCLUYEN:</b>
Ligero	Arena (L1) Arena Franca (L2)
Mediano	Franco (M1) Limoso (M2)
Pesado	Franco arcilloso (P1) Arcilloso (P2)

**d) Reacción del suelo.**

<b>RANGOS DE pH</b>	<b>CLASES DE REACCIÓN</b>
5.5 - 7.5	1
4.1 - 5.4 y 7.6 - 3.4	2
Menos de 4.0 y más de 8.5	3

e) **Pedregosidad.**

<b>DISTANCIA ENTRE PIEDRAS Y/O % DE GRAVAS</b>	<b>CLASES DE PEDREGOSIDAD</b>
No existen gravas ni piedras.	1
De 2 a 10 m y/o de 10 – 90 %	2
La presencia de fragmentos y/o piedras es mayor y dificulta hacer plantaciones forestales.	3

*Fuente: Erazo, Tesis de grado “Evaluación de plantación de Pino radiata, 1992”*

**4.2.10 CLAVE PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE SITIO.**

Luego de haber encontrado las clases a las cuales corresponden las propiedades de los suelos de cada estrato, la calidad de sitio se determinó mediante la siguiente clave:

<b>PENDIENTE</b>	<b>PROF.</b>	<b>TEXTURA</b>	<b>pH</b>	<b>PEDREGOSIDAD</b>	<b>CALIDAD</b>
1	1	M1 M2	1	1	A
2	2	L2 P1	2	2	B
3	3	L1 P2	3	3	C

## CAPÍTULO V

### 5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 5.1 RESULTADOS.

Ecológicamente hablando las plantaciones evaluadas de *Pinus radiata* se encuentran en la zona de valle de la cuenca del Río Tolomosa, que corresponde al piso ecológico Montano y el nivel altitudinal oscila entre 1820 – 3000 m.s.n.m.

El objetivo de implementar las plantaciones fue el de Incrementar la cobertura vegetal en la Cuenca del Río Tolomosa con especies de rápido crecimiento y con la finalidad de recuperar suelos degradados, así también reducir el arrastre de sedimentos al embalse San Jacinto.

Dentro de las actividades desarrolladas para el establecimiento de las plantaciones se hizo: Estudio socio – económico de la cuenca, extensión del proyecto, cuantificación del área, limpieza, cerramiento y plantación de la misma.

Las plantaciones fueron realizadas en tres fechas diferentes: diciembre de 2013, febrero de 2014 y diciembre de 2014. La evaluación fue realizada en septiembre de 2015, hasta tal fecha las plantaciones cuentan con 1 a 2 años de edad.

Los métodos de plantación utilizados en la cuenca del Río Tolomosa fueron el sistema de Tres Bolillos y el Lineal, pero en casi la mayoría de las aéreas implantadas se hizo mediante el sistema Lineal con un espaciamiento de 3m. x 3 m.

En cuanto a la preparación del terreno, se dio inicio con la limpieza del terreno, eliminando algunos materiales, posteriormente se hizo el trazado, estaqueado para el hoyado a un espaciamiento determinado y luego continuar con la apertura de los mismos.

Todo el material biológico utilizado en las plantaciones provino del Vivero Central del Proyecto Múltiple San Jacinto.

Para garantizar el éxito de las plantaciones primeramente se procedió a cerrar el área en forma perimetral, para tal efecto se utilizó postes de madera, alambre de púas y grampas, el mantenimiento de los cercos está a cargo de los comunarios del lugar.

### **5.1.1 Evaluación Cualitativa.**

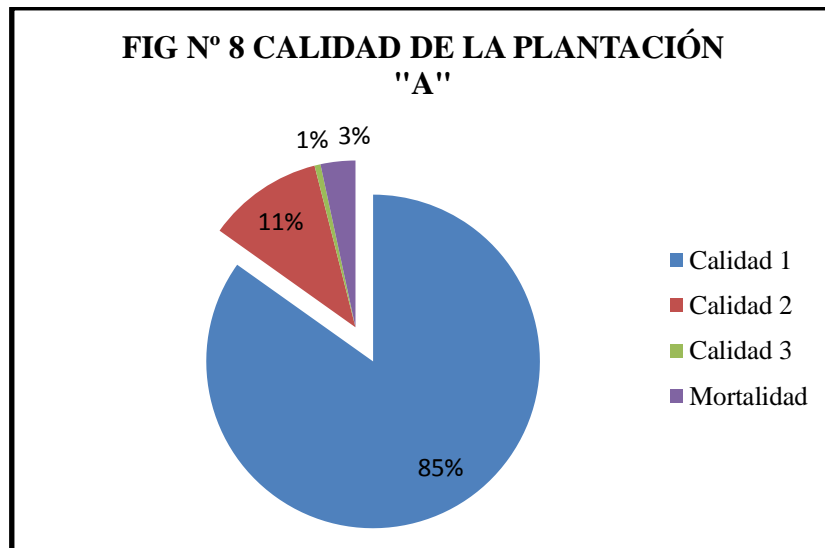
Las plantaciones fueron establecidas en áreas comunales en tres diferentes fechas, para lo cual se las clasificó de la siguiente manera:

- A = Plantación efectuada en Diciembre de 2013 en las comunidades de Pampa Redonda, Pinos Norte y San Andrés (Cementerio), superficie 30.4 ha.
- B = Plantación efectuada en Febrero de 2014 en la comunidad de San Andrés (Colegio) y Guerra Huayco (Cerro), superficie 14 ha.
- C = Plantación efectuada en Diciembre de 2014 en las comunidades: Tolomosa Norte, Pinos Norte, San Andrés, Guerra Huayco. Superficie plantada 77.9 ha.

En lo que respecta a los datos tabulados, se obtuvo los siguientes porcentajes en mortandad:

- **Plantación A.**

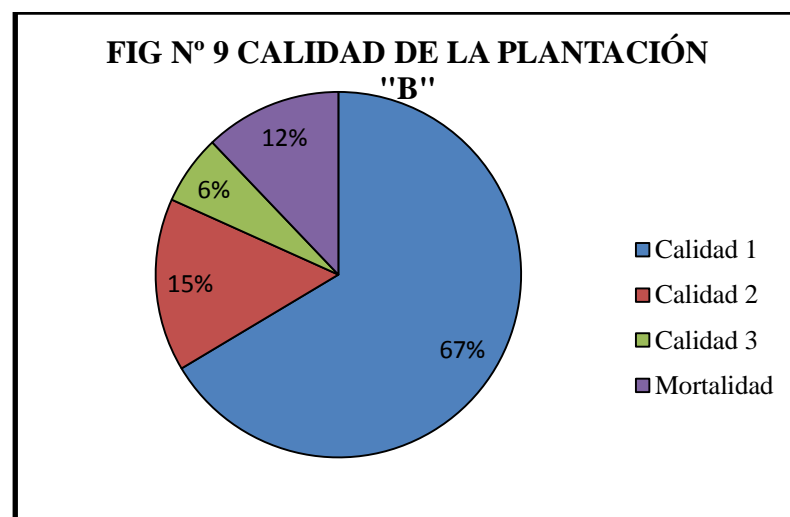
El porcentaje de plántones muertos alcanza un 3.37%, en cuanto a los problemas que se encontraron y que fueron causales de la mortandad, sólo se puede identificar que el único factor fue las hormigas, no se observaron muchas pérdidas y se encuentra dentro del rango de lo aceptable, esto se debe a que en la época de plantación hubo mucha precipitación (Diciembre 2013) y benefició en el buen desarrollo de los árboles, otro aspecto fue que se instalaron en sitios de buena calidad en cuanto a propiedades del suelo y en nutrientes, también es una zona muy húmeda y el micro clima es bueno, esto ayudó en la buena adaptabilidad y resistencia de los plántones. También los cercos son de mucha ayuda en la protección de las plantaciones.



- **Plantación B.**

Los datos obtenidos en la en la plantación B, muestran que la mortalidad llega a un 12.12%, entrando al rango de lo aceptable. En esta plantación, por lo general no se obtuvieron altos valores de pérdida o mortandad, a diferencia de la plantación C.

Se pudo constatar que la causa de la mortandad en algunas parcelas fue que se encontraban en sitios semi-inundados (Ver foto N° 9) y los plantones se mostraban poco amarillentos, esto demuestra que el exceso de humedad también perjudica a las plantaciones de pinos.



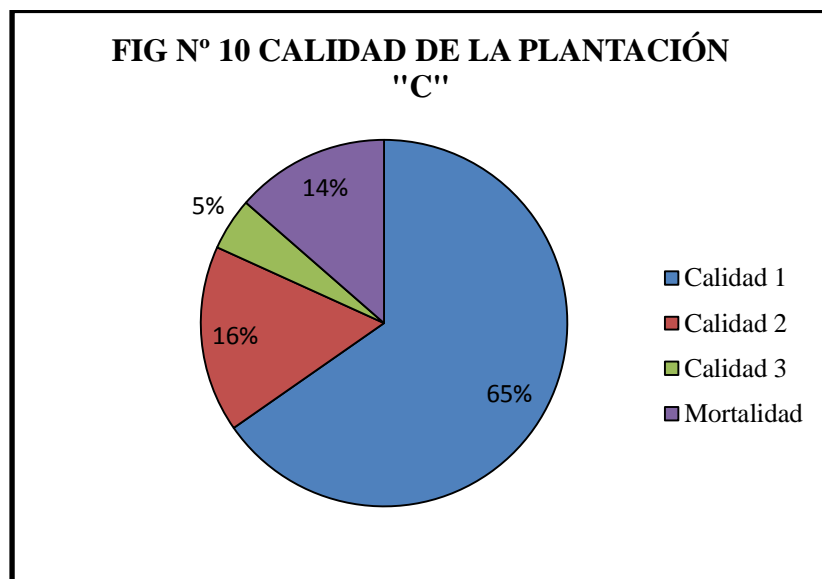


- **Plantación C.**

Los datos tabulados de la plantación C, nos muestran que la mortalidad alcanza un valor promedio de 13.58%, entre los principales problemas que se presentaron y afectaron el buen desarrollo de las plantas, tenemos:

El factor principal que indudablemente es el causante de la muerte de muchos plántones fue la sequía, más que todo a las plantaciones C, esto se debe a que gran parte de la plantación C, alrededor de 30 ha, están ubicadas al noreste de la cuenca del Río Tolomosa, donde su condición climática es más seco.

En este sector la precipitación media anual es de 546 mm., esto nos da una visión de que el sitio es muy seco y las plantaciones se vieron afectadas, ni con la ayuda de riego adicional se pudo evitar la muerte de muchos plántones (Ver foto N° 10).



Otro factor de mucha importancia y que influyó en la pérdida de una cantidad considerable de plántones, es el caso de la comunidad de San Andrés, donde la plantación se la estableció cerca del río y en un suelo muy ripioso, lo cual, no retenía la humedad necesaria y los plántones no sobrevivieron, a esto hay que sumarle la presencia de hormigas que ayudaron a que los plántones no

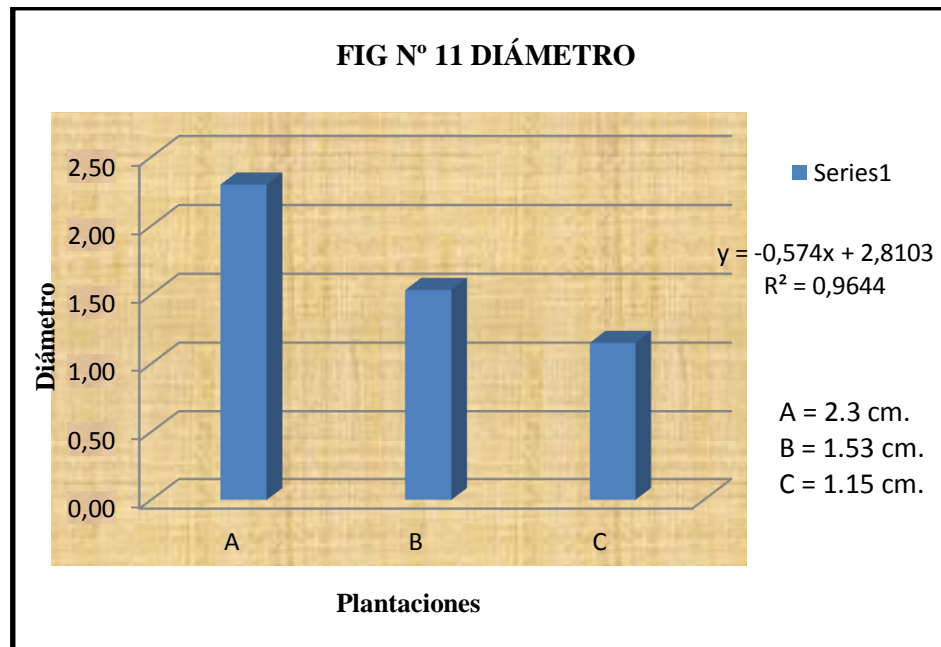
recuperen su vigor, éste fue el caso en el que se encontraron más valores negativos.

El estado sanitario de las plantaciones es regular ya que el porcentaje en plantones enfermos es muy bajo, dando como resultados los siguientes valores:

- Los resultados obtenidos en porcentaje de las plantaciones son: Plantación A=14.48%, Plantación B=31.50% y C=27.40% de árboles que presentan problemas algún problema sanitario.

Hablando de las plantaciones B y C, se presentan aspectos cloróticos y algunas con marchitez que pueden tener como agente causal primario a un patógeno. Por otro lado, dichos estados puede deberse a la deficiencia nutricional, el amarillamiento de acícula en general es típico síntoma de la deficiencia de magnesio que es uno de los componentes importantes de la clorofila, la deficiencia de nitrógeno por su parte, tiene síntomas que muestran a las acículas de un color verde claro y mucho más corta, ambos aspectos podemos asimilarlos en las dos plantaciones, pero más representativo en la plantación B.

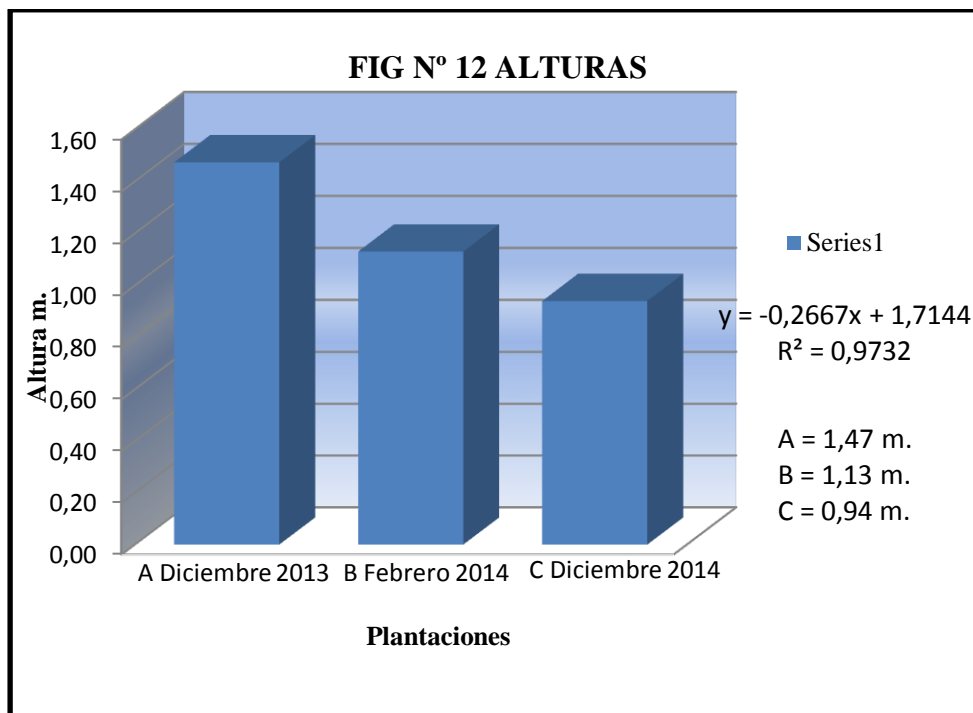
Dentro de las actividades silviculturales y en el manejo de plantaciones, la única que se ejecuto fue la poda de la plantación A, actividad que fue realizada al año de edad por los comunarios; esta faena no se llevó a cabo con las especificaciones técnicas establecidas, producto de lo cual se pudo que ver que se dejaron epicornios, lo cual afecta en la madera. También se encontraron pedúnculos siendo éstos la parte no cortada y no extraída de una rama que ha sido podada, por lo tanto, constituye un defecto más en la faena de poda, ocasionando después la formación de nudos sueltos, o sea, nudos rodeados de corteza y no integrados firmemente a la madera circundante.



En lo que respecta a las anomalías de crecimiento registradas en la presente evaluación sólo se encontraron Plantones inclinados (Ver foto N° 9) y bifurcaciones con los siguientes valores 0.17% que son poco significativos.

Dentro de los daños registrados en las plantaciones se pudo observar que el agente que afecto a las plantaciones fue la hormiga, comiéndose las acículas y produciendo heridas en la corteza. El diámetro medio encontrado en la plantación A es de 2.3 cm., 1.53 cm., y 1.15 cm., respectivamente.

Resumiendo podemos decir que los resultados obtenidos en cuanto a la altura de la plantación A, presenta un desarrollo normal llegando a tener un crecimiento medio de 0.97 m. en 1 año y nueve meses; interpretado de otra manera el crecimiento de la plantación es de 4 cm por mes. En la plantación B se obtuvo el siguiente valor promedio del crecimiento 0.63 m. en 1 año y 7 meses, y por último, en la plantación C se obtuvo un valor promedio de 0.44 m. en 9 meses.



En lo que se respecta para determinar el porcentaje de sobrevivencia en las plantaciones, se siguió los pasos según la clasificación de Murillo y Camacho. Los datos obtenidos en la plantación A, la clasifica como Buena, ya que alcanza un valor por arriba del 95% de sobrevivencia. Los datos obtenidos en la plantación B, sobrepasan el 85% y en la C llega a un 86% de ejemplares vivos, como se puede observar los porcentajes de sobrevivencia son elevados, esto significa que a pesar de todas las características antes mencionadas la sobrevivencia en las plantaciones es bastante “Buena”.

## **5.2 Resultados obtenidos en la evaluación de parcelas.**

En los siguientes cuadros se encuentran los valores promedios de las plantaciones que fueron establecidas por el proyecto, siendo establecidas en diferentes fechas y sitios, las mismas que fueron clasificadas de acuerdo a las fechas de plantaciones que van desde 2013 al 2014, los resultados son los siguientes:

– Diciembre de 2013.

<b>CUADRO N° 17 PAMPA REDONDA</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
11,7			18	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
540	30.6	6.91 m	Dic. 2013	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	1.48	0.98	2.3	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0,12	0,04	0	0,1	0,03
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
84,87	10.78	0.87	3.48	

<b>CUADRO N° 18 PINOS NORTE</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
12			20	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
614	30.7	6,91 m	Dic. 2013	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	1.6	1.1	2,55	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0	0,02	0	0	0,08
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
83,32	12,9	0	3.78	

<b>CUADRO N° 19</b>				
<b>CEMENTERIO DE SAN ANDRÉS</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
6,7			12	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
351	29,25	6,91 m	Dic. 2013	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	1,34	0,84	2,05	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0,03	0,07	0	0,01	0,01
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
86,33	9,94	0,87	2,86	

La plantación A fue efectuada en diciembre de 2013, en tres comunidades diferentes, siendo las de mayor edad del proyecto. Los datos obtenidos son muy buenos en cuanto a los valores positivos, cuentan con una buena calidad y se reflejan a continuación; Altura Media 1.47 m., Diámetro Medio 2.30 cm., Mortandad 3.37%, y Defectos 14.48%. Con estos valores se clasifica a la plantación en Calidad 2, según Murillo y Camacho. (Buena o aceptable).

– **Febrero de 2014.**

<b>CUADRO N° 20</b>				
<b>SAN ANDRÉS COLEGIO</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
4			12	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
325	27,08	6,91 m	Feb. 2014	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	0,95	0,45	1,19	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0,12	0,13	0,06	0,05	0,66
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
50,37	17,9	9,41	22,33	

<b>CUADRO N° 21</b>				
<b>CERRO GUERRAHUAYCO</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
10			18	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
520	30	6,91	Feb. 2014	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	1,31	0,81	1,88	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0,09	0,04	0	0,01	0,07
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
82,49	12,72	2,89	1,91	

La plantación B fue instalada en febrero de 2014, sólo se plantó en dos áreas, la primera fue en San Andrés y no tuvo buen desarrollo de los plantones debido a que la parcela fue instalada en una zona muy húmeda, la excesiva humedad hizo que los plantones se presenten algo amarillos y pierdan vigor. La segunda plantación que instaló cerca del cerro de Guerra Huayco no conto con muchos inconvenientes y los plantones crecen en forma natural, lo que se pudo apreciar fueron muchos defectos, y aparte de ello se vio la presencia de hormigas. Los datos alcanzados son los siguientes; Altura Media 1.13 m., Diámetro Medio 1.54 cm., Mortandad 12.12%, Defectos 31.50%, con estos valores se puede clasificar a la plantación en una Calidad 2, según Murillo y Camacho. (Buena o Aceptable).

– Diciembre de 2014.

<b>CUADRO N° 22 TOLOMOSA NORTE</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
26,1			30	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
826	28	6,91 m	Dic. 2014	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	1,0112	0,5112	0,9315	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0,1345	0,1906	0,0291	0,0756	0,2904
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
50,0267	30,7758	6,8374	8,3602	

<b>CUADRO N° 23 PINOS NORTE</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
7,6			20	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
608	30	6,91 m	Dic. 2014	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	0,96	0,46	1,31	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0	0,04	0	0	0,4
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
75,21	7,17	0	17,62	



<b>CUADRO N° 24</b>				
<b>RÍO SAN ANDRÉS</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
4			10	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
250	20	6,91 m	Dic. 2014	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	0,95	0,45	1,02	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0,14	0,16	0,05	0,13	0,21
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
36	8,67	13,4	41,93	

<b>CUADRO N° 25</b>				
<b>CEMENTERIO GUERRAHUAYCO</b>				
<b>Superficie Ha.</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
4,2			12	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
360	30	6,91 m	Dic. 2014	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	0,79	0,29	1,17	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0,03	0,06	0	0	0,12
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
82,35	14,71	2,94	0	

<b>CUADRO N° 26</b>				
<b>LADERA GUERRAHUAYCO</b>				
<b>Superficie Ha</b>			<b>N° De Parcelas</b>	
20			28	
<b>Total Plantones</b>	<b>Arb. Por parcela</b>	<b>Radio de Parcela</b>	<b>Fecha Plantación</b>	<b>Fecha Evaluación</b>
820	30	6,91	Dic. 2014	Sep. 2015
<b>ALTURA DEL PLANTÓN</b>			<b>Diámetro (cm)</b>	
<b>Plantación (m)</b>	<b>Evaluación (m)</b>	<b>Crecimiento (m)</b>		
0,5	0,99	0,49	1,33	
<b>DEFECTOS %</b>				
<b>Bifurcado</b>	<b>Inclinado</b>	<b>D / M</b>	<b>Sanidad</b>	<b>Vigor</b>
0,05	0,12	0	0	0,06
<b>CALIDAD %</b>			<b>MORTALIDAD %</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
78,95	21,05	0	0	

La plantación C de diciembre de 2014 fue la que abarcó mucha más superficie, la cual fue establecida en cuatro comunidades (Tolomosa Norte, Pinos Norte, San Andrés y Guerra Huayco). En Tolomosa Norte la plantación de Pinos radiata no se desarrolla muy adecuadamente, el principal problema de este sector es la sequía, la plantación está establecida al noreste de la cuenca y tiene la particularidad que es un sector muy seco, esto afectó al desarrollo del crecimiento y afecta de manera muy significativa en la mortandad de los plantones.

La plantación que se instaló en la comunidad de San Andrés cerca del Río del mismo nombre tuvo el valor más pobre en la evaluación de todas las parcelas, este sitio se vio muy afectado por diferentes motivos, uno de ellos es que se instaló cerca del río donde el suelo apenas se estaba recuperando y no tenía suficientes nutrientes y la profundidad del suelo era mínima, además de ello la sequía y las hormigas afectaron considerablemente el desarrollo de los plantones.

En valores promedio de toda la plantación realizada en Diciembre de 2014, nos arrojan los siguientes valores: Altura Media 0.94 m., Diámetro Medio 1.15 cm., Mortandad 13.58%, Defectos 27.40%, tales valores clasifican a la plantación en un Calidad 2, según Murillo y Camacho (Buena o Aceptable).

### 5.3 Evaluación de la calidad de sitio.

Los sitios en los cuales se desarrollan las plantaciones evaluadas presentan los siguientes datos que luego nos servirán para su clasificación.

<b>CUADRO N° 27 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SITIO</b>						
<b>PLANTACIONES</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Profundidad efectiva (cm.)</b>	<b>Textura</b>	<b>PH</b>	<b>Pedregosidad (%)</b>	<b>CLASIF.</b>
<b>Pinos Norte</b>	12 (1)	90 (1)	Franco arenoso (L2)	5.57	2	A
<b>San Andrés</b>	15 (1)	90 (1)	Franco arenoso (L2)	5.70	2	A
<b>Pampa Redonda</b>	18 (1)	85 (1)	Franco (M1)	6.65	1	A
<b>Guerra Huayco</b>	25 (2)	80 (2)	Franco arcilloso (P1)	5.68	3	B
<b>Tolomosa Norte</b>	20 (1)	70 (2)	Franco arcilloso (P1)	5.2	2	B

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede clasificar a las plantaciones establecidas en sitios buenos o malos, de acuerdo a las comunidades de Pinos Norte, San Andrés y Pampa Redonda tienen la mayor parte de sus propiedades en la calidad de sitio A que son sitios con Excelente calidad para el desarrollo forestal. Por otra parte en las plantaciones de Guerra Huayco y Tolomosa Norte presentan una situación en la calidad B.

En resumen todas las plantaciones están ubicadas en sitios de Buena calidad de suelos para su desarrollo. Asumiendo que en las plantaciones que se encuentran en la calidad A tienen mayor aptitud para el desarrollo de esta especie según las propiedades del suelo y por las características que presentan los plantones que se encuentran actualmente en el sitio de plantación.

Los análisis químicos realizados revelan los niveles de N, P, K, contenido de materia orgánica y pH.

CUADRO N° 28 ANÁLISIS QUÍMICO					
LOCALIDAD	Materia Orgánica (%)	N (%)	P (ppm)	K (me/100 gr.)	PH
Pinos Norte	2.2	0.15	11.02	0.22	5.57
San Andrés	2.3	0.17	10.03	0.18	5.70
Pampa Redonda	2.2	0.13	11.02	0.20	6.65
Guerra Huayco	2.3	0.13	9.03	0.20	5.68
Tolomosa Norte	1.95	0.20	9.02	0.15	5.2
CLASIFICACIÓN	B	MP	B	B	C

**Clasificación de acuerdo a normas para evaluación de plantaciones forestales en la Sierra del Perú:**

- MP = Muy pobre.      - E = Elevado.
- MB = Muy bajo.      - A = Acido.
- B = Bajo.              - C = Ligeramente ácido.

## CAPÍTULO VI

### 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 6.1 Conclusiones.

La síntesis evaluativa que se presenta del trabajo, responde a las siguientes conclusiones:

- Con los resultados obtenidos del presente trabajo se concluye que el desarrollo cualitativo de los árboles en las plantaciones es buena.
- La sanidad es regular en las plantaciones, el porcentaje de árboles enfermos o que presentan algún defecto son los siguientes, en la plantación A es 14.48%, la plantación B 31.50% y en la C 27.40%, también se debe hacer notar la presencia de hormigas.
- Las anomalías de crecimiento no son significativas, las pocas que se registraron son los plantones inclinados y las bifurcaciones 0.17%.
- Existe buena sobrevivencia de los individuos en ambas plantaciones, pero no un buen desarrollo cuantitativo ni cualitativo. Los porcentajes de sobrevivencia obtenidos fueron en la plantación A un valor arriba del 95%, en la plantación B arriba del 85% y en la C llega a un 86% de ejemplares vivos.
- La mortandad en las plantación A, alcanza un valor de 3.37%, en la plantación B, 12.12% y en la plantación C, con 13.58% de mortandad. Entra en el rango de lo permitido en las plantaciones.
- Los daños causados a las plantaciones son mínimos porque todas las áreas donde se instalaron las plantaciones se encuentran cercadas para evitar que los animales ingresen y hagan daño, pero lo que se registro fue la invasión de hormigas en porcentajes menores.
- Los suelos donde fueron implantados los rodales de *Pinus radiata* presentan niveles aceptables de N, K, y MO.

- A través de la calidad de sitio, concluimos que los sitios de plantación son de Buena a Mediana calidad de suelos, ya que en algunos sitios las propiedades son negativas para el desarrollo de las especies.

## **6.2 Recomendaciones.**

- Que las entidades practiquen un registro y seguimiento a todo programa de plantaciones con objeto de identificar el ritmo de crecimiento de las especies.
- La producción de plántones debe tener un estricto y riguroso seguimiento (vigoroso, buen color, correctamente producidos), a efecto de obtener respuestas positivas o garantizar el futuro de las plantaciones.
- Identificación y preparación del terreno para realizar una plantación en la cual se debe erradicar las hormigas.
- Utilizar micorrizas en las plantaciones, al igual que lo hicieron en las plantaciones del PERT el año 2005 en el cementerio de San Andrés, se obtuvieron buenos resultados.
- Recomiendo el uso de las especies exóticas de rápido crecimiento solo en asociación con especies nativas que tiene como característica fundamental un alto aporte de nitrógeno al suelo.
- Vista a la luz las futuras necesidades previstas en cuanto a la falta de madera, y considerando los réditos potenciales de las plantaciones de árboles, recomiendo que se realicen más inversiones en cuanto a estudios de mejoramiento de árboles, semillas y otros estudios para las plantaciones forestales. Si se efectúan bien, con el tiempo tales inversiones reeditarán muchas veces el capital inicial en términos productivos, protectores y ambientales, y mejorarán el bienestar humano de las generaciones presentes y futuras.
- Por último recomiendo realizar estudios de clima y suelo para la introducción de especies exóticas, también realizar el manejo y seguimiento de las plantaciones, aplicando los tratamientos silviculturales en el momento oportuno y respetando las técnicas establecidas.

- Existe una necesidad urgente de aumentar la superficie de plantaciones en la cuenca del Río Tolomosa, con el fin de ayudar a satisfacer las necesidades productivas, protectoras y ambientales en el plano local. Sobre todo, existe la necesidad de asegurar que las plantaciones se establezcan considerando objetivos específicos bien planteados, utilizando material reproductivo bien comprobado y de alta calidad, y que ellas sean cuidadas, protegidas, manejadas, inventariadas regularmente.