

**EVALUACION DE CALIDAD Y VALORACION DE UNA PLANTACIÓN DE
PINO (*Pinus radiata* D Don), EN LA COMUNIDAD CHAUSAN SAN ALFONSO,
PARROQUIA PALMIRA, CANTON GUAMOTE, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO**

JORGE RENATO MERINO GUALPA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

Riobamba – Ecuador

2010

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE: el trabajo de investigación titulado “EVALUACION DE CALIDAD Y VALORACION DE UNA PLANTACIÓN DE PINO (*Pinus radiata* D Don), EN LA COMUNIDAD CHAUSAN SAN ALFONSO, PARROQUIA PALMIRA, CANTON GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, de responsabilidad del Señor Egresado Jorge Renato Merino Gualpa ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Eduardo Cevallos

DIRECTOR

Ing. Fernando Romero

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

Riobamba - Ecuador

2010

AGRADECIMIENTO

A Dios, a la Virgen María por brindarme la oportunidad de estar en este mundo, y de culminar una etapa más de mi vida.

A mis Padres Marina Gualpa y Hernán Merino por la dedicación, amor, ejemplo y por el apoyo incondicional para brindarme lo mejor durante mi vida.

A mi Familia por la responsabilidad, comprensión y afecto por hacer de mí una persona lleno de valores y virtudes éticos.

Un agradecimiento muy especial a la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por darme la oportunidad de ser un profesional en tan prestigiosa carrera.

A los miembros de mi tribunal de tesis Ing. Eduardo Cevallos DIRECTOR, Ing. Fernando Romero MIEMBRO, por su apoyo y comprensión.

Al Ministerio del Ambiente por permitirme realizar mi tesis en sus instalaciones y por las facilidades otorgadas, y en especial al Ing. Marcelo Pino Cáceres por ser un excelente amigo, quien con su apoyo y guía profesional incondicional se logro finalizar esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios,
a mis padres Marina y Hernán,
a mis hermanos Paola, y Vladimir.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
	LISTA DE CUADROS	ii
	LISTA DE GRAFICOS	iv
	LISTA DE TABLAS	v
	LISTA DE MAPAS	vi
	LISTA DE ANEXOS	vii
I	TITULO	1
II	INTRODUCCIÓN	1
III	REVISIÓN DE LITERATURA	5
IV	MATERIALES Y METODOS	41
2 V	RESULTADOS Y DISCUCION	66
VI	CONCLUSIONES	105
VII	RECOMENDACIONES	106
VIII	RESUMEN	107
IX	SUMARY	108
X	BIBLIOGRAFÍA	109
XI	ANEXOS	111

LISTA DE CUADROS

No.	Descripción	Página
1	Análisis de las Variables continuas y discretas de la plantación de Pino	67
2	Promedio del número de trozas por categoría de calidad en la plantación.	75
3	Volumen de madera en pie de cada parcela relacionada a la superficie de la plantación (17,4 Ha)	77
4	Índices de calidad de plantación de Pino.	78
5	Distribución del número de árboles/Ha en la plantación, según su clase diamétrica y categoría de calidad	79
6	Promedio del número de trozas/Ha, según su clase diamétrica y categoría de calidad	79
7	Distribución del Volumen con corteza de trozas (m ³ /Ha), según clase diamétrica por categoría de calidad de la plantación	80
8	Distribución del Volumen total (m ³) según la clase diamétrica y categoría de calidad en la plantación	81
9	Distribución del Volumen (m ³) de trozas según, clase diamétrica por categoría de calidad ajustada por la posición de la troza en el fuste	82
10	Distribución del Volumen inicial de madera en pie de la plantación (Vi ₃) según, clase diamétrica y categoría de calidad ajustado por la calidad del árbol/troza.	84
11	Costo del volumen total de madera, por categoría de calidad y clase diamétrica de la plantación en pie.	85
12	Cuadro resumen de, superficie, número de trozas, volumen y costo de	86

la plantación en pie.

13	Calificación del potencial de aprovechamiento y transporte de la plantación.	87
14	Volumen estimado por la regresión volumétrica $V = 0,3476 * (DAP^2 * h) + 0,0739$ para cada parcela y por hectárea, (Merino, R. 2009)	97
15	Volumen total estimado por la regresión volumétrica y costo de la plantación en pie, según MAE.	98
16	Costos de evaluación de la plantación (mapeo e inventario forestal), según los precios establecidos por ACOSA, (2008).	99
17	Costos de cosecha de la plantación evaluada con maquinaria forestal, según los precios establecidos por ACOSA, (2008).	101
18	Distribución, del volumen de la plantación estimado por la regresión volumétrica según la clase diamétrica	102
19	Distribución de volumen con corteza de la plantación según, la calidad de madera determinada por la clase diamétrica	103
20	Comparación entre los métodos de estimación de volumen y valoración de madera en pie, utilizados en esta plantación.	103

LISTA DE GRAFICOS

No.	Descripción	Página
1	Número de árboles por parcela	68
2	Porcentaje de mortalidad de la plantación.	69
3	Árboles Bifurcados con relación al resto de la Plantación.	69
4	Árboles Inclinados con relación al resto de la plantación	70
5	Árboles ligeramente torcidos (rectitud Tipo 2), con relación al resto de la plantación.	71
6	Árboles con daño mecánico con relación al resto de la plantación.	72
7	Árboles con ramas gruesas con relación al resto de la plantación.	72
8	Árboles con ángulo de inserción de ramas Tipo 2, con relación a la	73
9	Árboles sanos con relación a la plantación total	74
10	Árboles con fibra recta con relación a la plantación	74
11	Número de trozas podadas/parcela.	75
12	Distribución porcentual del número de trozas según categoría de calidad de la plantación.	77
13	Distribución del volumen total de la plantación por clase diamétrica y categoría de calidad	82
14	Distribución del Volumen inicial de madera en pie (V_{i2}) ajustado por la posición de la troza en el fuste comercial	84
15	Distribución del Volumen inicial de madera en pie de la plantación (V_{i3}), según la clase diamétrica y categoría de calidad ajustado por la calidad del árbol por sus trozas	86
16	Grafica de regresión volumétrica	97
17	Distribución porcentual de V_{cc} /clase diamétrica, de la plantación	104

LISTA DE TABLAS

No.	Descripción	Página
1	Distribución de árboles por clases diamétrica	51
2	Factor de forma para <i>Pinus radiata</i> D Don.	52
3	Criterios de calificación de calidad de una plantación, con base en el coeficiente de variación	54
4	Tipo de inventario de acuerdo al grado de precisión	56
5	Escala de operaciones según el tamaño de Plantación	61
6	Tipos de acceso según características del sector.	62
7	Calificación según la distancia al sitio de transformación final.	62
8	Tipo de pedregosidad según características del sitio.	63
9	Tipo de densidad de plantación.	63
10	Tipo de maleza	63
11	Tipo de topografía y pendiente.	64
12	Porcentaje de Pendiente	90
13	Clases FAO, según el porcentaje de pedregosidad en la superficie	90
14	Costos de evaluación y aprovechamiento forestal. ACOSAFOREST (2008)	92
15	Tarifa de construcción de caminos. MAPEAGRE. (2008)	94
16	Calidad de madera aserrable por clase diamétrica.	

LISTA DE ANEXOS

No.	Descripción	Página
1		99
2		100
3		101
4		102
5		103
6		104
7		105
8		106
9		107
10		108
11		109
12		110
13		111
14		113
15		115
16		117
17		119
18		120
19		121

LISTA DE MAPAS

No.	Descripción	Página
1	Levantamiento planimétrico y ubicación de parcelas en la plantación.	66
2	Vías de acceso para el aprovechamiento forestal de la plantación	101

I. EVALUACIÓN DE CALIDAD Y VALORACION DE UNA PLANTACION DE PINO (*Pinus radiata* D. Don). EN LA COMUNIDAD CHAUSAN SAN ALFONSO, PARROQUIA PALMIRA, CANTON GUAMOTE PROVINCIA DEL CHIMBORAZO.

II. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de la silvicultura moderna de plantaciones, sin duda se basa en la productividad y redistribuciones económicas que ésta le puede dar al inversionista o al estado. Como opción del uso de la tierra compite con los cultivos anuales, ganadería y otras, que tienen flujos financieros muy atractivos y a corto plazo. El retorno económico a mediano y largo plazo (entre 12 y 20 años dependiendo de la especie, calidad del sitio y los objetivos de producción), le exigen a la actividad de la reforestación niveles altos de rentabilidad y en especial, de garantizar el logro de objetivos de producción. Se vislumbra también, que los cambios en el sistema de incentivos a la reforestación se orientan cada vez más hacia modalidades de crédito, donde se hará imprescindible contar con herramientas e instrumentos que le permitan al silvicultor evaluar y determinar, el estado de la calidad y el valor comercial de la plantación forestal. Debido al largo plazo de la actividad forestal y el retorno económico esperado, es vital poder estimar al más corto plazo posible, si la plantación conseguirá alcanzar las metas de producción proyectadas.

Conceptos como competitividad, calidad y productividad en la actividad forestal. Solo pueden ser conseguidos, si se introduce una cultura de evaluación y control que debe ir desde la semilla, el vivero hasta la cosecha del producto. Las nuevas tecnologías nos permiten hablar de cultivo de madera, dejando atrás los términos forestación o reforestación. Hoy día, la eficiencia en el desarrollo de proyectos de producción forestal, descansa en la asignación de contratos de asignación de labores específicas a empresas u organizaciones que ofrezcan este tipo de bienes y servicios. El poder conocer la calidad y el valor comercial en pie de la plantación forestal, se convierten entonces en un insumo vital para la toma de decisiones acertadas y oportunas sobre el futuro de la misma.

Después de conocer el valor real maderero de la plantación en pie, es fundamental analizar las verdaderas posibilidades de aprovechar y transportar ese producto hasta su sitio de transformación. No podrá tener el mismo valor comercial una plantación a orillas de un buen camino, con amplias facilidades de aprovechamiento y transporte, que otra plantación, donde se hace necesario construir toda una vía de acceso para poder explotarla.

Por lo general las plantaciones forestales, han sido establecidas en los peores sitios y más alejados dentro de una propiedad. Haciendo que el momento de su aprovechamiento se presenta un aumento significativo en los costos de explotación y por tanto, disminución en su valor de mercado.

La presente investigación se la realizó en la plantación de *Pinus radiata* D. Don, localizada en la comunidad Chausan San Alfonso, Parroquia Palmira, Cantón Guamote en la provincia de Chimborazo, la cual fue establecida el 6 de Octubre de 1987, en convenio entre el MAG, la Dirección Nacional Forestal y la Comunidad. La superficie reforestada fue aproximadamente de 48Ha, con especies madereras como *Pinus radiata*, *Pino patula* y *Cupresus macrocarpa*, de las cuales el 70% es propiedad del actual MAE, y el 30% restante pertenece a Chausan San Alfonso. A finales del año 2005, e inicios del 2006, la comunidad decidió explotar su porcentaje de superficie, es decir 14.4Ha, quedando únicamente en pie la parte correspondiente al Ministerio del Ambiente. Es importante mencionar que esta plantación fue manejada (raleada y podada) por dos ocasiones, la primera a los 7 años de edad y la segunda a los 15 años.

Para ejecutar esta investigación forestal, se considero efectuar actividades como evaluar la calidad de la plantación y determinar sus posibles causas, esta labor se baso en los procedimientos del inventario forestal. La calidad de la plantación forestal se explico fundamentándose en dos grandes causas: 1) el manejo que ha tenido y 2) la calidad genética del material original (semilla), esta información puede ser de gran utilidad, pues un adecuado peritaje podría determinar en alto grado, ¿qué tan eficiente ha sido el desempeño técnico (siembra, calidad del mantenimiento, podas, y raleos); y también, el impacto de la calidad de la semilla empleada. En una segunda etapa, con la información

obtenida del estado de calidad de la plantación, se procedió a estimar el valor real y el valor de mercado de la plantación en pie.

En nuestro medio uno de los problemas que se tiene a nivel de propietarios (particulares, privados y estatales), es la compra y venta de plantaciones forestales, sin conocer el valor real de las mismas, por lo que en muchas ocasiones el ofertante se aprovecha, pagando precios bajos y por ende la insatisfacción del propietario al vender un recurso que para su producción requiere largo plazo y su costo final no refleja la inversión inicial, por tanto prefieren no plantar árboles.

A. JUSTIFICACIÓN.

Con la finalidad de tener una herramienta que permita comprar y vender la madera en pie a un precio justo, el Ministerio del Ambiente, vio la necesidad de realizar esta investigación, mediante la recopilación de información sobre parámetros de calidad de la plantación y obtener datos precisos y verdaderos, que se requiere para el proceso de toma de decisiones, las cuales serán reflejadas en la valoración real de la plantación forestal.

Hasta el momento, en nuestra provincia, los avalúos y peritajes en el campo forestal han sido realizadas sin una guía sistematizada o procedimiento científico, que determine objetivamente el valor real y de mercado de las plantaciones forestales. Con el desarrollo de esta investigación de evaluación de calidad de madera en pie, se abre una gran posibilidad para lograr una mejor estimación del valor real basado, ya no solo en variables como el volumen y dimensiones de los árboles, sino también en su potencial de producción de madera comercial.

B. OBJETIVOS.

1. Objetivo general.

- a** Evaluar la calidad de la madera y la valoración real de la misma en una plantación de Pino.

2. Objetivos específicos.

- a** Evaluar la calidad de la plantación forestal y sus posibles causas.
- b** Determinar el valor real maderero de acuerdo a la calidad de los árboles.
- c** Proponer un modelo de evaluación de calidad y valoración de la madera en plantaciones forestales.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA.

A. EVALUACION DE PLANTACIONES FORESTALES.

La evaluación de una plantación concierne en aplicar cierta técnica para recopilar información de alguna o algunas características particulares de la misma. Tal información es sometida a un análisis, que posteriormente se usará para escoger apropiadamente un plan eficiente de acciones a llevar a cabo en la plantación, tanto en el manejo de la masa arbolada, como en la administración de la misma. La evaluación de una plantación es una actividad de extrema relevancia en su administración, independientemente de que se cuente con guías bien definidas sobre el manejo de plantaciones establecidas en condiciones similares.

Evaluar cualquier objeto, individuo o población es una actividad que debe obedecer a un propósito y debe existir toda una estrategia para llevar a cabo de la forma más eficiente posible. La evaluación realizada por el simple capricho de hacerse no es una evaluación, es una pérdida de tiempo, dinero y esfuerzo. De aquí que toda evaluación, antes de concebirse como tal, debe tener un objetivo bien definido. Generalmente, el objetivo de la evaluación de un área reforestada es determinar su estado actual, el potencial arbolado y demás recursos presentes. La atención primordial en la evaluación del arbolado se centra en la estimación de la presencia o ausencia de árboles jóvenes, su número, distribución y calidad, como las condiciones de vegetación competitiva, tasa decrecimiento y la composición de casa estrato de la plantación. Los objetivos de la evaluación pueden incluso ser la estimación de variables que afectan indirectamente a la reforestación, como podría ser la evaluación de contaminantes, disturbios, presencia de fauna silvestre y otros.

Definir el objetivo de la evaluación de la plantación no siempre es una actividad sencilla, debe considerar elementos tan importantes como tiempo de uso del inventario, calidad y cantidad de información y costos de evaluación, entre otros, y obviamente debe identificarse preferentemente dentro de un grupo interdisciplinario que considere a especialistas ya personal de amplia experiencia en campo.

La cantidad y calidad de información que se colecta en una evaluación es regularmente muy variada y depende de muchos factores, entre los que sobresalen el mismo objetivo de la evaluación. Solo por dar un ejemplo, un inventario conducido para determinar tasas de sobre vivencia mínima en una plantación, requiere mucho menos información y precisión que uno para evaluar volumen, o para definir características de un manejo intensivo. Esto indica que siempre es necesaria una definición clara del objetivo de evaluación de la plantación, como requisito para determinar el método de evaluación, el número de atributos a evaluar en el campo y otros elementos importantes que definen la cantidad y calidad de información que se pretende obtener. Estas son condiciones indispensables antes de iniciar la evaluación, a fin de garantizar que se pueda obtener información requerida al mismo costo y tiempo posibles. (Torres y Magaña, 2000)

1. Elementos de una evaluación de plantación de forestales

Como cualquier otro proceso, la evaluación de plantaciones requiere la clara definición de objetivos y una detallada planeación de actividades. La definición de objetivos es sin duda el primer paso para iniciar una evaluación de plantaciones. Normalmente esos difieren en la perspectiva de tiempo que se adopte y en el tipo del bien o servicio que se vaya a inventariar, por lo que en una evaluación bien planificada se podrá lograr objetivos múltiples en el largo plazo.

En general la evaluación de la plantación está estrechamente ligada con el objetivo de la misma. Así, por ejemplo, en plantaciones comerciales el objetivo es la producción de materia seca con alguna característica en particular, de aquí que cualquier tipo de evaluación sobre estas plantaciones debe considerar el logro de este objetivo. El cuadro 1 muestra una clasificación de tipos de plantaciones (PRONARE, 1998), en el cual se muestran algunos de los objetivos fundamentales a evaluar.

Una vez realizado todo el trabajo de planeación el siguiente paso es la ejecución del trabajo de campo. En esta etapa un aspecto de suma relevancia es la capacitación de las brigadas de trabajo. Tal capacitación es clave para garantizar que se minimicen los errores de muestreo tanto sistemáticos como aleatorios; errores que pueden incluir desde la simple

selección del sitio hasta la mala medición de alguna o algunas variables de interés. El trabajo de inventario generalmente es tedioso, de aquí que resulta de suma importancia adiestrar a las brigadas no solo para que mejoren y efficienten su trabajo de toma de información, sino para que realicen una labor armónica y de equipo, lo cual redundara en la obtención de información confiable para el análisis.

Después de finalizar la toma de datos de campo, la siguiente etapa es la captura y procesamiento de datos. Esta etapa tiene como objetivo principal el asegurar la calidad de los datos a procesar para asegurar que los resultados que se han de generar sean también de calidad. La comprobación de la calidad de los datos se hace a través de la verificación de los datos en diferentes etapas.

La primera verificación se realiza después del trabajo de campo, cuando se concentran los formatos y se revisa que todos ellos están correctamente llenados. La segunda comprobación se puede realizar en el mismo momento de la captura de los datos a través de programas específicos incorporados a las formas de captura que comprueben la veracidad de algunos de los datos tecleados. La tercera y última revisión se hace después de la captura y consiste en verificar que los datos registrados en los formatos de campo sean los mismos que los que fueron guardados en el computador. Una vez que esta seguro de la calidad de datos capturados se procede al análisis de los mismos.

Una vez que se ha realizado el análisis de información el siguiente paso es la presentación de resultados. Esta parte generalmente parece ser obvia y simple, sin embargo, podría resultar la más importante de todo el proceso de evaluación dado que refleja la calidad y cantidad del trabajo que se ha realizado.

Una buena presentación de resultados debe incluir información gráfica y tabular de la información, así como una amplia diversidad de resúmenes de información estadística a diferentes niveles de agrupación. (Torres y Magaña, 2000)

B. PROCEDIMIENTO DEL INVENTARIO DE CAMPO.

1. Mapa de la plantación

Para efectuar una adecuada evaluación de una plantación recién establecida, es necesario contar con un mapa o levantamiento del área efectiva plantada. Esto permitirá poder definir el número de parcelas e intensidad de muestreo a seguir, detalles de las distancias y rumbos de las transectas o fajas de muestreo, así como la distancia entre fajas y entre parcelas dentro de fajas de muestreo. (Murillo, 2000)

Quizá una de las consideraciones más importantes para planeación de un inventario en una plantación es la disponibilidad de información cartográfica. Generalmente la información cartográfica de interés en un mapa forestal es el que se delimite la plantación y se muestre las áreas plantadas, aquellas con arbolado maduro, áreas de protección y aquellas no arboladas o con usos diversos. Es deseable que tal información distinga también caminos, otras vías de acceso, ríos, o cualquier otro elemento de la topografía que podría ser usado como límite o frontera dentro de la plantación y que pueda ser fácilmente reconocido como punto de referencia, tanto en el terreno como en fotografía o mapas. (Torres y Malaña, 2000)

2. Estratificación de la plantación.

La estratificación de una plantación es una de las tareas más importantes, dicha labor permite dividir a la plantación en rodales con características homogéneas, de tal forma que se minimiza la variabilidad dentro de cada estrato. Evidentemente la estratificación puede realizarse considerando una amplia variedad de factores o variables que afecten el desarrollo de la plantación, es posible estratificar a la plantación por su edad, por especie o grupo de especies plantadas, por las características de los suelos, por la densidad de la plantación o por diferencias en condiciones fisiográficas. (Torres y Malaña, 2000).

Se puede estratificar la plantación en unidades más homogéneas de acuerdo con alguno de los siguientes criterios: diferencia de edad, en especie, en condiciones topográficas (sitios

planos, laderas, cóncavos, etc.), en procedencia del material (vivero o procedencia geográfica), en categorías de pendiente, en el espaciamiento inicial, en el sistema de producción (bolsa, raíz desnuda, etc.), u otros criterios. (Murillo, 2000)

Mientras mayor sea el número de variables usadas en la estratificación, más homogéneos serán que determinan un estrato de la plantación y presumiblemente menor heterogeneidad en el estrato, característica que garantizara una mejor evaluación, independientemente del objetivo de la misma. (Torres y Malaña, 2000).

3. Sistema de muestreo

La evaluación de una plantación rara vez se hace a través de un censo de toda la plantación. Es común que se tome una muestra de dicha población y posteriormente, de acuerdo con las características de la muestra y con un nivel de confiabilidad predeterminada, se proceda a inferir sobre las características de la población. Este proceso recibe el nombre genérico de muestreo.

Para realizar un muestreo es necesario identificar varios factores como: que constituye la unidad de muestreo, la forma en que se elegirán las muestras y cuantas muestras se seleccionarán. Esto, en su conjunto, integra un diseño de muestreo.

El desempeño de un diseño de muestreo depende, en gran medida, de la estructura de la población estudiada, sobre todo en lo que respecta a la variabilidad de la variable de mayor interés o aquella sobre la cual se realizarán las inferencias más importantes (Matern y Ranney, 1983)

a Muestreo simple al azar

La idea fundamental del muestreo simple aleatorio es que cada una de las posibles combinaciones de unidades muestrales tiene la misma posibilidad de ser seleccionada. Este tipo de muestreo requiere conocer el número de unidades muestrales esto es, el número total de parcelas de muestreo que pueden ubicarse dentro de la plantación, para esto es

necesario contar con una buena estimación de la superficie de la plantación y con un croquis o plano detallado de la misma. Un segundo requerimiento es que para calcular el tamaño de muestra es necesario identificar una variable de interés. Esta variable es la que define las características del muestreo. Por ejemplo, si la variable es volumen, entonces la variable puede tomar cualquier valor real; si la variable es cualitativa, por ejemplo condición del árbol, entonces solo toma valores discretos. (Husch, B, 1982)

b Muestreo estratificado al azar.

El muestro estratificado al azar es un muestreo que toma ventaja de la información adicional que se tiene de la población. Aquí las unidades de muestreo se agrupan por alguna característica en común. Regularmente en plantaciones, la agrupación se la hace por edad de plantación, densidad de plantación o bien alguna otra variable como sistema, o método de plantación. En este caso, se levanta muestra en cada grupo (o estrato) y posteriormente se combinan las estimaciones por grupo para proporcionar el estimador del parámetro de interés de la población. Antes de aplicar este tipo de muestreo es conveniente enfatizar que sólo en el caso de que la variación entre unidades que no son del mismo grupo, entonces los estimadores de este tipo de muestreo que los de un muestreo al azar. (Infante, G y Zarate, P, 1984)

c Muestreo no aleatorio.

Este el tipo de muestreo más frecuente usado en dasonomía y en particular para la evaluación de plantaciones. Su popularidad radica que en campo suele ser complicado localizar apropiadamente los sitios de muestreo seleccionados en forma aleatoria, ya sea por lo accidentado del terreno, por deficiencias en el material cartográfico o fotométrico, o más frecuentemente por inexperiencia de los técnicos. Su uso en plantaciones es más común cuando las plantaciones son muy irregulares (tanto en su forma como en su composición) o no se cuenta con material cartográfico apropiado.

d Muestro sistemático.

En este muestro las unidades o sitios de muestreo no se seleccionan de forma aleatoria sino según a un patrón determinado. Este tipo de muestro tiene la enorme ventaja de distribuir la muestra en toda la población, de tal forma que resulta difícil que la muestra solo se localice en algunas partes de la plantación. El problema más importante en un muestro sistemático es que pueda presentarse patrones en la población que coincida con los patrones de selección de la muestra. En tal caso no es posible obtener información apropiada de la plantación. (Infante, G y Zarate, P, 1984)

La aplicación de un muestro sistemático no requiere ni de material cartográfico, ni de conocer el tamaño de la población antes del muestro, ya que las unidades muestrales se colocan a intervalos constantes hasta que no es posible ubicar dentro de la población una unidad de muestreo adicional. Claro que si este material está disponible, entonces resulta más fácil y eficiente la ubicación de las líneas de muestreo de forma tal que la muestra sea más representativa de la población o por lo menos se asegure una ubicación homogénea dentro de la plantación.

C. TAMAÑO Y UBICACIÓN DE LAS PARCELAS E INTENCIDAD DE MUESTREO.

Una vez que se tiene el mapa de la plantación y los estratos definidos (cuando aplique) se utilizan como base algún camino, cerca o referencia que sirva de eje, de donde saldrán las fajas. Sobre este se inicia el trabajo de donde saldrá la primera faja de muestreo bajo algún método aleatorio, tal y como lo requiere la teoría científica de muestreo (Kracher y AkCa, 1995)

A partir entonces de este primer punto determinado en forma aleatoria, se continúa con el resto del muestreo en forma sistemática.

En plantaciones forestales se ha encontrado una óptima relación entre eficiencia de muestreo y costos cuando la parcela incluye 15 y 20 árboles (AkCa, 1993).

1. Tamaño de parcela.

El tamaño de parcela circular será, según la densidad de plantación, para muestreos sistemáticos empleados en evaluación de la calidad de plantaciones forestales.

En plantaciones o estratos muy pequeños (1 a 3Ha) el tamaño del error de muestreo es normalmente muy alto, por lo que se requiere entonces de un número mayor de parcelas para lograr estimaciones adecuadamente representativas.

2. Ubicación de Parcelas

El distanciamiento entre parcelas y fajas se obtiene con ayuda de la siguiente fórmula.

$$\text{Distanciamiento (m)} = \sqrt{\frac{\text{Area}}{N^{\circ} \text{ parcelas}}} = \sqrt{\frac{30000m^2 = (3ha)}{3(\text{parcelas})}} = 100m.$$

Las parcelas se ubican a lo largo de fajas o transectos equidistantes, que atraviesan la plantación (ver figura 1). La distancia entre estas parcelas dentro de las fajas, así como la distancia entre fajas puede ser la misma para facilitar el trabajo de campo (Kramer y AkCa, 1995; Laar y AkCa, 1997).

Para calcular esta distancia entre fajas y parcelas, deberá conocerse el área total de plantación o estrato y el número total de parcelas a instalar.

3. Aspectos especiales a tomar en cuenta

Árboles de borde: Únicamente se deberán incluir aquellos individuos cuyo centro de DAP (diámetro a la altura del pecho) se ubique dentro del radio de la parcela. Pero este criterio resulta impráctico cuando se trabaja con árboles, por lo que una práctica común es incluirlos en el 50% de los casos de forma alternada.

a. Corrección del radio de la parcela debido a la pendiente del terreno.

En sitios con pendientes menores al 20% se puede utilizar “el método del banqueo” a la hora de establecer la parcela. Pero en terrenos con pendiente fuerte debe incrementarse la longitud del radio de la parcela como se muestra en el Cuadro 4. La corrección del radio de la parcela se hace únicamente en dirección de la pendiente y no en sus secciones transversales (Figura 2), de modo que la forma de la parcela se aproxime más a una elipse con sus lados más largos sobre la pendiente del terreno (Spitler, 1995; Spitler, 1996).

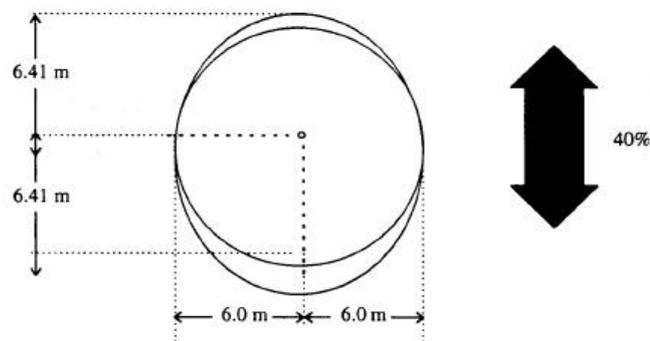


Figura 1. Muestra la corrección longitudinal de la forma de la parcela circular de muestreo según la pendiente del terreno. Ejemplo para un terreno con pendiente del 40% (Tomado de Spitler, 1995)

b. Ubicación exacta de las parcelas

Se debe tener especial cuidado con la ubicación exacta de las parcelas en el campo en la medida de lo físicamente posible. Cuando una parcela corresponda con un terreno sin árboles, cualquiera que sea la causa, deberá instalarse en ese sitio y la observación será de “0” árboles. Se deberá anotar las razones visibles que explique la ausencia de árboles. Este tipo de información es la que precisamente permitirá posteriormente estimar el área netamente plantada.

Cuando una parcela quede parcialmente fuera de la plantación (ubicada e el borde de la plantación), al igual que con las parcelas en sitios sin árboles, deberá establecerse en ese

sitio y el área que quede sin muestrear o fuera de la plantación, se deberá compensar siguiendo el método conocido como “Mirage”, mostrado en la figura N°2

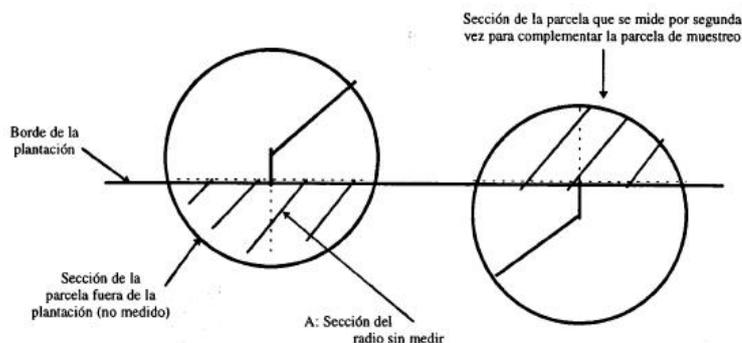


Figura N°2. Procedimiento de instalación de parcela de muestreo en el borde de una plantación, en inventarios de evaluación de plantaciones forestales (Tomado de Akca, 1993)

- Básicamente se siguen los siguientes pasos.
- Se establece la parcela con su centro donde le corresponde y se mide todos los árboles que queden dentro de la plantación.
- Se mide el segmento de radio no muestreado (Segmento “A”, Fig. 3).
- Se establece la parcela de nuevo, en el mismo sitio, pero del otro lado del borde de la plantación, de modo que su sección ya medida quede del lado externo.
- Se vuelve a medir, de nuevo todos los árboles que se ubiquen dentro de esta sección de la parcela que la complementará.

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.

D. EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS ÁRBOLES DENTRO DE LA PARCELA DE MUESTREO.

Todos estos datos se registran en un formulario de campo diseñado para la evaluación de calidad y en los que se tiene la Información General, como Información Específica.

1. Información General.

En esta sección general del formulario de campo, además de las anotaciones sobre el proyecto, ubicación, lote, fecha de plantación, fecha de evaluación entre otros aspectos, se registra lo siguiente:

El mantenimiento de la plantación, el cual engloba tres aspectos; **a)** Estado del control de malezas; **b)** Estado de las rondas cortafuegos; y **c)** Estado de las cercas (cuando aplica). Con base a estos tres criterios se le asigna entonces una calificación a la plantación en algunos de los siguientes tres niveles.

1 = Excelente o Muy Buena: Aquella plantación en la cual las rodajas (de 1,0m de diámetro) de los árboles están totalmente limpias (solamente aplica e plantaciones <2años); la línea plantada (aproximadamente de 1 m de ancho) mantiene malezas bajas (<50cm) y no se observan plantas trepadoras, las entre calles presenta una cobertura vegetal baja (que permite el tránsito libre dentro de la plantación, <1m). Las rondas y cortinas corta fuegos están totalmente limpias y son lo suficientemente amplias. Todas las cercas que rodean la plantación se encuentran en buen estado y previenen la presencia de ganado.

2 = Buena o Aceptable: Cuando al menos uno de los criterios expuestos anteriormente no se satisface. Sin embargo la rodaja debe de estar presente y limpia (en plantaciones <2años), la línea plantada debe de estar libre de trepadoras y malezas altas, las malezas en las entrecalles no deben sobrepasar 1m de altura.

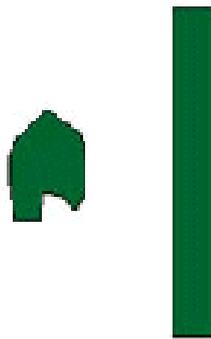
3 = Mala: Cuando no se cumple los criterios expuestos en el punto anterior. Es decir, cuando la plantación incumple en 2 o más aspectos deseables, y en especial, con rodaja cubierta de malezas o presencia de malezas y trepadoras. (Murillo, 2000)

Todos los árboles son debidamente identificados, tanto por nombre común como por nombre científico. Además son clasificados de acuerdo a su valor comercial y a la calidad de su madera, de la siguiente forma:

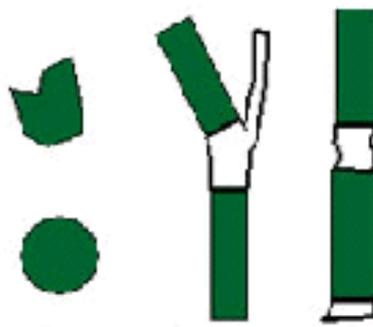
Árbol clase A: deben tener un fuste circular y un largo de fuste de al menos 10m.



Árbol clase B: debe tener al menos un fuste de 10m de largo y un corte transversal irregular (p.e. gambas)



Árbol clase C: debe tener al menos 2 trozas de 3,4m, no importa la forma del corte transversal.



FUENTE: www.fao.org.

Información específica:

En cada uno de los árboles que se encuentran dentro de la parcela de muestreo, se le deberá medir y evaluar lo siguiente.

2. Variables Cuantitativas.

a Diámetro

El DAP (diámetro a la altura del pecho) se mide a 1.30m desde la base del árbol. Esta medición puede ser realizada con los siguientes instrumentos: forcípula, cinta diamétrica o, si no se contase con las anteriores, cinta métrica.

En el caso de utilizar la cinta métrica, que da como resultado el perímetro del árbol, es necesario dividir el valor resultante por **Pi** (3,1416) para obtener el diámetro del árbol. Las cintas diamétricas tienen la ventaja de medir directamente el diámetro del árbol.

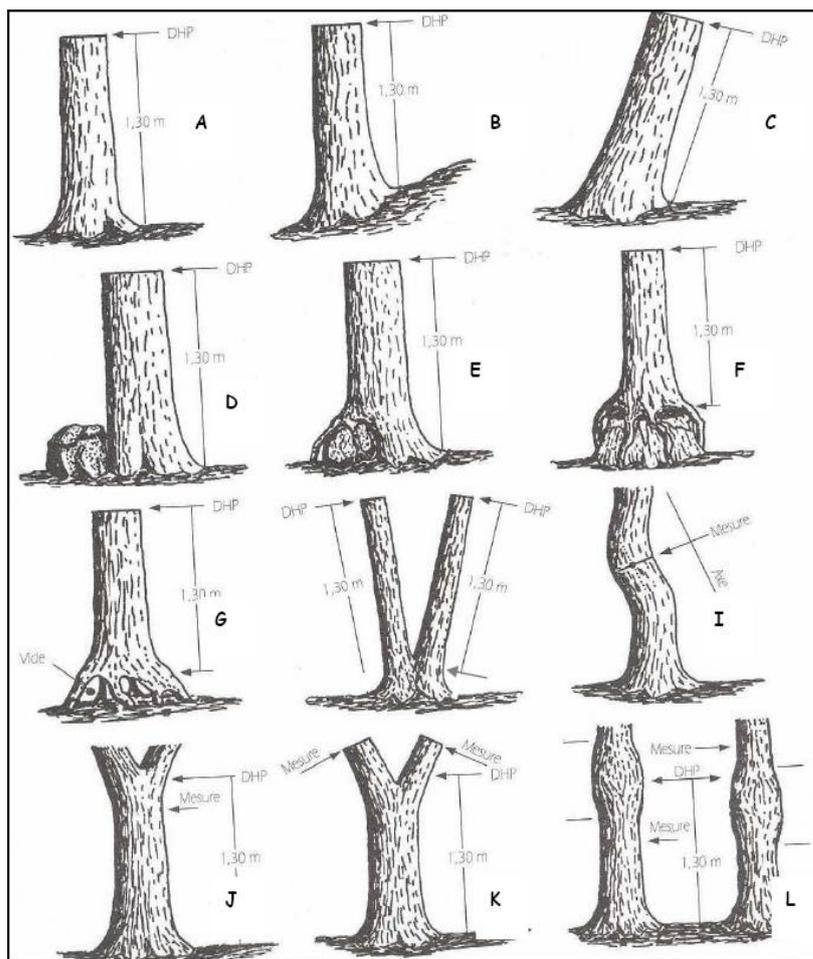
En cualquier caso, se debe indicar sobre cada formulario el tipo de herramienta que se utiliza para tomar las mediciones y así permitir las verificaciones posteriores del trabajo realizado.

A continuación se especifican algunas normas para medición del DAP:

- En el caso que a la altura del DAP haya alguna deformación, callos, agallas, rupturas, etc, se hacen 2 mediciones, una por arriba y otra por debajo del defecto y se anota el promedio (ver L, en Gráfico 1).
- En árboles con dos o más fustes: si la bifurcación nace por debajo de 1,30m se miden todos los fustes presentes. En cambio, si la bifurcación es por arriba de 1,30m se mide directamente a la altura del pecho (ver H, J y K, en Gráfico 1).

- En rebrotes de eucaliptos, se considera 1,30 m a partir del tocón del último corte. Ejemplo: si cuando fue cortado el árbol el tocón remanente es de 20cm, la altura de medición del DAP se encontrará a 1,50m del suelo (ver F, en Figura N°3).

Figura N°3. Normas de medición del DAP para casos especiales



b Altura comercial basada en el número de trozas útiles.

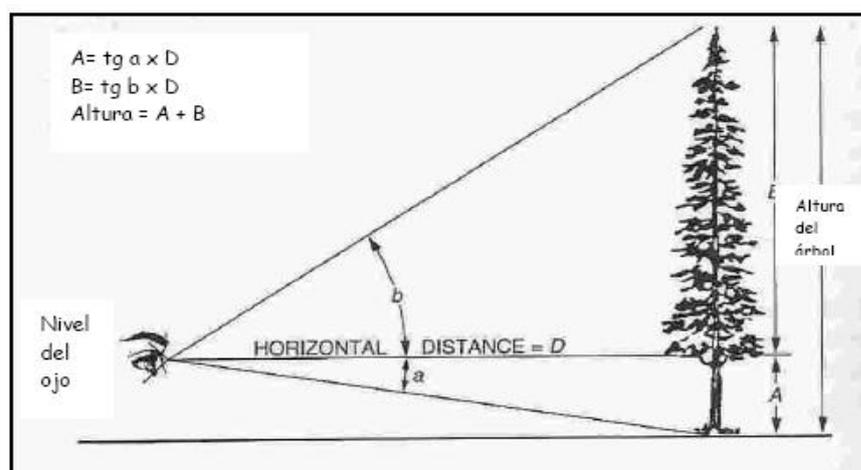
La medición de la altura del árbol tiene por lo general problemas con el error del instrumento y del personal técnico. Esta estimación se anota en metros, pero deberá estar en relación con un número de trozas comerciales posibles, cuyo largo oscila entre 2.2 y 2.6 m, según la industria y el producto comercial a obtener. Se estima la altura hasta donde el árbol presente alguna bifurcación, torcedura severa, copa quebrada, o cualquier otro defecto que impida la obtención de madera útil para el objetivo de producción o producto esperado. (Quirós, M.1999)

La medición de altura se realiza a una distancia fija al árbol, dada por la escala del instrumento utilizado (comúnmente 20 ó 30 metros), asistido por un operario. Como se muestra en la figura N°4, se deben realizar dos mediciones: una hacia arriba observando el extremo superior del árbol y hacer la lectura sobre la regla del instrumento (B); y otra hacia abajo en la lectura inferior (A). En el caso de plantaciones originales o reforestaciones se debe hacer coincidir la línea del instrumento al ras del suelo (en la base del árbol). En rebrotes, en cambio, la lectura inferior se realiza donde termina el tocón viejo y empieza el nuevo fuste a medir. La altura total será calculada como la suma entre estas 2 mediciones ($\text{Altura} = A + B$).

El operario que se encuentra al pie del árbol, además de marcar la base del árbol con su pie, sostiene la cinta métrica para medir la distancia entre el observador de la altura y el centro del árbol (D).

Existen varios instrumentos para medir altura, entre los cuales los más comunes son: clinómetro Suunto, hipsómetro Blume Leiss, hipsómetro Haga. Todos ellos se basan el mismo principio trigonométrico, pero difieren en sus mecanismos y en el aspecto externo.

Figura N°4. Principio trigonométrico para medir altura



De acuerdo con la parte considerada en un árbol, se adoptan las siguientes definiciones de altura

1) Altura total

Se mide la longitud desde la base hasta el ápice del árbol.

2) Altura del tocón

Es la longitud desde la base hasta el punto de apeo.

3) Altura comercial

Para está se tienen varios criterios:

- como la longitud entre el tocón y un diámetro superior mínimo aprovechable de referencia para algún uso en particular.
- como la longitud desde la base a la altura de la primera rama (o tocón primera rama)

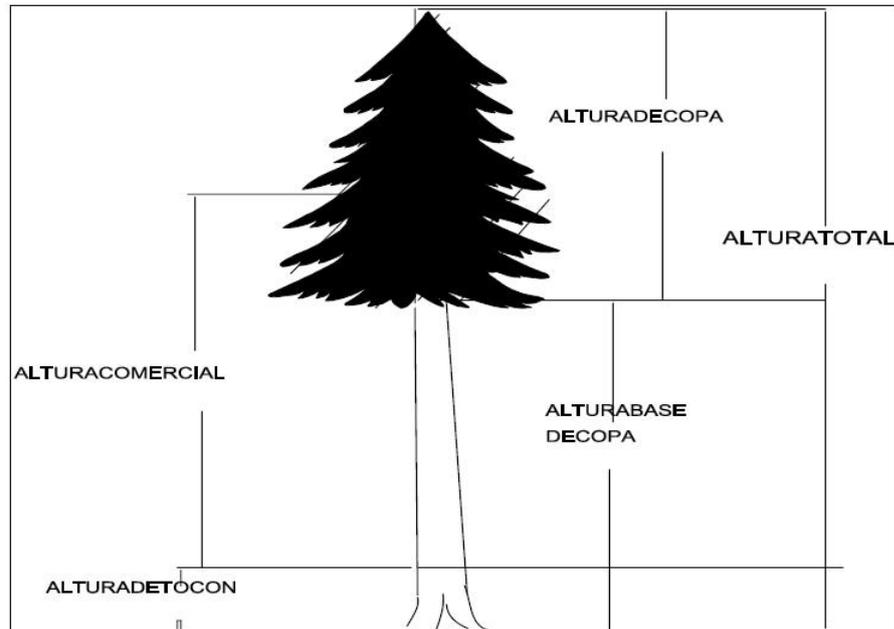
4) Altura base de copa

Es la altura desde la base hasta la primera rama.

5) Altura de copa

Es la longitud entre la base de copa y la cima

Figura N°5. Diversas nociones de alturas

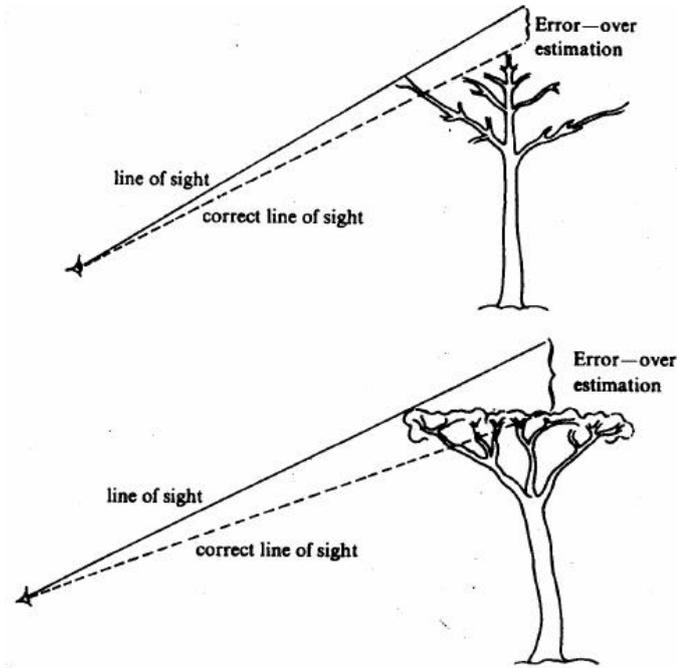


6) Errores en la medición de alturas

Los más comunes son:

- Dificultad en identificar claramente la base y punto terminal de la copa del árbol. Tomar el promedio de por lo menos tres mediciones que no difieran más de 0.5m
- Errores en la medición de la distancia horizontal del observador al árbol. Debe hacerse corrección por homologación de triángulos
- Árboles inclinados. Tomar dos medidas desde puntos opuestos y calcular el promedio

Figura N°6. Errores en las medidas de altura para identificar correctamente la cima del árbol



c Distanciamiento promedio.

Utilizando el árbol centro de la parcela, se registra la distancia entre 6 árboles en pie en una dirección (hilera) y otros 6 árboles en pie e la otra dirección perpendicular (fila). La medición se realiza desde el centro del fuste del árbol 1ro hasta el árbol 6to y se registra en metros. (Murillo, O.2000)

3. Variables Cualitativas

Las variables cualitativas tienen por lo general algún grado de subjetividad y requieren de constante entrenamiento y unificación de criterios. En esta metodología se ha tratado en lo posible de ajustar las variables a un sistema binomial (**1**= defecto ausente, **2**= defecto presente). El conjunto de estas variables cualitativas se resumen en una variable común denominada calidad, que se asigna a cada una de las 4-5 trozas comerciales o también al árbol completo. (figura N°7)

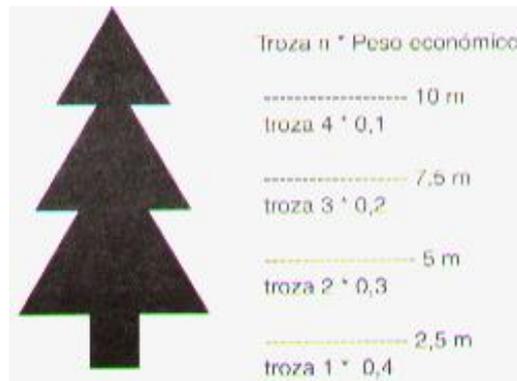


Figura N°7. Se evalúa la calidad global del árbol en valores de 1 (el mejor) a 4 (sin valor para aserrío) para cada árbol dentro de la parcela de muestreo o, para cada una de las primeras 4 trozas de 2.5m de largo dentro de cada árbol.

Las variables cualitativas en detalle se registran y califican como se explica:

a. Bifurcación.

La presencia de árboles bifurcados representa un problema cuya severidad depende de donde ocurra este defecto a lo largo del fuste. No será de igual importancia un árbol bifurcado en su primera troza que después de sus 5 primeras trozas rectas y sanas.

Esta variable, es en la mayoría de los casos, un claro ejemplo de mala calidad de semilla utilizada. Ya que es una característica con un alto control genético (heredabilidad), lo cual significa que es fácilmente transmitida de árboles defectuosos a sus progenies o semilla (Rojas, O.2000).

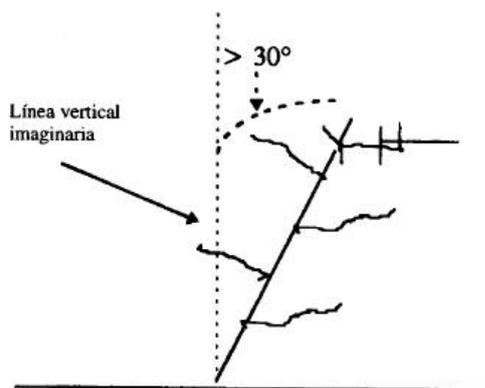
Pero también hay causas silviculturales y no hereditarias de la presencia de bifurcaciones, como lo son árboles descopados por viento, árboles afectados por plagas que dañan el ápice dominante, entre otros. Lo importante es que el fuste bifurcado es material totalmente indeseable para fines de producción de madera para aserrío, debido a las tensiones de crecimiento que muy probablemente presentará.

La troza donde se produce la bifurcación deberá ser calificada como de calidad 3 si afecta menos del 50% de su fuste, ó 4 si supera esta proporción del fuste bifurcado. (Rojas, O 2000).

b. Inclinación del árbol.

Es el ángulo que tiene el plantón con respecto a un eje vertical imaginario y no debe superar los 30°, y debe tomarse todo el eje completo del plantón y no solo el ápice o sección terminal.

Figura N°6. Plantón sembrado en posición inclinada.



Árboles inclinados producirán una mucha mayor cantidad de madera de reacción en la primera troza (madera con tensiones de crecimiento), que significará pérdidas considerables en las etapas de aserrío y secado de la madera (Murillo et al. 2000). 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.

1 = recto: con ángulo de inclinación igual o inferior a 30°.

2 = inclinado: con ángulo de inclinación vertical superior a los 30°.

Es importante mencionar la enorme utilidad de registrar este defecto cuando el árbol esta en pie. Ya que una vez cortado y troceado será muy difícil poder determinarlo a menos que se pueda observar la excentricidad del corazón en las trozas. Las trozas pueden mostrar buenas características de rectitud en el patio de acopio previo a su transporte a la industria.

Este es uno de los elementos en que esta metodología supera en la predicción de potencial del producto final a las metodologías de evaluación de la calidad de trozas. (Camacho, P ; Murillo, O. 2000.)

c. Rectitud del Fuste.

La rectitud del fuste tiene un alto control genético y debe ser calificada observando el árbol desde su base hacia su copa, girando a su alrededor para poder verificar sus lados. En algunas especies como *Tectona grandis* y *Eucaliptus* sp, se ha observado torceduras en el fuste producto de presencia de horizontes duros en el suelo, o en suelos muy poco profundos y con presencia de pedregosidad (efecto del sitio).

Un árbol de rectitud “1” es aquel que se asemeja a los fustes utilizados como poste eléctrico. Un árbol de rectitud “2” es aquel que presenta torceduras o alabeos leves, que definitivamente disminuirán el rendimiento de la troza para obtener piezas de madera a partir de un corte longitudinal recto en alguna de sus caras. Un árbol con rectitud “3” es aquel que presenta torceduras tan severas que, definitivamente no permite obtener ninguna pieza de madera a partir de un corte longitudinal de una sierra. Las trozas deberán entonces ser calificadas en forma individual con respecto a la rectitud. (Hernández, X. 2000)

d. Daño Mecánico.

Esta variable registra cualquier anomalía que se detecte en la zona comercial del fuste producto de malas prácticas silviculturales: mantenimiento de la plantación, perdida o daño el eje dominante, con heridas en el fuste, 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. (Camacho, P. 2000)

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. (Montero, E. 1995.)

e. Grosor de ramas.

El grosor de la rama está influenciado principalmente por la densidad y la competencia de la plantación. Sin embargo, también se puede observar que hay individuos que nunca presentan ramas gruesas. Estas ramas producen luego nudos de gran envergadura y disminuirán la calidad del producto aserrado. Una rama se considera gruesa cuando su diámetro supera los 4cm., o también, cuando su diámetro alcanza un 1/3 del diámetro del fuste principal. (Camacho, P y Murillo, O. 2000)

f. Ángulo de inserción de las ramas.

Esta es otra característica con un control genético alto y de utilidad para determinar la calidad del origen de la semilla. Entre más se aproxime la inserción de la rama a un ángulo de 90° (ángulo recto), menor será el tamaño del nudo que se producirá. Así también, menor será el costo de la poda y de la posibilidad de provocar heridas al momentote podar. No debe confundirse el ángulo e inserción de la rama, con la inclinación hacia arriba o torcedura que pueda tomar la rama posteriormente en su proceso de crecimiento. (Camacho, P. 1992)

g. Estado Fitosanitario.

El estado sanitario se puede evaluar utilizando las siguientes categorías, modificadas ligeramente según McDicken *et al* 1991 y Wellendorf 1989 (cf. CSFD 1996). Deben medirse todos los árboles situados dentro de cada parcela.

h. Grano en Espiral.

Se refiere a individuos cuya fibra o hilo presenta helicoidal a lo largo del fuste, en vez del crecimiento longitudinal. Este defecto es sumamente severo, por lo general de alta heredabilidad (causado por semilla no seleccionada), Que no permite que la troza de diámetros pequeños se pueda aserrar, pues la fibra provocará su reventadura o torcedura severa a las piezas a obtener. Este defecto por lo general descalifica al árbol o troza como producto maderable. (Hernández, X. 2000)

i. Área neta Plantada.

En todo programa de reforestación, tanto para una organización como para el estado, es vital poder estimar cuál es la superficie efectiva plantada en cada proyecto, año, región, etc. Así también es deseable poder determinar, dentro de esta área efectiva ¿cuál es el área neta cubierta con los árboles plantados?, es decir excluyendo pequeños claros, caminos, orillas de ríos, afluentes o canales, vegetación natural, y cualquier otro espacio no utilizado por los árboles plantados. De manera indirecta se podrá también estimar el patrón de ocupación u homogeneidad de la plantación. La mayoría de los proyectos presentan en realidad una menor área efectiva plantada de la que aparece en las estadísticas oficiales. El desconocer este valor es perjudicial ya que se obtendrá un valor sobreestimado de lo realmente plantado, que puede conducir a la formulación de planes de forestación no realista.

El área efectiva plantada es por lo general cambiante para las distintas condiciones del país, topografía del terreno, presencia de bosque secundario, etc. Por lo general es difícil que un proyecto logre plantar más de un 80% del terreno designado para reforestación.

m. Madera libre de nudos como calidad 1.

Verdaderamente la troza de calidad 1 es únicamente aquella que se observa podada o absolutamente de ramas. Por lo tanto, la sola presencia de ramas o un muñón prominente descalifican inmediatamente la troza y se le debe asignar la calidad 2. Con este fin, se incluye una columna en el formulario cuyo encabezado dice ¿Cuántas trozas han sido

podadas? Esta pregunta debe ser contestada para cada árbol y se deberá anotar un estimado de la altura de la poda, en número de trozas comerciales, que oscilan en largos desde 2.2 hasta 2.6 m, según el producto a obtener. En términos prácticos se utiliza un largo de troza de 2.5 m. Con este dato se logra corroborar si la calidad de las primeras trozas es ciertamente “1”. Por lo general, se poda hasta los primeros 5 m de altura. En casos muy calificados, se observan podas hasta los 7.5 m. Por lo tanto, únicamente las dos primeras trozas, a lo sumo la tercera troza, son verdaderamente las que pueden ser calificadas como de calidad 1. Una troza debe ser podada cuando su diámetro medio no sobre pasen $1/3$ de su diámetro de cosecha (Hidalgo, L 1999), que en términos prácticos es cuando el diámetro medio con corteza sea como máximo de unos 13cm.

E. VARIABLE CALIDAD.

Esta es una variable general que integra todas las demás variables específicas mencionadas. Su finalidad es simplemente obtener una designación global sobre el estado de la calidad de cada árbol o de sus primeras 4 -5 trozas de 2,2 a 2,6m de longitud (dependiendo del producto). De manera que permita luego, con los datos de las otras parcelas estimar el estado de la calidad de la plantación en su totalidad. Si se desea obtener información de mayor precisión, es preferible valorar la calidad troza por troza, en cada una de las primeras 4-5 trozas de cada uno de los árboles incluidos en las parcelas de muestreo. La calidad global del árbol se podrá luego determinar, con base en un promedio ponderado de calidad individual de sus trozas y el peso económico según su posición dentro del árbol.

Para algunas especies, como los Pinos y algunos Eucaliptos, es perfectamente posible evaluar hasta 6 o más trozas, según proceda. Cada troza se deberá evaluar en forma independiente y será calificada bajo alguna de las siguientes clases de calidad:

Calidad 1: troza completamente recta o muy levemente torcida. Ausencia de plagas y enfermedades, heridas, nudos grandes, grano en espiral, rabo de zorro. En especies con ramas en verticilos, con menos de 2 verticilos por metro y con 4 a 5 ramas por verticilo

(Silva 1999). Por lo tanto, la sola presencia de ramas descalifica inmediatamente la troza de la calidad 1.

Calidad 2: troza con el fuste aceptablemente recto o aserrable, con ramas que se insertan en el fuste en ángulo de 60 grados. Presencia o evidencia de la existencia de ramas gruesas, presencia de muchas ramas y fuste levemente inclinado. Se sabe, que para la mayoría de las especies, las propiedades físico mecánicas disminuyen en relación con la altura del fuste. En plantaciones maduras, se incluyen en esta categoría también, todas aquellas trozas que no alcanzan un diámetro de 15cm, (este valor de diámetro está directamente relacionado con niveles más altos de productividad y rentabilidad en el procesamiento de la madera).

Calidad 3: troza que presenta al menos una de las siguientes características o condiciones que le permiten un aserrío de tan solo un 50% del fuste: torceduras severas, grano o hilo en espiral, árbol muy inclinado, con bifurcaciones, ramas muy gruesas, abundantes o insertando en ángulo menor de 45; heridas importantes en el fuste por podas, presencia de ramas viejas, o daños por plagas y enfermedades; con un diámetro sin corteza en su cara menor cercano o ligeramente inferior a los 10cm, y que no tiene las medidas mínimas de comercialización (2,5m de largo).

Calidad 4: troza no aserrable. Son trozas totalmente no aserrables, tanto por sus características físicas como por sus dimensiones (menores a 10cm. de diámetro sin corteza). Su utilidad es exclusiva para leña, en postes rollizos o biomasa. (Camacho, P. 2000)

F. ÍNDICE DE COSECHA.

Si se desea comparar la calidad de un plantación con otra de diferentes edades, diferentes manejo y diferentes especies, etc., es necesario utilizar el Índice de Calidad de Cosecha, el cual se basa únicamente en la cantidad de individuos de calidad 1 y 2 por Ha

Las otras dos categorías (calidad 3 y 4) serán rápidamente eliminadas con los primeros raleos, y por tanto distorsionaría el estimado de calidad. Desde el punto de vista comercial

la rentabilidad de la cosecha final de una plantación forestal estará plenamente asegurada si ésta cuenta con al menos 300 o 400 individuos en pie de las calidades 1 y 2, sin importar cuantos individuos existen en las categorías 3 y 4 de calidad. Se tendría entonces que una plantación con 400 individuos calidad 1 y 2 sería excelente. Si presenta entre 300 y 400 individuos serían muy buenos, Con 200 a 300 individuos sería aceptable y con menos de 200 sería de mala calidad o no rentable. (Rojas, O. 2000).

G. ÍNDICE DE CALIDAD DE TROZAS

Los índices de calidad han sido propuestos para poder contar con parámetros englobados de calificación de la calidad de una plantación forestal, que conduzcan fácilmente a una interpretación de su calidad y se pueda comparar con respecto a otras plantaciones, regiones del país, especies, etc (Rojas, O. 2000).

Es también de suma importancia, contar con algún parámetro que permita conocer el estado actual de la calidad y que permita a futuro una verificación de la mejoría del paquete silvicultural desarrollado con esa misma especie. En la misma dirección, se requiere de información de este tipo para poder orientar y comprobar luego, el avance potencial logrado a través de programas de mejoramiento genético.

Un índice de este tipo debe también ayudar en la valoración económica de la plantación, así como a determinar el probable origen de su estado actual de calidad. Con base en estos principios se propusieron 5 índices para valorar la calidad y productividad de las plantaciones forestales (Rojas, O. 2000), de los cuales se mostrarán los 3 más utilizados.

El primer índice que se propuso fue el de calidad general y debe utilizarse preferiblemente en plantaciones no raleadas:

$$ICGEN = \frac{(N_1 * 1 + N_2 * 2 + N_3 * 3)}{N_1 + N_2 + N_3}$$

Este índice producirá valores que oscilarán desde 1,0 hasta 4,0. Valores cercanos a 1 serán de plantaciones de la más alta calidad. El segundo índice permite comparar entre

plantaciones de diferente edad, manejo, composición de especies, etc. Este es el índice de calidad de cosecha y se basa en la cantidad de individuos presentes por ha de calidad 1 y 2, ya que las categorías calidad 3 y 4, son normalmente eliminadas durante los raleos.

$$ICCOS = N1 + N2$$

Se tendría entonces que una plantación con 400 individuos de calidad 1 + 2 sería excelente y con menos de 200 individuos sería de mala calidad. Para la industria forestal es de mayor valor práctico basar los criterios de calidad en términos de productos o trozas comerciales. Por tanto se puede utilizar el índice de calidad de trozas:

$$ICTROZ = T1 + T2$$

Las trozas provenientes de plantación en Costa Rica, son por lo general, de 2,5m de largo. Aquellas plantaciones con más de 1.600 trozas/ha de calidad 1+2 son excelentes y aquellas con menos de 800 trozas son inaceptables para la producción forestal.

H. EVALUACIÓN DE MORTALIDAD.

La mortalidad de una población más complicada de evaluar cuando no se cuenta con sitios permanentes de muestreo. Incluso cuando estos datos son disponibles resulta complicado evaluar el cambio en número de individuos a través del tiempo si no se tiene claro el efecto de variables como el sitio, agentes externos y otras variables que pueden afectar la mortalidad e los individuos. La mortalidad se define como la tasa o proporción de individuos muertos en la población en un determinado periodo. Esto es, si se define a N_1 y N_2 como el tamaño de la población al tiempo t_1 y t_2 respectivamente, entonces la mortalidad (M) estará definida por:

$$M = \frac{\frac{(N_2 - N_1)}{N_1}}{t_2 - t_1}$$

O en términos continuos como:

$$M = -\frac{\partial N / \partial t}{N}$$

A pesar de que el nombre genérico cálculo de la mortalidad, lo que en verdad interesa es conocer cuantos individuos sobreviven después de algún periodo de tiempo, (Clutter, J.L. 1980)

I. ESTIMACION DEL VALOR REAL

Para la estimación del valor real de una plantación forestal se debe determinar la distribución del volumen dentro de la plantación, la calidad de los mismos, la edad y la especie.

$$\text{Valor Real} = \text{Volumen} + \text{Calidad} + \text{Edad}$$

1. Especie.

El mercado nacional diferencia los precios según la especie, o por suaves, semiduros y duros (CCF, 2002)

2. Edad.

El mercado de la madera tiende a pagar un mejor precio por la madera adulta (mayor peso específico y propiedades) y con duramen, que por la madera juvenil y con albura. En trabajos con coníferas y otras especies se ha encontrado, que para una gran cantidad de especies forestales plantadas (con excepción del *Bombacopsis quinata*), la madera adulta aparece a partir de los 8-10 años de edad (Zobel y van Buijtenen, 1989).

Se propone entonces valorar la edad como sigue:

Plantaciones < 8-10 años (80 % de valor)

Plantaciones > 8-10 años de edad (100 % del valor)

3. Calidad.

A pesar de que el mercado de la madera no es tan claro en el pago de un mejor precio según sea la calidad de la madera, lo cierto del caso, es que los defectos en la troza si tienen una repercusión directa en la industria primaria de transformación de la madera.

Las piezas rectas, libres de nudos y poca conicidad, tienen sin duda un mayor % de transformación que las piezas con defectos. Por lo tanto, se propone que la calidad del árbol o troza vea disminuido su valor según su calidad como sigue. (Murillo, O y Camacho, P.2000)

Calidad 1 = 100% del valor

Calidad 2 = 90% del valor

Calidad 3 = 80% del valor

Calidad 4 = sin valor comercial

4. Determinación del valor de la plantación.

El valor comercial de la plantación está basado en el potencial de aprovechamiento y transporte de la madera hasta su sitio de transformación más cercano. Una plantación forestal puede ser que presente excelentes características volumétricas, cualitativas y de edad. Sin embargo, su ubicación dentro de la finca, el acceso a la finca y otras condiciones, podrían hacer que su valor comercial disminuya sensiblemente. Hasta el punto extremo inclusive, de determinar que una plantación no tiene de momento valor comercial alguno. (Camacho, P.; Murillo, O. 1992.)

J. ¿Cuáles son entonces estos criterios de mercado que pueden afectar al valor real de la plantación forestal?

De acuerdo con la experiencia de más de 5 años del proyecto REDES en el Pacífico sur y central de Costa Rica, así como la experiencia generada por más de 5 años en el manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales en la Escuela de Ing. Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se ha determinado que los siguientes son los criterios de mayor importancia en la determinación de los costos de aprovechamiento y transporte de la madera de plantaciones forestales.

Potencial de aprovechamiento y transporte = Escala + Acceso dentro de finca +

Distancia a la industria + Topografía y pendiente + Densidad de plantación + Malezas + Pedregosidad.

1. Escala de operaciones o tamaño de la plantación.

El tamaño de la plantación influirá decididamente en su valor por efecto en los costos de manejo y aprovechamiento. A mayor escala de producción menores costos de aprovechamiento. Se propone entonces la siguiente escala de valoración. (Zobel y Van Buijtenen, 1999).

Escala 1, plantaciones menores a 5 ha (50% del valor real)

Escala 2, plantaciones de 5 – 20 ha (75% del valor real)

Escala 3, plantaciones mayores a 20 ha (100% del valor real).

2. Acceso a la plantación.

Sin duda el acceso a la plantación dentro de la finca, es uno de los criterios que influyen significativamente en el costo de aprovechamiento. La valoración se hace con una escala de 1 a 3 como sigue:

Acceso 1: Son aquellas plantaciones con acceso todo el año con vehículos livianos hasta el borde mismo. Los camiones pueden llegar hasta el borde mismo de la plantación para efectuar la carga de la madera. Se le otorga un 100% del valor real.

Acceso 2: Son aquellas plantaciones que requieren labores leves de acondicionamiento de caminos en una distancia menor a un 1km desde la entrada de la finca. Se le asigna un **60%** del valor real.

Acceso 3: Son las plantaciones que requieren de movimientos grandes de tierra y apertura de caminos en una distancia mayor a 1km. Se le asigna un 20% del valor real de la plantación. (Camacho, P.; Murillo, O. 2000.)

3. Distancia al sitio de transformación.

La distancia hasta la industria de transformación de la madera afecta sensiblemente no solo los costos, sino también el tipo y estrategia de transporte requerido. Este criterio se analiza e interpreta como sigue. (Camacho, Murillo. 2000)

Distancia 1, de 0 - 25 km. Se le asigna un **100%** del valor real.

Distancia 2, de 25 – 100 km. Se le asigna un **75%** del valor real.

Distancia 3, de más de 100 km. Se le asigna un **50%** del valor real.

4. Pedregosidad.

La pedregosidad excesiva en una plantación provoca la reventadura de muchos árboles durante su aprovechamiento. Estos individuos pierden entonces su valor económico. Este criterio es sin embargo de menor peso en la valoración total de la plantación y se califica como sigue

Pedregosidad 1, con ausencia de pedregosidad que afecten el aprovechamiento y causen daños mecánicos a los árboles raleados. Se le asigna el **100%** del valor real.

Pedregosidad 2, con afloramientos rocosos grandes que puedan causar daños mecánicos o reventaduras a los árboles apeados. Se le asigna el **85%** del valor real. (Hernández, X. 1999)

5. Densidad de la plantación.

Las plantaciones con una alta densidad de individuos por hectárea aumentan considerablemente los costos y rendimientos de aprovechamiento. El aumento en la frecuencia de árboles que no caen fácilmente y se apoyan en otros, los que se sostienen con lianas, los que se acumulan encima de otros, es el resultado inmediato. La calificación entonces es como sigue. (Murillo, L y Hernández, X. 1999)

Densidad 1, aquellas plantaciones con menos de 500 árboles por ha. Se le asigna un **100%** del valor real.

Densidad 2, aquellas plantaciones con más de 500 árboles por ha. Se le asigna un **85%** del valor real.

6. Presencia de malezas.

Las plantaciones con excesiva maleza no permiten un aprovechamiento rápido y eficiente. Los obreros tienen que invertir tiempo en la limpieza de cada uno de los árboles a tumbar. Por lo tanto, este criterio se califica como sigue:

Malezas 1, cuando las malezas del terreno no impiden un aprovechamiento de manera significativa y se puede transitar libremente por la plantación sin necesidad de abrirse paso. Se le asigna un 100% del valor real.

Malezas 2, cuando es necesario hacer labores de limpieza para poder hacer el aprovechamiento. Se le asigna un 85% del valor real de la plantación. (Murillo, O.2000)

7. Topografía y Pendiente.

Esta es quizá uno de los criterios que mayor influencia tienen en los costos y estrategia de aprovechamiento de plantaciones forestales. El criterio se evalúa y se describe a continuación:

Topografía y pendiente 1, son aquellos sitios con pendientes ligeras de 0 – 15%, ó lomas largas sin presencia de muchos obstáculos (zonas fangosas o cañadas muy pronunciadas). Se le asigna un 100% del valor real.

Topografía y pendiente 2, son aquellas plantaciones con pendientes del 15 a 30% ó lomas cortas y pronunciadas. Se le asigna un 60% del valor real.

Topografía y pendiente 3, son aquellas plantaciones donde se encuentran pendientes mayores al 30 %, hay presencia de zonas fangosas o riachuelos entre el acceso más cercano para su extracción, se presentan lomas cortas y abruptas. Se le asigna un 30% del valor real. (Murillo, O.2000)

K. INTEGRACIÓN DE LA ECUACIÓN FINAL DEL VALOR COMERCIAL DE LA PLANTACIÓN

Como primer paso se debe determinar el valor real de la plantación o “valor en pie”. Para cada uno de los árboles o trozas se obtiene su volumen en metros cúbicos.

1. Determinación del Valor Real de la plantación (o en pie por la calidad del árbol/troza)

Se determina el valor real según su calidad, lo cierto del caso es, que los defectos en las troza si tienen una repercusión directa en la industria primaria de transformación de la madera. Las piezas rectas, libres de nudos y poca conicidad, tienen sin duda un mayor porcentaje de transformación que las piezas con defectos.

La estimación del valor real inicial se ajusta ahora según la calidad de los árboles/trozas en pie.

Valor real Inicial x 1,0 (para todos los individuos/trozas de calidad 1)

Valor real inicial x 0,9 (para todos los individuos/trozas de calidad 2)

Valor real inicial x 0,8 (para todos los individuos/trozas de calidad 3)

A menos que exista algún mercado de leña y postes en la región.

Se obtiene entonces un nuevo estimado de valor real de la plantación en pie, con base en la sumatoria de todos los nuevos valores ajustados por su calidad. (Murillo, O.2000)

2. Determinación del Valor Real Final.

Se determina el valor real final con base en la edad de la plantación. El mercado tiende a pagar un mejor precio por la madera adulta (mayor peso específico y propiedades) y con duramen, que por la madera juvenil y con albura. En trabajos con coníferas y otras especies se ha encontrado, que para una gran cantidad de especies forestadas plantadas (con excepción del *Bambacopsis quinata*), el árbol inicia la transición hacia la formación de madera adulta a partir de los 7-10 años de edad (Murillo, 1988; Zobel y van Buijtenen, 1999).

Se propone entonces ajustar el valor real en pie con base en la edad como sigue:

Valor real inicial x 1,0 (si es mayor a 10 años de edad)

Valor real inicial x 0,8 (si la plantación es menor a 10 años de edad).

Se obtiene entonces un nuevo estimado de valor real de plantación en pie, con base en toda la sumatoria de todos los nuevos valores ajustados por la edad.

L. VALOR DE MERCADO.

El siguiente paso es la determinación del valor de mercado. Este valor busca ajustar el valor real en pie a las condiciones objetivas de aprovechamiento y transporte de la madera de la plantación. Recordemos entonces que la ecuación final de valor de mercado de la plantación es la siguiente:

$$\text{Valor de mercado} = \text{Valor real} * (\text{Potencial de Aprovechamiento y Transp.})$$

Los criterios que califican el potencial de aprovechamiento y transporte no tienen el mismo peso en la ecuación global. Con base en la experiencia de campo generada, se propone una distribución del peso de cada criterio como sigue:

Tabla A. Distribución del peso de cada uno de los criterios que califican el potencial de aprovechamiento y transporte de una plantación forestal, para la obtención de su valor de mercado.

Criterio de evaluación.	Peso en la Ecuación global	Forma de calificación de las plantaciones para cada uno de los criterios
Escala de operaciones	15 %	100%, 75% y 50%
Acceso a la plantación	20%	100%, 60% y 20%
Distancia al sitio de transformación	15%	100%, 75% y 50%
Pedregosidad	5%	100% y 85%
Densidad	10%	100% y 85%
Malezas	5%	100% y 85%
Topografía y pendiente	30%	100%, 60% y 20%
Total	100%	

Tenemos entonces que la ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Valor Comercial} = (\text{Valor Real}) * (\text{Criterio 1} * 0,15 + \text{Criterio 2} * 0,20 + \text{Criterio 3} * 0,15 + \text{Criterio 4} * 0,05 + \text{Criterio 5} * 0,10 + \text{Criterio 6} * 0,05 + \text{Criterio 7} * 0,30)$$

Puede notarse que si una plantación recibiera la peor calificación en todos los 7 criterios del Potencial de Aprovechamiento y Transporte, el Valor de Mercado reducirá el valor real en pie hasta un máximo de 58%. En este tipo de situaciones procede la toma de decisiones sobre el futuro de la plantación. Puede analizarse cuales de los 7 criterios del potencial de aprovechamiento y transporte podrían ser mejorados con el tiempo: acceso, malezas, densidad y escala de operaciones. Con este modelo de valoración es posible determinar con precisión, donde deben invertirse los recursos para lograr incrementar el valor comercial de una plantación forestal. (Murillo, 1988; Zobel y van Buijtenen, 1999).

IV. MATERIALES Y METODOS.

A. CARACTERISTICAS DEL LUGAR.

1. Localización.

La presente investigación se realizó en la plantación de Pino (*Pinus radiata* D Don.) de propiedad del Ministerio del Ambiente, establecida en la comunidad Chausan San Alfonso, parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

2. Ubicación geográfica.

- a. Latitud: 9772200 (UTM)
- b. Longitud: 753300 (UTM)
- e. Altitud: 3 180 m.s.n.m.

Limita al Norte Quebrada, al Sur con Plantación de Ciprés, al Este con Terreno Juan Guaraca y al Oeste con Terrenos de la Comuna Chausan San Alfonso

3. Condiciones climáticas

Las características climáticas son las siguientes.

Temperatura promedio	7.5 grados centígrados.
Precipitación anual	407.6 mm.
Nubosidad hora/día	2.5
Humedad relativa.	82.5%
Velocidad del viento	8.0 m/s. SW.

4. Características del suelo¹

El suelo es franco arenosos de origen volcánico, sin pedregosidad, su pH es ligeramente ácido, suelo profundo (mas de 30cm), permeable, con un porcentaje de 1,5% de Materia

¹ Análisis Físico y Químico de Suelo. ESPOCH, Laboratorio de Suelos. (2008)

Orgánica en su horizonte, en cuanto a nutrientes son, pobres en NH_4 pero poseen cantidades de medias a altas de P_2O_5 , K_2O , Ca y Mg.

5. Características ecológicas.

La zona corresponde al Piso altitudinal, estepa MONTANO (eM) (CAÑADAS, 1993)

B. MATERIALES Y EQUIPOS.

GPS, Forcípula, Piola de 15 m. de longitud, Hipsómetro, Clinómetro, Pintura en aerosol, Libreta de Campo, Computadora, Brújula Sunnto.

C. METODOLOGÍA.

La metodología aplicada para realizar esta investigación fue la establecida por Olman Murillo, denominada, “Evaluación de Calidad y Valoración de Plantaciones Forestales”.

1. Evaluación de la calidad de la plantación forestal y sus posibles causas.

Previo a iniciar los trabajos de evaluación, se hizo una recopilación de información sobre el establecimiento y desarrollo de la plantación, datos encontrados en los archivos del Ministerio del Ambiente de Riobamba.

a. Levantamiento planimétrico, sistema de muestreo y ubicación de las parcelas

1) Levantamiento planimétrico.

Con ayuda del Gps, se tomaron 121 coordenadas geográficas UTM (latitud y longitud) de todo el perímetro de la plantación, posteriormente, utilizando el programa ArcView GIS 3.2, se procesaron los datos y se calculó la superficie de área plantada y se definió el número de parcelas e intensidad de muestreo en la plantación.

2) Sistema de Muestreo y Ubicación de las parcelas en la plantación.

El inventario forestal fue hecho mediante muestreo sistemático, con 30 parcelas circulares de tamaño fijo cuyo radio fue 9,77m, abarcando un área de 300m² cada una. Con ayuda de la brújula y tomando como referencia la parcela N°1, ubicada al pie de la plantación, se midió 100m, rumbo 0° Este, y se procedió a establecer la siguiente la parcela N°2, luego, desde la misma parcela N°1, se midió 50m, rumbo 90° Norte, se ubicó la parcela N°3, posteriormente y tomando como referencia las parcelas N°2 y N°3 se repitió el proceso (rumbo y distancia), hasta establecer las 30 parcelas dentro de la plantación (foto N°1). En cada parcela se ubico un punto centro (figura N°1)

Foto N°1. Estimación del rumbo de las parcelas con brújula

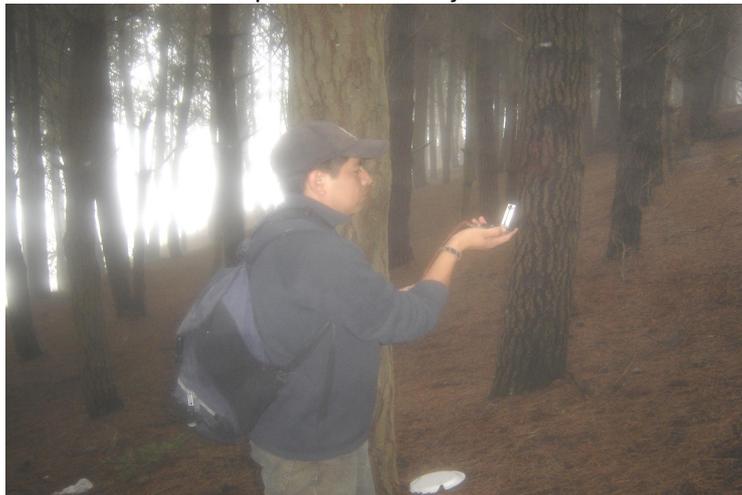
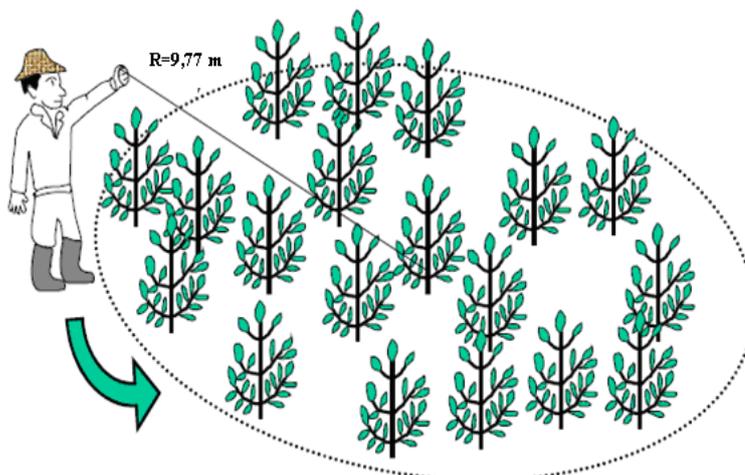


Figura N°1. Instalación del área de la parcela.



b. Evaluación de la calidad de los árboles dentro de la parcela.

Para tomar esta información, fue necesario elaborar un formulario en el cual se registro dos tipos de información: general y específico.

1) Información General

Aquí se registró los datos como, ubicación de la plantación, nombre del propietario de la plantación, nombre del evaluador, fecha de evaluación, número de parcela, área de parcela, porcentaje de pendiente, distancia entre árboles (promedio).

2) Información Específica.

Esta información comprende DAP y Altura Comercial, de los árboles, y se califico con el valor de 1 y 2, según merecía cada variable cualitativa (bifurcación, inclinación del árbol, rectitud del fuste, daño mecánico, grosor de ramas, ángulo de inserción de ramas en el fuste, estado fitosanitario y grano en espiral.)

Formulario N°1. Formulario de Campo para la evaluación de plantaciones forestales

Lugar: _____ Propietario: _____

Evaluador: _____ Fecha de evaluación: _____

N. Parcela: _____ Área de Parcela: _____ Pendiente: _____%

% Pedregosidad: _____ Distancia entre árboles: _____

N. Árbol	DAP (cm)	Altura Comercial (m)	Bifurca.	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Numero Trozas Podadas	Ángulo de Ramas	Estado Fitosanitario	Grano Espiral
1											
2											
3											
4											
5											
6											

Fuente: (Murillo, O. 2000)

c Toma de datos de las variable cuantitativas y cualitativas

Se registro los datos de todos los árboles que se encontraron dentro de la parcelas de muestreo según el formulario N°01.

1) Variables Cuantitativas

Estos datos se los tomo en forma directa con ayuda de instrumentos de medida como forcípula, hipsómetro y cinta métrica.

a) DAP y altura comercial.

El DAP se lo midió desde la base del árbol a 1,30m de altura, el valor se registró en cm. Se tomaron en cuenta los árboles con diámetro mayor o igual a 15cm, por ser árboles que pueden proveernos de madera aserrable y con ayuda del hipsómetro, se estimó la altura comercial hasta donde el fuste puede ser aprovechado como madera de aserrío.

Foto N°2. Medición del DAP con forcípula.



Foto N°3. Estimación de la Altura Comercial con Hipsómetro.



b) Superficie ocupada por árboles.

Para conocer esta variable, se midió la distancia entre árboles tanto en filas como columnas, (seis árboles) y con los valores promedios se procedió a calcular el área ocupada por árbol en la plantación.

2) Variables Cualitativas

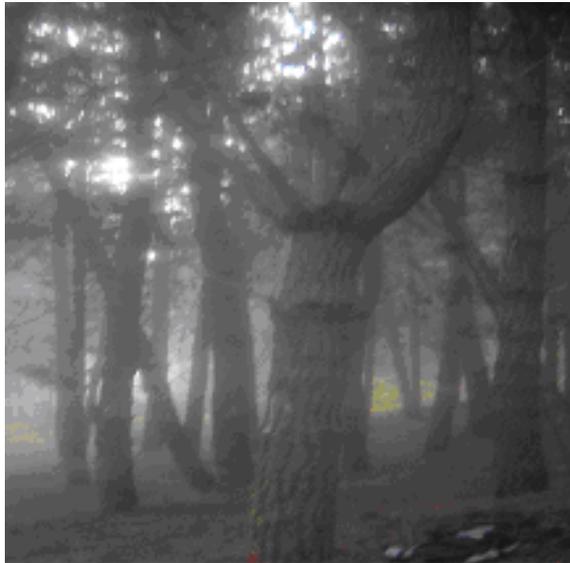
Estas se calificaron de acuerdo a la metodología de evaluación de calidad.

a) Bifurcación.

Se observó la parte superior de cada árbol dentro de la parcela, y se calificó con los siguientes valores:

Se anotó “1” cuando no hay bifurcación en la sección comercial y “2” cuando el árbol está bifurcado en algún punto del fuste principal.

Foto N°4. Bifurcación Tipo 2



b) Inclinación del Árbol.

Para calificar esta variable, se consideró a cada árbol como un eje totalmente vertical y de acuerdo al grado de inclinación estimado, se procedió a calificar como:

1 = recto: con ángulo de inclinación igual o inferior a 30° .

2 = inclinado: con ángulo de inclinación vertical superior a los 30° .

Foto N°5. Árbol “A” (inclinado), calificación 2 y el árbol “B”(recto), calificación 1



c) Rectitud del fuste.

Para medir esta variable, se observó desde la parte inferior del árbol haciendo un recorrido a su alrededor y fijándose si el fuste comercial va en forma perpendicular y uniforme hacia arriba o tiene algún defecto de curvatura. Para esto, se calificó de la siguiente manera.

Árbol de rectitud “**1**”, aquel cuyo fuste es recto (parecía poste eléctrico).

Árbol de rectitud “**2**”, el que presentaba torceduras o alabeos leves a lo largo del fuste.

Árbol de rectitud “**3**”, aquel que presento torceduras tan severas, que no permitiría obtener ninguna pieza de madera a partir de un corte longitudinal de una sierra.

Foto N°6. Fustes de diferente rectitud.



d) Daño Mecánico

Se verifico si el fuste presentaba alguna lesión ya sea por trabajos silviculturales o por agentes externos como viento, lluvia, entre otros y se calificó como **1** cuando el árbol no presentaba ninguna evidencia de daño y **2**, cuando el árbol presentaba heridas u otros daños.

e) Grosor de Ramas.

Este valor se estimó al observar en forma general el grosor de las ramas del árbol evaluado, se consideró rama gruesa cuando su diámetro superaba los 4cm. Se asignó la calificación **1**, cuando no había ninguna rama gruesa a lo largo del fuste comercial y **2**, si se observa al menos una rama gruesa en la zona comercial del fuste.

Foto N°7. Ramas delgadas (1)



f) Número de trozas podadas.

De todos los árboles podados de la parcela se hizo una estimación, del número de trozas comerciales (2,5m de longitud), existentes en cada uno de ellos.

g) Angulo de Inserción de las Ramas.

Este ángulo de inserción fue estimado de acuerdo al ángulo que forma la rama y el eje perpendicular del fuste, se calificó con **1** cuando las ramas se insertan entre 45° y 90° , y **2** cuando al menos una rama se inserta a menos de 45° .

h) Estado Fitosanitario.

A cada árbol se evaluó, si tenía ataque de plagas o deficiencia de nutrientes, los mismos que se reflejaban en su morfología, y se calificó de acuerdo a los siguientes parámetros.

Totalmente sano.- Aquel árbol sin evidencia de problemas fitosanitarios, con buena nutrición aparente. Calificación **1**.

Aceptablemente sano.- Árbol con alguna evidencia de problemas fitosanitarios, siempre y cuando no presente más del 50% del follaje, no posea heridas severas o daño que tenga un impacto económico importante en las trozas. Calificación **2**.

Enfermo.- Árboles que tenían problemas fitosanitarios en más del 50% del follaje y fuste principal. Calificación **3**.

i) Grano espiral.

Esto se evaluó observando la dirección en la que se desarrolló la fibra del fuste del árbol, así: se calificó **1** cuando externamente presentaba fibra recta, **2** cuando presenta una leve torcedura y **3** si la fibra es torcida.

3) Tabulación de datos de las variables cuantitativas y cualitativas.

Los datos de las variables cuantitativas como DAP, Altura Comercial, Distancia de Plantación, se tabularon para calcular, el Volumen con corteza (Vcc.), Número de árboles/Ha. Además se estimó, el Índice de Mortalidad y Calidad del Árbol Índice, para lo cual se utilizaron fórmulas de estadística descriptiva como, media, promedios, desviación estándar y coeficiente de variación.

Estas fórmulas se detallan a continuación.

a) Distribución por clases diamétricas

Para facilitar el cálculo se agrupó los diámetros en cinco clases diamétricas, relacionando, con las clases diamétricas de factor de forma para Pino, estas clases se muestran en la tabla N°1.

Tabla N°1. Distribución de árboles por clases diamétrica.

DAP (cm)		Vcc
Marca de Clase	Clase Diamétrica	(m ³)
17	14,5 – 19,4	
22	19,5 – 24,4	
27	24,5 – 29,4	
32	29,5 – 34,4	
37	34,5 – 39,4	
Total		

Donde:

Vcc = Volumen con corteza.

b) Determinación del volumen de madera con corteza, de árboles en pie.

Se calculó el volumen con corteza, con la siguiente fórmula y utilizando el factor de forma correspondiente para cada clase diamétrica determinada por ACOSAFORREST (2000).

$$Vcc = AB \times Hc \times Ff$$

Donde:

Vcc = Volumen de madera con corteza.

$$\text{Área Basal (AB)} = \left(\frac{\pi \times DAP^2}{4} \right) \times 10000 m^2$$

Hc = Altura Comercial (según el número de trozas aprovechables).

10 000m² = factor de conversión. (1Ha)

Ff= Factor de forma para *Pinus radiata* D. Don. (Tabla N°2)

Tabla N°2. Factor de Forma para *Pinus radiata* D Don.

Clase Diamétrica (cm)	Factor de Forma
5 – 15	0,808
10 – 15	0,691
15 – 20	0,619
20 – 25	0,570
25 – 30	0,533
30 – 35	0,505
35 – 40	0,481
40 – 45	0,462
45 – 50	0,445
50 – 55	0,431
55 – 60	0,418

Fuente. ACOSAFORES, 2000.

c) Número de Árboles/Ha.

Este valor se determino, al relacionar el número de árboles/parcela (n) y por hectárea. Es decir:

$$N = \frac{(n \times 1Ha)}{ap}$$

Donde:

N = Número de árboles/Ha.

n = Número de árboles de la parcela.

1Ha = 10 000 m²

ap = Área de la parcela circular (300 m²)

d) Cálculo del Área Ocupada por Árbol.

Esta área fue determinada con datos del promedio de distancia de plantación, entre filas y columnas de seis árboles plantados.

$$\text{Área ocupada por árbol} = F \times C.$$

Donde:

F = Promedio de la distancia entre Filas.

C = Promedio de la distancia entre columnas.

e) Cálculo de la Media

Todos los promedios de las variables cuantitativas se calcularon con la fórmula.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Donde:

\bar{X} = Media.

n = El número de unidades en la muestra.

$\sum_{i=1}^n$ = Significa que hay que sumar todas las "n" de cada variable.

f) Cálculo de la Desviación Estándar.

Esto sirvió para determinar y verificar, si la mayoría de individuos de la población están próximos a la media o diseminados. Esta desviación estándar fue utilizada para las variables cuantitativas.

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}}$$

Donde: S = Desviación Estándar.

$\sum X^2$ = La suma de los valores elevados al cuadrado de todas las mediciones individuales.

$(\sum X)^2$ = El cuadrado de la suma de todas las mediciones

Esto equivale a la fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Donde:

\bar{X} = La media aritmética.

$(X - \bar{X})$ = La desviación de una desviación individual de la media de todas las mediciones.

g) Cálculo del Coeficiente de Variación (Cv)

Este se estima con la fórmula:

$$C = \frac{S}{\bar{X}}$$

Donde:

C = Coeficiente de variación.

S = Desviación Estándar.

\bar{X} = Media.

Tabla N°3. Criterios de calificación de calidad de una plantación, con base en el coeficiente de variación.

Coeficiente de variación	Calificación de la Plantación
Menor a 10 %	Excelente
10 a 20 %	Aceptable
Mayor a 20 %	No aceptable

Fuente: Murillo, O y Camacho, P. 2000

Las variables cualitativas se calificación según, el de Coeficiente de Variación de la tabla N°3

h) Error Estándar (Sx).

Así como la desviación estándar mide el promedio de las desviaciones de las observaciones individuales con respecto a la media muestral, existe un índice para medir el desvío de las medias muestrales con respecto a la media poblacional, que se llama error estándar o error típico de la estimación y que se calcula con la fórmula:

$$Sx = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

S= Desviación estándar.

n = número de parcelas.

i) Error de Muestreo (EM)

La media muestral obtenida de un intervalo por muestreo, difiere de la verdadera media poblacional. La media poblacional será igual a la media muestral con un desvío o diferencia dado por el error típico, es decir:

$$EM = t * Sx$$

Donde:

t = Valor de distribución de t (2,045) al 5%

La precisión del inventario se indicará a través del error de muestreo que esta expresado como un porcentaje de volumen medio por hectárea, usando el error de muestreo a nivel de probabilidad del 95%. FERREIRA, O. (1994)

Tabla N°4. Tipo de inventario de acuerdo al grado de precisión.

Tipo de Inventario	Error de Muestreo (%)
Detallado	5 – 10
Semi-detallado	10 – 15
Exploratorio	15 – 20

Fuente: FERREIRA, O. (1994)

j) Cálculo del Índice de Mortalidad.

Este nuevo indicador fue establecido para conocer el número de árboles, que han sobrevivido en la plantación evaluada al cabo de $t= 22$ años (periodo de tiempo), para lo cual se utilizó la siguiente ecuación.

$$M = \frac{\frac{(N_2 - N_1)}{N_1}}{t_2 - t_1}$$

Donde:

M = Mortalidad.

N_2 = Promedio de Número de árboles/Ha, al inicio de la plantación.

N_1 = Promedio de Número de árboles/Ha, al momento de la evaluación.

t_1 = Edad de la planta al momento de la plantación ($t_1=0$).

t_2 = Edad de la planta al momento de la evaluación ($t_2=22$).

k) Calidad del Árbol Índice

Se calculó con la ecuación.

$$ICGEN = \frac{(N_1*1+N_2*2+N_3*3)}{N_1+N_2+N_3}$$

Es decir

ICGEN= Índice de calidad General.

N = Numero de árboles por hectárea

N_1 = (N x Trozas calidad 1)/ Número de árboles por parcela.

N_2 = (N x Trozas calidad 2)/ Número de árboles por parcela.

$N_3 = (N \times \text{Trozas calidad 3}) / \text{Número de árboles por parcela}$.

l) Análisis de las Variables Discretas o Discontinuas.

Estas variables son aquellas cuya medición fue realizada en forma visual (directa) sin la utilización de instrumentos. Se las calificó como, **1** ó **2** (distribución binomial), por lo tanto, los parámetros estadísticos, como su valor medio y varianza para este tipo de datos, se obtienen a partir del cociente entre promedios (AkCa, 1993).

$$P = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}} = \frac{\sum Y_i}{\sum X_i}$$

Donde:

P = Promedio entre cocientes de la variable cualitativa.

\bar{Y}_i = El número total de individuos con la característica “i”

\bar{X}_i = El número promedio de individuos (n) en todas las parcelas.

Su estimado de varianza se obtuvo de la siguiente manera.

$$Sp^2 = \frac{1}{\bar{X}^2} * \frac{S_Y^2 + \bar{p}^2 * S_X^2 - 2 * \bar{p} * S_{xy}}{n - 1}$$

Donde:

Sp^2 = Varianza estimada de la relación entre S_Y^2 y S_X^2

S_Y^2 = Varianza estimada para los valores de y (la característica i).

S_X^2 = Varianza estimada para los valores de x (el número de individuos n)

S_{xy} = Covarianza estimada entre los valores “y” y “x”

$$S_{xy} = \frac{\sum x_i * y_i - \frac{\sum x_i * \sum y_i}{n}}{n - 1}$$

n = Tamaño de la muestra (número de parcelas)

2. Determinación del valor real de la madera, de acuerdo, con la calidad de los árboles.

Estos datos fueron obtenidos de la información registrada en el formulario de campo, los cuales se analizaron y tabularon para posteriores cálculos. Las penalizaciones se las realizó directamente sobre el volumen de cada troza.

a. Estimación del valor real del volumen con corteza de madera en pie.

Primeramente se estimo el volumen inicial total de la plantación en pie, posteriormente este cálculo fue ajustando o penalizando de acuerdo a los parámetros propuestos por el modelo de evaluación, los cuales fueron: La posición de las trozas a lo largo del fuste, la edad de la plantación y finalmente por la calidad del árbol por sus trozas.

El Valor Real en Pie, se calculó con la siguiente fórmula, la cual integró las variables que se detallan a continuación.

Valor Real en pie = Posición Troza + Edad + Calidad + Volumen (clase diamétrica)

1) Cálculo del Volumen total inicial (m³/Ha) en pie de la plantación.

Este volumen con corteza de las trozas, fue calculado con la siguiente formula:

$$V_{cc} = \frac{(v \times A)}{n}$$

Donde:

V_{cc}= Volumen con corteza/Ha.

v = volumen total de las parcelas.

A= Superficie de la plantación (17,4Ha).

n = Numero de muestras (30 parcelas).

2) Ajuste del Volumen total inicial en pie de la plantación (m^3/Ha) por la posición de la troza en el fuste principal.

Al volumen inicial total de madera en pie, se lo penalizo según la ubicación de la troza en el fuste, obteniendo un volumen total inicial 2 (V_{i2}), para lo cual se tomo en cuenta lo siguiente:

- Volumen de la troza X 1,0 si se ubico en los primeros 5 metros del fuste.
- Volumen de la troza X 0,9 si se ubico entre los 5 y 10 metros del fuste.
- Volumen de la troza X 0,8 si se ubico sobre los 10 metros del fuste.

3) Ajuste del Volumen total inicial 2 (V_{i2}), de madera en pie (m^3/Ha), por la edad de la plantación.

Al volumen inicial total 2 (V_{i2}) de madera en pie, se lo ajusto según la edad de plantación, obteniendo un volumen total inicial 3 (V_{i3}), teniendo en cuenta lo siguiente:

- $V_{i2} \times 1,0$ si es mayor a 10 años de edad.
- $V_{i2} \times 0,8$ si es menor a 10 años de edad.

4) Ajuste del Volumen total inicial 3 (V_{i3}), de madera en pie (m^3/Ha), por la calidad del árbol/troza

Finalmente, la estimación del volumen total inicial 3 (V_{i3}), se ajusto según la calidad de los árboles/trozas en pie. De esta manera se obtuvo el Volumen Real de madera en pie, la penalización se la realizo, según lo siguiente.

- $V_{i3} \times 1,0$ (para todos los individuos/trozas de calidad 1)
- $V_{i3} \times 0,9$ (para todos los individuos/trozas de calidad 2)
- $V_{i3} \times 0,8$ (para todos los individuos/trozas de calidad 3)

5) Determinación del Costos Real de madera en pie de la plantación según el Volumen y Calidad.

Estos costos se los hizo, según la cantidad de metros cúbicos (m^3) y Categoría de calidad del Volumen Real de madera en pie.

En la actualidad a nivel nacional no hay registros acerca del precio de la madera en pie de Pino (*Pinus radiata*. D Don) según la Categoría de calidad de la plantación, por lo que, para establecer el costo, fue necesario tomar en consideración que la madera de Pino, es un recurso que para llegar a un estado óptimo de cosecha y aprovechamiento, tarda entre 18 y 25 años y según los valores de comercialización en el mercado local de Riobamba se determinó, que el precio por m^3 de madera buena (calidad 1), costaría $\$20/m^3$, la madera regular (calidad 2), valdría $\$15/m^3$ y la madera mala (calidad 3) sería de $\$10/m^3$.

De esta manera se pudo calcular el Valor Real final de madera en pie de la plantación, según su Categoría de calidad, el cual posteriormente se lo modifico, según el coeficiente calculado de Potencial de aprovechamiento y transporte.

b. Ajuste del Costo Real de Madera en Pie (plantación), por el Potencial de Aprovechamiento y Transporte.

El Valor Real final de madera en pie de la plantación fue ajustado por: el potencial de aprovechamiento y transporte de la madera hasta su sitio de transformación.

1) Potencial de Aprovechamiento.

Estas variables se evaluaron directamente en la plantación y eran valoradas según lo establecido para cada parámetro del modelo de evaluación, estos parámetros fueron: Escala de Operaciones o tamaño de la plantación, Acceso a la plantación, Distancia al sitio de transformación, Pedregosidad, Densidad de plantación, Presencia de malezas, Topografía y pendiente.

a) Escala de operaciones o Tamaño de la Plantación.

Una vez calculada la superficie total de la plantación, se procedió a dar el valor que le correspondía, según al tipo de Escala de la siguiente tabla.

Tabla N°5. Escala de Operaciones según el tamaño de Plantación

Escala	Características	Valor
3	Plantaciones menores a 5Ha	50% del valor real de la plantación
2	Plantaciones de 5 a 20Ha	75% del valor real de la plantación
1	Plantaciones mayores a 20Ha	100% del valor real de la plantación

Fuente: Zobel y Van Buijtenen, 1999

b) Acceso a la plantación.

Se verifico la presencia de alguna vía de acceso hacia la plantación y se valoro según el tipo de Acceso, existente en la plantación como indica la tabla N°6

Tabla N°6. Tipos de Acceso según características del sector.

Tipo	Características	Valoración
Acceso 1	Son aquellas plantaciones con acceso todo el año con vehículos livianos hasta el borde mismo. Los camiones pueden llegar hasta el borde mismo de la plantación para efectuar la carga de la madera	Se le otorga un 100% del valor real de la plantación
Acceso 2	Son aquellas plantaciones que requieren labores leves de acondicionamiento de caminos en una distancia menor a un 1 km desde la entrada de la finca.	Se le asigna un 60% del valor real de la plantación
Acceso 3	Son las plantaciones que requieren de movimientos grandes de tierra y apertura de caminos en una distancia mayor a 1 km	Se le asigna un 20% del valor real de la plantación.

Fuente: Camacho, P y Murillo, O. 2000

c) Distancia al sitio de transformación.

Se tomo la distancia que hubo, desde la plantación al sitio de transformación más cercano que en este caso fue el Cantón Guamote, y se califico según indica la tabla N°7

Tabla N°7. Calificación según la distancia al sitio de transformación final.

Distancia	Distancia	Calificación
1	de 0 – 25Km	Se le asigna un 100% del valor real
2	de 25 – 100Km	Se le asigna un 75% del valor real
3	de más de 100Km	Se le asigna un 50% del valor real

Fuente: Camacho, P y Murillo, O. 2000

d) Tipo de pedregosidad.

Se observo en cada parcela de la plantación la presencia de pedregosidad y el dato se registro en porcentaje (%), posteriormente se valoró de acuerdo a la tabla N°8

Tabla N°8. Tipo de pedregosidad según características del sitio.

Pedregosidad	Características	Valor
1	Con ausencia de pedregosidad que afecten el aprovechamiento y causen daños mecánicos a los árboles apeados	Se le asigna el 100% del valor real
2	Con afloramientos rocosos grandes que puedan causar daños mecánicos o reventaduras a lo árboles apeados	Se le asigna el 85% del valor real.

Fuente: Hernández, X. 2000

e) Densidad de Plantación.

Del cálculo del promedio de árboles/Ha, de la plantación, se valoro según la tabla N°9

Tabla N°9. Tipo de densidad de plantación.

Densidad	Características	Valor
1	Aquellas plantaciones con menos de 500 árboles/ Ha	Se le asigna un 100% del valor real
2	Aquellas plantaciones con más de 500 árboles/ Ha.	Se le asigna un 85% del valor real.

Fuente: Murillo, L y Hernández, X. 1999

f) Presencia de Malezas.

Se determinó por observación directa en la plantación y fue valorada según la tabla N°10.

Tabla N°10. Tipo de maleza

Maleza	Características	Valor
1	Cuando las malezas del terreno no impiden un aprovechamiento de manera significativa y se puede transitar libremente por la plantación sin necesidad de abrirse paso.	Se le asigna un 100% del valor real.
2	Cuando es necesario hacer labores de limpieza para poder hacer el aprovechamiento.	Se le asigna un 85% del valor real.

Fuente: Murillo, O. 2000

g) Topografía y Pendiente.

Con ayuda del clinómetro se estimó la pendiente en cada parcela con la finalidad de obtener un promedio de la plantación. Se valoró según el porcentaje de la pendiente de la tabla N°11.

Tabla N°11. Tipo de topografía y pendiente.

Topografía y Pendiente	Características	Valor
1	Son aquellos sitios con pendientes ligeras de 0 – 15 %, ó lomas largas sin presencia de muchos obstáculos (zonas fangosas o cañadas muy pronunciadas).	Se le asigna un 100% del valor real de la plantación
2	Son aquellas plantaciones con pendientes del 15 a 30 % ó lomas cortas y pronunciadas.	Se le asigna un 60% del valor real de la plantación
3	Son aquellas plantaciones donde se encuentran pendientes mayores al 30 %, hay presencia de zonas fangosas o riachuelos entre el acceso más cercano para su extracción, se presentan lomas cortas y abruptas.	Se le asigna un 30% del valor real de la plantación

Fuente: Murillo, O. 2000

c. Determinación del Valor de Mercado de la Plantación.

Por ultimo se determinó el Valor de Mercado de la Plantación, al integrar el Valor Real en Pie (final) y el Potencial de Aprovechamiento y Transporte de la madera de la plantación para lo cual se utilizó la ecuación de valor de mercado:

$$\text{ValordeMercado} = (\text{Valor Real}) * (\text{PotencialdeAprovechamientoyTransporte})$$

Esta ecuación se la expreso de la siguiente manera

$$\text{ValorComercial} = (\text{Valor Real}) * (\text{Criterio1} * 0,15 + \text{Criterio2} * 0,20 + \text{Criterio3} * 0,15 + \text{Criterio4} * 0,05 + \text{Criterio5} * 0,10 + \text{Criterio6} * 0,05 + \text{Criterio7} * 0,30)$$

3. Propuesta de un modelo de evaluación de calidad y valoración de la madera en plantaciones forestales.

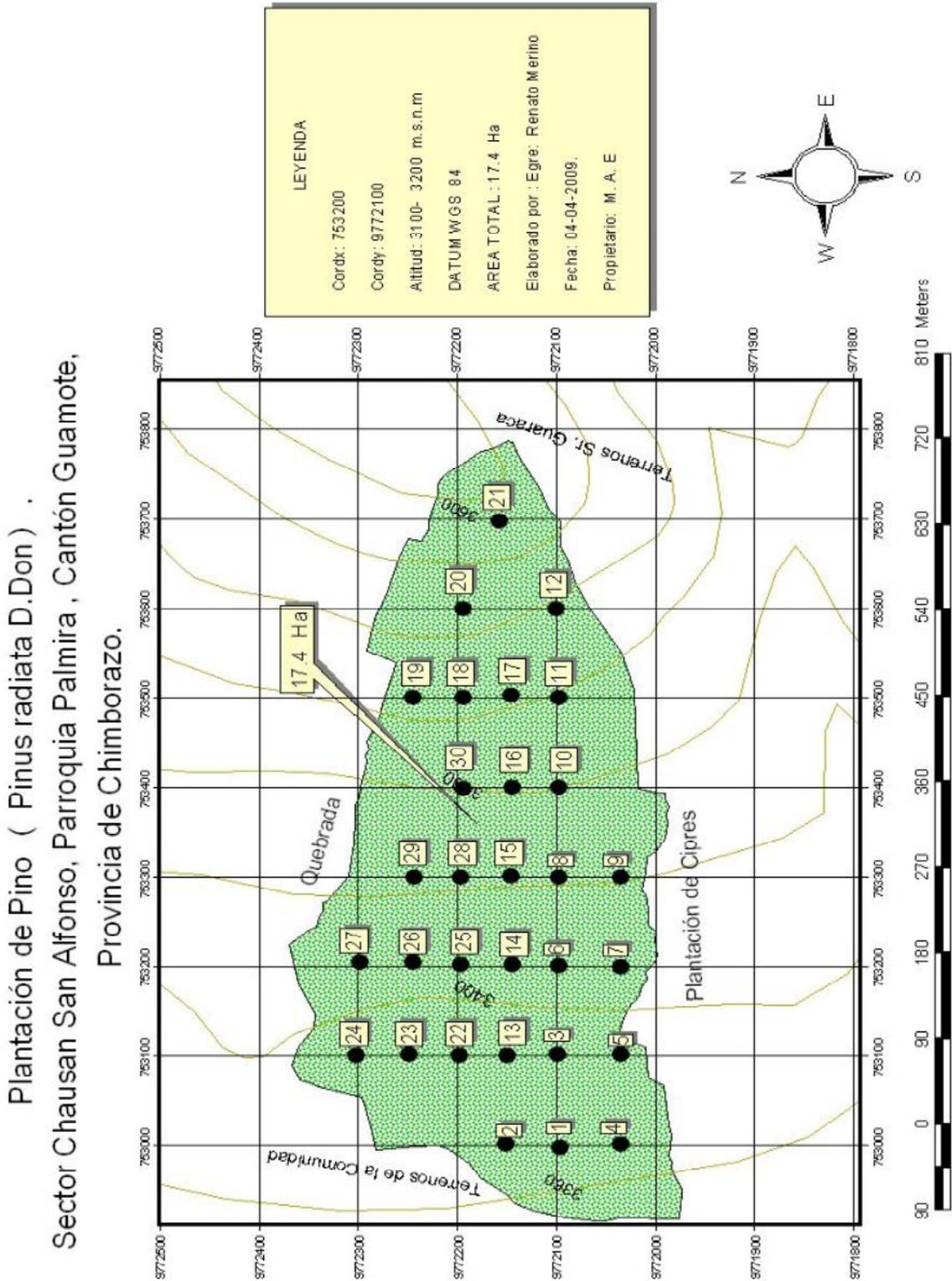
La metodología propuesta por Murillo, O (2000) para plantaciones manejadas, estima el volumen de madera y determina el valor de mercado de acuerdo a la calidad de trozas comerciales, sin tomar en cuenta parámetros importantes como son los costos de cosecha forestal mecanizada. Razón por la que se propone un modelo de evaluación de madera en pie para cualquier plantación de Pino (*Pinus radiata* D Don), la cual complementa el trabajo de Murillo, ya que estima el volumen de madera total del árbol por medio de una regresión volumétrica entre el DAP y la Altura total del árbol. Además establece el valor de mercado (de la plantación en pie), por costos de aprovechamiento forestal, determinados por técnicos de la empresa ACOSAFORREST (2008), para tumba de árboles, madereo, carguio y construcción de vías (si es necesario)

Para el desarrollo de este Modelo de evaluación y valoración de madera en pie, se utilizaron los datos como: planimetría, DAP y Altura total de cinco árboles de mayor diámetro registrados en el inventario forestal de las 30 parcelas establecidas en la plantación.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. EVALUACION DE LA CALIDAD DE PLANTACIÓN FORESTAL.

Mapa N°1. Levantamiento planimétrico y ubicación de parcelas en la plantación.



1. Superficie de plantación y establecimiento de parcelas.

Registradas las 121 coordenadas geográficas UTM, permitió elaborar el croquis y conocer la superficie de la plantación que es 17,4Ha. Así como la ubicación de las parcelas establecidas con una intensidad de muestreo del 5,2%. (mapa N°1)

2. Variables cuantitativas y cualitativas de los árboles dentro de la parcela.

Los datos del cuadro N°1, indican los valores promedios, desviación estándar y el coeficiente de variación, de los parámetros cuantitativos y cualitativos evaluados en cada parcela de la plantación.

Los datos de las variables cualitativas se manejaron en forma de frecuencia y no requieren una posterior transformación a hectáreas, lo cual facilitó su interpretación y redujo la posibilidad de error en el manejo de los datos.

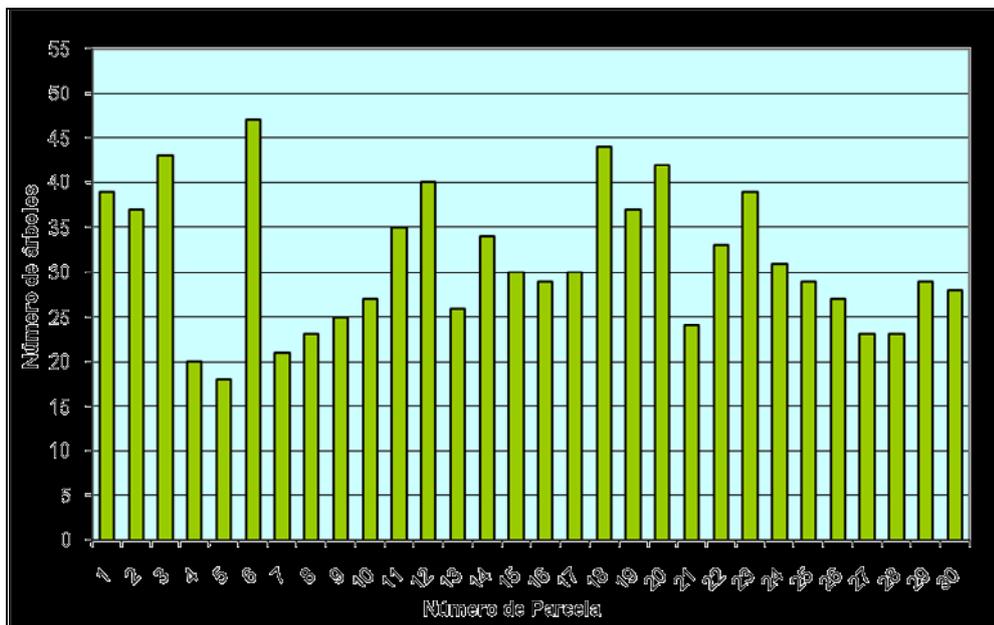
Cuadro N°1 Análisis de las Variables continuas y discretas de la plantación de Pino

Parcela	N	DAP	Alt.ura Comer	Distancia de Plantación		Area de planta	Bifurcación		Inclinación		Rectitud		Daño Mecánico		Grosor Ramas		Angulo de ramas		Estado Fitosanitario		Grano espiral		Trozas Podadas
				F	C		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
		cm	m			m2																	
1	39	23,8	6,30	2,98	1,98	5,90	33	6	26	13	20	19	34	5	31	8	31	8	39	0	39	0	1
2	37	22,4	7,50	3,20	2,20	7,04	37	0	20	17	18	19	37	0	24	13	37	0	37	0	37	0	1
3	43	20,0	6,30	2,98	1,99	5,93	37	6	22	21	24	19	43	0	27	16	34	9	43	0	41	2	1
4	20	23,4	6,40	3,10	2,20	6,82	19	1	12	8	10	10	19	1	13	7	17	3	13	7	20	0	0
11	35	22,9	7,10	3,10	2,00	6,20	23	12	29	6	27	8	31	4	19	16	19	16	35	0	35	0	0
12	40	22,8	7,17	2,98	2,00	5,96	33	7	22	18	21	19	39	1	23	17	30	10	40	0	40	0	0
13	26	23,2	7,70	2,99	2,00	5,98	22	4	18	8	21	5	23	3	21	5	19	7	23	3	26	0	0
14	34	24,73	8,31	3,20	2,10	6,72	28	6	20	14	19	15	33	1	25	9	22	12	34	0	34	0	0
15	30	24,2	7,70	2,96	2,20	6,51	24	6	19	11	18	12	29	1	24	6	24	6	30	0	30	0	1
16	29	22,8	7,20	3,10	2,10	6,51	23	6	15	14	16	13	29	0	24	5	24	5	29	0	29	0	1
17	30	22,4	7,50	3,10	2,50	7,75	29	1	15	15	16	14	29	1	26	4	28	2	30	0	30	0	0
18	44	23,7	7,00	2,99	1,91	5,71	38	6	29	15	21	23	43	1	41	3	38	6	44	0	41	3	1
19	37	24,9	7,60	3,00	1,99	5,97	29	8	23	14	21	16	36	1	25	12	31	6	36	1	36	1	1
20	42	22,4	7,00	2,94	1,97	5,79	36	6	24	18	26	16	39	3	29	13	32	10	41	1	42	0	0
21	24	24,3	7,35	3,20	2,10	6,72	17	7	20	4	20	4	23	1	17	7	14	10	24	0	24	0	1
22	33	21,6	7,80	2,98	2,10	6,26	27	6	25	8	18	15	33	0	28	5	25	8	33	0	32	1	0
23	39	22,5	7,26	3,10	2,00	6,20	30	9	32	7	23	16	39	0	27	12	23	16	39	0	39	0	0
24	31	25,6	7,80	2,95	2,20	6,49	19	12	27	4	23	8	30	1	19	12	15	16	31	0	31	0	0
25	29	20,9	6,90	3,00	1,98	5,94	22	7	21	8	19	10	29	0	22	7	20	9	29	0	29	0	0
26	27	21,7	6,90	2,98	1,99	5,93	23	4	23	4	14	13	25	2	24	3	18	9	27	0	27	0	0
27	23	21,3	7,80	3,00	2,00	6,00	19	4	16	7	16	7	22	1	15	8	17	6	22	1	23	0	0
28	23	22,9	7,80	3,10	2,20	6,82	16	7	17	6	14	9	22	1	19	4	20	3	23	0	23	0	0
29	29	20,9	7,80	2,99	1,99	5,95	20	9	18	11	11	18	28	1	16	13	17	12	29	0	29	0	0
30	28	21,6	7,70	2,99	1,97	5,89	26	2	19	9	17	11	26	2	23	5	21	7	28	0	28	0	0
Suma	933						739	194	616	317	401	532	896	37	681	252	700	233	918	15	915	18	
promedio	31,1	22,8	7,3	3,0	2,1	6,3	79,21	20,8	66,0	34,0	57,0	43,0	96,0	3,97	72,9	27,0	75,0	25,0	98,4	1,6	98,1	1,9	1,29
S	1,44	0,27	0,1	0,017	0,02	0,07	1,98	1,98	2,23	2,23	2,04	2,04	0,83	0,83	2,63	2,63	2,48	2,48	0,87	0,87	0,77	0,77	0,29
CV (%)		27	10				2,5	9,54	3,38	6,6	3,57	4,74	0,87	21,98	3,61	9,75	3,3	9,91	0,88	53,89	0,79	40,1	

a Número de árboles.

El cuadro N°1, indica que en promedio por parcela hay 31,1 árboles con un rango de tolerancia (desviación estándar) de $\pm 1,44$ árboles/parcela. Es decir que hay 1 036 árboles/Ha, y en la plantación un total de **18 036** árboles. Lo cual nos indica que la densidad de plantación por hectárea es alta, y esto podría afectar en las operaciones de apeo de árboles ya que no habría espacio libre para la caída del árbol y causaría daño mecánico a los árboles remanentes.

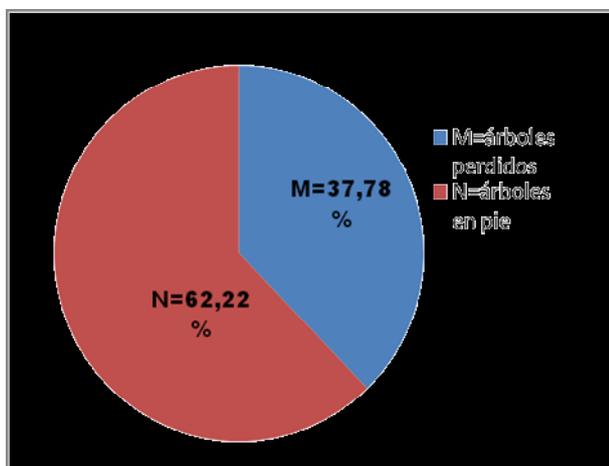
Gráfico N°1. Número de árboles por parcela



b. Evaluación de la pérdida de árboles.

Al momento de establecer la plantación ($t_1 = 0$ años) en las 17,4Ha y según registro, se plantó a una densidad aproximada de 3m x 2m, dando un total de 1 666 árboles/Ha, es decir existió una población inicial de 28 988 árboles. Y al momento de la evaluación del mismo predio, en un periodo de tiempo ($t_2 = 22$ años), se encontró 18 036 árboles, esto indica una pérdida del 37,78 % (10 952 árboles) con relación a la población inicial. Esto se pudo originar a raleos realizados en la plantación, bajo prendimiento y por caída de árboles causados por el viento.

Gráfico N°2 Porcentaje de mortalidad de la plantación.



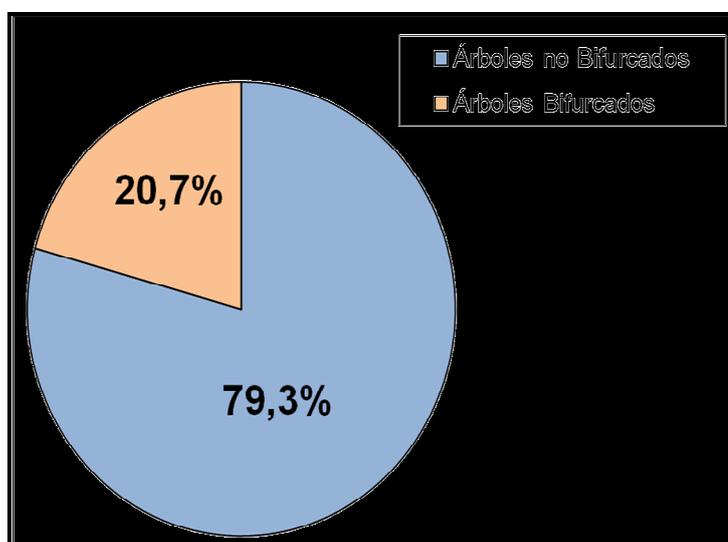
N2= Número de árboles después de t= 22 años.

M = Mortalidad de árboles después de t= 22 años,

c. Bifurcación.

El cuadro N°1, indica que en promedio el 20,7% (3 733) de los árboles de la plantación y con un rango de tolerancia de $\pm 1,98\%$, son árboles bifurcados, lo que podría ser un valor aceptable para esta plantación exótica. La bifurcación de estos árboles se desarrollo por ruptura de la zona apical y en otros casos por problemas genéticos (semilla).

Gráfico N°3. Árboles Bifurcados con relación al resto de la plantación.

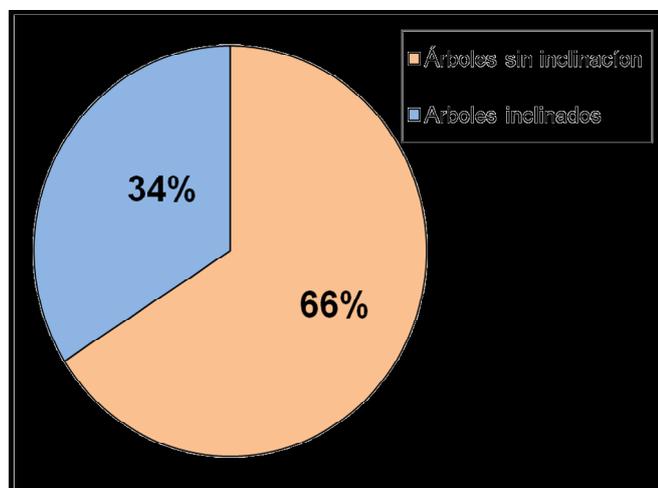


El coeficiente de variación de esta variable es 9,5% y según la tabla N°3 propuesta por Murillo, O y Camacho P (2000), indica que el número de árboles bifurcados en la plantación, es un valor aceptable.

d. Inclinación del árbol.

El cuadro N° 1, indica que en promedio el 34% (6 132) de los árboles de la plantación y con un rango de tolerancia de $\pm 2,23\%$, son árboles que presentan inclinación. Esta inclinación se pudo originar por exposición de las plantas a vientos fuertes, mal plantados o posiblemente causado por el pastoreo cuando la plantación era joven. A su vez el coeficiente de variación, es 6,67% y según la tabla N°3 propuesta por Murillo, O y Camacho P (2000), es un valor excelente e indica que los árboles inclinados se distribuyen en forma homogénea en la plantación.

Gráfico N°4. Árboles Inclinados con relación al resto de la plantación.

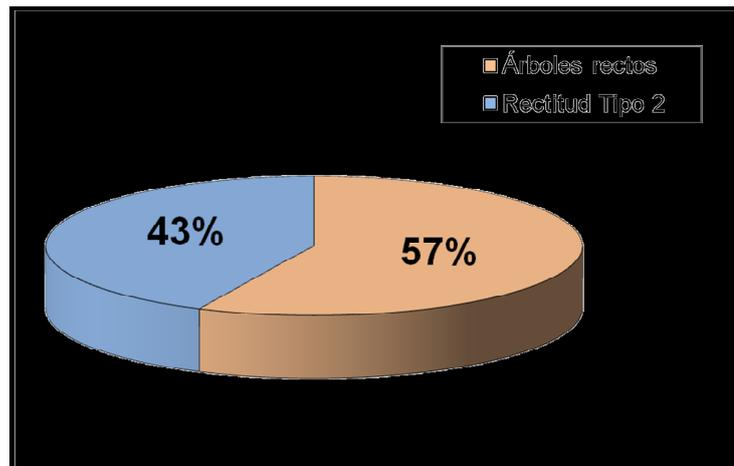


e. Rectitud del fuste.

El cuadro N°1, muestra que en promedio el 43% (7 755) de los árboles de la plantación y con un rango de tolerancia de $\pm 2,04\%$, son árboles con fustes ligeramente torcidos (Rectitud Tipo2), pero que serán aserrables sin mucha complicación. Además el coeficiente de variación de esta variable es 4,74% y según la tabla N°3 propuesta por

MURILLO, O y CAMACHO, P. (2000), es un valor excelente y buen indicador de homogeneidad de esta característica en los árboles de la plantación.

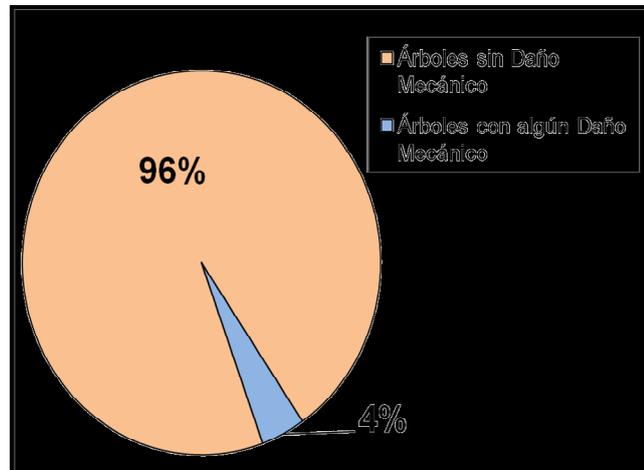
Gráfico N°5. Árboles ligeramente torcidos (rectitud Tipo 2), con relación al resto de la plantación.



f. Daño Mecánico.

El cuadro N°1, muestra que en promedio el 3,97% (17 320) de los árboles de la plantación y con un rango de tolerancia de $\pm 0,83\%$, son árboles que presentan algún tipo de daño mecánico en el fuste comercial, posiblemente originados por mala manipulación de herramientas en el manejo silvicultural de los árboles y por caída de ramas de partes superiores que van dañando al fuste en su trayecto. El coeficiente de variación es 21,9%, y según la tabla N°3 propuesta por MURILLO, O y CAMACHO, P. (2000), indica que estos árboles con daño mecánico están dispersos en la plantación.

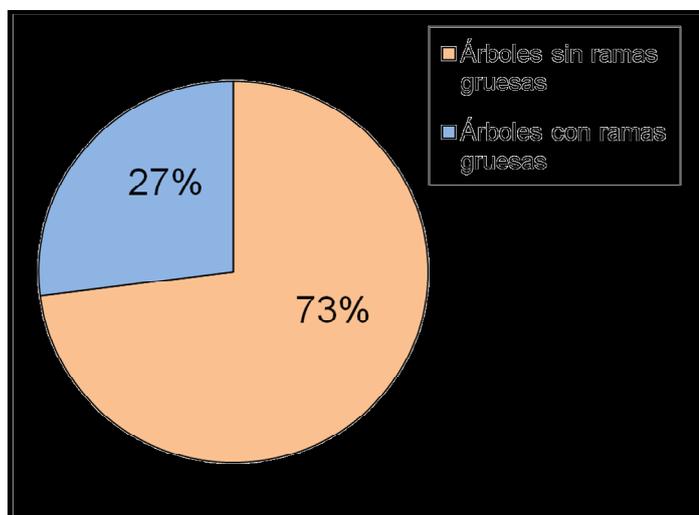
Gráfico N°6. Árboles con daño mecánico con relación al resto de la plantación.



g. Grosor de Ramas.

El cuadro N°1, muestra que en promedio el 27% (4 870) de los árboles de la plantación y con un rango de tolerancia de $\pm 2,63\%$, son árboles que presentan ramas Gruesas (diámetro $>4\text{cm}$), las cuales forman nudos grandes y profundos que merman la calidad de la madera en el proceso de aserrado. Además, el coeficiente de variación es 9,8% lo que según la tabla N°3 propuesta por, MURILLO, O y CAMACHO, P. (2000), se considera un valor aceptable, e indica que los árboles con ramas gruesas se distribuyen en forma homogénea por toda la plantación.

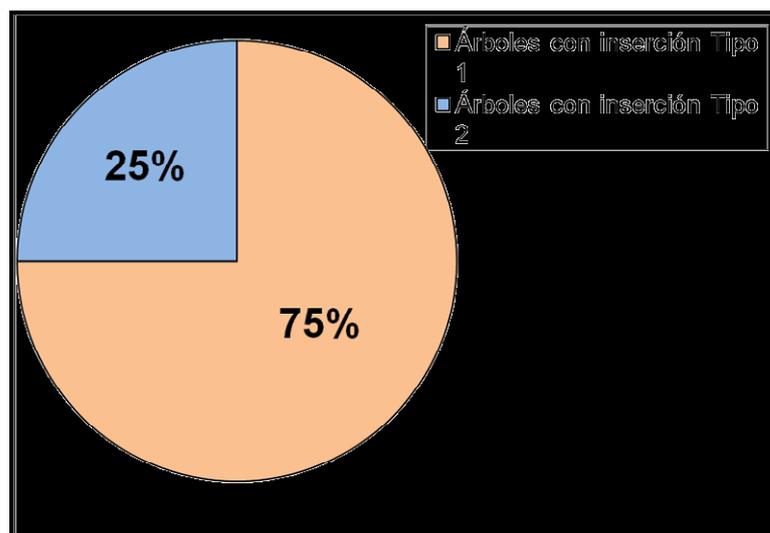
Gráfico N°7. Árboles con ramas gruesas con relación al resto de la plantación.



h. Ángulo de Inserción de las Ramas.

El cuadro N°1, indica que en promedio el 25% (4 509) de los árboles de la plantación y con un rango de tolerancia de $\pm 2,5\%$, son árboles que tienen un ángulo de Inserción de ramas Tipo 2 ($<45^\circ$). Este ángulo de inserción de la rama en el fuste comercial pudo tener origen genético por lo que será importante seleccionar su procedencia. Además el coeficiente de variación es 9,9 % y según la tabla N°3, propuesta por MURILLO, O y CAMACHO, P. (2000), es un valor aceptable e indica que esta característica es común en los árboles de la plantación.

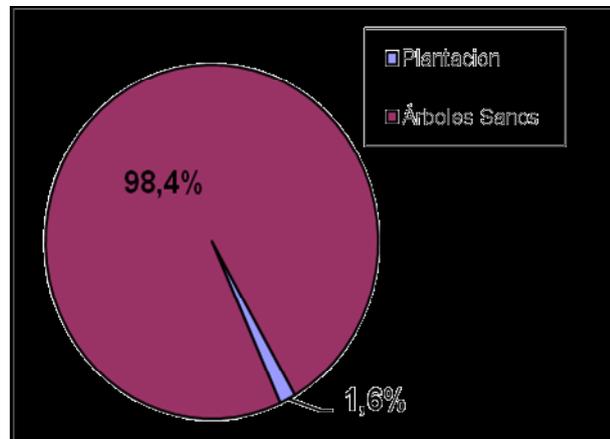
Gráfico N°8. Árboles con ángulo de inserción de ramas Tipo 2, con relación a la plantación.



i. Estado Fitosanitario.

El cuadro N°1, indica que el 98,4% (17 747) de los árboles de la plantación y con un rango de tolerancia de $\pm 0,87\%$, son árboles sanos, siendo un valor muy aceptable, los pocos individuos enfermos que se encontraron, se debía, a que presentaron marchites severa y otros malformaciones como cola de zorro. Para esta variable el Coeficiente de Variación es 0,9 %, y según la tabla N°3 propuesta por, MURILLO, O y CAMACHO, P. (2000), es un valor bajo por lo tanto es excelente, lo que indica que hay un gran porcentaje árboles sanos.

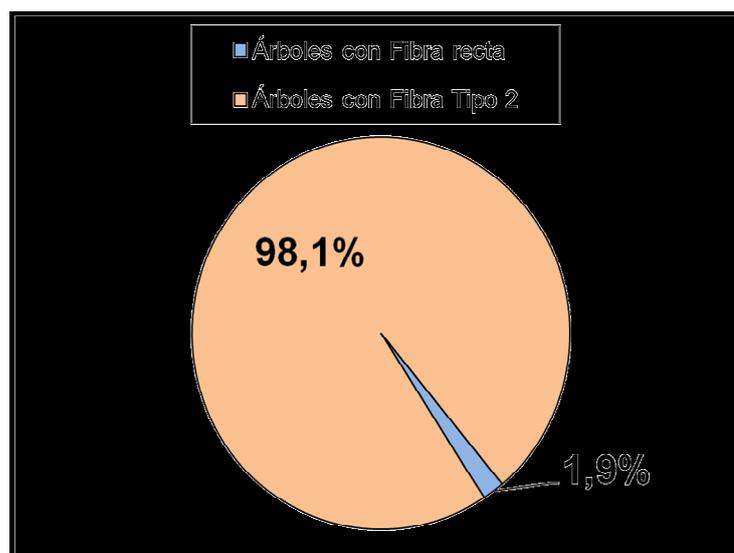
Gráfico N°9. Árboles sanos con relación a la plantación total



j. Grano Espiral

El cuadro N°1, muestra que en promedio el 98,1% (17 693) de los árboles de la plantación y con un rango de tolerancia de $\pm 0,77\%$, son árboles con fibra recta a lo largo del fuste comercial. El coeficiente de variación de esta variable es 0,8% y según la tabla N°3 propuesta por, MURILLO, O y CAMACHO, P. (2000), es un valor bajo por tanto indica que la mayoría de fustes de la plantación son de fibra recta.

Gráfico N°10. Árboles con fibra recta con relación a la plantación.

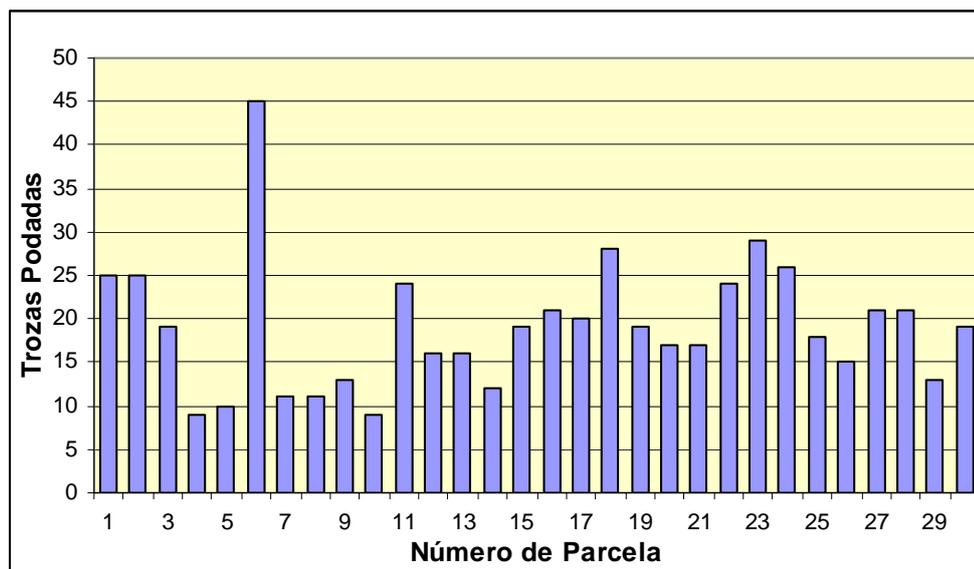


k. Número de Trozas Podadas.

Esta variable es la que determino el tipo de calidad que tenía una troza, pese a que la plantación fue manejada, se encontraron fustes con alguna característica de evaluación que hizo que mermara su calidad.

El cuadro N°1, muestra que el valor promedio es 19,1 trozas podadas/parcela, las cuales se encontraron hasta los primeros 5m de altura del fuste comercial, teniendo para toda la plantación un total de 11 077 trozas limpias (libres de ramas o defectos).

Gráfico N°11. Número de trozas podadas/parcela.



Fuente: Renato Merino, 2009

l. Calidad de trozas

Según las variables de evaluación analizadas, a cada troza se pudo calificar como calidad 1, calidad 2 y calidad 3, con la finalidad de obtener trozas comerciales útiles para la industria del aserrado.

Cuadro N°2. Promedio del número de trozas por categoría de calidad en la plantación.

Trozas en:	Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3	TOTAL
Parcela	19,1	46,5	17	82,6
Hectárea	636	1 550	566	2 752
Total en la Plantación	11 066	26 970	9 848	47 884
(%)	<i>23,1</i>	<i>56,3</i>	<i>20,6</i>	<i>100</i>

Elaborado por: Renato Merino, 2009

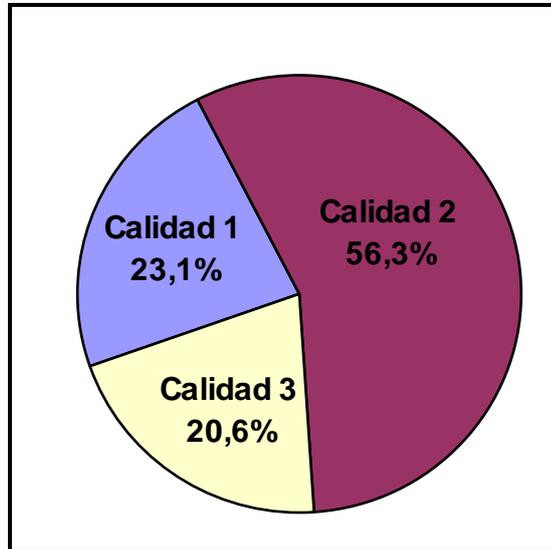
El cuadro N°2, indica que de las 47 884 trozas que hay en la plantación (17,4Ha), se tiene que.

El 23,1% de las trozas son calidad 1, es decir, rectas, sanas y que cumplen con todas las características de calidad evaluadas.

El 56,3% son trozas calidad 2 y no han cumplido con al menos una de las característica evaluadas, pero son aprovechables en mas del 50% del fuste.

Y, el 20,6% son trozas calidad 3, que presentan torceduras severas, ramas gruesas y abundantes, pero pueden ser aprovechadas hasta un 50% del fuste.

Gráfico N°12. Distribución porcentual del número de trozas según categoría de calidad de la plantación.



El gráfico muestra que las trozas de calidad 2 son las que predominan en cantidad y volumen, seguidas de las trozas de calidad 1 y finalmente por las trozas de calidad 3

m. Análisis estadístico del volumen comercial del Inventario Forestal

Cuadro N°3. Volumen de madera en pie de cada parcela relacionada a la superficie de la plantación (17,4 Ha)

Parcela	Volumen comercial (parcela)	Volumen comercial (m³/Ha)
1	6,2590	121,007
2	6,1130	118,185
3	4,8046	92,889
4	2,9840	57,690
5	3,9546	76,456
6	7,0953	137,175
7	2,7627	53,413
8	3,2516	62,863
9	4,4882	86,772
10	3,5619	68,864
11	5,9028	114,120
12	6,3554	122,871
13	4,8903	94,546
14	7,0301	135,915
15	5,7954	112,045
16	4,6018	88,968
17	4,9356	95,422
18	7,3292	141,699
19	7,4925	144,856
20	6,1332	118,575
21	4,4244	85,539
22	5,4016	104,430
23	6,6213	128,012
24	6,4014	123,760
25	3,6505	70,577
26	3,8353	74,149
27	3,9384	76,142
28	4,0753	78,789
29	4,1061	79,385
30	4,1897	81,000
Total		2 946,114
Promedio		98,20
S		26,58
CV (%)		27
Sx		4,85
EM		9,9

El inventario sistemático fue del tipo detallado, ya que el error de muestreo es 9,9%, como indica la tabla N°4, propuesta por Ferreira, O (1994)

n. Índices de Calidad de la Plantación.

Estos índices, permiten conocer el desarrollo que a tenido la plantación, hasta el momento que se realizó su evaluación. Estos son valores promedios por hectárea y se indican en el cuadro N°4.

Cuadro N°4. Índices de calidad de plantación de Pino.

Especie	Edad (años)	Índice de Calidad General (N_{1+2+3})	Índice de Calidad cosecha (N_{1+2}/ha)	Índice de Calidad de trozas (1+2)
<i>Pinus radiata</i> D Don.	22	$2 \pm 0,02$	$778 \pm 46,6$	$2\ 190 \pm 125$
CV (%)		1	6	6

Elaborado por: Renato Merino, 2000

CV (%)= Coeficiente de Variación.

El Índice de Calidad General de la Plantación, está entre 2,02 y 1,98 esto indica que la plantación es de calidad 2, encontrándose dentro de los parámetros propuestos por ROJAS, O. (2000)

El Índice de Calidad de Cosecha, fluctúa entre 824,6 y 731,4 árboles/Ha de (Calidad 1+2), superando con el 50% al margen establecido por ROJAS (2000) que fue de 400 árboles/Ha de calidad 1+2.

El Índice de Calidad de Trozas de la plantación, esta entre 2 315 y 2 065 trozas /Ha de calidad 1+2, este valor también supera a lo propuesto por ROJAS, (2000) que es de 1 600 trozas/Ha de calidad 1+2.

o. Resultados de la distribución de árboles y trozas por calidad.

Los cuadros N°5 y N°6, muestran la distribución del número de trozas y el número de árboles respectivamente según la clase diamétrica y categoría de calidad

Cuadro N°5. Distribución del número de árboles/Ha en la plantación, según su clase diamétrica y categoría de calidad

DAP (cm)	Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3	Total general
14,5 – 19,4	17	188	111	316
19,5 – 24,4	24	261	98	383
24,5 – 29,4	36	180	35	251
29,5 – 34,4	4	54	12	70
34,5 – 39,4	3	10	3	16
Total	84	693	259	1 036
%	8	67	25	100

De los 1 036 árboles/Ha, el 8 % son de calidad 1, el 67% corresponden a calidad 2 y el 25% restante son calidad 3.

Cuadro N°6. Promedio del número de trozas/Ha, según su clase diamétrica y categoría de calidad.

Clase DAP (cm)	Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3	total general
14,5 – 19,4	131	410	181	722
19,5 – 24,4	221	571	218	1010
24,5 – 29,4	216	417	99	732
29,5 – 34,4	58	129	57	244
34,5 – 39,4	10	23	11	44
Total	636	1 550	566	2 752
%	23	56	21	100

En la plantación existen 2 752 trozas/Ha de todas las calidades, de las cuales el 23% son calidad 1, el 56% pertenecen a la calidad 2 y el 21% son calidad 3.

B. DETERMINAR EL VALOR REAL DE LA MADERA, DE ACUERDO A LA CALIDAD DE LOS ÁRBOLES

El volumen de madera establecido en el cuadro N°6, fue penalizado y se lo ajustó según los parámetros de valoración de la plantación Forestal.

1. Estimación del Valor Real Maderero en Pie.

Para la estimación de este valor real maderero se determino:

a. La distribución del volumen según su DAP.

Cuadro N°7. Distribución del Volumen con corteza de trozas (m³/Ha), según clase diamétrica por categoría de calidad de la plantación.

Clase DAP (cm)	Calidad 1 (m³)	Calidad 2 (m³)	Calidad 3 (m³)	Total (m³)
14,5 – 19,4	4,989	15,839	7,121	27,95
19,5 – 24,4	12,308	32,021	11,670	56,00
24,5 – 29,4	16,660	31,621	7,253	55,53
29,5 – 34,4	5,731	12,838	5,594	24,16
34,5 – 39,4	1,324	2,932	1,415	5,67
Total	41,012	95,251	33,054	169,32

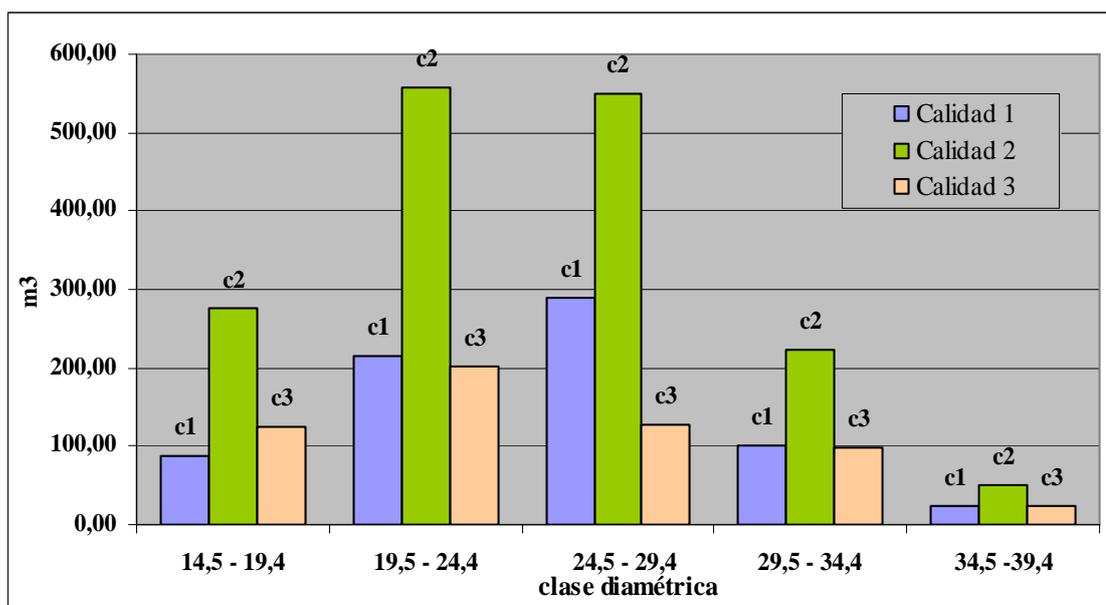
El cuadro N°7 muestra que el volumen promedio es de 169,32m³/Ha (madera en pie) de todas las calidades, de los cuales, 41,012m³/Ha es madera calidad 1, para madera calidad 2 hay 95, 251m³/Ha y finalmente 33,054m³/Ha es madera de calidad 3.

Cuadro N°8. Distribución del Volumen total (m³) según la clase diamétrica y categoría de calidad en la plantación

Marca de Clase (cm)	Clase DAP (cm)	Calidad 1 (m ³)	Calidad 2 (m ³)	Calidad 3 (m ³)	TOTAL (m ³)
17	14,5 – 19,4	86,810	275,601	123,909	486,320
22	19,5 – 24,4	214,162	557,168	203,057	974,387
27	24,5 – 29,4	289,880	550,199	126,203	966,282
32	29,5 – 34,4	99,725	223,384	97,344	420,454
37	34,5 – 39,4	23,040	51,008	24,622	98,671
Suma		713,617	1 657,361	575,135	2 946,114

El cuadro N°8 indica que el Volumen total inicial de madera en pie de la plantación es de 2 946,114m³, de los cuales, el 23% es madera calidad 1; el 56% es madera calidad 2 y finalmente el 21% es madera calidad 3.

Gráfico N°13. Distribución del volumen total de la plantación por clase diamétrica y categoría de calidad.



b. Ajuste del Volumen inicial (m³) total en pie de la plantación, por la posición de la troza en el fuste comercial.

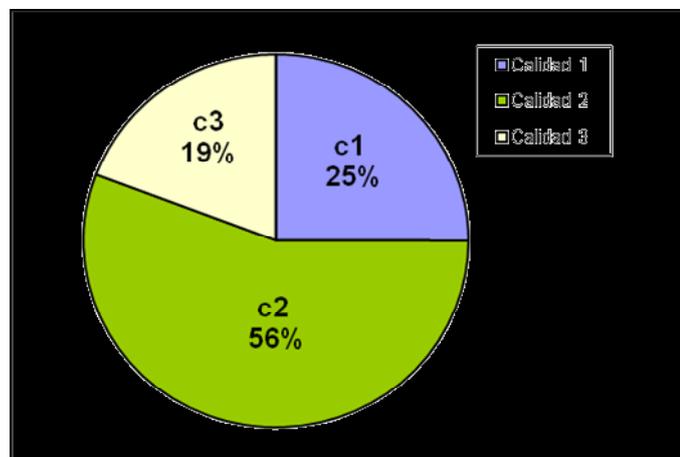
El Volumen inicial del cuadro N°8, se ajustó según la ubicación de la troza en el fuste comercial y para facilitar este cálculo, la penalización se la realiza directamente en el volumen (m³) de cada una de las trozas.

Cuadro N°9 . Distribución del Volumen total (trozas) según, clase diamétrica por categoría de calidad ajustada por la posición de la troza en el fuste.

Clase DAP (cm)	Calidad 1 (m³)	Calidad 2 (m³)	Calidad 3 (m³)	Total (m³)
14,5 – 19,4	86,810	268,554	121,282	476,647
19,5 – 24,4	214,162	539,003	193,499	946,664
24,5 – 29,4	289,880	519,300	119,996	929,176
29,5 – 34,4	99,725	214,451	90,424	404,600
34,5 – 39,4	23,040	48,640	22,417	94,097
Total	713,617	1 589,948	547,618	2 851,184
%	25	56	19	100

El cuadro N°9, indica que el nuevo Volumen inicial de madera en pie (Vi₂) ajustado por la posición de la troza, es de 2 851,184m³, habiendo una disminución del 3,2% (94,93m³) con respecto al Volumen inicial del cuadro N°8, para todas las clases diamétricas de la categoría de calidad 2 y 3. El volumen de madera de calidad 1 mantiene su valor debido a que las trozas se ubicaron a una altura de hasta 5m en el fuste comercial.

Gráfico N°14. Distribución del Volumen inicial de madera en pie (V_{i2}) ajustado por la posición de la troza en el fuste comercial.



c. Ajuste del Volumen en pie por la edad de la plantación.

La edad de la plantación evaluada es de 22 años, y se considera como una plantación adulta, cuya madera es óptima para ser aprovechada, razón por la cual, según MURILLO, O. (2000), el Volumen inicial en pie (V_{i2}) del cuadro N°9, no fue modificado.

d. Ajuste del Volumen inicial en pie de la plantación (V_{i3}) por la calidad del árbol por sus trozas

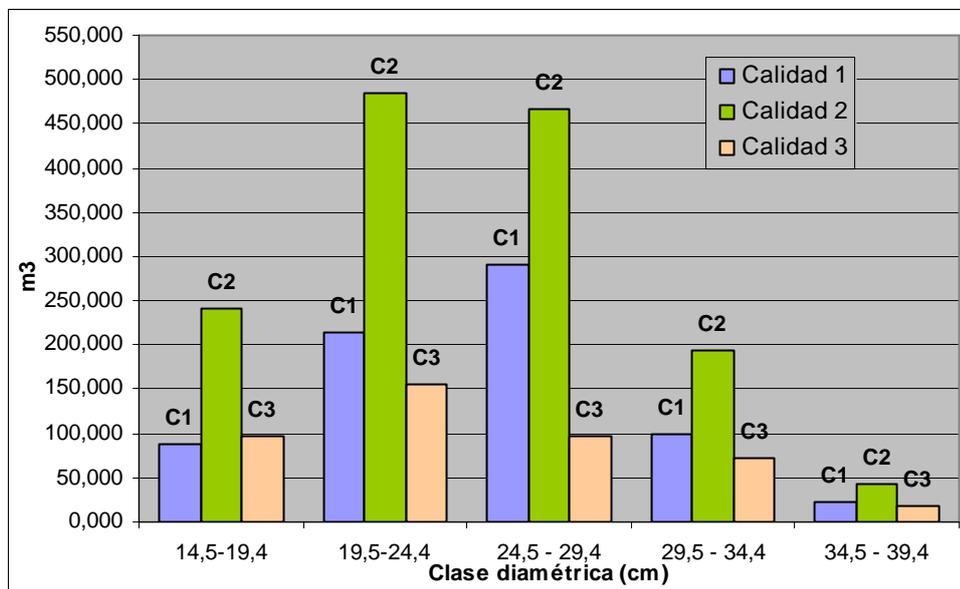
El Volumen inicial en pie de la plantación del cuadro N°9, se ajustó según la calidad del árbol por sus trozas, obteniendo un nuevo Volumen inicial (V_{i3}).

Cuadro N°10. Distribución del Volumen inicial de madera en pie de la plantación (Vi₃) según, clase diamétrica y categoría de calidad ajustado por la calidad del árbol por sus trozas.

Clase DAP (cm)	Calidad 1 (m3)	Calidad 2 (m3)	Calidad 3 (m3)	Total (m3)
14,5 – 19,4	86,810	241,699	97,026	425,5349
19,5 – 24,4	214,162	485,103	154,799	854,0638
24,5 – 29,4	289,880	467,370	95,997	853,2468
29,5 – 34,4	99,725	193,006	72,339	365,0705
34,5 – 39,4	23,040	43,776	17,933	84,7495
Total	713,617	1 430,95	438,09	2 582,666

El cuadro N°10, muestra el nuevo Volumen inicial de madera en pie de la plantación (Vi₃), que es de 2 582,666m³, existiendo una disminución del 12,3% (363,49m³) con relación al Volumen total del cuadro N°8 y una disminución del 9,4% (268,5m³) con respecto al Volumen total del cuadro N°9. Esta pérdida de volumen, se lo realizó en las categorías de calidad 2 y 3 de todas las clases diamétricas y categoría de calidad. Se mantiene el volumen de madera de calidad 1 debido a que son trozas de excelente calidad y el factor de penalización para este tipo de trozas es de 1.

Gráfica N°15. Distribución del Volumen inicial de madera en pie de la plantación (Vi₃), según la clase diamétrica y categoría de calidad ajustado por la calidad del árbol por sus trozas.



e. Precio del m³ de madera rolliza de la plantación según la categoría de calidad

Los valores que se muestran en el cuadro N°11, están dados en dólares americanos.

Cuadro N°11. Costo del volumen total de madera, por categoría de calidad y clase diamétrica de la plantación en pie.

Clase DAP (cm)	Calidad 1 (\$20/m ³)	Calidad 2 (\$15/m ³)	Calidad 3 (\$10/m ³)	Total
14,5 – 19,4	1 736,20	3 625,48	970,26	6331,95
19,5 – 24,4	4 283,24	7 276,54	1 547,99	13 107,77
24,5 – 29,4	5 797,59	7 010,56	959,97	13 768,12
29,5 – 34,4	1 994,50	2 895,09	723,39	5612,99
34,5 – 39,4	460,81	656,64	179,33	1 296,78
Total	14 272,35	21 464,30	4 380,94	40 117,60

Elaborado por: Renato M.

El Costo Real del Volumen inicial, de madera en pie de la plantación, después de ser penalizado es **40 117,60 dólares**, teniendo por hectárea un valor de 2305,61 dólares.

Cuadro N°12. Cuadro resumen de, superficie, número de trozas, volumen y costo de la plantación evaluada.

Superficie de plantación (ha)	Número total de trozas (todas las calidades) en la plantación (N)	Volumen total de madera en pie de la plantación (m3)	Costo Real de la plantación (dólares USA)
17,4	47 884,8	2 582,666	40 1117,60

Elaborado por: Renato M

El Costo Real de la plantación en pie del cuadro N°12, se lo ajustó, según el potencial de aprovechamiento y transporte, de esta manera se determino el costo final de mercado de la plantación.

2. Ajuste del Costo Real de madera en pie (plantación) por el Potencial de Aprovechamiento y Transporte.

La plantación forestal presento buenas características volumétricas pero fue necesario reajustar el Costo Real en pie de la plantación del cuadro N°12, según parámetros que influyen directamente en la determinación de costos de aprovechamiento forestal, propuestos es este modelo de evaluación, los cuales son: potencial de aprovechamiento y transporte de madera, que presenta el sitio.

El cuadro N° 13, muestra la calificación que obtuvieron cada uno de los diferentes criterios de evaluación, para el sitio.

Cuadro N°13. Calificación del potencial de aprovechamiento y transporte de la plantación.

Criterios de Evaluación	Información de La plantación	Calificación de la plantación
Escala de operaciones	Plantación de 17,4Ha	2
Acceso a la plantación	En condiciones aptas para efectuar la carga de la madera.	1
Distancia al sitio de transformación	Aprox. 21Km hasta Guamote.	1
Pedregosidad	Nula	1
Densidad	Aprox. 1 037arb/Ha.	2
Malezas	Nula	1
Topografía y pendiente	irregular y pronunciada 20%	2
Edad	22 años	1

a. Establecer el Valor de Mercado de la Plantación

Basándose en la calificación de cada parámetro del cuadro N°13, se procedió a construir la ecuación final de Valor de Mercado como sigue:

VALOR DE MERCADO= Valor Real en Pie * Potencial de Aprovechamiento y transporte

Según la fórmula tenemos:

Potencial de aprovechamiento y transporte = Escala (0,75 x 0,15) + Acceso a la plantación (1,0 x 0,20) + Distancia al sitio de transformación (0,1 x 0,15) + Pedregosidad

$(1,0 \times 0,05) + \text{Densidad de plantación } (0,85 \times 0,10) + \text{Maleza } (1,0 \times 0,05) + \text{Topografía y pendiente } (0,6 \times 0,30)$

Potencial de aprovechamiento y transporte = 0,8275

VALOR DE MERCADO = \$ 40 117,60 x 0,8275 = \$ 33 197,31 (dólares USA)

El costo de madera en pie por calidad de trozas, expresado en el cuadro N°12 que fue de 40 117,60 (dólares) y debido al ajuste realizado por los criterios de potencial de aprovechamiento y transporte, mermó en 17,3%, dando como resultado un precio final de mercado de **33 197,31 dólares**.

C. PROPUESTA DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD Y VALORACIÓN DE LA MADERA EN PLANTACIONES FORESTALES.

1. Estimación del Volumen en pie por regresión volumétrica (DAP² vs. Altura) y Valoración de la plantación por costos de aprovechamiento forestal.

La metodología utilizada en esta investigación no permite realizar, una valoración de la plantación por costos de aprovechamiento, por lo que se considero importante hacerlo y para ello es indispensable, tomar en cuenta parámetros como: valoración del bosque, estimación del volumen en pie por regresión volumétrica y costos de cosecha forestal mecanizado.

a. Valoración del bosque.

1) Levantamiento planimétrico.- Gps.

2) Establecimiento de parcelas.- Se ubican mínimo dos parcelas por hectárea de 250 o 300 m² las cuales estará en forma equidistante, por toda la superficie de la plantación, mientras mayor es el número de muestras menor será el error de muestreo y la estimación del volumen de madera será confiable.

- 3) **Inventario forestal.**- Se deberá tomara los datos de, DAP y Altura total de cada árbol dentro de la parcela, también se registrará en porcentaje la pendiente y pedregosidad superficial, las cuales fueron calificadas según las tablas N°12 y N°13.

Tabla N°12. Porcentaje de pendiente

Clase	%	Descripción
1	0 – 6	Llano a Ligeramente inclinado
2	6.1 – 25	Inclinado – Moderadamente escarpado
3	> 25	Escarpado

Fuente: (<http://edafologia.ugr.es/evaluacion/tema1/normativa.htm>. 2009)

Tabla 13. Clases FAO, según el porcentaje de pedregosidad en la superficie.

Pedregosidad superficial,%	<5	5-15	15-50	>50
Clases FAO	clases 0 y 1	clases 2 y 3	clase 4	clase 5

Fuente: (<http://edafologia.ugr.es/evaluacion/tema1/normativa.htm>. 2009)

Las equivalencias más lógicas de las clases de pedregosidad FAO, es decir la presencia en la superficie de fragmentos grandes (de 7,5 a 25cm de diámetro) que pueden limitar el uso de equipo mecanizado agrícola moderno son:

- **Clase 0. Sin piedras o con muy pocas;** insuficientes para interferir con la labranza. Las piedras cubren menos del 0, 01% del área.
- **Clase 1. Moderadamente pedregoso;** suficientes piedras para interferir con la labranza, pero sin impedir las labores entre líneas. Las piedras cubren del 0,01 al 0,1% del área. (Piedras separadas de 10 a 30metros).
- **Clase 2. Pedregoso;** suficientes piedras para imposibilitar las labores entre líneas, pero el suelo puede trabajarse para pastizales mejorados si las demás características del suelo son favorables. (Piedras separadas de 1,60 a 10metros).

- **Clase 3. Muy pedregoso;** suficientes piedras para impedir el uso de máquinas, con excepción de maquinaria ligera a herramientas de mano, siempre que las otras características del suelo sean especialmente favorables para pastizales mejorados. Las piedras cubren del 3 al 15% del área. (Piedras separadas de 75 a 160cm).
- **Clase 4. Excesivamente pedregoso;** suficientes piedras para impedir el uso de toda maquinaria agrícola. Las piedras cubren del 15 al 90% del terreno. (Piedras separadas menos de 75cm entre sí).
- **Clase 5. Terreno ripioso;** prácticamente pavimentado con piedras en más del 90% de la superficie.

b. Cálculo del Volumen con corteza por regresión volumétrica ($DAP^2 \cdot h$)

Para el análisis de regresión volumétrica, fueron seleccionados cinco árboles de mayor diámetro de cada una de las 30 parcelas con su respectiva altura total, ya que eran los más representativos y cumplían con la condición de ser árboles dominantes dentro de la plantación forestal.

Para calcular el volumen se realizó una relación entre el producto de ($DAP^2 \times h$) vs. Volumen con corteza, la cual formó una ecuación de la forma $V_{cc} = a + b \cdot DAP^2 \cdot H$.

Donde:

a, b = coeficientes de regresión

DAP = Diámetro a la altura del pecho

H = Altura total.

Después de calcular los coeficientes de regresión que son valores constantes, según los datos para esta plantación, se procederá a remplazar en la fórmula determinada por el análisis de regresión, el valor de DAP y altura total, de los árboles/parcela, con la finalidad de estimar el volumen con corteza total de la plantación.

c. Costo inicial de la plantación en pie.

Esta información se recopiló de los archivos del MAE, donde constaba que el precio de madera en pie en esa plantación se valoró en \$10/m³

d. Costos de aprovechamiento forestal mecanizado.

Los siguientes costos, fueron establecidos por la empresa ACOSAFORST (2008) y son utilizados por los Técnicos, encargados de la comercialización de bosques en pie localizados en la Provincia de Chimborazo. Los valores están proporcionados en dólares americanos.

Tabla N°14. Costos de evaluación y aprovechamiento forestal

TIPO DE COSTO	DESCRIPCIÓN	Unidad	COSTO (Dólares Americanos)
Levantamiento planimétrico	Detallar la superficie de plantación, topografía, relieve, caminos y otros.	\$/Ha.	15 - 20
Inventario	Volumen de madera aprovechable.	\$/m ³	0,30
Diseño de vías de extracción maderera (Al pie de la plantación, o caminos de entre y saca de madera)			
Motosierristas	Tumba de árboles, el costo depende de la pendiente	\$/m ³	3 - 4
Madereo con Skidder	Acarrea los árboles tumbados al patio de trozado.	\$/m ³	1.50 - 2.50
Carguío	Cargar las trozas a los camiones de transporte.	\$/m ³	0.60

Fuente: ACOSAFORST (2008)

1) Levantamiento planimétrico.

El costo esta en relación al porcentaje de pendiente del terreno donde se ubica la plantación, si es < 20%, el precio es 15 \$/Ha y si es > 21% el precio será de 20 \$/Ha. Estos valores incluyen el costo de diseño e impresión del plano.

2) Inventario forestal.

Este valor es de \$ 0.30/m³ de madera en pie. Este valor se lo relaciona al volumen total, que se estimo por la regresión volumétrica del inventario forestal. (Acosaforest. 2008)

3) Diseño y Apertura de Caminos.

Este costo será incluido en caso de que la plantación, no disponga de vías (hasta el pie de la plantación o caminos internos) que faciliten las operaciones de cosecha forestal. La construcción de estos accesos deberán cumplir las siguientes prescripciones técnicas establecidas para garantizar mayor seguridad para el transporte y acarreo de madera apeada. (Acosa, 2008).

- El ancho del camino será de 4 metros estables,
- El camino debe facilitar el tránsito de camiones tipo mula;
- Realizar relleno en hondonadas y cunetas con tractor de oruga;
- El trazado de las vías estará a cargo del personal del Técnico Forestal
- El transporte de la maquinaria correspondiente al traslado de ida hasta el lugar, donde se realizarán los trabajos de construcción del camino como el de vuelta, será por parte de EL CONSTRUCTOR;
- El CONSTRUCTOR deberá hacer varaderos cada 500m de camino.
- La forma de pago se realiza previo informe de entrega y recepción del camino por parte del Técnico Forestal.

Tabla N°15. Tarifa de construcción de caminos.

Código Faena	Faena	Tipo de maquina	Unidad de medida	Tarifa USD/Km Contratado
CAM	Construcción de caminos en suelo Rocosos	No aplica	Km	3.200
CAM	Construcción de caminos en suelo terroso con cortes superiores a 1 m.	No aplica	Km	2.800
CAM	Construcción de caminos en suelo arenoso con cortes superiores a 1 m	No aplica	Km	1200
CAM	Construcción de caminos en suelo terroso con cortes hasta 1 m.	No aplica	Km	2.000
CAM	Construcción de caminos en el suelo arenoso con cortes hasta 1 m	No aplica	Km	700
CAM	Construcción de caminos en potreros con cortes pequeños	No aplica	Km	700
CAM	Rehabilitación de caminos	No aplica	Km	700

Fuente: Empresa de Servicios MAPEAGRE. 2008.

4) Motosierristas.

El costo de tumba y trozado de árboles, varia según la pendiente donde esta la plantación, si es < 20 % el precio es de 3 \$/m³ y si es > 21% el precio será de 4 \$/m³. A mayor pendiente dificultan las tareas de cosecha y aumenta los riesgos de accidentes para los motosierristas.

5) Madereo (Acarreo de madera).

El costo de madereo con Skidder, depende de la distancia de acarreo, si es menor o igual a 500m será de 1.50 \$/m³ y si la distancia es mayor, el costo será de 2.50 \$/m³.

Foto N°8. Acarreo de madera con Skidder



6) Carguío.

El costo de carga de las trozas con trineumático Bell, a los camiones de transporte será de 0.60 \$./m³.

Foto N°9. Carga de trozas con Bell



e. Valor final de mercado de la Plantación de Pino.

Este valor final de mercado, se halló al descontar del Costo Inicial de la Plantación los Costos de Evaluación, Apertura de Vías y Costo de Cosecha Mecanizada.

f. Evaluación de calidad de la plantación

La calidad de plantación se la estableció, según la clase diamétrica y se la clasificó como Madera aserrable delgada y Madera aserrable gruesa.

Tabla N°16. Calidad de madera aserrable por clase diamétrica.

Calidad	Clase diamétrica (cm)	Vcc (m³)
Aserrable Delgada	14,5 – 19,4	
	19,5 – 24,4	
Aserrable Gruesa	24,5 – 29,4	
	29,5 – 34,4	
	34,5 – 39,4	

Fuente: Renato Merino 2009

Vcc = Volumen con corteza

1) Aserrable delgada.

Madera útil para la industria de pallets, elaboración de duelas (pisos), y elementos de madera como tablillas y tablas de hasta 12cm de ancho pero de espesor y longitud según su fabricación final.

2) Aserrable gruesa.

Madera útil para todo tipo de elementos de madera aserrada.

2. Resultados del desarrollo del modelo de evaluación propuesto

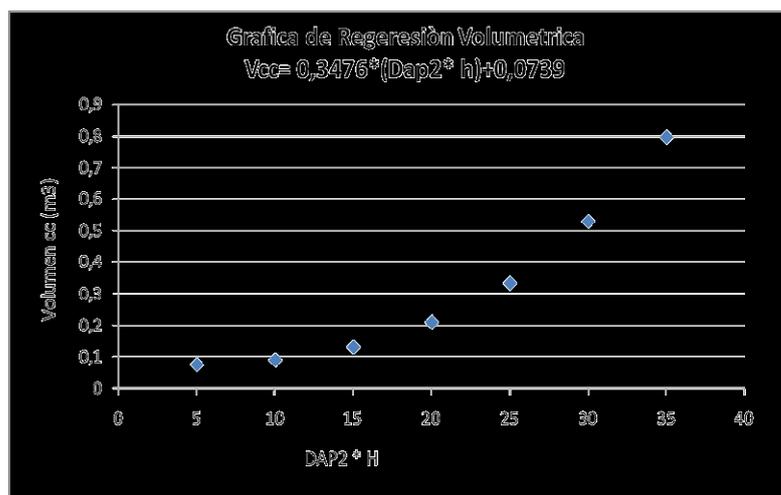
a. Método de estimación del volumen en pie por regresión volumétrica y valoración de la plantación por costos de aprovechamiento forestal.

1) Regresión volumétrica (DAP²*H)

De los 150 árboles dominantes en diámetro y representativos, tomados de las 30 parcelas, se obtuvo por análisis de regresión la ecuación que sirvió para el cálculo de volumen en la plantación de Pino (*Pinus radiata* D.Don), en el Sector de Chausan San Alfonso, esta ecuación fue **Vcc = 0, 3476 * (DAP²*H) + 0, 0739**. La misma que nos proporcione un volumen con corteza de **5 586,813 m³**.

La gráfica N°16, de la ecuación de regresión volumétrica muestra la tendencia del volumen según la relación de la variable combinada $DAP^2 \times H$.

Gráfico N°16. Grafica de regresión volumétrica



Elaborado por: Renato Merino, 2009

Donde:

V_{cc} = Volumen con corteza.

0.3476 y 0.0739 = Son coeficientes de regresión ($DAP^2 \cdot h$).

DAP = Diámetro a la altura del pecho.

H = Altura Total.

La prueba F^{**} fue altamente significativa para un valor $8,45E-140$, con coeficiente de correlación alto igual $0,98$ lo que permite decir que hay 98% de correlación entre el producto de la variable independiente combinada DAP cuadrado por la altura y la variable dependiente volumen.

Obtenida la ecuación de regresión volumétrica, se procedió a calcular el volumen para cada parcela como indica el cuadro N°14

Cuadro N°14. Volumen estimado por la regresión volumétrica, $V_{cc} = 0,3476*(DAP^2*H) + 0,0739$ para cada parcela y por hectárea

Parcela	Promedio		Vcc/parcela	Vcc/Ha
	DAP (cm)	H (m)	$V_{cc} = 0,3476*(DAP^2*H) + 0,0739$	
1	23,62	11,99	12,645	244,446
2	22,42	12,41	11,388	220,146
3	19,98	11,83	10,473	202,458
4	23,38	11,84	6,337	122,503
5	26,37	12,48	7,129	137,814
6	21,57	12,42	13,635	263,584
7	21,87	12,72	6,151	118,907
8	21,37	11,73	6,472	125,113
9	24,02	12,44	8,727	168,705
10	22,36	11,16	7,755	149,915
11	22,91	12,32	11,006	212,761
12	22,82	12,81	12,986	251,038
13	23,20	12,79	8,844	170,967
14	24,73	12,79	12,863	248,660
15	24,16	12,89	10,570	204,333
16	22,76	12,37	9,135	176,592
17	22,40	12,35	9,164	177,153
18	23,68	12,21	14,495	280,209
19	24,95	12,30	13,423	259,485
20	22,40	11,52	12,116	234,219
21	24,30	11,56	7,769	150,186
22	21,56	11,73	9,205	177,946
23	22,54	11,38	11,288	218,213
24	25,59	11,71	10,953	211,737
25	20,90	11,36	7,379	142,646
26	21,69	11,47	7,336	141,815
27	22,60	12,19	7,056	136,402
28	22,86	11,88	7,119	137,620
29	20,91	12,01	7,684	148,542
30	21,56	12,16	7,899	152,699
total				5 586,813
PROM	22,85	12,09	9,63	321,08
DESVEST	1,45	0,48	2,49	83,14
CV	6,3	4,0	25,9	25,9
ERROR	1,20	0,70	1,58	9,12

Elaborado por: Renato Merino, 2009.

Vcc = Volumen con corteza m³

DESVEST = Desviación Estándar.

CV = Coeficiente de Variación.

El coeficiente de variación es de 25.9 es decir que el volumen se distribuye en forma heterogénea por las parcelas de la plantación.

2) **Determinación del Costo de Mercado de la Plantación de Pino (Pinus radiata D Don.) localizada en la Comunidad Chausan San Alfonso.**

El precio final de mercado se determino al descontar del valor real inicial de la plantación, los costos tanto de evaluación de madera (mapeo e inventario), como los costos de cosecha mecanizada.

a) **Costo Inicial de la Plantación.**

Para determinar el costo inicial se tomó como referencia el valor de 10 dólares/m³ de madera en pie establecido por el Ministerio del Ambiente, (2008) para esta plantación.

Cuadro N°15. Volumen total estimado por la regresión volumétrica y costo de la plantación en pie, según MAE. (2008)

Superficie de Plantación	Volumen plantación	Costo/m³ de madera en pie (dólares USA)	TOTAL
17.4 Ha	5 586,813	10	55 868,13

El valor inicial de la plantación fue de \$ 55 868,13 dólares. A este valor no se incluye los costos de evaluación, cosecha y apertura de caminos para aprovechamiento forestal.

b) Costos de Evaluación (Mapeo e Inventario)

Cuadro N°16. Costos de evaluación de la plantación (mapeo e inventario forestal),

según los precios establecidos por ACOSA, (2008)

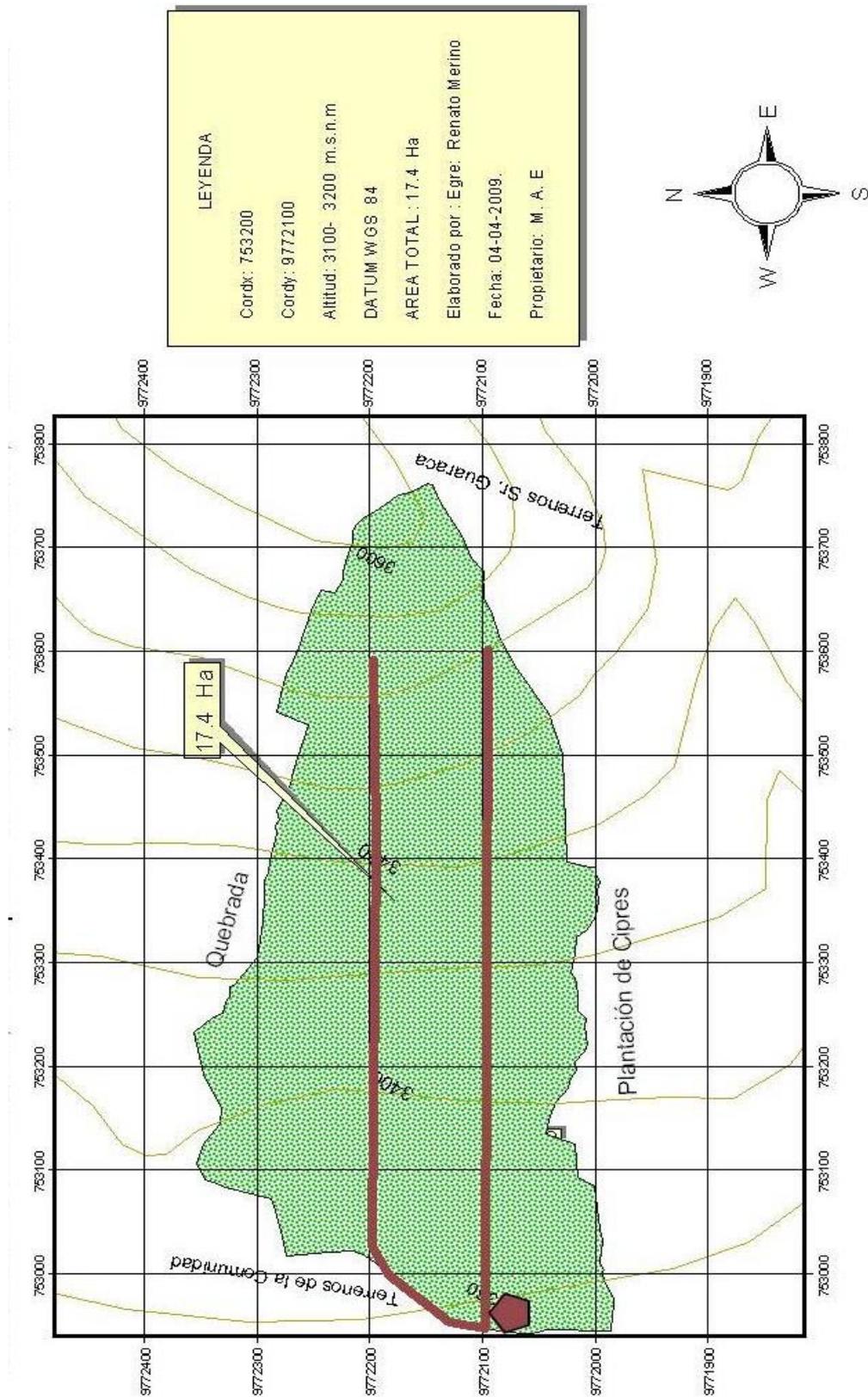
Actividad	Plantación	Pendiente (%)	Costo (dólares USA)	TOTAL (dólares)
Mapeo	17.4 Ha	< 20	15 (\$/Ha)	261
Inventario	5 586,813m ³		0.30 (ctvs/m ³)	1676
Total				1 937

El costo de Evaluación para esta plantación de Pino (*Pinus radiata* D Don), cuya superficie es 17,4Ha y con una pendiente promedio <20%, será de **1 937 dólares**. Los precios utilizados para determinar el costo de estas actividades, son los propuestos por ACOSAFOREST (2008)

c) Costos de Apertura de Vías de Maderero.

Se realizará técnicamente el diseño y apertura de 2 vías de aproximadamente 420m c/u en sentido Oeste a Este y otra vía de 160m, al pie de la plantación que unirá a las dos anteriores, junto al patio de trozado y carguío, estas vías facilitarán las operaciones de aprovechamiento forestal, el croquis se indica en el mapa N°2.

Mapa N°2. Vías de acceso para el aprovechamiento forestal de la plantación



Elaborado por: Renato Merino. 2009

El costo aproximado de construcción será de \$ 700 dólares/Km de vía, según la tarifa de Construcción de Caminos y parámetros de seguridad establecidos por la Empresa de Servicios MAPEAGRE. (2008).

d) Costos de Cosecha Mecanizada Forestal.

Cuadro N°17. Costos de cosecha de la plantación evaluada con maquinaria forestal, según lo precios establecidos por ACOSA, (2008)

Item	Vcc total de Plantación	Costo (dólares USA)	TOTAL (dólares)
Motosierristas	5 586, 813 m ³	3 (\$/m ³)	1 676,4
Madereo y Carguio		2,10 (\$/m ³)	1 173,2
Total			28 492,7

Elaborado por: Renato Merino, 2009

El costo de las tareas de Cosecha forestal mecanizada (tumba de árboles y trozado de fustes con motosierra, acarreo de árboles con Skidder y carga de los camiones que transportan la madera con Bell), para las condiciones donde está ubicada plantación de Pino fue de \$ 28 492.7 dólares.

3) Costo de Mercado Real de la Plantación de Pino.

El costo de Mercado Real se determino como se detalla a continuación, los valores están proporcionados en dólares Americanos.

El Costo Real de la Plantación = Costo inicial de la Plantación – (Costos de Evaluación + Costo de Apertura de Vía + Costos de Cosecha Forestal).

$$\text{Costo Real de la Plantación} = \$ 55\ 868,13 - (\$1\ 937 + \$700 + \$ 28\ 492,70)$$

$$\text{Costo Real de la Plantación} = \$ 55\ 868,13 - 31\ 129,8 \text{ dólares.}$$

$$\text{Costo Real de la Plantación} = \$ \mathbf{24\ 738,30 \text{ dólares}}$$

Costo (madera en pie) $m^3/Ha = \$ 4,43$ dólares

La plantación evaluada (17.4Ha) que alcanzó un valor inicial de \$ 55 868,13 dólares disminuyó a \$ 24 738,30 (44,3 %), a la vez el precio de madera en pie por hectárea es \$ 1 421,74 dólares y de \$ 4.43 dólares/ m^3 de madera en pie.

4) Calidad de Madera

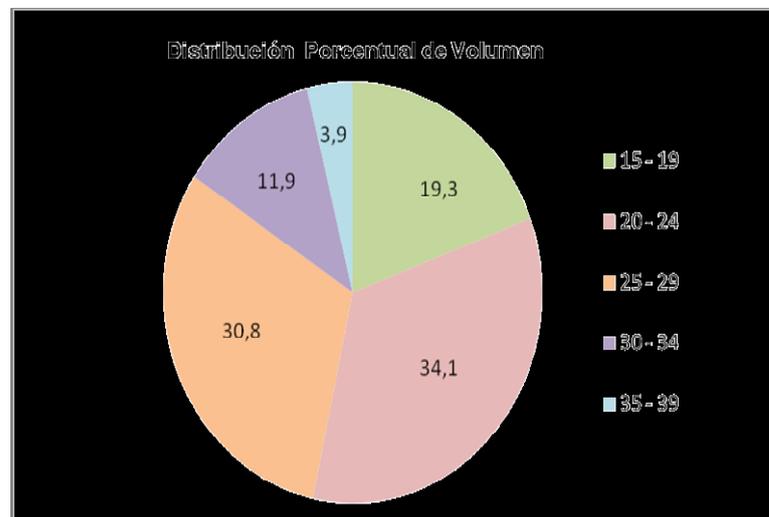
La calidad de madera, se establece de acuerdo al DAP de los árboles de la plantación.

Cuadro N°18. Distribución, del volumen de la plantación estimado por la regresión volumétrica según la clase diamétrica

Clase diamétrica	%	Volumen (m^3)
14,5 – 19,4	19,3	1 078,25
19,5 – 24,4	34,1	1 905,10
24,5 – 29,4	30,8	1 720,74
29,5 – 34,4	11,9	6 64,83
34,5 – 39,4	3,9	2 17,89
Total	100	5 586,81

Elaborado por: Renato Merino, 2009

Gráfica N°17. Distribución porcentual de Vcc/clase diamétrica, de la plantación



Elaborado por: Renato Merino, 2009

Cuadro N°19. Distribución de volumen con corteza de la plantación según, la calidad de madera determinada por la clase diamétrica

Calidad de Madera	%	Volumen con corteza (m ³)
Madera delgada	53,4	2 983,36
Madera Gruesa	46,6	2 603,45

Elaborado por: Renato Merino, 2009

El Cuadro N°19, indica que el 53,4% es madera delgada y el restante 46,6%, corresponde a madera gruesa, según la clasificación por DAP utilizada por ACOSAFORREST. (2008).

5) Comparación de volumen y costos según el método de evaluación.

Cuadro N°20. Comparación entre los métodos de, estimación de volumen y valoración de madera en pie, utilizados para esta plantación.

Método de Evaluación y Valoración	Descripción	Volumen con corteza (m ³)	Costo/m ³ (Dólares USA)	Costo de Mercado (Dólares USA)
Evaluación de calidad y valoración de una plantación	Volumen de trozas útiles de 2, 5m de longitud. El costo esta de acuerdo a al volumen y calidad de madera.	2 582,60	c1 = 20 c2 = 15 c3 = 10	40 108,12
Regresión Volumétrica (DAP ² *H)	Estimación del volumen en pie por: V= 0,3476*(DAP²* H) + 0,0739. El costo está incluido las operaciones de evaluación y cosecha de la plantación.	5 586,81	4,43	24 738,3

H= Altura total.

c1= calidad 1

c2= calidad2

c3=calidad 3

De acuerdo al Método propuesto por MURILLO, (2000), estima que el Volumen de madera en pie de la plantación es 2 509.29m³ (trozas comerciales) y un valor real de mercado de 32 213,47 dólares, en este método no se incluyen los costos del inventario, ni de operaciones de cosecha forestal. Es importante mencionar que este método solo puede ser utilizado en plantaciones que sean completamente manejadas (podadas y raleadas).

El método de Regresión Volumétrica, estimo con la fórmula **Vcc= 0,3476*(DAP²* H) + 0,0739**, un volumen de madera en pie (*Pinus radiata* D Don), de 5 586,81m³, útil para la industria del aserrado. Su precio de mercado es 24 738,30 dólares, incluye los costos de inventario y cosecha forestal. Este método se puede usar en cualquier tipo de plantación de pino.

VI. CONCLUSIONES

1. El evaluar la calidad de la plantación forestal, permitió conocer el estado morfológico y fitosanitario de los árboles, estimar el volumen de madera en pied e las trozas comerciales, y establecer un valor justo para la plantación de Pino en la comunidad Chausan San Alfonso.
2. El estudio realizado de las variables cuantitativas y cualitativas, permitió calificar a la plantación de Pino (*Pinus radiata* D. Don), como de Calidad 2, cuya madera es aceptable en el mercado.
3. El método de evaluación de calidad y valoración propuesto por MURILLO, solo permite analizar los costos de la plantación en base al volumen de trozas de 2,5m de altura y diámetros mayores a 15 cm, no toma en cuenta la altura total de los árboles ni diámetros menores al establecido en esta investigación, por considerar que no es madera de aserrío.
4. La nueva metodología propuesta permitirá, calcular el volumen neto de los árboles, tomando en cuenta su altura total y diámetros mayores a 15cm, además determinará la calidad por su clase diamétrica y para establecer el costo de la plantación se considerara la factibilidad de realizar las tareas de aprovechamiento y transporte de madera.

VII. RECOMENDACIONES.

1. La persona encargada, de realizar la calificación de los parámetros de evaluación propuestas por, MURILLO, deberá ser técnico forestal y contar con un grupo de trabajo de por lo menos 2 personas.
2. Para mejorar el volumen, la calidad y el valor de mercado de las plantaciones de Pino (*Pinus radiata* D Don) en nuestro medio, será necesario establecerlas con plantas provenientes de buen material genético y mantener un manejo silvícola correcto, apropiado, y a tiempo durante el crecimiento de los árboles hasta su época de aprovechamiento forestal.
3. Será necesario realizar nuevas evaluaciones de calidad de trozas, en otras plantaciones de Pino manejadas y localizadas en la Comunidad Chausan San Alfonso, o sus alrededores con la finalidad de obtener datos para compararlos y de esa manera, estandarizar los precios por metro cúbico de madera en pie según la categoría de calidad.
4. Es indispensable realizar la evaluación de factibilidad de cosecha, que presenta el sitio, ya que de eso dependerá, el rendimiento del personal que realiza las operaciones de aprovechamiento, y también la rentabilidad de la plantación.
5. Se recomienda utilizar el procedimiento del Modelo de Regresión Volumétrica de variable combinada, para cualquier tipo de plantación de Pino (*Pinus radiata* D Don).

VIII. RESUMEN

La presente investigación plantea: Evaluar la Calidad y Valoración de la Plantación de Pino: Evaluar la calidad de la madera y determinar el valor real de la misma. Ubicada en la comunidad Chausan San Alfonso, parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo: los datos de la plantación se registraron con ayuda de Gps, clinómetro, hipsómetro, forcípula; con el método creado por O. Murillo (2000), denominado “Evaluación de Calidad y Valoración de Plantaciones Forestales”, determinando el volumen por medio de variables cuantitativas (DAP y Altura comercial) y la calidad de madera la analizar las variables cualitativas (morfológicas), finalmente se calculo el valor de mercado considerando el potencial de aprovechamiento de la plantación. Del análisis de los datos tenemos, una plantación de 17,4 Ha de 22 años de edad, con 18 036 árboles de 4 diferente diámetro, aportando con 47 884 trozas comerciales (2,5m de longitud) de las cuales el 23,1% es calidad 1, 56,3% es calidad 2 y 20,6% es calidad 3, además el volumen total real es 2 582,666 m³ y su valor de mercado es 33 179,31 dólares USD. Posteriormente se propuso un modelo el cual, estima el volumen por regresión volumétrica entre las variables **Volumen = a + b * (DAP² * H)**, determinando la calidad según DAP, estableciendo el valor real según costos de aprovechamiento forestal. Concluyendo que el procedimiento propuesto para evaluar y valorar plantaciones, puede ser utilizado en cualquier tipo de plantación de Pino. Recomendando realizar nuevas evaluaciones con la finalidad de obtener datos que permitan comparar la calidad de madera y mejorar su valor comercial, estableciendo nuevas plantaciones, con plantas de material genético certificado y un manejo silvicultural técnico.

IX. SUMMARY

The present paper poses: A Quality Evaluation and Valuation of Pine Plantation; Evaluating the Wood quality and determining the real value. Located in Chausan San Alfonso Community, Palmira, parish, Guamote canton, Chimborazo province; the plantation data are registered with GPS help, clinometers, hypsometer, caliper; with the created method by O, Murillo (2000), called "Quality Evaluation and Valuation of Forest Plantations", determining the volume through quantitative variables (DAP and Commercial Height) and the wood quality analyzing the qualitative variables (morphological), finally the value is calculated the market value considering the potential use of plantation. With the data analysis are gotten, a plantation of 17,4 has-22 year-old, with 18 036 trees from different diameter, contributing with 47 884 commercial rough timber (2,5m long) which 23,1% is quality 1, 56,3% is quality 2 and 20,6% is quality 3, besides the total real volume is 2 582,666m³ and the market value is 33 197,31 USD dollars. Subsequently a model is proposed in which is estimated the volume by volumetric regression between the variables (DAP² x Total Height) Vs. Volume, getting an equation of type, **Volume = a + b * (DAP²* H)**, determining the quality according to DAP, establishing the real value by costs and value the plantations, it can be used in any type of pine plantation.

New evaluations are recommended in order to get data allowing compare the wood quality and improve the commercial value, establishing new plantations, with certified genetic material plants and technical silviculture management.

X. BIBLIOGRAFIA.

1. CAMACHO, P. 1995. Evaluación de la calidad de plantaciones forestales en la Región Huetar Norte de Costa Rica. COSEFORMA. Documento de Proyecto No. 43. Alajuela, Costa Rica. 75 p.
2. CAMACHO, P. y MURILLO, O. 2000. Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Primer Taller Nacional de la Evaluación de la Calidad de Plantaciones Forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Depto. De Ing. Forestal. Cartago. sp. mimeo.
3. CAMACHO, P.; MURILLO, O. 2000. Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales. I Taller Nacional de la Evaluación de la Calidad de Plantaciones Forestales. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal. Cartago. (mimeografiado).
4. FERREIRA, R, O. 1994. Manual de Inventarios Forestales. Segunda Edición. Siguatepeque-Honduras.
5. HIDALGO, Z., C. 1999. Evaluación del crecimiento y calidad de las plantaciones forestales de Lachner y Sáenz en la Fortuna de Moravia, Tayutic, Turrialba. Práctica de especialidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Depto. de Ing. Forestal. Cartago. 66 p.
6. MURILLO, O. & PABLO. CAMACHO. 2001. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones recién establecidas. Agronomía costarricense 21 (2): 189-206.
7. MURILLO, L.; HERNANDEZ, X.; MURILLO, O. 1992. Evaluación de la calidad de plantaciones de Ciprés en el valle de El Guarco, Cartago, Costa Rica. In II Congreso Forestal Nacional. 25- 27. 1992. San José, Costa Rica. p. 51-53

8. ROJAS, O. & MURILLO, O. Calidad de las plantaciones de teca en la Península de Nicoya, Costa Rica. Agronomía Costarricense. 2000
9. **QUIRÓS, M. 1999.** Evaluación de la calidad de las especies forestales nativas utilizadas en reforestación en la zona norte de Costa Rica. Práctica de especialidad. Bach. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal
10. <http://www.fao.org/documents/show-dr.asp?urlfile=//docrep/v6530s/6530s00.htm>
11. <http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/sid/servicio/enciplo/tomo3/71.pdf>.
12. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/forestacion/revistas/revista33/criterio33.pdf>
13. <http://www.cotopaxi.com.ec/paginas/mdf/especificaciones.htm>

XI. ANEXOS.

Parcela 01

Arbol	Dap8 (cm)	altura comercia (m)	Bifur	Inclin	Rectitud	Dano Mecánico	Grosor Ramas	N. Trozs. Pods	A. Ramas	E. Fitosanitario	G Espiral
1	15,00	5,00	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2	16,90	6,00	1	2	1	1	2	1	2	1	1
3	18,10	8,30	1	2	2	1	1	1	1	1	1
4	18,50	7,50	1	1	1	1	1	0	1	1	1
5	18,70	7,50	1	2	1	1	1	0	1	1	1
6	19,20	6,00	1	2	2	1	1	1	1	1	1
7	19,90	5,30	1	2	2	1	1	2	1	1	1
8	19,90	7,30	1	2	1	1	1	2	1	1	1
9	20,40	5,10	1	1	2	1	2	1	1	1	1
10	20,50	5,20	1	1	2	1	1	2	1	1	1
11	20,90	7,80	2	1	1	2	2	1	2	1	1
12	20,90	5,20	1	1	2	1	1	1	2	1	1
13	21,50	5,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1
14	21,50	6,40	1	2	2	1	1	2	1	1	1
15	21,90	8,30	1	1	1	1	1	2	1	1	1
16	22,00	7,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	22,20	5,30	1	2	1	1	1	2	2	1	1
18	22,30	7,50	1	2	1	1	1	0	1	1	1
19	22,50	5,30	1	1	1	1	1	2	1	1	1
20	23,00	9,00	2	1	1	2	1	1	1	1	1
21	23,00	6,30	1	1	2	1	1	2	1	1	1
22	23,10	5,20	1	1	2	1	1	2	1	1	1
23	23,80	5,30	1	1	1	1	2	2	1	1	1
24	23,90	7,70	1	1	1	1	1	2	1	1	1
25	24,30	6,80	1	2	2	1	1	1	1	1	1
26	24,50	6,40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	24,60	7,60	2	2	2	1	2	1	2	1	1
28	24,60	5,80	1	1	2	1	1	2	1	1	1
29	25,10	5,50	1	1	1	1	1	0	2	1	1
30	26,00	8,00	2	2	2	2	2	1	2	1	1
31	26,20	8,00	2	1	1	2	1	2	1	1	1
32	26,50	8,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
33	26,60	5,60	1	1	1	1	2	0	2	1	1
34	28,10	8,40	1	2	2	1	1	2	1	1	1
35	30,00	8,70	2	2	3	2	1	1	1	1	1
36	31,20	8,15	1	1	2	1	1	2	1	1	1
37	32,90	8,30	1	1	1	1	2	2	1	1	1
38	33,20	8,20	1	2	2	1	1	2	1	1	1
39	37,80	8,40	1	2	2	1	1	2	1	1	1

Parcela 02

Arbol	Dap (cm)	altura comercia (m)	Bifur	Inclín	Rectitud	Dano Mecánico	Grosor Ramas	N. Trozs. Pods	A. Ramas	E. Fitosanitario	G Espiral
1	15,0	5,00	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2	15,3	7,70	1	2	2	1	1	0	1	1	1
3	17,0	5,10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	17,0	5,00	1	1	2	1	1	0	1	1	1
5	17,2	5,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
6	17,5	9,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
7	17,5	5,00	1	1	2	1	1	0	1	1	1
8	18,0	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
9	19,0	5,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	19,6	8,60	1	2	2	1	1	0	1	1	1
11	20,0	6,00	1	2	2	1	1	0	1	1	1
12	20,0	6,30	1	2	2	1	1	0	1	1	1
13	20,0	7,50	1	2	2	1	1	0	1	1	1
14	20,5	5,30	1	2	1	1	1	0	1	1	1
15	21,0	5,10	1	1	2	1	1	1	1	1	1
16	21,0	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
17	21,0	6,50	1	2	2	1	1	0	1	1	1
18	21,2	6,90	1	2	2	1	1	0	1	1	1
19	21,4	7,60	1	2	1	1	1	1	1	1	1
20	21,5	7,40	1	1	2	1	1	1	1	1	1
21	22,0	7,70	1	1	1	1	1	0	1	1	1
22	22,7	7,50	1	2	2	1	1	2	1	1	1
23	23,3	8,60	1	2	2	1	2	0	1	1	1
24	23,5	9,15	1	2	2	1	1	2	1	1	1
25	24,5	8,10	1	2	1	1	1	2	1	1	1
26	25,0	9,25	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	25,0	7,50	1	1	2	1	1	0	1	1	1
28	25,7	10,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
29	25,7	8,30	1	1	1	1	2	1	1	1	1
30	26,5	10,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	26,5	9,80	1	1	1	1	1	2	1	1	1
32	27,0	8,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	27,5	8,50	1	1	2	1	1	1	1	1	1
34	29,5	10,10	1	2	2	1	1	0	1	1	1
35	30,3	8,20	1	2	2	1	1	2	1	1	1
36	30,5	8,30	1	2	2	1	1	1	1	1	1
37	33,6	8,30	1	1	1	1	2	1	1	1	1

Parcela 04

Arbol	Dap (cm)	altura comercia (m)	Bifurc	Inclin	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor de Ramas	T. Podad	A. Ramas	Est. Fitosanit	Grano Espiral
1	15,3	6,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	17,2	5,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
3	18,0	5,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	18,7	6,5	1	2	2	1	2	0	1	1	1
5	19,2	5,1	1	2	2	1	1	0	2	1	1
6	19,5	5,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	20,8	5,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	21,0	5,20	1	2	1	1	2	0	1	1	1
9	22,0	5,5	1	1	2	1	1	0	2	1	1
10	22,5	7,6	1	2	2	1	1	1	1	1	1
11	22,6	6,20	1	1	2	1	1	1	1	1	1
12	23,0	7,6	1	1	1	1	1	0	1	1	1
13	23,6	6,30	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	24,5	7,5	1	1	2	2	1	0	1	1	1
15	27,3	6,0	1	2	2	1	2	0	1	1	1
16	28,0	7,8	2	1	1	1	2	0	1	1	1
17	29,0	8,0	1	2	2	1	2	0	2	1	1
18	29,4	8,0	1	1	1	1	2	2	1	1	1
19	30,5	7,8	1	2	2	1	2	0	1	1	1
20	35,4	5,3	1	2	2	1	1	1	1	1	1

Parcela 05

Arbol	Dap (cm)	altura comercia (m)	Bifurc	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	G. Ramas	T. Poda	A. Ramas	Est. Fito	G. Espiral
1	19,5	8,1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
2	21,5	5,1	2	2	2	1	2	0	1	1	1
3	21,5	6,0	1	2	2	1	2	0	2	1	1
4	22,7	5,8	1	1	2	1	1	1	1	1	1
5	23,0	7,8	1	2	2	1	1	1	1	1	1
6	23,2	8,2	2	2	2	1	1	0	1	1	1
7	23,5	8,2	1	1	2	1	1	1	2	1	1
8	24,0	7,0	2	2	2	1	2	0	1	1	1
9	24,8	7,6	1	1	2	1	1	1	1	1	1
10	27,0	8,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	27,7	9,1	1	1	2	1	2	1	2	1	1
12	28,0	8,0	2	2	2	1	2	0	1	1	1
13	28,3	9,4	1	1	1	1	1	2	1	1	1
14	29,2	6,3	2	2	2	1	2	0	2	1	2
15	32,0	10,0	2	1	1	1	2	2	1	1	1
16	32,8	7,7	1	1	2	1	2	1	1	1	1
17	33,0	8,0	2	2	3	1	1	1	1	1	1
18	33,0	10,0	2	2	2	1	1	0	1	1	2

Parcela 06

Arbol	Dap (cm)	altura comerca (m)	Bifure	Inclin	Rectitud	D. Meca	Grosor Ramas	Trozaz Podadas	Angulo Ramas	Est. Fitosanitario	Grano Espiral
1	15,0	7,0	2	1	2	1	1	0	1	1	1
2	15,0	6,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	15,5	8,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	15,5	7,0	1	1	2	1	1	1	1	1	1
5	15,5	7,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	15,5	6,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	15,5	7,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	15,9	5,1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
9	16,0	6,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	16,5	5,4	1	2	2	1	1	0	1	1	2
11	16,7	7,0	1	1	2	1	1	1	1	1	1
12	17,0	7,0	2	1	2	1	1	1	1	1	2
13	17,0	7,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	17,5	7,7	1	1	1	1	1	0	1	1	1
15	18,2	7,0	1	2	2	1	1	0	1	1	2
16	18,3	6,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	18,7	5,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	19,0	7,0	2	2	1	1	1	1	1	1	1
19	19,0	5,2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
20	19,6	7,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	20,0	6,5	2	2	2	1	1	0	1	1	1
22	20,5	8,0	1	2	2	1	1	0	1	1	2
23	20,7	8,0	2	1	2	1	1	1	2	1	1
24	21,0	7,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	21,5	7,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	22,5	7,7	1	1	2	1	1	1	1	1	1
27	23,0	8,2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
28	23,3	8,2	2	2	1	1	1	2	1	1	1
29	23,3	7,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	23,3	8,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	24,0	8,0	2	2	2	1	1	1	1	1	2
32	24,0	5,8	2	1	2	1	1	1	1	1	1
33	24,0	7,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	24,0	7,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	24,5	8,1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
36	25,0	9,3	1	1	1	1	1	2	1	1	1
37	25,8	7,5	1	1	1	1	1	2	1	1	1
38	26,0	10,0	1	1	1	1	1	2	2	1	1
39	26,5	7,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
40	27,2	8,0	1	1	1	1	1	2	1	1	1
41	28,0	7,0	2	1	2	1	1	1	1	1	1
42	28,0	7,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
43	29,0	10,0	1	2	2	1	1	1	2	1	1
44	29,2	8,0	1	2	1	1	1	1	2	1	1
45	29,4	7,6	1	1	1	1	1	2	1	1	1
46	31,3	7,6	1	2	2	1	1	2	1	1	1
47	32,0	10,0	1	2	2	1	1	2	1	1	2

Parcela 10

Arbol	Dap (cm)	altura comercia (m)	Bifur	Inclina.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozas Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	15,0	3,0	1	2	2	1	2	0	2	1	1
2	16,0	4,5	2	1	2	1	2	0	2	1	1
3	16,3	6,4	1	1	1	1	2	1	2	1	1
4	18,0	3,0	2	2	2	1	2	0	2	1	1
5	18,0	3,0	2	1	2	1	2	0	2	1	1
6	18,0	3,0	1	2	2	1	2	0	2	1	1
7	18,3	6,6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	18,6	6,50	1	1	1	1	2	0	1	1	1
9	19,7	5,3	2	1	1	1	1	0	2	1	1
10	20,0	5,7	1	2	2	1	2	0	1	1	1
11	20,0	5,2	1	2	2	1	2	0	1	1	1
12	20,0	6,5	2	2	2	1	1	0	1	1	1
13	21,0	5,2	2	2	2	1	2	0	2	1	1
14	21,60	8,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	23,0	5,4	1	2	2	1	1	0	1	1	1
16	23,1	7,5	1	1	2	1	1	0	1	1	1
17	23,3	6,8	1	1	1	1	1	0	1	1	1
18	24,0	5,1	2	2	2	1	2	0	2	1	1
19	24,4	7,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	24,60	8,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	25,4	6,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	25,7	6,8	1	2	2	1	1	1	1	1	1
23	28,50	7,7	2	2	2	1	1	1	2	1	1
24	29,3	5,7	2	1	2	1	2	1	1	1	1
25	29,5	8,0	1	1	1	1	1	2	1	1	1
26	30,3	7,7	1	2	2	1	1	0	2	1	1
27	32,20	9,0	2	2	1	1	1	0	2	1	1

Parcela 11

Arbol	Dap (cm)	altura comercia (m)	Bifurca	Inclina	Rectitud	Daño Mecanico	Grosor Ramas	Trozas Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	15,4	6,00	2	2	1	1	2	0	2	1	1
2	16,3	6,00	2	1	2	1	1	0	2	1	1
3	16,6	5,40	1	1	1	2	1	0	2	1	1
4	16,8	5,30	1	1	2	1	2	0	2	1	1
5	17,8	5,30	1	1	1	1	2	0	2	1	1
6	18,3	6,00	2	2	1	1	2	0	2	1	1
7	18,6	5,50	2	2	1	1	2	0	2	1	1
8	18,6	7,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1
9	19	6,00	2	1	1	2	1	0	1	1	1
10	19,4	7,80	2	1	2	1	2	0	2	1	1
11	19,6	6,60	2	1	1	1	2	0	2	1	1
12	19,6	7,00	2	2	1	1	1	0	2	1	1
13	19,7	7,00	2	1	1	2	2	0	1	1	1
14	20,0	6,00	1	1	2	1	2	0	1	1	1
15	20,3	5,30	2	1	1	1	2	0	2	1	1

16	20,5	7,00	2	1	2	1	1	0	2	1	1
17	23,0	6,50	1	1	1	1	2	1	2	1	1
18	23,3	7,70	1	1	1	1	1	2	1	1	1
19	24,0	7,60	1	1	1	1	2	0	1	1	1
20	24,6	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
21	25,0	8,50	1	1	1	1	2	0	2	1	1
22	25,0	7,60	1	1	1	1	1	2	1	1	1
23	25,5	7,50	2	1	2	2	2	0	2	1	1
24	25,6	7,60	1	1	2	1	1	1	1	1	1
25	25,7	7,60	1	2	1	1	1	1	1	1	1
26	26,6	7,70	1	2	1	1	1	2	1	1	1
27	26,8	7,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	26,8	7,70	1	1	1	1	2	0	1	1	1
29	27,7	8,00	1	1	2	1	1	2	1	1	1
30	28,0	7,70	1	1	1	1	1	2	1	1	1
31	28,5	7,60	1	1	1	1	2	0	2	1	1
32	29,2	7,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1
33	29,2	10,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	29,7	7,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1
35	31,3	10,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1

Parcela 12.

Arbol	Dap (cm)	altura comercia (m)	Bifur	Inclina.	Rectitud	Daño Mecanico	Grosor Ramas	Trozaz Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	15,6	7,00	1	1	1	1	2	0	1	1	1
2	16,0	7,00	1	2	2	1	2	0	1	1	1
3	17,3	6,00	2	2	2	1	1	0	1	1	1
4	17,3	7,70	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	17,4	5,30	1	1	2	1	2	0	2	1	1
6	18,0	6,50	1	2	2	1	2	0	1	1	1
7	18,3	5,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	18,5	7,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
9	18,5	8,40	1	1	2	1	2	0	2	1	1
10	19,0	7,00	1	2	2	1	2	0	1	1	1
11	19,0	5,50	1	1	1	1	1	0	1	1	1
12	19,2	7,70	1	2	2	1	1	0	2	1	1
13	19,4	8,30	2	1	1	1	2	0	2	1	1
14	19,40	6,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
15	20,0	7,00	2	2	1	2	2	0	1	1	1
21	23,4	8,00	1	2	2	1	1	1	1	1	1
22	23,4	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	23,5	5,30	1	1	1	1	1	0	1	1	1
24	23,6	7,60	1	2	1	1	1	1	1	1	1
25	23,6	8,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
26	24,0	7,50	2	2	2	1	2	0	2	1	1
27	24,5	6,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
28	24,6	6,00	1	2	2	1	2	1	1	1	1
29	24,8	7,50	1	2	2	1	1	0	1	1	1
30	25,4	6,30	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	25,6	7,70	1	2	2	1	2	0	2	1	1

32	25,7	8,00	1	2	2	1	1	1	1	1	1
33	26,5	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	28,0	8,30	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	28,0	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	28,2	7,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
37	28,8	8,50	1	2	2	1	1	0	1	1	1
38	29,3	8,10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
39	33,0	8,00	1	2	1	1	1	1	1	1	1
40	36,5	7,40	1	2	1	1	1	1	1	1	1

Parcela 13

Arbol	Dap (cm)	altura comercia (m)	Bifur	Inclina.	Rectitud	Daño Mecanico	Grosor Ramas	Trozas Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	15,00	6,60	1	1	1	1	1	0	1	1	1
2	16,40	6,00	1	2	1	1	2	0	1	1	1
3	17,50	5,40	1	1	1	1	1	2	1	1	1
4	17,60	6,30	1	1	1	1	1	0	1	1	1
5	18,40	6,50	2	1	1	2	1	0	1	2	1
6	18,60	8,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	19,30	7,80	1	2	2	1	2	0	2	1	1
8	19,70	6,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	20,70	7,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	21,30	5,20	1	1	1	1	1	0	1	1	1
11	21,40	8,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	21,50	8,70	1	1	2	1	2	0	2	1	1
13	21,50	7,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	21,50	7,60	2	2	2	1	1	0	2	1	1
15	21,80	8,50	1	2	2	1	1	0	2	1	1
16	24,50	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	24,50	5,40	2	1	1	2	1	0	1	2	1
18	25,00	7,60	1	2	1	1	2	0	1	1	1
19	25,50	8,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	25,60	7,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	25,70	10,00	1	2	1	2	1	0	1	2	1
22	28,40	8,30	1	2	2	1	2	0	2	1	1
23	28,60	8,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	31,20	10,00	1	1	1	1	1	1	2	1	1
25	35,60	10,00	2	1	1	1	1	2	2	1	1
26	36,50	10,00	1	2	1	1	1	1	1	1	1

26	28,0	8,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1
27	28,4	7,80	1	2	2	1	1	1	1	1	1
28	30,0	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	39,5	9,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1

Parcela 17

Arbol	DAP (cm)	altura comercia (m)	Bifur	Inclina.	Rectitud	Daño Mecanico	Grosor Ramas	Trozaz Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	16,2	6,4	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2	16,4	5,30	1	1	2	2	1	0	1	1	1
3	16,8	7,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	17,5	5,30	1	2	2	1	1	1	1	1	1
5	18,4	7,80	1	2	1	1	1	0	1	1	1
6	18,4	5,40	1	2	2	1	1	1	1	1	1
7	18,6	6,30	1	1	1	1	2	0	1	1	1
8	19,4	5,50	1	2	2	1	2	0	1	1	1
9	19,5	5,30	1	1	1	1	1	0	1	1	1
10	19,6	6,10	1	1	1	1	1	0	1	1	1
11	20,7	8,50	1	2	2	1	1	1	1	1	1
12	21,4	7,60	1	1	1	1	1	2	1	1	1
13	21,5	6,20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	22,6	8,00	1	1	2	1	1	1	1	1	1
15	22,6	7,80	1	2	2	1	1	0	1	1	1
16	22,7	8,50	2	1	1	1	2	1	2	1	1
17	23,2	6,10	1	2	2	1	1	1	1	1	1
18	23,3	7,80	1	2	2	1	1	0	1	1	1
19	23,4	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	23,4	10,00	1	2	2	1	1	0	2	1	1
21	23,6	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
22	23,6	8,50	1	1	1	1	1	0	1	1	1
23	23,7	8,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1
24	25,8	8,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
25	26,6	10,00	1	2	1	1	1	1	1	1	1
26	27,3	8,40	1	2	2	1	1	0	1	1	1
27	27,3	7,80	1	1	1	1	1	2	1	1	1
28	27,5	8,00	1	2	2	1	1	0	1	1	1
29	28,8	8,50	1	2	2	1	1	1	1	1	1
30	32,3	10,00	1	2	2	1	2	0	1	1	1

Parcela 18

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozaz Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	37,4	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
2	16,2	7,00	1	2	2	1	1	1	1	1	1
3	31,4	9,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	19,3	6,70	2	1	2	1	1	0	1	1	1
5	21,7	6,40	2	2	2	1	1	0	1	1	1
6	20,7	6,70	1	1	1	1	1	0	1	1	1

4	26,5	7,60	1	1	1	1	1	0	1	1	1
5	21,4	6,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	24,3	7,70	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	21,2	6,00	1	2	2	1	2	0	2	1	1
8	19,5	6,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
9	36,4	10,00	2	1	1	2	1	0	1	2	1
10	27,6	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
11	17,0	8,70	1	2	1	1	2	0	1	1	1
12	39,2	8,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
13	18,6	6,10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	20,4	7,70	1	2	2	1	2	0	2	1	1
15	26,3	7,70	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	30,2	7,80	2	2	2	1	1	1	1	1	2
17	29,6	7,90	2	2	2	1	1	0	1	1	1
18	30,3	10,00	1	1	1	1	2	0	1	1	1
19	19,7	6,00	1	1	2	1	1	1	1	1	1
20	24,8	7,80	1	2	2	1	1	0	1	1	1
21	22,1	6,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
22	26,6	6,00	1	2	2	1	2	1	1	1	1
23	22,4	8,00	1	2	2	1	1	1	1	1	1
24	29,1	8,10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	25,4	6,30	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	18,4	6,00	1	2	2	1	2	1	1	1	1
27	27,7	7,80	1	2	2	1	1	1	1	1	1
28	24,7	7,80	2	1	1	1	1	1	1	1	1
29	23,2	7,70	2	2	1	1	1	1	1	1	1
30	26,0	8,40	1	1	1	1	1	2	1	1	1
31	20,3	7,80	1	1	1	1	2	1	1	1	1
32	18,5	7,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
33	20,3	7,00	2	2	2	1	2	0	2	1	1
34	32,7	10,00	2	2	2	1	2	0	2	1	1
35	15,4	7,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	31,2	10,00	1	2	2	1	1	2	1	1	1
37	29,1	7,00	2	1	2	1	2	1	1	1	1

Parcela 20

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozas Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	22,2	6,30	1	2	1	1	1	1	1	1	1
2	22,4	6,40	1	2	1	1	1	1	1	1	1
3	19,4	7,70	1	1	1	1	2	0	1	1	1
4	18,2	5,50	1	2	1	1	2	0	1	2	1
5	22,6	8,00	2	2	1	2	2	0	1	1	1
6	22,8	6,30	1	1	1	1	1	0	1	1	1
7	29,7	10,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1

29	15,5	7,00	1	1	2	1	1	0	1	1	1
30	24,0	8,00	2	1	2	1	1	1	1	1	1
31	21,0	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	16,5	7,00	2	2	2	1	1	0	2	1	1
33	19,0	7,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1

Parcela 23.

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozadas Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	31,3	7,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1
2	19,6	5,40	1	2	2	1	2	0	1	1	1
3	25,0	7,50	1	1	1	1	2	0	2	1	1
4	16,6	7,00	2	1	1	1	1	1	2	1	1
5	19,3	7,00	1	2	2	1	1	0	1	1	1
6	16,8	5,60	2	1	2	1	2	1	1	1	1
7	30,7	10,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
8	26,8	7,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	20,6	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
10	23,5	7,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	24,4	7,70	1	1	2	1	1	2	1	1	1
12	24,5	7,60	1	2	1	1	1	1	1	1	1
13	26,7	7,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	25,0	7,50	1	1	2	1	1	1	1	1	1
15	21,3	7,80	1	2	2	1	1	1	1	1	1
16	18,6	7,00	1	1	2	1	1	0	2	1	1
17	22,8	8,00	1	1	2	1	1	1	2	1	1
18	22,6	7,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	20,4	8,00	2	1	1	1	2	1	1	1	1
20	18,5	5,30	2	1	2	1	2	0	2	1	1
21	17,4	5,30	1	1	2	1	2	0	2	1	1
22	18,7	7,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	19,0	5,00	1	2	2	1	1	0	2	1	1
24	19,8	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	26,7	7,60	1	1	2	1	1	1	1	1	1
26	16,3	5,40	1	1	1	1	2	1	2	1	1
27	17,7	5,30	2	1	1	1	1	0	2	1	1
28	20,8	5,30	2	1	2	1	1	0	1	1	1
29	19,5	5,30	1	1	2	1	1	0	2	1	1
30	23,7	7,60	2	1	1	1	1	1	1	1	1
31	28,4	7,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	22,7	8,00	2	2	2	1	1	1	2	1	1
33	22,4	7,50	1	1	1	1	1	0	1	1	1
34	30,3	7,60	1	1	1	1	2	1	2	1	1
35	22,4	7,50	1	1	1	1	2	1	2	1	1
36	32,7	10,00	1	1	2	1	2	2	2	1	1
37	20,6	7,70	1	1	1	1	2	1	2	1	1
38	15,4	8,00	2	2	1	1	1	1	2	1	1
39	29,7	10,00	1	1	1	1	2	1	1	1	1

Parcela 24.

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozaz Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	27,6	8,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
2	19,3	7,80	2	1	1	1	1	0	2	1	1
3	20,7	7,80	1	1	1	1	2	1	1	1	1
4	32,3	9,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
5	22,3	7,60	1	1	2	2	1	1	1	1	1
6	20,7	7,00	2	1	2	1	1	0	2	1	1
7	25,7	7,80	2	1	1	1	2	1	1	1	1
8	23,4	5,20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	18,5	5,30	2	2	1	1	2	0	2	1	1
10	29,6	9,00	2	1	1	1	2	0	2	1	1
11	18,2	7,80	2	1	1	1	2	0	2	1	1
12	26,6	7,70	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	31,4	7,60	1	2	1	1	2	0	2	1	1
14	29,2	7,50	1	1	1	1	1	1	2	1	1
15	22,6	8,00	2	1	2	1	1	1	1	1	1
16	32,5	10,00	1	1	2	1	1	1	2	1	1
17	19,3	7,80	2	1	1	1	2	0	1	1	1
18	23,4	8,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
19	25,7	8,00	1	2	1	1	1	1	2	1	1
20	30,4	8,00	2	1	1	1	2	0	1	1	1
21	25,6	8,00	2	1	2	1	1	1	1	1	1
22	27,7	8,10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	25,6	7,60	1	1	1	1	1	2	1	1	1
24	26,8	8,00	1	1	1	1	1	1	2	1	1
25	28,5	7,80	1	2	1	1	2	1	1	1	1
26	28,7	7,70	1	1	1	1	1	2	1	1	1
27	24,8	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	28,60	7,80	1	1	1	1	1	2	1	1	1
29	28,50	7,50	1	1	1	1	1	1	2	1	1
30	19,30	7,80	2	1	1	1	1	1	2	1	1
31	29,8	7,50	1	1	1	1	1	1	2	1	1

Parcela 25

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozaz Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	21,3	7,00	1	2	2	1	1	0	1	1	1
2	18,6	7,00	1	1	2	1	1	1	2	1	1
3	22,8	7,00	1	1	2	1	1	1	2	1	1
4	22,6	7,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	23,5	7,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	17,0	5,50	2	2	2	1	1	0	1	1	1
7	19,0	5,50	1	1	1	1	1	0	1	1	1
8	28,0	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	20,4	5,60	2	2	1	1	2	0	2	1	1
10	19,6	7,50	2	1	1	1	2	0	2	1	1

11	18,0	8,0	1	1	1	1	1	2	1	1	1
12	23,0	8,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	25,7	7,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	22,0	6,40	1	2	2	1	1	0	1	1	1
15	25,3	7,70	1	2	2	1	1	0	1	1	1
16	18,8	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
17	22,1	7,20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	20,1	6,30	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	17,7	6,00	1	2	1	1	1	1	2	1	1
20	19,7	5,30	2	1	1	1	1	1	1	1	1
21	18,8	8,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
22	23,4	8,00	2	1	1	1	2	0	2	1	1
23	15,9	5,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	16,7	7,0	1	1	2	1	1	1	1	1	1
25	18,2	5,2	1	2	2	1	1	0	1	1	1
26	18,7	5,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	24,7	7,50	1	2	1	1	2	1	1	1	1
28	25,4	8,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
29	19,2	6,0	2	1	1	1	2	0	2	1	1

Parcela 26.

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozadas Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	22,4	5,10	2	1	1	1	1	0	1	1	1
2	27,3	6,00	2	1	1	2	2	0	2	1	1
3	28,3	9,40	1	1	1	1	1	0	1	1	1
4	24,8	7,60	1	1	2	1	1	1	2	1	1
5	19,5	8,10	1	2	2	1	1	1	1	1	1
6	23,5	7,80	1	1	2	1	1	1	2	1	1
7	19,2	8,20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	18	8,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
9	19,5	5,20	1	1	1	1	1	0	1	1	1
10	24,5	3,20	1	1	2	2	1	0	1	1	1
11	16,5	6,00	1	1	2	1	1	0	1	1	1
12	23,2	8,20	1	2	2	1	1	1	1	1	1
13	28,3	9,40	1	1	1	1	1	0	1	1	1
14	17,5	5,30	1	2	2	1	1	1	1	1	1
15	19,2	5,10	2	1	2	1	2	0	2	1	1
16	23,5	8,20	1	1	2	1	1	0	2	1	1
17	17,6	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	25,0	7,80	1	1	2	1	1	1	2	1	1
19	22,3	7,70	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	24,8	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	21,3	7,70	1	1	1	1	1	1	2	1	1
22	18,4	6,00	2	1	2	1	1	1	1	1	1
23	20,3	5,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
24	19,8	5,40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	26,7	7,60	1	1	2	1	1	1	1	1	1

26	16,3	5,40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	18	7,6	1	2	1	1	1	1	2	1	1

Parcela 27.

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozaz Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	17,0	7,80	2	2	2	1	1	0	1	1	1
2	19,0	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	28,0	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
4	15,0	7,80	1	1	1	1	2	0	1	1	1
5	21,0	7,00	1	2	1	1	2	0	1	2	1
6	24,3	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	21,2	8,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
8	19,5	8,00	2	1	2	2	2	0	2	1	1
9	25,5	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
10	27,6	7,60	1	2	1	1	1	1	1	1	1
11	17,0	8,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
12	18,0	7,80	1	2	2	1	2	0	1	1	1
13	20,0	8,00	1	1	1	1	2	1	1	1	1
14	25,7	8,30	1	2	1	1	1	2	1	1	1
15	15,3	7,00	1	2	2	1	1	1	1	1	1
16	20,0	7,80	2	1	1	1	1	2	1	1	1
17	29,6	7,80	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	19,2	8,20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	31,4	7,60	1	2	1	1	1	1	2	1	1
20	29,2	7,50	1	1	1	1	1	1	2	1	1
21	28,8	7,80	1	1	1	1	1	2	1	1	1
22	20,9	7,80	1	1	1	1	2	1	2	1	1
23	26,7	7,60	1	1	2	1	1	1	1	1	1

Parcela 28

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozaz Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	26,8	8,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	20,5	5,2	1	2	1	1	1	0	1	1	1
3	26,0	10,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	19,7	7,0	2	2	2	1	1	0	1	1	1
5	20,3	7,7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	34,0	8,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	29,2	10,0	1	1	1	1	1	2	1	1	1
8	19,5	7,5	1	2	2	1	1	1	1	1	1
9	18,0	7,6	1	2	2	1	1	1	1	1	1
10	28,0	8,0	2	1	1	1	1	1	1	1	1
11	21,3	8,0	2	2	1	1	1	1	1	1	1
12	17,0	7,8	2	1	2	1	1	1	1	1	1
13	17,0	7,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	23,3	7,7	1	1	1	1	1	2	1	1	1
15	15,5	7,8	1	1	2	1	1	1	1	1	1

16	24,0	5,8	2	1	2	1	1	1	1	1	1
17	20,0	8,0	1	1	2	1	2	1	1	1	1
18	25,5	8,0	2	1	2	2	2	0	2	1	1
19	20,5	8,0	2	1	2	1	1	0	2	1	1
20	28,5	7,6	1	1	1	1	2	1	2	1	1
21	17,5	8,0	1	1	1	1	1	2	1	1	1
22	25,0	7,6	1	2	1	1	2	1	1	1	1
23	28,6	7,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Parcela 29.

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozas Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	19,7	7,80	1	1	2	1	1	1	1	1	1
2	24,8	7,30	1	2	2	1	1	0	1	1	1
3	22,1	7,00	1	1	2	1	2	0	2	1	1
4	26,6	6,00	1	2	2	1	2	1	1	1	1
5	22,7	8,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
6	22,4	7,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
7	22,4	7,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
8	29,3	10,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
9	21,6	8,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
10	19,2	7,00	2	1	2	1	2	0	2	1	1
11	18,6	7,00	1	2	2	1	1	0	1	1	1
12	23,6	10,00	1	2	2	1	2	0	2	1	1
13	20,3	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
14	22,4	8,00	1	1	1	1	1	1	2	1	1
15	22,2	7,60	2	2	2	1	1	2	2	1	1
16	17,2	7,00	1	2	2	1	2	0	1	1	1
17	17,4	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	17,2	8,00	1	1	1	1	1	2	1	1	1
19	21,0	7,80	1	2	2	1	1	0	1	1	1
20	22,0	7,70	1	1	1	1	1	2	1	1	1
21	17,9	8,00	1	1	2	1	1	1	1	1	1
22	17,0	7,80	1	1	2	1	1	0	1	1	1
23	18,5	7,00	2	2	1	1	2	0	2	1	1
24	27,6	8,00	2	1	1	1	2	0	2	1	1
25	18,2	7,00	2	1	1	1	2	0	2	1	1
26	25,6	7,60	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	17,50	8,50	1	2	1	2	1	0	1	1	1
28	15,00	9,40	1	2	2	1	1	2	1	1	1
29	16,50	8,50	1	2	2	1	2	0	1	1	1

Parcela 30.

Arbol	DAP cm	altura comercia (m)	Bifur	Inclin.	Rectitud	Daño Mecánico	Grosor Ramas	Trozas Podadas	Angulo Ramas	Estado Fitosanit	Grano Espiral
1	17,2	8,00	1	2	2	1	2	0	1	1	1
2	17,4	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	20,0	7,70	1	1	1	1	1	2	1	1	1

4	30,0	8,00	1	1	1	2	1	1	1	1	1
5	26,3	8,20	1	2	2	1	1	1	1	1	1
6	19,3	7,80	1	2	2	1	2	0	2	1	1
7	18,6	8,50	1	1	1	1	1	2	1	1	1
8	25,6	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	25,7	10,00	1	2	1	2	1	1	1	1	1
10	15,9	7,00	1	1	1	1	1	0	1	1	1
11	18,6	7,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	23,0	7,50	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	25,3	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	20,2	8,00	2	1	1	1	2	0	2	1	1
15	18,5	6,30	1	1	2	1	2	0	2	1	1
16	25,8	6,30	1	1	1	1	1	0	1	1	1
17	21,5	6,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	18,6	7,00	1	2	2	1	1	0	1	1	1
19	23,6	7,00	1	2	2	1	2	0	2	1	1
20	20,3	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	17,0	7,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	22,4	8,00	1	1	1	1	1	0	2	1	1
23	22,2	7,60	2	2	2	1	1	0	2	1	1
24	19,5	8,10	1	2	2	1	1	0	1	1	1
25	23,5	8,20	1	1	2	1	1	0	2	1	1
26	18,1	8,30	1	2	2	1	1	1	1	1	1
27	26,5	8,00	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	23,1	8,00	1	1	2	1	1	2	1	1	1

