

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

Facultad de Ciencias Forestales



**"Estudio comparativo de costos en la
instalación de una plantación forestal
con dos sistemas de producción de
plantones en la región Junín"**

Tesis para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Pedro Luis Dávila Maraví

Lima – Perú
2014

DEDICATORIA

A mi esposa Mery Luz.

“Cuando me haga viejo...

Estaré demasiado sordo para escucharte

Y demasiado ciego para verte

Pero jamás estaré demasiado viejo para amarte.”

Gracias por estar a mi lado, sobre todo en esos momentos de oscuridad.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que pudieron hacer posible la elaboración de este documento.

A los patrocinadores de mi tesis: Ing. Carlos Chuquicaja e Ing. Fernando Bulnes por haberme orientado durante toda la realización del estudio y en la redacción del documento. Todas sus recomendaciones fueron necesarias y oportunas. Mil gracias!

A la Ing. Kethy Martínez, profesora de Manejo Forestal y miembro de mi jurado, quien sin saberlo o no, me preparó durante mis días de universitario para la defensa de mi criterio profesional y para el día de mi sustentación, siento que también me preparó para la vida misma.

Al personal de Agro Rural Sede Lima en la persona del Ing. Jaime Rosales. Gracias por abrirme las puertas de su institución, leer mi proyecto de tesis y hacer posible su financiamiento y ejecución. Gracias también al personal técnico de Agro Rural: Ing. César Silva e Ing. Luis Ramos por compartir conmigo sus secretos profesionales.

Al personal de Agro Rural Sede Huancavelica: Ing. Enrique Conde por todo el apoyo brindado durante mi permanencia en los viveros forestales de alta y mediana tecnología; y gracias especiales al Tec. Elmer Maraví por transmitirme tantos conocimientos y tantas experiencias de campo, y como olvidarme de su esposa Cecilia quien me dio un hogar durante todos esos largos meses.

Al personal de Agro Rural Sede Chupaca – Huancayo: Ing. Daniel Torpoco, Ing. Edgard Huayanay, Tec. Edwin Poma y Tec. Percy Torres por darme todas las facilidades durante la instalación de la plantación forestal, tanto en el estudio de tiempos como en el estudio de costos. Enormemente agradecido por haberme hecho sentir como en casa.

A Freddy, José, Rosario, Margot y toda la familia Maraví por hospedarme en su hogar, durante mi estadía en la ciudad de Huancayo. Gracias por alimentarme, cuidarme y protegerme.

A mi mejor amiga Anneliese Castro, quien durante toda mi estadía en la ciudad de Barcelona me dio ánimos para volver al Perú y terminar con la redacción del documento, cerrando así una página importante en mi vida. Me enseñaste el valor de la amistad. Moltes gràcies per tot, nomes dir-te que t'estimo molt.

A mis padres Nervo y Gladys por no presionarme ni antes, ni durante, ni después de la realización de esta tesis... el mantenerse al margen de todo me ayudó a enfrentar mis problemas solo.

Y finalmente todas las gracias a mi esposa Mery Luz. Recuerdo que cuando hicimos los votos matrimoniales prometió apoyarme en todo y ser siempre la luz de mi sendero. Ahora que llegué a estas últimas líneas recuerdo que solo su amor pudo hacer posible que nunca abandonara mis sueños. Gracias por estar a mi lado, amarme y comprenderme. Gracias por existir.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el costo y su estructura en una plantación forestal con objetivo de protección, instalada en 50 ha con la especie *Pinus radiata*, utilizando plántones procedentes de dos viveros con diferente tecnología de producción.

La plantación fue realizada en el distrito de Yanacancha, provincia de Chupaca, de la región Junín; dividiéndose en 6 fases: planificación de la plantación, acondicionamiento del sitio de plantación, transporte de plántones, instalación de la plantación propiamente dicha, cercado y recalce. En estas fases se identificaron y cronometrarón las actividades, a excepción de la planificación, efectuando un estudio de tiempos consistente en 30 observaciones randomizadas para cada actividad realizada durante la plantación, las cuales se promediaron para obtener los rendimientos por jornal y, a partir de éstos calcular el número de jornales totales necesarios.

Para efectos del estudio se instaló, por un lado, 25 ha de plantación empleando plántones en producidos en tubetes de polipropileno (procedentes del vivero forestal de alta tecnología), y, por otro lado, 25 ha plantación utilizando plántones producidos en bolsas de polietileno (procedentes del vivero forestal de mediana tecnología).

Previamente se efectuó el cálculo del costo unitario de los plántones producidos en los viveros forestales de alta y mediana tecnología del sector “La Mejorada”, ambos ubicados en el distrito de Mariscal Cáceres, provincia de Huancavelica, región Huancavelica.

El estudio de costos se realizó identificando y clasificando los costos en costos fijos y variables con datos recolectados en campo y la información de los registros contables de los viveros. También se tomó en cuenta, además del número de jornales necesarios por cada actividad productiva, las depreciaciones de los equipos y el interés sobre la inversión media anual.

Una vez hallados los costos totales, se calcularon los costos unitarios de plantación (\$/ha), analizándolos en gabinete a fin de determinar, dentro de la estructura de costos, la composición porcentual de cada partida (planificación, acondicionamiento, transporte, instalación y recalce).

Relacionando el costo fijo total y el costo variable unitario se calculó el punto de equilibrio entre ambos sistemas de producción de plántones, para una zona específica como es la región Junín; a fin de contribuir a mejorar la rentabilidad de las plantaciones forestales en el país.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VI
LISTA DE CUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS FORESTALES EN LA SIERRA PERUANA	2
2.1.1 <i>El vivero forestal.....</i>	2
2.1.2 <i>Tipos de vivero</i>	2
2.1.3 <i>Proceso de producción de plántulas.....</i>	4
2.1.4 <i>Labores silviculturales.....</i>	5
2.2 PLANTACIONES FORESTALES	7
2.2.1 <i>Generalidades.....</i>	7
2.2.2 <i>Tipos de plantación forestal</i>	11
2.3 ESTUDIO DE TIEMPOS	13
2.3.1 <i>Generalidades.....</i>	13
2.3.2 <i>Estudio de tiempos con cronómetro.....</i>	14
2.4 ESTUDIO DE COSTOS	15
2.4.1 <i>Costos fijos.....</i>	15
2.4.2 <i>Costos variables</i>	15
2.4.3 <i>Sistema de costeo basado en actividades (A.B.C.).....</i>	16
2.4.4 <i>Método del punto de equilibrio para selección de tecnologías.....</i>	16
2.5 PINUS RADIATA	18
2.5.1 <i>Dendrología</i>	18
2.5.2 <i>Ecología de la especie.....</i>	20
2.5.3 <i>Prácticas de vivero.....</i>	21
2.5.4 <i>Fertilización en el vivero.....</i>	23
2.5.5 <i>Consideraciones en la determinación de costos de producción de plántones.....</i>	24
2.5.6 <i>Costos de producción.....</i>	26
2.5.7 <i>Rendimientos en plantaciones forestales.....</i>	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	29
3.1.1 <i>Área de la producción de plántones.....</i>	29
3.1.2 <i>Área del sitio de la plantación</i>	32
3.2 MATERIALES.....	35
3.2.1 <i>En la producción de plántones.....</i>	35
3.2.2 <i>En la instalación de la plantación</i>	35
3.3 METODOLOGÍA	37
3.3.1 <i>Estudio de tiempos</i>	37
3.3.2 <i>Estudio de costos.....</i>	39
3.3.3 <i>Elaboración de la estructura de costos.....</i>	46
3.3.4 <i>Cálculo del punto de equilibrio</i>	46

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1 ANÁLISIS DE TIEMPOS	47
4.1.1 <i>Determinación de rendimientos y requerimiento de jornales en las actividades del ciclo de producción de plántones</i>	<i>47</i>
4.1.2 <i>Determinación de rendimientos en las actividades de la plantación</i>	<i>48</i>
4.1.3 <i>Determinación de jornales en la plantación forestal</i>	<i>50</i>
4.2 ANÁLISIS DE COSTOS	54
4.2.1 <i>Determinación del costo de producción de plántones</i>	<i>54</i>
4.2.2 <i>Determinación del costo de plantación</i>	<i>67</i>
4.3 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS	84
4.4 ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO	86
5. CONCLUSIONES	88
6. RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	90

Lista de cuadros

	Página
CUADRO 1 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL SITIO DE PRODUCCIÓN (DISTRITO DE MARISCAL CÁCERES)	30
CUADRO 2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL SITIO DE PLANTACIÓN (DISTRITO DE YANACANCHA).....	33
CUADRO 3 MATERIALES Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA INSTALAR PLANTONES PROCEDENTES DE DOS VIVEROS CON DIFERENTE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN.	35
CUADRO 4 EQUIPOS EMPLEADOS PARA INSTALAR PLANTONES PRODUCIDOS EN DOS VIVEROS CON DIFERENTE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN.....	36
CUADRO 5 RENDIMIENTOS Y NÚMERO DE JORNALES NECESARIOS POR ACTIVIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.	47
CUADRO 6 RENDIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL, INSTALADA CON PLANTONES PRODUCIDOS EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.	48
CUADRO 7 RENDIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL, INSTALADA CON PLANTONES PRODUCIDOS EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.	49
CUADRO 8 JORNALES NECESARIOS PARA INSTALAR 25 HA DE PLANTACIÓN FORESTAL CON FINES DE PROTECCIÓN, EMPLEANDO PLANTONES PRODUCIDOS EN UN VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.....	50
CUADRO 9 JORNALES NECESARIOS PARA INSTALAR 25 HA DE PLANTACIÓN FORESTAL CON FINES DE PROTECCIÓN, EMPLEANDO PLANTONES PRODUCIDOS EN UN VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.	51
CUADRO 10 REQUERIMIENTO DE SEMILLA EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 120 000 PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i>	54
CUADRO 11 REQUERIMIENTO DE SEMILLA EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 120 000 PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i>	54
CUADRO 12 REQUERIMIENTO DE ENVASES EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 120 000 PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i>	55
CUADRO 13 REQUERIMIENTO DE ENVASES EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 120 000 PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i>	55
CUADRO 14 REQUERIMIENTO DE SUSTRATO EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 120 000 PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i>	56
CUADRO 15 REQUERIMIENTO DE SUSTRATO EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 120 000 PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i>	56
CUADRO 16 REQUERIMIENTO DE INSUMOS EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.	57
CUADRO 17 REQUERIMIENTO DE INSUMOS EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.	58
CUADRO 18 REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.	59
CUADRO 19 REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.	59
CUADRO 20 REQUERIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA	60
CUADRO 21 REQUERIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.....	61
CUADRO 22 CÁLCULO DE LA DEPRECIACIÓN (D) Y EL INTERÉS SOBRE LA INVERSIÓN MEDIA ANUAL (IIMA) EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.....	62
CUADRO 23 CÁLCULO DE LA DEPRECIACIÓN (D) Y EL INTERÉS SOBRE LA INVERSIÓN MEDIA ANUAL (IIMA) EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.....	63
CUADRO 24 COSTO VARIABLE TOTAL Y UNITARIO EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.	64
CUADRO 25 COSTOS VARIABLE TOTAL Y UNITARIO EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.	64
CUADRO 26 COSTO FIJO EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.	65
CUADRO 27 COSTO FIJO EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA	65
CUADRO 28 COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN EN LOS VIVEROS DE ALTA Y MEDIANA TECNOLOGÍA.....	66
CUADRO 29 CLASES DE TIERRAS EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CUNAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR.	67
CUADRO 30 DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE VIDA DEL SITIO DE PLANTACIÓN (YANACANCHA – JUNÍN).	69
CUADRO 31 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO DEL SITIO DE PLANTACIÓN.	71
CUADRO 32 ANÁLISIS VISUAL DEL RELIEVE Y LA FISIOGRAFÍA EN EL SITIO DE PLANTACIÓN.....	71
CUADRO 33 RELACIÓN ENTRE LA FISIOGRAFÍA Y EL DISEÑO DE LA PLANTACIÓN.	72

CUADRO 34	COSTO DE LA PLANIFICACIÓN PARA INSTALAR 50 HA DE PLANTACIÓN CON FINES DE PROTECCIÓN.....	72
CUADRO 35	COSTOS DEL ACONDICIONAMIENTO DE 25 HA PARA INSTALAR PLANTONES PRODUCIDOS EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.....	73
CUADRO 36	COSTOS DEL ACONDICIONAMIENTO DE 25 HA PARA INSTALAR PLANTONES PRODUCIDOS EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.....	74
CUADRO 37	COSTOS EN EL TRASLADO A CAMPO DEFINITIVO DE 30 000 PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i> , EN TUBETE PARA UNA PLANTACIÓN FORESTAL EN MACIZO DE 25 HA CON FINES DE PROTECCIÓN.....	76
CUADRO 38	COSTOS EN EL TRASLADO A CAMPO DEFINITIVO DE 30 000 PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i> , EN BOLSA PARA UNA PLANTACIÓN FORESTAL EN MACIZO DE 25 HA CON FINES DE PROTECCIÓN.....	76
CUADRO 39	DEPRECIACIÓN (D) E INTERÉS SOBRE LA INVERSIÓN MEDIA ANUAL (IIMA) DE LOS EQUIPOS.	77
CUADRO 40	COSTOS EN LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL CON FINES DE PROTECCIÓN, INSTALADAS EN 25 HA CON PLANTONES EN TUBETE DE <i>PINUS RADIATA</i>	77
CUADRO 41	COSTOS EN LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL CON FINES DE PROTECCIÓN, INSTALADAS EN 25 HA CON PLANTONES EN BOLSA DE <i>PINUS RADIATA</i>	78
CUADRO 42	COSTOS EN EL CERCADO DE 25 HA DE PLANTACIÓN FORESTAL.	79
CUADRO 43	COSTOS EN EL RECALCE DE 25 HA DE PLANTACIÓN FORESTAL, INSTALADA CON PLANTONES EN TUBETE DE <i>PINUS RADIATA</i> , AL 10,08% DE MORTANDAD.	80
CUADRO 44	COSTOS EN EL RECALCE DE 25 HA DE PLANTACIÓN FORESTAL, INSTALADA CON PLANTONES EN BOLSA DE <i>PINUS RADIATA</i> , AL 19,44% DE MORTANDAD.	80
CUADRO 45	COSTOS DE UNA PLANTACIÓN PARA PROTECCIÓN DE 25 HA, INSTALADA CON PLANTONES PROCEDENTES DEL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.	82
CUADRO 46	COSTOS DE UNA PLANTACIÓN PARA PROTECCIÓN DE 25 HA, INSTALADA CON PLANTONES PROCEDENTES DEL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.	82
CUADRO 47	COSTOS DESAGREGADOS EN UNA PLANTACIÓN PARA PROTECCIÓN DE 25 HA, INSTALADA CON PLANTONES DE <i>PINUS RADIATA</i> PROCEDENTES DE DOS VIVEROS CON DIFERENTE SISTEMA DE PRODUCCIÓN.	83
CUADRO 48	CLASIFICACIÓN DE COSTOS EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL PARA PROTECCIÓN DE 25 HA.	86

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1 MAPA DE UBICACIÓN DEL SITIO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES (DISTRITO DE MARISCAL CÁCERES).	31
FIGURA 2 MAPA DE UBICACIÓN DEL SITIO DE PLANTACIÓN (DISTRITO DE YANACANCHA).	32
FIGURA 3 FLUJO DE ACTIVIDADES EN LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTACIÓN FORESTAL CON PLANTONES PROCEDENTES DE DOS VIVEROS CON DIFERENTE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN.	40
FIGURA 4 CLIMATOGRAMA DEL SITIO DE PLANTACIÓN (HUAYAO: 1998 – 2008)	68
FIGURA 5 ZONA DE VIDA Y PROVINCIA DE HUMEDAD DEL SITIO DE PLANTACIÓN (L.R. HOLDRIDGE: 1947)	69
FIGURA 6 PISO ALTITUDINAL Y REGIÓN LATITUDINAL DEL SITIO DE PLANTACIÓN (L.R. HOLDRIDGE).....	70
FIGURA 7 ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA PLANTACIÓN FORESTAL REALIZADA CON PLANTONES PRODUCIDOS EN EL VIVERO FORESTAL DE ALTA TECNOLOGÍA.....	84
FIGURA 8 ESTRUCTURA DE COSTOS EN LA PLANTACIÓN FORESTAL REALIZADA CON PLANTONES PRODUCIDOS EN EL VIVERO FORESTAL DE MEDIANA TECNOLOGÍA.	85
FIGURA 9 PUNTO DE EQUILIBRIO PARA DOS TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES.	87

1. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional son muchos los esfuerzos que se hacen para fomentar las plantaciones forestales en general, ya sea con fines de protección o con fines industriales.

En la sierra peruana las plantaciones forestales no se han desarrollado con la rapidez deseada; poniendo en grave peligro las áreas de bosques naturales, representados por relictos boscosos de especies nativas (queñual, quishuar, colle, etc.) y matorrales perennifolios (chachacomo, aliso, sauco, etc.), los cuales siguen siendo deforestados por la demanda creciente de leña con fines energéticos domésticos, construcciones rurales y otros usos.

Nuestro país carece de información detallada, oportuna y actualizada sobre los costos de las actividades que involucran el establecimiento de plantaciones forestales; siendo casi siempre superficial e incompleta, en el caso de existir, no permitiendo realizar seguimientos y evaluaciones para cualquier trabajo de orden técnico.

El presente estudio tiene como objetivo general: contribuir en la mejora de la rentabilidad de las plantaciones forestales del país; y como objetivos específicos: determinar los costos y su estructura en la instalación de una plantación forestal con dos sistemas de producción de plántones y encontrar el punto de equilibrio cuando se instaló la plantación con plántones procedentes de ambas tecnologías de producción.

Al realizar el análisis comparativo de los costos en una plantación forestal en macizo con la especie *Pinus radiata* para protección de 50 ha, empleando dos tecnologías distintas para su producción e instalación en campo definitivo, se dispondrá de información confiable para la toma de decisiones en la planificación, elaboración de costos y presupuestos de futuras plantaciones con fines de protección en la región Junín.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS FORESTALES EN LA SIERRA PERUANA

2.1.1 EL VIVERO FORESTAL

Los viveros son áreas con instalaciones utilizadas para la producción de plantas en cantidades y calidad deseadas; proporcionándoles los cuidados necesarios (González 1995).

Esta producción debe ser de la mejor calidad, al menor costo posible, permaneciendo los plantones el tiempo necesario hasta lograr la altura y el vigor indispensable para instalarlos en campo definitivo (Rojas 2001).

La elección del sitio para el vivero depende de muchos factores que influyen en el costo y calidad de su producción, buscando representatividad de las condiciones climáticas y edáficas de la zona por reforestar; siendo muy crítico en la sierra peruana, donde hay grandes variaciones de clima en distancias realmente cortas (Galloway y Borgo 1983). El lugar donde se instalará debe reunir cuatro condiciones: disponibilidad de agua durante todo el año, protección del viento intenso y las heladas, posibilidad de cercar el área, proximidad a una comunidad para facilitar su atención, cuidados y vigilancia (González 1995).

2.1.2 TIPOS DE VIVERO

González (1995) clasifica a los viveros forestales en permanentes o estables y transitorios o volantes, de acuerdo con su ubicación, tamaño de producción e instalaciones. Dicha clasificación está basada en la realizada con anterioridad por Vidal y Constantino (1959)

Los viveros permanentes se caracterizan por tener instalaciones fijas que se destinan a la producción de plantones durante muchos años; se ubican en terrenos planos, sus instalaciones generalmente son costosas y no es necesario que estén cercanas a los sitios de reforestación.

Los viveros transitorios son de carácter temporal, se establecen para un programa específico de producción de plantas, y las instalaciones no son necesariamente fijas, por ello los materiales de construcción son de menor costo y se localizan en lugares cercanos a los sitios a reforestar.

Ocaña (1996) señala que en la región andina hay cinco tipos de viveros destinados a la producción de plántones para la reforestación:

A) VIVEROS CENTRALES PERMANENTES

Tienen una infraestructura definitiva que cuenta con invernaderos y riego tecnificado, teniendo así condiciones ideales para producir hasta más de un millón de plántones de buena calidad. Son financiados por los proyectos y conducidos por el Estado, teniendo como principal problema la dependencia de éste, que en su administración puede ser cambiante, inestable y poco eficiente. Otra desventaja de estos viveros es que se encuentran alejados de los lugares de plantación, llevando los plántones producidos de pisos altitudinales bajos a pisos más altos, con diferencias mayores de 1.500 m s. n. m., incurriendo en altos costos de transporte.

B) VIVEROS DESCENTRALIZADOS PERMANENTES

Tienen las mismas características que los viveros centralizados permanentes pero su infraestructura es menor, generalmente no cuenta con invernadero. El objetivo de éstos es estar más cerca de los lugares de plantación.

C) VIVEROS TEMPORALES

Están instalados cerca de las áreas de plantación y sirven para recibir sólo plantas producidas en bolsas de polietileno listas para ser plantadas o a pocos meses de su plantación, con el objeto de aclimatarlas, teniendo un alto porcentaje de mortandad al sufrir el cambio climático.

D) VIVEROS COMUNALES

Están ubicados muy cerca de los lugares de plantación y cuentan con la infraestructura mínima necesaria para la producción de plantas. La construcción del vivero, el proceso de producción y el destino de las plantas son manejados por el propio campesino a través de una organización existente, o la que organizan específicamente para esta actividad.

E) VIVEROS FAMILIARES

Son viveros donde la construcción, producción y destino de las plantas son responsabilidad de la familia, existiendo dos formas de promover estos viveros: a través de proyectos del Estado o las ONG, y a iniciativa de la familia como producto de una participación de la comunidad.

2.1.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

Sembrar directamente las semillas en el campo es el método más antiguo, pero presenta alta mortandad y poco crecimiento, motivo por el cual se emplean en los viveros dos formas de producción de plántulas: por reproducción sexual (utilizando semillas) o por reproducción asexual o vegetativa (Fonseca 2004).

Vidal y Constantino (1959) afirman que el éxito de multiplicar plantas por semilla reside en:

- Contar con el volumen necesario de semilla de buena calidad.
- Disponer de equipo e instalaciones adecuadas para extracción, conservación y siembra.
- Aplicar una técnica acorde con las exigencias ecológicas de la especie.

Ocaña (1996) manifiesta que en la sierra peruana, la propagación de plántulas a partir de semillas tiene tres formas:

- Mediante brinzal: Consiste en recolectar las plantitas que han germinado en forma natural (regeneración natural) directamente en el suelo debajo de los árboles.
- Siembra directa: Se realiza cuando la semilla, después de haber pasado por un tratamiento pre germinativo (si es necesario), es depositada directamente en el sustrato, ya sea en las bolsas o en los tubetes y permanece allí hasta ser plantada.
- Mediante almácigo: Se preparan las camas de almácigo y el sustrato, se desinfectan antes de realizar la siembra y posteriormente se repican en bolsas o platabandas.

El método de siembra directa generalmente se usa cuando las especies no toleran bien el repique, cuando hay abundancia de semillas, o cuando el precio de las semillas es bajo y se conoce su porcentaje de germinación.

Antes de hacer la siembra directa, hay que efectuar una prueba de germinación. Si las semillas tienen un porcentaje de germinación menor de 80% es mejor usar tratamientos pre-germinativos (Galloway y Borgo 1983).

2.1.4 LABORES SILVICULTURALES

Después de la siembra las plántulas se encuentran vulnerables a los factores del ambiente y a los patógenos. Para disminuir estos riesgos en la producción se deben realizar actividades indispensables como las labores silviculturales, siendo consideradas las siguientes: protección en el vivero, riego, deshierbe y remoción de plantones (Ocaña 1996).

A) PROTECCIÓN EN EL VIVERO

La atenuación de luz solar o “sombreado” es una medida de protección, que resulta beneficiosa en la producción de muchas especies, cuando la siembra se realiza en viveros en valles de altura, lugares semiáridos, bajo un cielo pocas veces cubierto, con humedad relativa muy baja, donde el actinismo solar adquiere gran actividad y la evaporación se hace muy exagerada. Proponiéndose reducir la intensidad luminosa con la aplicación de tinglados, cortinas de caña, junco, totora, con la aplicación de hojas de gran tamaño, etc. (Vidal y Constantino 1959).

Los tinglados usados actualmente son con mallas del tipo Raschell, las cuales actúan como sombreadoras, filtran la luz solar según su tramado y porcentajes ofreciendo distintos grados de sombra, provocan un descenso de la temperatura y de la insolación de la zona cubierta, con lo que el cultivo transpira menos y pierde menos agua. Además, se evitan las quemaduras por el sol, ya que permiten disminuir el porcentaje de radiación solar que requiere en cada momento.

Las mallas del tipo Raschell son de un tejido anudado de alta resistencia y duración con diferentes densidades, fabricado a partir de cintas de polietileno de alta densidad con rasgaduras que no se corren y son tratadas especialmente contra rayos ultravioleta (UV) permitiendo una duración de hasta cuatro temporadas de uso con excelentes propiedades mecánicas y gran estabilización térmica y lumínica (Robledo 2004).

Se confeccionan de diferentes colores proporcionando 50, 60 y 80% de sombra, siendo los de color negro los más utilizados para la producción de plantones forestales y las de color rojo para la propagación de plantas ornamentales (Vela y Hernández 2002). Son económicas y multifuncionales, permiten controlar diversas condiciones de luz, temperatura y humedad. Son populares en el sector de la reforestación, empleándose como techo sombra en la producción de plantones forestales, como también en el sector agrícola, entre otros (Vicente 2003).

B) RIEGO

Ocaña (1996) manifiesta que la frecuencia y cantidad de agua en el riego depende de las especies producidas en el vivero. ADEFOR (1996) recomienda para los plantones de *Pinus radiata* en bolsa riegos distanciados cada 8 días, hasta los 5 meses, posteriormente distanciar los riegos hasta los 15 a 20 días. Dos meses antes de la salida de los plantones a campo definitivo regar cada 30 días a fin de endurecer los plantones.

C) DESHIERBE

Las malas hierbas además de competir con las plantones por nutrientes y luz, constituyen una fuente de hongos y propician la presencia de la “chupadera” (Galloway y Borgo 1983), motivo por el cual es necesario un buen deshierbe con la frecuencia necesaria, contribuyendo a un mayor y mejor crecimiento de la planta en menor tiempo (Ocaña 1996). El primer deshierbe se hace a partir del primer mes y de allí cada dos meses aproximadamente, registrándose rendimientos de 10 a 12 m² de camas con bolsas por obrero (ADEFOR 1996).

D) FERTILIZACIÓN Y CONTROL FITOSANITARIO

El uso adecuado de fertilizantes es importante en la producción de plantones para que sobrevivan y crezcan cuando sean plantados en campo definitivo (Cannon 1983). Hay dos etapas de fertilización: al momento de la siembra y a los dos meses (ADEFOR 1986). El control fitosanitario se hace desinfectando el sustrato y controlando su pH, eliminando de esta manera el riesgo de enfermedades fungosas (ADEFOR 1986).

E) RUSTIFICACIÓN

Es una fase clave posterior a la germinación y crecimiento que consiste en la reducción del riego, poda de raíces, remoción de bolsas y manejo de tinglados, proporcionando a la planta una buena resistencia al cambio climático (PRONAMACHCS/FAO 1998).

La remoción consiste en cambiar de lugar a las plantas, con el propósito de seleccionarlas y ordenarlas por su tamaño, consiguiendo además podar las raíces que salen por los orificios de la bolsa y se fijan en la base de la cama (Ocaña 1996). Cada vez que se remueve o traslada un plantón, este sufre, por eso es mejor hacer la remoción los días nublados para reducir al mínimo el trauma o efectos de la remoción (Galloway y Borgo 1983).

2.2 PLANTACIONES FORESTALES

2.2.1 GENERALIDADES

La plantación forestal es la acción de plantar árboles en una zona para que se desarrollen con diferente propósito (PRONAMACHCS/FAO 1998), exigiendo como paso previo, contar con un vivero destinado a la crianza de plantas cuya instalación presupone estudios e inversión (Vidal y Constantino 1959). Para Helms (1998) una plantación forestal es un ecosistema boscoso establecido por medio de la instalación en el terreno de plántulas, semillas o ambos, en el proceso de forestación o reforestación.

La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales de la FAO (ERF 2000) definió a las plantaciones como aquellas formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación. Estas pueden ser especies introducidas o indígenas que cumplen con los requisitos de una superficie mínima de 0,5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10% de la cubierta de la tierra, y una altura de los árboles adultos por encima de los 5 m.

El éxito de una plantación depende de la planificación previa, estableciendo metas y objetivos que ayudarán a programar las tareas que se deben cumplir para lograr los objetivos que se trazó al inicio, siendo varios los factores que determinan la calidad de una plantación. Sin embargo, esto no va a ser suficiente sin aplicar un severo control de calidad en cada paso del proceso: elección de la especie, obtención de la semilla, propagación en vivero, caracterización de sitios, traslado de plantas, siembre, recalce y protección hasta la estabilización de los árboles (PRONAMACHCS/FAO 1998).

Para que esto ocurra debe llevarse a cabo un proceso de planificación que ha de considerar los siguientes factores: la elección de las especies, el sitio donde se va a plantar, la calidad de las plantas y la técnica a utilizar. Pero también, la calidad de la plantación estará en función de los cuidados que reciba, al momento de su instalación y posteriormente, debiendo preverse: la protección de la plantación y las labores silviculturales.

La elección de las especies es un factor fundamental para el éxito de la plantación, estando en relación directa con dos aspectos: los objetivos de la plantación y el sitio, que a su vez está determinado por el clima, la topografía y los suelos.

La precipitación y la temperatura son los factores más importantes que determinan el clima de una localidad. En la región andina la temperatura varía con la altitud, a mayor altitud las temperaturas son más bajas. La frecuencia de las lluvias en la sierra peruana siempre ha estado concentrada entre los meses de noviembre a marzo, iniciando las lluvias generalmente en diciembre (Ocaña 1996). El conocimiento de la cantidad de agua disponible por efecto de las lluvias y las temperaturas (condiciones de sequedad, de excesiva humedad o de largos períodos de helada) indican cuáles son las especies que pueden prosperar mejor bajo esas condiciones.

La topografía de la sierra es abrupta, con valles profundos y estrechos. Para las plantaciones forestales en forma de macizos, están consideradas las laderas que generalmente son empinadas ya que las áreas con pendientes hasta de 40% son utilizadas enteramente con fines agrícolas, siendo no recomendable instalar plantaciones en pendientes mayores al 70% (PRONAMACHCS/FAO 1998).

La configuración irregular o relieve de las laderas, da como resultado depresiones (de forma cóncava) y protuberancias (de forma convexa). Las plantas se desarrollan mejor en las depresiones, debido a que las condiciones de suelo son más favorables, en cuanto a profundidad, humedad y fertilidad. Por lo tanto, conviene plantar en ese lugar las especies de mayor valor e interés. Para las formas convexas, es recomendable seleccionar especies que no profundizan mucho sus raíces o plantar especies arbustivas. En función a estos elementos y los objetivos de la plantación, deben seleccionarse las especies más convenientes.

La cantidad de horas de sol que recibe una ladera, combinada con los factores climáticos como la temperatura y la humedad, determinan por una parte la mayor o menor pérdida de humedad del suelo y la planta; y por otro parte, la mayor o menor luminosidad que recibe la planta. Combinando la exposición, la configuración del terreno y la pendiente es posible decidir las especies más adecuadas a plantar según la exposición que se tenga. Por ejemplo, una ladera con exposición ESTE se calienta más porque recibe los primeros rayos solares del día y está expuesta más horas al sol. Si además se encuentra en una zona húmeda, las plantas crecerán más. En zonas donde hay poca humedad, es preferible plantar con exposición OESTE, para mantener la humedad. Si en ambos casos, las temperaturas son bajas se debe seleccionar las especies que puedan soportar heladas (PRONAMACHCS/FAO 1998).

La acidez y la alcalinidad son características químicas del suelo que condicionan o favorecen el crecimiento de determinada especie. Por tal motivo contar con un análisis completo de suelos es muy necesario, siendo posible con métodos prácticos y sencillos conocer algunas de sus propiedades físicas para caracterizar el tipo de suelo como por ejemplo la textura; que es la proporción de partículas de arena, limo y arcilla que conforman el suelo. Si hay mayor proporción de arena, el suelo es suelto o liviano, y si hay mayor porcentaje de arcilla, el suelo tendrá una textura pesada.

En sitios donde hubo ganado por tiempo prolongado los suelos se han compactado. La compactación reduce la aeración del suelo, la capacidad de infiltración del agua y la penetrabilidad por las raíces (Galloway y Borgo 1985).

El drenaje es una característica del suelo que condiciona el establecimiento de una plantación forestal; siendo bueno cuando el agua sale con facilidad del suelo, pero no en forma rápida. Los suelos bien drenados son los mejores para el crecimiento (Galloway y Borgo 1985). Es más problemático cuando el suelo y/o terreno presenta las siguientes características: sitios planos en el fondo del valle, cuando la textura es sumamente pesada (arcillosa) y donde el clima es húmedo, es decir lluvioso (Pajares 1982).

Los suelos cedidos para las plantaciones masivas en el Perú mayormente tienen las características de ser pedregosos y poco profundos, áreas donde no es posible hacer agricultura ni siquiera de subsistencia (Ocaña 1996).

En suelos pedregosos el contenido de tierra en volumen es menor. Además, las piedras actúan como obstáculos al crecimiento radicular. No se debe plantar cuando el volumen de rocas en el suelo sobrepasa el 75%, siendo el crecimiento pobre cuando la pedregosidad es mayor a 60% (Galloway y Borgo 1985).

La profundidad del suelo es importante para determinar la especie y el distanciamiento de la plantación. A menor profundidad, el distanciamiento entre las plantas será mayor. En suelos con más de 40 cm de profundidad las condiciones de crecimiento serán mejores para un mayor número de especies. En suelos con poca profundidad, es preferible plantar especies arbóreas de poco tamaño o especies arbustivas, con fines de protección. (PRONAMACHCS/FAO 1998).

Vidal y Constantino (1959) afirman que si la densidad de una plantación forestal es defectiva, no existe luego modo de corregirla; si es excesiva, obliga a introducir, a una edad temprana, prácticas culturales: entresacas, podas y raleos, que encarecen sensiblemente la plantación. Los autores agregan además que aunque teóricamente las plantaciones forestales pueden parecer más costosas, en la práctica no siempre resulta ser así, ofreciendo ventajas como rapidez en la ejecución de la plantación, posibilidad de elegir las especies y que la masa de este adquiera la composición deseada; así como que el vuelo en un momento dado posea prácticamente la misma edad, condición ésta que, según sea el tratamiento que se adopte, puede resultar también una ventaja.

Ocaña (1996) destaca la importancia del calendario forestal, no solamente en lo inherente a las actividades forestales y cuándo ejecutarlas, sino en su relación con otras actividades, organización de la comunidad, manejo administrativo, etc.

El calendario forestal está elaborado en base a dos factores climáticos: las lluvias y las heladas.

Por las características que tiene la región andina del Perú, es casi imposible que las comunidades campesinas decidan hacer plantaciones forestales en áreas destinadas a la agricultura y bajo riego, salvo en la modalidad de agroforestales. Ante esta realidad, las plantaciones se hacen aprovechando los períodos de lluvia, siendo la caída de las primeras lluvias establecidas el punto de referencia para comenzar la producción.

Las heladas es un fenómeno meteorológico que se presenta normalmente en la región andina del Perú, con mayor incidencia en las zonas altas durante los meses de junio, julio y agosto prolongándose a veces hasta octubre. Las temperaturas bajas de las heladas determinan la programación de las actividades de producción de plantones, teniendo dos alternativas: empezar la producción antes de que comiencen las heladas (marzo – abril) o inmediatamente después (octubre – noviembre).

El sitio de plantación debe ser el más adecuado para el establecimiento de la especie elegida. Permitiendo crecer y desarrollarse normalmente debido a su adaptación a las condiciones climáticas y edáficas, haciéndose resistente a los posibles daños que pueden ser causados por agentes externos y no ser afectados o ser poco afectados por los fenómenos naturales como las heladas, la sequía, las enfermedades e incluso los daños causados por animales o personas.

2.2.2 TIPOS DE PLANTACIÓN FORESTAL

El PRONAMACHCS y la FAO (1998), clasifican a las plantaciones forestales de la sierra peruana en 4 tipos: plantaciones agroforestales, plantaciones con obras de conservación de suelos, plantación de protección y plantación de producción en macizo.

A) *PLANTACIONES AGROFORESTALES*

Son plantaciones que integran la vegetación forestal (leñosa) a la actividad agropecuaria (cultivos y/o pastos), brindando a ésta última algún beneficio como resultado de tal integración. Estas plantaciones hacen un uso de la tierra con fines de producción y protección basándose en técnicas mediante las cuales es posible diseñar diversas combinaciones y cuya integración de técnicas da origen a un sistema. (Reynel y León 1990).

Esta denominación genérica, se divide de acuerdo a los fines y beneficios: “agrosilvicultura”, si la integración se da entre árboles y arbustos con cultivos agrícolas; “silvopastura” cuando la vegetación leñosa se asocia con pastos y “agrosilvopastura”, cuando se asocian en producción los tres componentes. Las plantaciones agroforestales a su vez se subdividen en: cultivo mixto de especies arbóreas y agrícolas, cercos vivos, cortinas de contención de vientos y heladas, y plantaciones silvopastoriles.

B) *PLANTACIONES CON OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS*

Estas plantaciones se plantean como un uso integrado de la tierra, acordes con las características de la naturaleza para afrontar con éxito las difíciles condiciones edafo-climáticas y topográficas en respuesta a la pérdida de suelos por problemas de erosión, falta de vegetación y pérdida de agua por escurrimiento. (PRONAMACHCS/FAO 1998). Se subdividen en:

- Plantaciones con terrazas de formación lenta
- Plantaciones con zanjas de infiltración
- Plantaciones en terrazas continuas
- Plantaciones en terrazas individuales
- Plantaciones con terrazas individuales y zanjas individuales

C) PLANTACIONES DE PROTECCIÓN

El propósito en este tipo de plantaciones es estrictamente de protección y para la rehabilitación de ambientes en proceso de deterioro. Su ejecución demanda una inversión que no necesariamente deriva en un beneficio económico directo, pero sí de carácter indirecto tan importante que coadyuva al desarrollo de otras áreas (PRONAMACHCS/FAO 1998).

Existe un conjunto de situaciones, como las cárcavas, taludes, áreas en proceso de erosión u obras de ingeniería, que deben ser protegidas para alargar su tiempo de uso, para ser habilitadas o para evitar que perturben la función de producción de áreas aledañas. En este sentido, estas plantaciones de protección toman el real valor que tienen. Se subdividen en:

- Plantaciones para protección de riberas
- Plantación de protección de canales
- Plantación de protección para estabilización de cárcavas
- Plantación de protección en la cabecera de cuencas

D) PLANTACIÓN DE PRODUCCIÓN, MACIZO

Es el establecimiento de bosques, realizados con el propósito de obtener bienes y/o servicios en forma continua. En el caso de las comunidades las extensiones son relativamente pequeñas, debido a que su objetivo es satisfacer las necesidades de la población local. No hay un interés de industrializar la materia prima, ni acceder a un mercado externo. Por excepción, se realizan plantaciones mayores, pero sin un objetivo comercial o industrial definido.

La creación de bosques macizos puede tener fines de producción industrial, turismo y recreación y protección, pudiendo abarcar extensiones de diversas dimensiones. Tal vez más importantes que el tamaño, es la extensión de bosques conectados por una buena red vial que facilite el transporte de los productos y que en su conjunto constituyen un área atractiva para uso en escala comercial. La instalación de bosques en macizo con fines de protección es más difícil de realizar, debido a la inversión sin retorno tangible para el campesino; debiendo existir una estrategia dentro de un plan integral, para facilitar estas plantaciones.

2.3 ESTUDIO DE TIEMPOS

2.3.1 GENERALIDADES

En Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, se inició el estudio de tiempos, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor, que se difundió y conoció esta técnica.

Muchos autores han definido el estudio de tiempos posteriormente, así tenemos que Desruisseaux (1970) lo define como la medida de la duración del trabajo y las fases del trabajo, y la investigación de las relaciones existentes entre la duración y el resultado del trabajo. Solano (1978) entre otros, lo considera como la técnica para establecer el tiempo estándar aceptado para desarrollar una tarea determinada basada en la proporción del contenido del trabajo del método propuesto, sin dejar de tomar en cuenta las tolerancias por fatiga y retrasos inevitables. Fonseca (2002), por su parte, añade que esta técnica debe determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

El estudio de tiempos ha de intervenir en todas las actividades ya que permite:

- Averiguar gracias al análisis, las faltas y errores cometidos a consecuencia de un método o técnica de trabajo insuficiente y de una mala adaptación del ejecutante o del material a la tarea a realizar.
- Cuantificar si hay progreso en los rendimientos cuando se realiza mejoras a las condiciones de trabajo; reubicación de los lugares de trabajo y simplificación de las tareas, con el fin de aumentar el rendimiento y la productividad del trabajo.

Se puede simplificar un trabajo mediante una mejor disposición de la infraestructura, con vistas a reducir las operaciones de transporte, o bien puede simplificarse un trabajo dotando a un obrero de una herramienta más perfeccionada, destinada a disminuir su fatiga y a incrementar su rendimiento (Prieto 1997). Con los estudios de tiempo se pretende determinar el tiempo que un operario requiere para realizar un trabajo determinado. Este tiempo no tendrá ningún valor si no corresponde a un método de trabajo establecido, y además ha de ser justo y equitativo, tanto para el operario que trabaja como para la empresa que paga por ello (Ruiz 1977).

2.3.2 ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO

Kanawaty (1997) dice que el estudio de tiempos por medio del cronómetro, es una técnica empleada para calcular el tiempo tipo o standard de una tarea determinada. Este método consiste en descomponer la tarea en las diversas partes que la forman, denominadas elementos y calcular cada uno de ellos.

La suma de los tiempos tipo elementales determinan el valor del tiempo de la tarea; donde podemos encontrarnos con los siguientes tipos de elementos: regulares o repetitivos (aparecen una sola vez en todo el ciclo), irregulares o de frecuencia (aparecen cada cierto número de ciclos), extraños (no forman parte del ciclo de trabajo), interiores (lo realiza el operario cuando la máquina está trabajando con automático), exteriores (lo realiza el operario estando la maquina parada), manuales (lo ejecuta el operario durante el ciclo de trabajo), mecánicos (los emplea la máquina con el automático en funcionamiento), constantes (prácticamente tienen siempre el mismo valor) y variables (aquellos cuya duración está en función del valor de un parámetro determinado).

Kanawaty también explica que el tiempo cronometrado es el tiempo que el operario está trabajando en la ejecución de la tarea encomendada y que se mide con un cronómetro sin contar las paradas realizadas por el trabajador para atender necesidades personales o para descansar.

Los procedimientos de lectura normalmente utilizados en los cronometrajes son los de “tiempo acumulado” y “vuelta a cero”.

Se aplica el procedimiento de medición “tiempo acumulado” cuando se trata de:

- Ciclos de trabajo corto en los que no es posible dividirlo en sus elementos constitutivos, por corta duración.
- Ciclos formados por 2 elementos solamente: uno manual y el otro de máquina con automático.

Se aplica el procedimiento de medición “vuelta a cero” cuando su aplicación exige dividir el ciclo de trabajo en los diversos elementos que lo forman, de manera tal, que la terminación de cada uno de ellos coincida con el comienzo del siguiente.

2.4 ESTUDIO DE COSTOS

Horngrén (1996) define por costos a “los medios en la forma contable convencional, en unidades monetarias, que deben ser pagadas para adquirir bienes y servicios”. López (1984) menciona que la clasificación de los costos según su grado de variabilidad en costos fijos y costos variables es importante para la realización de estudios de planificación porque está vinculado con las variaciones o no de los costos, según sus niveles de actividad.

2.4.1 COSTOS FIJOS

Son aquellos costos que permanecen relativamente constantes e independientes al nivel de producción (Wonacott 1990). Como la empresa no puede modificar su dotación de equipo capital a corto plazo, la mayor parte de los costos asociados a dicho equipo son fijos. Deben pagarse intereses sobre el capital obtenido a préstamo para adquirir la maquinaria y se produce una depreciación de la misma aunque no se produzca nada.

Horngrén (1996) afirma que los costos fijos no cambian a pesar de los cambios de un factor de costos. Funes (2003) complementa esta afirmación al decir que los costos fijos son aquellos que están en función del tiempo, o sea, no sufren alteración alguna, son constantes aun cuando se presentan grandes fluctuaciones en el volumen de producción. Entre los costos fijos típicos tenemos: Depreciación, interés, sueldos del personal técnico y gerencial, seguro, alquiler de propiedad, etc. Es decir, son aquellos gastos necesarios para sostener la estructura de la empresa y se realizan periódicamente.

2.4.2 COSTOS VARIABLES

Son aquellos que están en función del volumen de la producción y de las ventas (Funes 2003), cambiando a medida que cambia la cantidad producida; es decir, son de cero cuando no hay producción (Ross 2001). Son relativamente fáciles de determinar, porque están directamente asociados a un volumen específico de un producto. Los costos de materiales como las bolsas de polietileno, el sustrato y los fertilizantes entre otros, así como la mano de obra directa, por lo general, se consideran como costos variables. Esto tiene cierto sentido porque si se deja de producir plántones en el vivero, no habrá costos futuros ni de mano de obra ni de materias primas. Funes (2003) considera además como costos variables a las depreciaciones de bienes de uso por rendimientos, fuerza motriz, impuestos a las transacciones, entre otros.

2.4.3 SISTEMA DE COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES (A.B.C.)

El sistema de costeo basado en actividades (A.B.C. – Activity Based Costing), consiste en atribuir metódicamente todos los costos indirectos de una empresa a las actividades que los hacen necesarios y luego distribuir los costos de las actividades entre los productos que hacen necesarias las actividades.

Este modelo se basa en agrupar los costos que conforman una secuencia de valor de los productos y los servicios de las actividades productivas (Cartier 1994), permitiendo la asignación y distribución de los diferentes costos de acuerdo a las actividades realizadas, identificando el origen del costo de la actividad, no solo para la producción, sino también para el resto de las áreas.

También plantea un instrumento fundamental del análisis del lanzamiento y explotación de nuevos productos, por lo que su campo de actuación se extiende desde la concepción y diseño de cada producto hasta su explotación definitiva (Mallo y Merlo 1993).

El análisis de costos en la producción forestal requiere de un marco o estructura que facilite al usuario ordenar las actividades, el número de jornales, la cantidad de insumos y sus costos (Gómez y Reiche 1996), lo cual ayuda a actualizar periódicamente los costos para utilizarlos con fines de planificación, programación y para el establecimiento y los desembolsos de los incentivos para actividades como las plantaciones forestales.

2.4.4 MÉTODO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO PARA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS

El método del “Punto de equilibrio” es empleado para seleccionar procesos, máquinas o tecnologías en general, tomados de dos en dos (Fernández 2005), representando la cantidad de producto que se podría obtener, a un mismo costo total, con cualquiera de las dos alternativas que se comparan.

Para la determinación del punto de equilibrio, se tiene que determinar la ecuación del costo total en función de la cantidad de producto para cada alternativa evaluada: Costo total = $f(Q)$, existiendo 3 métodos para conocer el punto de equilibrio: Método de la ecuación, método del margen de contribución y método gráfico.

En el análisis del punto de equilibrio mediante el método de la ecuación, se supone que las tecnologías que se están comparando permiten obtener un producto de la misma calidad de tal manera que el precio de producto es el mismo con cualquiera de las dos tecnologías. Bajo estas condiciones en el punto de equilibrio se cumple lo siguiente:

$$\text{Costo total (Tecnología A)} = \text{Costo total (Tecnología B)}$$

Cada tecnología tiene su propio costo fijo y su propio costo variable unitario; de manera que para una tecnología de producción (A) su costo total será:

$$CT_A = CFT_A + CVT_A$$

La ecuación de costo total será de la forma: $Y = a + bX$

Donde:

- a = Costo fijo total
- bX = Costo variable total
- b = Costo variable unitario
- X = Cantidad de producto

Para el análisis se asume que el costo variable unitario es constante; de tal manera que la ecuación del costo total es una línea recta, cuya pendiente es igual a su respectivo costo variable unitario.

Sea X , la cantidad de producto; y A y B las tecnologías de producción que se comparan, en el punto de equilibrio se cumple:

$$CF(A) + CV_u(A) \cdot X = CF(B) + CV_u(B) \cdot X$$

Donde X , viene a ser la cantidad de producto en la cual ambas tecnologías tienen el mismo costo total. Por encima de ese volumen de producción una de las tecnologías es la más conveniente; y por debajo, es conveniente la otra tecnología. En estos casos siempre se ha observado que tecnologías de bajo costo fijo, tienen un alto costo variable unitario y viceversa.

2.5 PINUS RADIATA

2.5.1 DENDROLOGÍA

A) TAXONOMÍA

Scott (1961) indica que existen dos grupos o divisiones de pino: *Haploxyton* o pinos blandos, con un solo haz vascular en la hoja, y *Diploxyton* o pinos duros con dos o tres acículas.

El *Pinus radiata* D. Don pertenece al subgénero *Diploxyton*, según la división realizada por Shaw (1914) y se ubica en la sección Taeda (Ruiz de la Torre y Ceballos 1979).

Se reconocen tres variedades dentro de esta especie: una variedad continental denominada variedad radiata, en la que predominan tres acículas por vaina, y dos variedades isleñas, binata y cedrosensis, de las islas mexicanas de Guadalupe y Los Cedros, en las que dos acículas son mucho más frecuentes.

Actualmente se considera la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: *Plantae*
- Sub reino: *Tracheobionta*
- División: *Pinophyta*
- Clase: *Pinopsida*
- Orden: *Pinales*
- Familia: *Pinaceae*
- Género: *Pinus*
- Sub género: *Diploxyton*
- Sección: *Taeda*
- Especie: *Pinus radiata* D. Don

B) FISONOMÍA DEL ÁRBOL

La especie está representada por árboles con alturas de 30 – 40 m y con DAP de 80 – 150 cm, presenta un tronco recto cónico con corteza muy agrietada a lo largo del tronco, sin vasos leñosos en el xilema secundario y una copa alargada cónica con ramificación horizontal, mala capacidad para podarse naturalmente y un follaje de color verde intenso, con cierta tendencia azulada (Estrada 1997)

Sus raíces son de tipo radicular, pivotante, axonomorfa que se originan de la radícula del embrión en donde se observa un eje principal y de él salen los secundarios (Vidal 1962).

En Chile puede alcanzar en suelos de buena calidad alturas de 33 a 45 m y en suelos pobres una altura de 16 a 26 m, con un incremento diamétrico de 8 cm anuales para una relación de 27 a 30 años (Flinta 1966).

En España llega a alcanzar 30 m de altura y de 50 a 60 cm de DAP en 30 años (Villegas 1953).

En Ecuador alcanza los 35 cm de DAP y una altura de 16 m a los 27 años (Flinta 1966).

C) CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Las hojas son aciculares, verticiladas agrupadas en haces de 3, de 6 a 15 cm de longitud, finas y de color verde brillante; con flores masculinas amentiformes de color amarillo rosado formados por estambres dispuestos en espiral alrededor del eje portando dos sacos polínicos cada uno, en la axila de cada bráctea estéril se encuentra una flor femenina rojo púrpura, constituida solo por el carpelo o escama ovulífera que lleva dos óvulos en la parte superior; sus frutos son piñas ovoides, de forma asimétrica alargada de 5 a 7 cm de ancho por 7 a 15 cm de largo, de un color marrón oscuro dispuestas en grupos de 2 a 5 que poseen escamas leñosas generalmente de color café y semillas de 5 a 7 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho con una ala estrecha y larga (Villegas 1953 y Scott 1961) con 8 cotiledones, variando de 5 a 12 (Ramos 1965).

Tiene un comportamiento denominado apertura serótina o tardía que consiste en conservar sus piñas en el árbol durante varios años con aperturas y cierres periódicos de las escamas, liberando semillas (Shaw 1914). Fructifica a los 10 años conteniendo entre 20 000 a 35 000 semillas por kg, con un poder germinativo de 60 a 80%, pudiendo ser almacenadas por 3 o 4 años (Villegas 1953 y Flinta 1966).

2.5.2 ECOLOGÍA DE LA ESPECIE

A) DISTRIBUCIÓN

El *Pinus radiata* D. Don es una especie conífera, que recibe el nombre vulgar de “Monterrey pine” por ser originario de la península de Monterrey (California – USA), en Chile, Argentina y España se le conoce como “pino insigne”; en Ecuador y Puerto Rico como “pino monterrey”; en los lugares donde ha sido establecido en el Perú se le conoce como “pino” (Flinta 1966). En Latinoamérica se cultiva en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú y Uruguay. Ha sido introducido con buenos resultados en Nueva Zelanda, Australia, África del Sur, España y Francia (Scott 1961 y Flinta 1966).

B) CLIMA

Villegas (1953) indica que se adapta muy bien al clima húmedo y benigno del Norte de España, mientras que Scott (1961) manifiesta que el clima del hábitat es del tipo mediterráneo, muy uniforme, inviernos lluviosos con precipitaciones de 425 a 825 mm, veranos secos, frescos, húmedos y brumosos en el que el sol puede permanecer oculto durante semanas enteras. Otros autores como Vidal (1962) afirman que el *Pinus radiata* D. Don prospera en diversos climas, soportando temperaturas desde 42 °C como máximo hasta -6 °C como mínimo; una temperatura óptima de 10 a 14 °C para su mejor crecimiento, una precipitación anual de 780 a 1 000 mm, desarrollándose en altitudes mayores de 3 600 m s. n. m. Flinta (1966) por su parte asegura que tiene preferencia por los climas templados, con temperaturas medias de 14 °C, lluvias de invierno de 350 a 1 000 mm y una mínima absoluta de -2 °C.

C) SUELOS

Esta especie prefiere suelos areno-arcillosos de 40 a 60 cm de profundidad como mínimo, pero permeables; tolera suelos arcillosos hasta salinos. El sistema radical es poco profundo; pero las raíces laterales son fuertes y esparcidas (Scott 1961).

Es exigente en P₂O₅ y no soporta deficiencias de Zinc y Boro, las que causan una reducción en la intensidad de su crecimiento. En los terrenos poco abrigados del norte de España es desarraigado debido a la acción de vientos huracanados del sur y de los fuertes temporales del noroeste (Villegas 1953). En Chile y Colombia parece haberse adaptado bastante bien a suelos pobres (Villegas 1953 y Flinta 1966).

2.5.3 PRÁCTICAS DE VIVERO

Galloway y Borgo (1983) decían que para aplicar el método de siembra directa era necesario contar con pruebas de germinación.

Actualmente se cuenta con pruebas de germinación para las semillas de *Pinus radiata* D. Don, las cuales superan el 80% de germinación, motivo por el cual la producción de plántulas se efectúa en viveros de mediana o alta tecnología aplicando siembra directa en envases (bolsas o tubetes) para posteriormente plantarse con su respectivo pan de tierra en campo definitivo.

A) PRODUCCIÓN EN VIVEROS DE MEDIANA TECNOLOGÍA

Se entiende como viveros de mediana tecnología a los viveros descentralizados permanentes, llamados también viveros institucionales, que utilizan bolsas de polietileno como envases.

La siembra en estos viveros se efectúa colocando dos semillas en las bolsas llenas de sustrato, a una profundidad no mayor de una y media veces su diámetro; eliminándose a la plántula de menor calidad en el caso de que germinen las dos semillas (Galloway y Borgo 1983).

Según Ocaña (1996) en el Perú se utilizan dos tamaños de bolsas de polietileno: 4" x 7" (10 cm x 18 cm x 0,0015") y 5" x 7" (13 cm x 18 cm x 0,0015").

Las más usadas para la producción de *Pinus radiata* D. Don son las de 4"x7", requiriendo 1 m³ de sustrato para el llenado de 1.500 bolsas. Este sustrato debe tener una textura suelta que permita buena aeración y drenaje, lo cual se consigue con una combinación de arena (75%) y arcilla (25%), un pH de 4,5 - 6,5 y la adición de hongos micorríticos (Galloway y Borgo 1983). Estos hongos (del género *Suillus*), se asocian en una relación benéfica para la planta y son imprescindibles, ya que sin él no es posible su producción (Ocaña 1996).

Los sustratos usados actualmente son producto de la mezcla de tierra agrícola, turba o tierra negra y arena. La arena tiene la propiedad de darle soltura a la tierra mientras que la turba proporciona nutrientes y retiene la humedad. La textura de la tierra agrícola es la que determina las proporciones de la mezcla. Si es demasiado pesada (arcillosa), será necesario mayor cantidad de arena y turba para darle más soltura y aportar nutriente. Si es demasiado suelta, ya no será necesario agregarle arena (Ocaña 1996).

B) PRODUCCIÓN EN VIVEROS DE ALTA TECNOLOGÍA

Los viveros de alta tecnología son viveros que adoptan la tecnología y experiencia de países líderes en reforestación, principalmente del Brasil, elevando la calidad de los plántones y facilitando su manejo y transporte. Reducen los costos de producción al utilizar menor cantidad de sustrato y de semilla (1 semilla por tubete). La descripción de estos viveros coincide con la definición del vivero descentralizado permanente que hizo Ocaña (1996) ya que tienen un alto costo inicial de instalación al utilizar infraestructuras de elevado costo con invernaderos, además de emplear semillas certificadas, bandejas de germinación y tubetes de polipropileno, requieren un sistema de fertirriego por nebulización y aspersión (FONDEBOSQUE 2007).

A partir de la instalación del primer vivero forestal de alta tecnología en el 2004 por FONDEBOSQUE se reemplazaron, en viveros de este tipo, las tradicionales bolsas de polietileno por tubetes de polipropileno; empleándose, para el *Pinus radiata* D. Don, tubetes T115 con una capacidad de 115 cm³, permitiendo un mejor aprovechamiento del sustrato. Estos envases tienen características definidas, como por ejemplo en su diseño que permite la poda radical (Stuewe 2006) presentándose como una ventaja frente a las bolsas de polietileno, en donde muchas veces ocurre un crecimiento de la raíz en espiral (González 1995, Liegel y Venator 1987).

FONDEBOSQUE (2007) afirma que 2 personas pueden llenar 15 000 tubetes de 115 cm³ por día, necesiándose 1 m³ de sustrato para llevar a cabo esta tarea. Otro aspecto importante es la facilidad de transporte; por ejemplo un camión D300, transporta 15 000 tubetes de polipropileno. El sustrato empleado ha sido elegido entre innumerables ensayos preliminares, utilizando cascarilla de arroz semicarbonizada que al poseer una adecuada porosidad, permite una buena aireación y drenaje de las raíces, además de no necesitar de tratamientos químicos para su esterilización, al no contener semillas, nematodos, ni patógenos. Los ensayos proponen una formulación de sustrato compuesta de turba, arena lavada de río y cascarilla de arroz semicarbonizada que además debe tener características como baja salinidad y baja capacidad de intercambio catiónico.

Otra de las actividades de la producción en viveros de alta tecnología es el programa de fertirriego, el cual se aplica después de la germinación, durante el crecimiento y la rustificación. (FONDEBOSQUE 2007).

2.5.4 FERTILIZACIÓN EN EL VIVERO

Los árboles como cualquier otro cultivo necesita 13 elementos esenciales para su crecimiento: los elementos mayores N, P, K, Mg, Ca, S y elementos menores: Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Cl y B. Las cantidades de estos nutrientes que absorbe la planta dependen en cierta medida del sustrato y de la especie, siendo injustificada en los viveros de la sierra peruana la adición de fertilizantes si se cuenta con un sustrato moderadamente rico en nutrientes. Galloway y Borgo (1983) afirman que si el sustrato para el embolsado en el vivero no es adecuado, las coníferas como el *Pinus radiata* D. Don presentan las siguientes características ante la deficiencia o exceso de elementos:

- Nitrógeno (N): Cuando hay deficiencia se presenta un follaje uniformemente verde claro o amarillento, hasta amarillo claro, en casos extremos las puntas de las acículas se tornan rosadas y las acículas inferiores están parcialmente muertas. El exceso produce clorosis en las puntas de las acículas, seguida de necrosis.
- Fósforo (P): Su deficiencia produce un follaje más verde oscuro que lo normal, hasta verde azulado. Las acículas bajas se ponen rojas, sufriendo a veces necrosis; su exceso hace que las acículas cercanas al ápice tengan una coloración verde clara.
- Potasio (K): La deficiencia hace que el follaje se vuelva verde azulado, rojo hacia las puntas de las acículas, en plantones mayores se puede presentar coloraciones hacia el ápice mientras que su exceso produce clorosis en las puntas de las acículas y quemaduras, especialmente en las hojas bajas.

Cuando los otros factores de crecimiento están cercanos al óptimo, el nitrógeno determina la importancia de la producción vegetal en general, y leñosa en particular, el fósforo se encuentra formando nucleoproteínas, ácidos nucleicos, proteínas y hexosas en la planta (Padilla, 1984).

Davey (1983) menciona que se ha comprobado que un buen suministro de potasio además de sus diversas funciones reguladoras aumenta la resistencia del árbol a varios patógenos y a las bajas temperaturas. Padilla (1984) por su parte, afirma que el potasio aumenta la presión osmótica, favorece la absorción del agua, protege a la planta contra la marchitez, y juega un rol preponderante en la resistencia a la sequía y a las heladas.

2.5.5 CONSIDERACIONES EN LA DETERMINACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES

El cálculo de los costos de producción en viveros forestales es de gran importancia cualquiera sea la capacidad y el tipo de viveros, permitiendo determinar la real eficiencia de uso de materiales, insumos, mano de obra y dirección técnico administrativa en el proceso productivo de plantones. (PRONAMACHCS/FAO 1998). Estudios anteriores sobre cálculo de costos de producción en viveros han sido efectuados por Reyna (1975) en Perú para la especie *Pinus radiata*, Navarro y Rodríguez (1985) en Costa Rica en plantas para leña y Garnica (1989) en Bolivia para *Pinus sp*; empleando la toma de datos en las labores realizadas como metodología para analizar y calcular los costos en cada actividad.

A través del cálculo de los costos de producción, se puede determinar el costo unitario de cada planta producida a diferentes condiciones de trabajo, teniendo en cuenta que los cálculos deben efectuarse con la producción real anual (objetivos de producción + sobreproducción), a fin de prever la mortandad ocasionada por enfermedades u otros factores externos que pueden condicionar la supervivencia en el vivero. Bazán (1967) por ejemplo señala que la enfermedad “chupadera fungosa” (Damping Off) causada por los hongos *Rhizoconia solani Kuhn* y *Fusarium spp* puede elevar la mortandad en el vivero hasta en 100%.

La lista de actividades depende si la propagación de plantones va a ser mediante brinzales, siembra directa o mediante almácigo, llegando a registrarse 13 actividades diferentes cuando la producción de plántulas es mediante siembra directa (Garnica 1989), hasta registrar 24 actividades (Navarro y Rodríguez 1985) cuando es mediante almácigo. La propagación de plantones por siembra directa comprende las siguientes actividades: extracción, transporte y cernido de tierra agrícola, turba y arena, preparación del sustrato, traslado del sustrato al lugar de embolsado, llenado y acomodado de bolsas con sustrato, siembra manual y fertilización. Ocaña (1996) considera además las labores silviculturales: protección, riego, deshierbe y remoción de plantones.

Reiche *et al.* (1991) manifiesta que para comparar la eficiencia y los costos de producción se deben estimar el número de jornales y los insumos utilizados para producir determinada cantidad de plantas, con base a ese estándar es posible estimar la producción para mayor número de plantas.

PRONAMACHCS y la FAO (1998) recomiendan que en el cálculo del costo unitario de producción en la campaña, el método más preciso es el de clasificar y agrupar los costos en variables y fijos, sumándolos y dividiéndolos entre el número de plantas “netas” producidas.

Si la producción de plántulas es mayor a 100 000 plántulas deben ser manejadas por un técnico forestal, justificándose la presencia de un profesional técnico (Ingeniero Forestal con experiencia en silvicultura), cuando la producción es mayor a 1 000 000 plántulas anuales; asimismo producciones de 100 000 o menos no requieren de guardianía permanente, siendo suficiente un capataz-guardián. Aunque la mano de obra sea comunal, no debe excluirse de la valorización monetaria, o en obtener rendimientos o especialización del personal.

El costo de la movilidad puede presentar dos comportamientos: actuar como costo variable y considerarse los gastos de movilidad y pasajes cuando no exista un vehículo o comportarse como costo fijo cuando existe un vehículo. Los costos operativos comprenden reparación y mantenimiento, combustible, lubricantes y gasas, cambio de aceite lavado y engrase, neumáticos, sueldo del chofer y beneficios sociales.

Las depreciaciones de herramientas, equipos y construcciones son costos que muchas veces no son tomados en cuenta, habiendo muchos métodos para calcular la depreciación.

Además se deben tomar en consideración el mantenimiento de instalaciones e infraestructura, que son costos efectuados en mantener las instalaciones e infraestructura que tiene el vivero en función de su capacidad instalada. Otro costo que tampoco es tomado en cuenta es el de la renta de la tierra, que se calcula asumiendo dos alternativas: si la propiedad es de la institución, la renta de la tierra se asume con un cultivo tipo que podría haberse instalado en la campaña y deducir de allí el costo; si la propiedad no es la institución se considera el típico costo del alquiler de la tierra, que se cargará como costo en la producción de plantas.

Una vez identificados los costos variables e imputados los costos fijos a un número de plantas a producir en la campaña, se procede con el cálculo del costo unitario, teniendo en consideración casos anteriores como el cálculo del costo de producción en el vivero “Universidad” efectuado por Reyna (1975) para la especie *Pinus radiata*, en donde se realizó la evaluación de 33 516 plántulas de ésta especie, teniendo en consideración que el vivero tuvo una producción anual de 600 000 plántulas de diferentes especies forestales.

2.5.6 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Reyna (1975) realizó en Cajamarca – Perú, un estudio para calcular los costos en la producción de plántulas de *Pinus radiata* D. Don. Dicho estudio fue realizado entre los meses de julio a setiembre del año 1974 en un vivero propiedad de la Universidad Nacional Técnica de Cajamarca llamado “Universidad”, el cual estuvo ubicado a una altitud de 2 600 m s. n. m., con una temperatura media mensual de 12,2 °C y una humedad relativa de 64%.

Analizando los gastos, se ha obtenido en el rubro “producción” el monto de S/. 33 680,58; para “operación” S/. 14 784,32 e “inversión” S/. 1 340,64. Estas cantidades correspondieron a producción el 64%, operación 28,5% y 2,5% la inversión. Obteniéndose una producción final de 33 516 plántulas con un costo total de S/. 52 295,82, incluyendo un 5% de imprevistos, siendo el valor de la plántula US\$ 0,038 (con un valor de US\$ 1,00 = S/. 41,07) empleando 175 jornales que representan el 35% del costo total del estudio.

Pajares (1988) acopió experiencias sobre costos de producción de plantones en Cajamarca, obtenidas desde 1977, realizando con el Centro de Investigación y Capacitación Forestal CICAFOR un estudio en el Centro Agroforestal Cochamarca (Provincia de San Marcos, Cajamarca) durante la campaña de producción de plantones 1982 – 1983, para calcular los costos en la producción de plantones a raíz desnuda de *Pinus sp.*, referida especialmente a la especie *Pinus radiata* D. Don, determinándose al final un costo unitario de US\$ 0,07 por planta (con una equivalencia al año 1983 de US\$ 1,00. = I/. 2,30).

En marzo de 1984, el programa de Repoblamiento Forestal CORDECO-COTESU, inició sus actividades en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, bajo convenio establecido entre la Cooperación Técnica Suiza (COTESU) y la Corporación Regional de Desarrollo de Cochabamba (CORDECO). El ritmo de crecimiento violento del Programa fue de 1985 a 1986, cuando se incrementó la producción, así como la contratación de nuevo personal técnico, lográndose hacer el cálculo lanzando el resultado de US\$ 0,042 por planta, costo estimado para todos los viveros. Viendo la imperiosa necesidad de tener costos de producción más exactos, en 1986 se inició la toma de datos de rendimientos por actividad en cada vivero, bajo la metodología utilizada y validada en 1985 para determinar los costos de producción de plantas en vivero efectuada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en donde se obtuvieron costos promedios por planta de US\$ 0,022 para viveros permanentes.

Este trabajo se realizó durante 6 meses (2 meses discontinuos y 4 meses intensivamente). Posteriormente se procesaron los datos en relación con el área y la cantidad producida por vivero, logrando obtener la suma de jornales e insumos utilizados durante el tiempo de estadía de los plantones en los diferentes viveros.

Los viveros, por estar ubicados en diferentes zonas, tienen distintas influencias edafo-climáticas, con lo que las tareas no siempre son comunes o tienen diferentes métodos y técnicas para realizarlas. Esto hace que el costo varíe, y ya que el objetivo principal del estudio es obtener los costos reales de producción, no podemos iniciar estos sin dar las características físico climáticas, donde se desarrollaron las actividades de cada uno de nuestros viveros.

Luego de tres años de llevar adelante la toma de datos y su correspondiente procesamiento; además de publicar dos boletines anteriores sobre el tema de “costos”, el Programa de Repoblamiento Forestal CORDECO-IC-COTESU publica en 1989 un boletín donde se encuentra el resumen de los trabajos logrados y su respectivo procesamiento en Cochabamba – Bolivia. El estudio se realizó en 9 viveros distintos obteniéndose un costo unitario promedio de US\$ 0,115 para plantones de *Pinus* en bolsa.

En el Perú, el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos - PRONAMCHCS ha venido elaborando anualmente planes de trabajo institucionales, publicando en el año 2006 la “Guía para la elaboración y Ejecución del Plan de Trabajo Institucional 2007”, en donde se adjunta un conjunto de anexos con costos unitarios; siendo US\$ 1 170,75 el monto calculado para el mejoramiento de un vivero institucional con capacidad para un millón de plantones, mientras que el costo unitario para la producción de plantones de *Pinus radiata* y su instalación en 10 hectáreas fue de US\$ 0,07 y US\$ 1 491,30 respectivamente; obteniéndose un costo por hectárea instalada de US\$ 149,00 (con una equivalencia al año 2007 de US\$ 1,00 = S/. 2,99). Considerándose como costo referenciales, ya que el valor real debe estar justificado por el expediente técnico respectivo.

2.5.7 RENDIMIENTOS EN PLANTACIONES FORESTALES

La razón fundamental por la que el *Pinus radiata* ha alcanzado una amplia difusión a nivel mundial en programas de reforestación, es debido a su rápido crecimiento y al volumen de producción que alcanza (Scott 1961), motivo por el cual empezaron a introducirse plantaciones en regiones tropicales, con rendimientos de hasta los 15-20 m³/ha/año (González 1960).

En lugares donde se han realizado plantaciones masivas como Nueva Zelanda, Chile, Australia y Sudáfrica, el incremento medio anual ha alcanzado hasta los 25 m³/ha/año y en España hasta los 17 m³/ha/año; en cambio en el mismo California (Estados Unidos), lugar de donde es originaria la especie, alcanza los 15 m³/ha/año. Por otra parte, existen lugares excepcionales como Lota en la zona Austral de Chile, en la que se obtiene hasta 28 m³/ha/año (Scott 1961).

En Nueva Zelanda se llega al nivel comercial en el mercado para pulpa a los 18 años de edad (Mackney 1967), con rendimientos de 23 m³/ha/año a los 25 años en una calidad de Sitio I (Bunn 1967).

A los 20 años las plantaciones en clases de Sitio I registran las siguientes producciones totales: 406 m³/ha (Sudáfrica), 656 m³/ha (Australia), 515 m³/ha (Chile) (Bunn 1967), mientras que en España se indica una producción promedio de 400 m³/ha y 725 m³/ha (Scott 1961).

Entre los años 1976 – 1980 la Dirección General de Investigación Forestal y Fauna del Ministerio de Agricultura del Perú estableció aproximadamente 100 ensayos de especies forestales en la Región de la Sierra Peruana, establecidos entre los 2 500 y 3 900 m s. n. m. y en cuatro departamentos. El *Pinus radiata* mostró más plasticidad en estos experimentos, ya que fue la única especie de *Pinus* ensayada que mostró capacidad de crecer en muchas partes de la Sierra Peruana (incluyendo condiciones secas, alcalinas y frías). (FAO/Holanda/INFOR 1985).

Los ensayos se establecieron por las respectivas Estaciones Experimentales en parcelas con 16 a 25 árboles de la misma especie y la misma procedencia, con un espaciamiento de 2 x 2 m.

Las plantaciones de *Pinus radiata* estimaron producciones de 318 m³/ha a los 18 años en Cajamarca (González 1975), mientras que en la localidad de Camani-Puno, a los 13 años registraron alturas promedios de 12 m, un área basal de 40 m²/ha y un volumen de 332 m³/ha (Romero 1978).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo a la finalidad del presente estudio se determinaron los costos en una plantación forestal en macizo con fines de protección empleando la especie *Pinus radiata*.

La plantación se instaló en 50 ha, de las cuales 25 ha se instalaron con plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología y 25 ha con plántones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología

El estudio se dividió en dos fases: la fase de producción de plántones y la fase de instalación de la plantación, para lo cual se hizo una caracterización de las áreas en donde se produjeron los plántones y donde se instaló la plantación, así como también de los materiales y la metodología aplicada en cada caso.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 ÁREA DE LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES

A) UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA

La producción de plántones se efectuó en dos viveros con diferente tecnología de producción: un vivero forestal de alta tecnología y un vivero forestal de mediana tecnología, ambos ubicados en el sector llamado “La Mejorada”, perteneciente al distrito de Mariscal Cáceres, provincia de Huancavelica, de la región Huancavelica.

El distrito de Mariscal Cáceres es uno de los 19 distritos de la Provincia de Huancavelica. Limita al norte con el Distrito de Ahuaycha Provincia de Tayacaja; al oeste con el Distrito de Huando; al sur con los distritos de Acoria y Huando; y, al este con el Distrito de Acoria.

Mariscal Cáceres es también conocido como “La Mejorada”, como homónimo de la hacienda Mejorada que se ubica en este distrito.

Fue fundada el 4 de agosto de 1570 por el virrey Francisco de Toledo, recibiendo el nombre de Villarrica de Oropesa y su creación se dio mediante Ley N° 8067 el 27 de marzo de 1935, siendo el distrito más pequeño del Perú en un ámbito rural.

El vivero forestal de alta tecnología está ubicado en un predio de propiedad del Ministerio de Agricultura y administrado actualmente por Agro Rural, con una extensión de 1,56 ha. Se encuentra a una altitud de 2 820 m s. n. m. y tiene la siguiente ubicación geográfica:

Latitud Sur : 12° 32' 57''

Latitud Oeste : 74° 55' 43''

El vivero forestal de mediana tecnología está ubicado en un predio de propiedad de Leonardo Quincho Quispe, alquilado cada año a la Dirección Zonal Agro Rural – Huancavelica, con una extensión de 0,3 ha, una altitud de 2 809 m s. n. m., con las coordenadas geográficas:

Latitud Sur : 12° 32' 12''

Latitud Oeste : 75° 04' 17''

B) ACCESIBILIDAD

- Lima – Huancayo: Carretera Central. 315 km en 7 h.
- Huancayo – Izcuchaca: Carretera asfaltada. 61 km en 1 h 15 min.
- Izcuchaca – La Mejorada: Carretera afirmada. 17 km en 15 min.

C) CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El clima del sector “La Mejorada” es moderadamente lluvioso y de amplitud térmica moderada pasando del cálido templado al templado frío, tal como se aprecia en el cuadro 1, que resume todos estos valores.

Cuadro 1 Características climáticas del sitio de producción (distrito de Mariscal Cáceres)

PARÁMETROS	VALOR
Altitud (m s. n. m.)	2 847
Temperatura (°C)	2,8 – 15,4
Precipitación media anual (mm)	829
Humedad (%)	65
Meses de lluvia	octubre – marzo

Fuente: SENAHMI. Elaboración propia.

D) MAPA DE UBICACIÓN

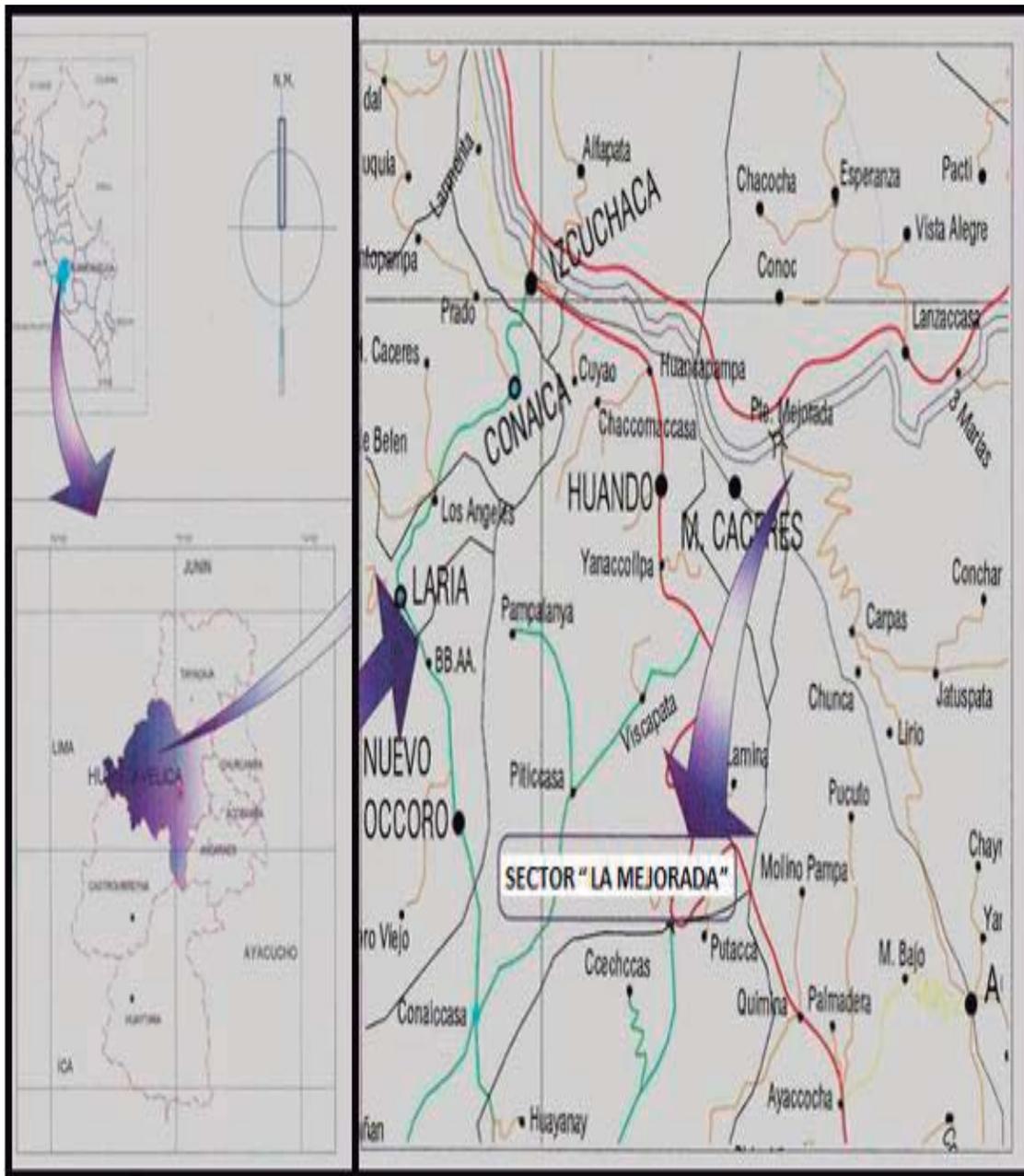


Figura 1 Mapa de ubicación del sitio de producción de plantones (distrito de Mariscal Cáceres).

3.1.2 ÁREA DEL SITIO DE LA PLANTACIÓN

A) UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA

La plantación se realizó en el distrito de Yanacancha, provincia de Chupaca de la región Junín. Se encuentra a una altitud de 3.700 m s. n. m. y tiene la siguiente ubicación geográfica:

Latitud Sur : 12° 10' 56''

Latitud Oeste : 74° 37' 39''

B) ACCESIBILIDAD

- Lima – Huancayo: Carretera Central. 315 km en 7 h.
- Huancayo – Yanacancha: Carretera asfaltada y afirmada. 56 km en 2 h.

C) MAPA DE LA UBICACIÓN

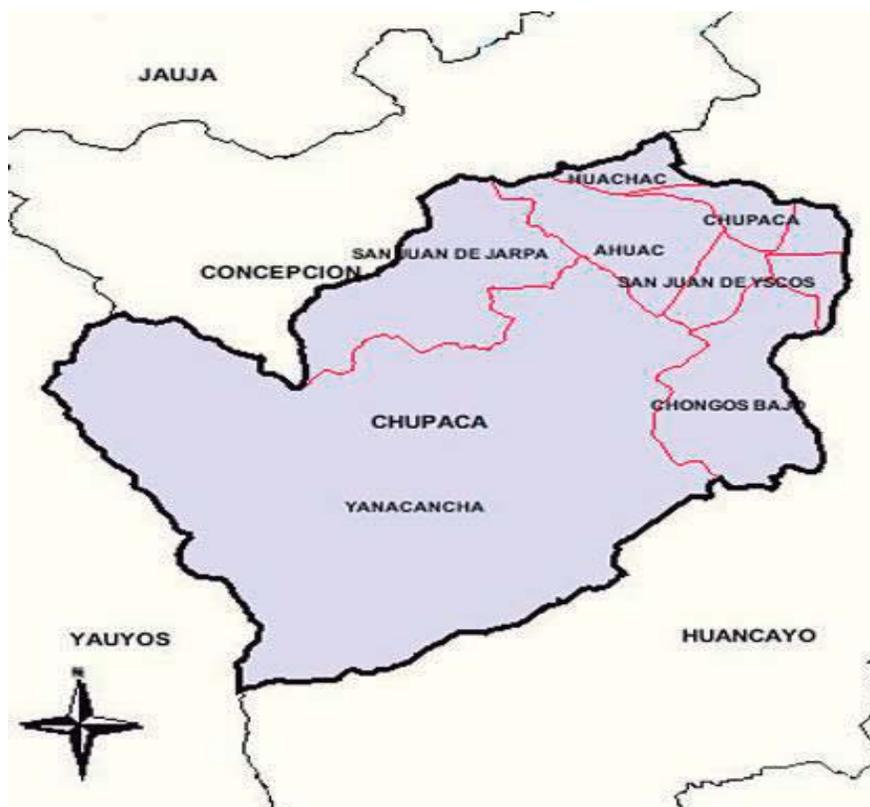


Figura 2 Mapa de ubicación del sitio de plantación (distrito de Yanacancha).

D) CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El clima del distrito de Yanacancha es del tipo húmedo y frío seco moderado. La temperatura en la época seca oscila entre -3 °C y 20 °C, mientras que en la época de lluvia se encuentra entre 3 °C y 18 °C, siendo las temperaturas más bajas en los meses junio, julio y agosto

La precipitación media anual registrada para el distrito de Yanacancha es de 785 mm, con lluvias que se inician en septiembre, siendo más intensas entre los meses de noviembre a febrero; la época seca se inicia en el mes de mayo siendo más intensa en los meses de junio, julio y agosto.

Los vientos se presentan en julio y agosto, con dirección de sur a norte y suroeste a noreste

Cuadro 2 Características climáticas del sitio de plantación (distrito de Yanacancha)

PARÁMETROS	VALOR
Altitud (m s. n. m.)	3 745
Temperatura (°C)	-3 – 20
Precipitación media anual (mm)	785
Humedad (%)	58
Meses de lluvia	octubre – marzo

Fuente: SENAHMI. Elaboración propia.

E) CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

De acuerdo al Mapa Ecológico de Holdridge, la zona de vida del sitio de plantación (distrito de Yanacancha) es el Páramo Muy Húmedo Sub Alpino Tropical (pmh – SAT) el cual geográficamente ocupa las partes orientales de los Andes en sus porciones norte, centro y sur entre los 3 000 – 4 500 m s. n. m.

El escenario vegetal está constituido por una abundante mezcla de gramíneas y otras hierbas de hábitat perenne. Debido al intenso sobrepastoreo prolifera el romero (*Rosmarinus officinalis*), garbancillo (*Astragalus garbancillo*) y paco-paco (*Tigulia elongata*).

Entre las especies forestales más comunes se observa al queñual (*Polylepis racemosa*), colle (*Buddleja coriácea*) y chachacomo (*Escallonia resinosa*).

F) CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

El escenario edáfico del distrito de Yanacancha, a una altitud entre 3 600 – 3 900 m s. n. m., está conformado, según el mapa de Capacidad de Uso Mayor del Suelo, mayormente por suelos que corresponden a la “Subclase de tierras de Calidad Agrícola Baja con limitaciones por clima” (Símbolo A3c), encontrándose también suelos cuya capacidad de uso mayor es apta para pastos (P) y protección (X).

Estas tierras desde el punto de vista edáfico reúnen suelos de profundidades variables, de textura fina a media, muchas veces con fragmentos gruesos (alto contenido de gravas), generalmente con influencia volcánica o sin ella; donde existe el predominio de materiales calcáreos, también se encontraron suelos de mal drenaje, suelos orgánicos y delgados. Por lo general estos suelos son ácidos a neutros.

G) CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS

El distrito de Yanacancha se encuentra dentro de la microcuenca del río Cunas, la cual a su vez es irrigada por tres ríos importantes: río Cunas, río Negro y río Apahuay. El río Cunas nace en las lagunas ubicadas en la zona oeste, pastos naturales de Cachi y San Juan de Jarpa, a 4 300 m s. n. m. y recorre de oeste a este siendo el único que pasa por el distrito de Yanacancha, desviando sus aguas hacia el norte.

H) CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS

La configuración topográfica del distrito de Yanacancha está definida por áreas bastantes extensas, presentado relieves suaves a ligeramente onduladas y colinadas, con laderas de moderado a fuerte declive hasta presentar en muchos casos afloramiento rocoso.

En las partes altas se observan relieves no muy accidentados, caracterizados por una forma de embudo, con pastos naturales en la zona alta tipo altiplano andino. Presenta lomadas, abras, pedregales, pampas, ríos, riachuelos, abrigos rocosos. La zona intermedia y baja están orientadas al cultivo y la zona alta está cubierta por una densa vegetación de pastos naturales, que ofrece un hermoso panorama. En este distrito además se pueden apreciar planicies y laderas suaves, modeladas por acción glacial pasada. También se pueden observar zonas de pendientes, en las faldas de los cerros, con vegetación extensa de pastos.

3.2 MATERIALES

3.2.1 EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES

A) MATERIALES

- a) Registros contables de los viveros de alta y mediana tecnología
- b) Útiles de escritorio: Libreta de campo, lapiceros

B) EQUIPOS

- a) De campo: Cámara fotográfica, cronómetros digitales, GPS.
- b) De gabinete: Computadora, impresora

3.2.2 EN LA INSTALACIÓN DE LA PLANTACIÓN

A) MATERIALES Y HERRAMIENTAS

A continuación se presenta un cuadro descriptivo y comparativo de los materiales y herramientas requeridas para la instalación de la plantación forestal, diferenciándolos en dos columnas, según la procedencia de los plantones y agrupándolos en fases.

Cuadro 3 Materiales y herramientas utilizadas para instalar plantones procedentes de dos viveros con diferente tecnología de producción.

PARÁMETROS	VIVERO DE ALTA TECNOLOGÍA	VIVERO DE MEDIANA TECNOLOGÍA
1.- PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL SITIO DE PLANTACIÓN		
Barreta SAE 1045-a 1/8"x1.60 m redondo pala ancha	SI	SI
Cordel n° 16 nylon	SI	SI
Guantes	SI	NO
Guano de isla	SI	NO
Jalones	SI	SI
Lampa cuchara SAE 1050-3 mm peso 2 550 -Y	SI	SI
Lampa recta larga 1025 mm Tp210x320 mm d 42-48 Y	SI	NO
Lima	SI	SI
Machete tipo sable	SI	SI
Pala forestal SAE 1 025	SI	NO
Pico SAE 1050 templado D 47-50 peso 2 250 g	SI	SI
Roca fosfórica de Bayóvar	SI	SI
Wincha de 50 metros	SI	SI
Zapapico SAE 1050 templado peso 2 350 g	SI	SI

2.- PLANTACIÓN		
Bolsa de polipropileno para transporte de plantones	SI	NO
Cloruro de potasio	SI	SI
Cristales hidroabsorbentes	SI	SI
Cuchillo de acero inoxidable 8"	NO	SI
Lampa cuchara SAE 1050-3 mm peso 2 550 g	NO	SI
Plantones en bolsa	NO	SI
Plantones en tubete	SI	NO
Sacos	NO	SI
Sulfato de amonio	SI	SI
Superfosfato de calcio	SI	SI
Zapapico SAE 1050 templado peso 2 350 g	NO	SI
3.- CERCADO		
Alambre de púas x 200 m	SI	SI
Grapas	SI	SI
Guantes	SI	SI
Martillo de uña	SI	SI
Postes de 4" x 6,5 pies (10 cm x 2 m)	SI	SI
Tensador	SI	SI
4.- RECALCE		
Bandejas porta tubete	SI	NO
Humus	SI	SI
Lampa recta larg.1025 mm Tp210x320 mm d 42-48 Y	SI	SI
Pala forestal	SI	NO
Plantones en bolsa	NO	SI
Plantones en tubete	SI	NO
Zapapico SAE 1050 templado peso 2 350 g	SI	SI

Fuente. Elaboración propia.

B) EQUIPOS

A continuación se presenta un cuadro descriptivo y comparativo de los equipos empleados.

Cuadro 4 Equipos empleados para instalar plantones producidos en dos viveros con diferente tecnología de producción.

EQUIPOS	VIVERO DE ALTA TECNOLOGÍA	VIVERO DE MEDIANA TECNOLOGÍA
1.- PLANTACIÓN		
Fertilizador metálico	SI	SI
Sembrador metálico	SI	SI
2.- RECALCE		
Sembrador metálico	SI	NO

Fuente: Elaboración propia.

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 ESTUDIO DE TIEMPOS

A) CÁLCULO DE RENDIMIENTOS EN LAS ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES EN VIVERO

En el vivero forestal de mediana tecnología se determinaron los rendimientos de la mano de obra en las diferentes actividades que conformaron el proceso productivo: cernido de tierra agrícola, preparación de sustrato, traslado de sustrato, llenado de bolsas, siembra manual en bolsa y labores silviculturales. Por su parte en el vivero forestal de alta tecnología no se realizó el estudio de tiempos, debido a que las labores similares se realizaron en forma automatizada, contratándose anualmente personal para operar los equipos respectivos.

a) Toma de tiempos

Se empleó el cronómetro para registrar los tiempos productivos e improductivos en un jornal de 8 horas de trabajo, utilizando el procedimiento de lectura “tiempo acumulado”. Paralelamente se registraron los tiempos productivos con otro cronómetro, utilizando el procedimiento de lectura “vuelta a cero”, realizando 30 observaciones en forma aleatoria durante las jornadas de trabajo, obteniendo al promediarlas el rendimiento promedio por jornal.

b) Cálculo de jornales

- Meta de actividad (P): Cantidad de sustrato cernido, preparado y trasladado, bolsas llenadas con sustrato y bolsas sembradas.
- Rendimiento (R): Productividad de la mano de obra en cada una de las actividades, calculado con el promedio de las observaciones para todo un jornal de 8 h.

El número de jornales totales se calculó sumando los jornales requeridos en cada uno de las actividades que involucró la producción de plantones; procediéndose al cálculo de jornales requeridos por cada actividad con la siguiente relación:

$$\# \text{ de Jornales} = \frac{P}{R}$$

B) CÁLCULO DE RENDIMIENTOS EN LAS ACTIVIDADES DE LA PLANTACIÓN

a) Toma de tiempos

Se utilizó el cronómetro para registrar los tiempos productivos e improductivos en todas las actividades, durante una jornada de trabajo, con el procedimiento de lectura “tiempo acumulado”.

Los rendimientos, registrados con el procedimiento de lectura “vuelta a cero”, se determinaron utilizando el mismo número de observaciones realizadas para la toma de tiempos en la producción de plantones (30) considerando lo siguiente:

- Tiempo programado (SH): Jornal de 8 h de trabajo.
- Tiempo productivo (TP): Horas efectivas en que la brigada estuvo trabajando.
- Tiempo improductivo (TI): Tiempo dedicado a la hidratación, descanso y a realizar necesidades fisiológicas.
- Porcentaje de eficiencia en el uso del tiempo programado (U): Representado con la siguiente relación:

$$\%U = \frac{(TP)}{(SH)} \times 100$$

b) Cálculo de jornales

- Meta de actividad (P): Cantidad de marcas realizadas y limpiadas, hoyos aperturados, plantones instalados, fertilizados y recalzados que deben realizarse en cada actividad.
- Rendimiento (R): Productividad de la mano de obra en cada una de las actividades, calculado con el promedio de las observaciones para todo un jornal de 8 h.

Se procedió al cálculo de jornales utilizando la siguiente relación:

$$\# \text{ de Jornales} = \frac{P}{R}$$

3.3.2 ESTUDIO DE COSTOS

A) CÁLCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES

Para determinar el costo de producción de plantones se aplicó el método de costeo basado en actividades “A.B.C.”, por un lado se determinaron los costos variables en cada tipo de vivero y por otro lado se estimó su respectivo costo fijo total anual.

Entre los costos fijos se consideraron a las depreciaciones y a los intereses sobre la inversión media anual, con una tasa de interés de 8%. Luego teniendo en cuenta la producción anual de plantones, se estimó el costo unitario del plantón para cada tipo de vivero en estudio.

Entre los costos variables de la producción de plantones se consideró:

a) Requerimiento de semilla

La cantidad de semilla se calculó dividiendo la producción anual de plantones entre la cantidad de plantones aptos obtenidos por kg semilla, éstos últimos obtenidos con la siguiente relación:

$$\text{Plantones /kg} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de semillas} \times \% \text{ pureza} \times \% \text{ germinación} \times \% \text{ plantones de calidad})}{\text{N}^\circ \text{ de semillas empleadas por contenedor}}$$

b) Requerimiento de envases

Se calculó en función de las metas de producción (incluida la sobreproducción).

c) Requerimiento de sustrato

Se calculó en función al tamaño de los envases usados en los respectivos viveros.

d) Requerimiento de insumos

Se contabilizaron los desinfectantes, fertilizantes y pesticidas usados en los viveros.

e) Requerimiento de mano de obra

Se contabilizó la mano de obra empleada en una campaña de producción.

f) Otros requerimientos

Se contabilizaron todos los materiales, herramientas y equipos complementarios.

B) CÁLCULO DEL COSTO DE PLANTACIÓN

Se utilizó el método de costeo basado en actividades “A.B.C.”, para calcular los costos en cada una de las actividades durante la instalación de las 50 ha de plantación con fines de protección.

El costo unitario de plantación (\$/ha); se calculó sumando los costos en todas las actividades realizadas durante la plantación forestal, dividiéndose entre la cantidad de hectáreas instaladas (25 ha para cada caso).

Cabe resaltar que los plántones fueron instalados en las mismas condiciones de sitio y siguiendo el siguiente flujo de actividades:

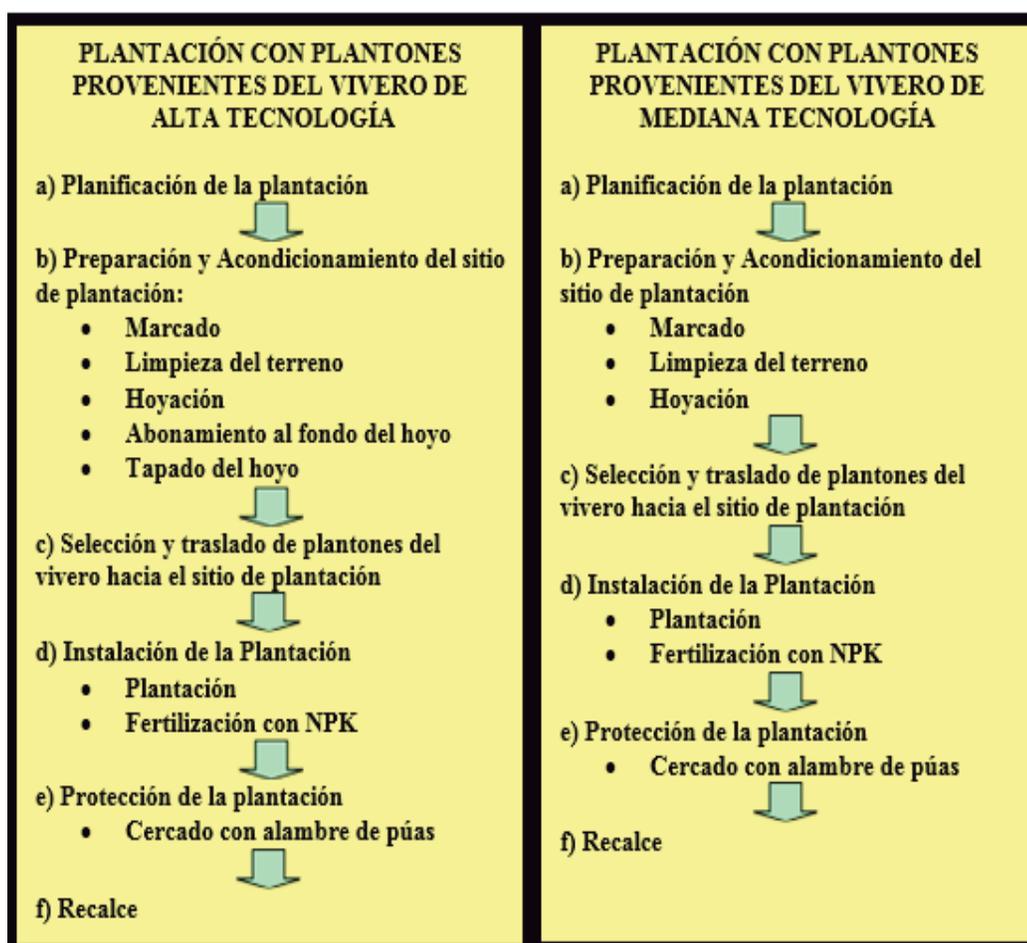


Figura 3 Flujo de actividades en la instalación de una plantación forestal con plántones procedentes de dos viveros con diferente tecnología de producción.

a) Planificación de la plantación

La planificación se realizó obteniendo y validando datos antes de la ejecución del expediente técnico con código SNIP 132391, que tuvo como uno de sus objetivos la instalación de una plantación en macizo con fines de protección en 100 ha de terrenos ubicados dentro de la microcuenca del río Cunas, contemplando aspectos técnicos como: zonificación del área de plantación, estudio de calidad de sitio y diseño de la plantación.

- Zonificación del área de plantación

La metodología utilizada se basó en el Sistema de Clasificación de Tierras establecido en el “Reglamento de Clasificación de tierras”, aprobado por Decreto Supremo N° 062/75 – AG de 1975, con las ampliaciones realizadas por la ONERN en 1980 a nivel de clases y subclases de capacidad de uso mayor, con adaptaciones a las condiciones propias del área del proyecto.

- Estudio físico del lugar “calidad de sitio”

Se hizo una caracterización climática a partir de un climatograma elaborado para el sitio de plantación y se determinó la zona de vida usando el sistema de clasificación de Holdridge.

La caracterización edáfica se realizó a partir de los análisis de suelo, con muestras obtenidas de una calicata, en el laboratorio del INIA – Santa Ana, Huancayo.

La caracterización topográfica se determinó a partir de la identificación del tipo de relieve y la fisiografía del sitio de plantación, recurriendo a la bibliografía para su correcta identificación y clasificación.

- Diseño de la plantación

El alineamiento estuvo en función al tipo de relieve observado, clasificación visual de erosión del suelo y disponibilidad de agua, escogiendo un diseño adaptado a esas condiciones de sitio.

El distanciamiento se realizó a partir de la relación existente entre el “*Pinus radiata*” que fue la especie elegida para este estudio y el objetivo de plantación (plantación con fines de protección), considerando el potencial del suelo para decidir la densidad de árboles plantados por hectárea.

b) Preparación y acondicionamiento del sitio de plantación

Conocido el distanciamiento entre árboles (D) en metros y el número de hectáreas (H), se calculó la cantidad de plántones requeridos, empleando la siguiente fórmula para dicho cálculo:

$$\text{Número de árboles x hectárea} = \frac{10\,000\ m^2 \times H}{D \times D}$$

Esta fórmula permitió además calcular la cantidad necesaria de marcas realizadas y limpias de maleza, además de la cantidad necesaria de hoyos aperturados y fertilizados.

Definidas las metas y calculado el rendimiento promedio de los trabajadores en cada una de las actividades, realizado con anterioridad en el estudio de tiempos, se procedió al cálculo de jornales necesarios para la preparación y acondicionamiento del sitio de plantación.

Cabe resaltar que el diseño de la plantación fue común a ambas tecnologías de producción de plántones, encontrándose algunas diferencias en determinadas actividades como por ejemplo en las actividades de “abonamiento al fondo del hoyo” y “tapado del hoyo” que se realizaron exclusivamente al acondicionar el sitio de plantación para instalar los plántones en tubetes procedentes del vivero de alta tecnología; asimismo en la instalación de la plantación con plántones en tubetes y bolsas se empleó dos metodologías y dosis de fertilización distintas para cada caso, la cual se volvió a usar en el recalce.

- Marcado del hoyo

Para realizar las marcas de la línea base se colocó la barreta en la marca inicial y se fijó sobre ésta la wincha para obtener las subsiguientes marcas con los distanciamientos escogidos para la plantación, usando para ello el zapapico.

Inmediatamente se trazaron circunferencias, empleando los cordeles de nylon, desde el centro de las marcas iniciales con radios del mismo tamaño del distanciamiento, hallando en la intersección de éstos radios los puntos a partir de los cuales se trazaron líneas diagonales a la línea base, con ayuda de los jalones.

La intersección de las líneas diagonales, paralelas entre sí, fueron las que nos permitieron determinar el resto de marcas para el diseño de la plantación.

- Limpieza del hoyo

Se eliminó la vegetación efectuando la limpieza con un machete curvo en un área aproximada de 1 m² alrededor del espacio que ocupará el plantón instalado.

La eliminación de la vegetación fue parcial, considerando la pendiente del terreno, previniendo así riesgos de erosión.

- Apertura del hoyo

La apertura de los hoyos se hizo de manera manual, empleándose lampas rectas, zapapicos y barretas para aperturar hoyos con dimensiones de 40 cm x 40 cm x 40 cm en el lugar central de las marcas de alineamiento, separándose la tierra en dos partes: la primera capa con los primeros 20 cm, que será empleada para el relleno del hoyo, y la segunda capa con los 20 cm restantes.

- Abonamiento al fondo del hoyo

Esta actividad se realizó de manera exclusiva para la instalación de plántones procedentes del vivero de alta tecnología, mezclando para cada planta 50 g de guano de isla y 165 g de roca fosfórica con una porción de suelo extraído de tal manera que esta mezcla ingrese al fondo; compensando de esta manera el déficit de nutrientes y mejorando así la textura, retención y la fertilidad general del suelo.

- Tapado del hoyo

Se realizó después del abonamiento del hoyo y también fue exclusiva para la instalación de plántones procedentes del vivero de alta tecnología.

Esta actividad consistió en el relleno de los hoyos aperturados con tierra suelta y permeable de los primeros 20 cm de la capa superficial del terreno, utilizando para esta actividad la ayuda de una pala cuchara, dándole así al suelo mejores condiciones de aireación y mayor retención de humedad.

c) Selección y transporte de plántones

Los plántones de *Pinus radiata* fueron seleccionados en base a los siguientes requisitos mínimos: 25 cm de alto, tallo recto y leñoso con una sola guía dominante, sin anomalías genéticas, libre de enfermedades y deficiencias nutricionales.

El sitio de plantación se ubicó a 135 km de los viveros. Para el traslado de los plántones se empleó un camión D300 en ambos casos, a fin de hacer la respectiva comparación; contabilizándose el número de viajes y la cantidad de jornales necesarios en la carga y descarga de los plántones así como su posterior distribución de éstos hasta el sitio de plantación.

- Transporte de plántones del vivero forestal de alta tecnología a campo definitivo

El vivero forestal de alta tecnología se encuentra situado en un predio propiedad del Ministerio de Agricultura, ocupa un extensión de 1,56 ha y tiene la siguiente ubicación geográfica:

Latitud Sur : 12° 32' 57''

Latitud Oeste : 74° 55' 43''

La capacidad de carga máxima de un camión D300 para transportar plántones en tubetes T115 por cada viaje fue de 15 000 plántones, representando un peso de 870 kg.

- Transporte de plántones del vivero forestal de mediana tecnología a campo definitivo

El vivero forestal de mediana tecnología está ubicado en un predio de propiedad de Leonardo Quincho Quispe, alquilado cada año a la Dirección Zonal Agro Rural – Huancavelica, ocupa una extensión de 0,3 ha y tiene la siguiente ubicación geográfica:

Latitud Sur : 12° 32' 12''

Latitud Oeste : 75° 04' 17''

La capacidad de carga máxima de un camión D300 para transportar plántones en bolsas 4'' x 7'' por cada viaje fue 3 000 plántones, representando un peso de 1 080 kg.

d) Instalación de la plantación forestal

- Instalación utilizando plantones producidos en el vivero de alta tecnología

Se introdujo el sembrador metálico en medio del hoyo tapado, instalando el plantón con una dosis de 6 g de cristales hidroabsorbentes diluidos en agua, accionando el gatillo de siembra al mismo tiempo que es sacado el sembrador del hoyo y, procediendo luego al apisonamiento en los extremos del hoyo. Posteriormente se realizó la fertilización, utilizándose 116 g de fertilizante NPK (10:30:10) y un fertilizador metálico el cual fue introducido a 15 cm del plantón sembrado, dejando caer los primeros 50 g de fertilizante por el tubo del fertilizador, retirándose para volver a realizar la misma operación en el otro extremo.

- Instalación utilizando plantones producidos en el vivero de mediana tecnología

Se colocaron 6 g de cristales hidroabsorbentes diluidos en agua al fondo del hoyo aperturado; luego se extrajeron los plantones de sus bolsas con la ayuda del cuchillo de acero inoxidable plantándose inmediatamente, con sus respectivos panes de tierra, en los hoyos aperturados, usando el mismo saco del traslado de los plantones para el recojo de las bolsas. Posteriormente se incorporó NPK (10:30:10), según las recomendaciones del análisis de suelo en laboratorio, y con la ayuda de la lampa cuchara se cubrió la planta con tierra, apisonándose alrededor, de afuera hacia dentro, dejando un espacio de 1 a 2 cm entre el borde del hoyo y la tierra apisonada, creando de esta manera condiciones para retener agua.

e) Cercado

Se aperturaron hoyos con dimensiones de 20 cm x 20 cm x 50 cm de profundidad para plantar postes de madera, con dimensiones de 2 m x 10 cm y a un distanciamiento de 3 m entre poste y poste, a fin de soportar 5 hileras de alambres de púas para el cercado de 2 unidades de plantación de 25 ha cada una, utilizando herramientas como el martillo de uña y el tensador.

f) Recalce

El recalce se realizó 10 meses después de instalar la plantación, evaluando previamente la mortandad en las hectáreas instaladas a fin de saber la cantidad necesaria de plantones a recalzar. Durante la ejecución de esta actividad se respetó la metodología empleada en la plantación para cada caso, aplicando además 2 kg de humus de lombriz por plantón recalzado.

3.3.3 ELABORACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS

La estructura de costos en la instalación de la plantación forestal se elaboró con la ayuda de un gráfico circular, mostrando los valores porcentuales agrupados en: planificación, acondicionamiento, transporte, instalación de plantación, cercado, recalce, y otros costos (ejecución, supervisión, logística y capacitación).

3.3.4 CÁLCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

Se identificaron y clasificaron los costos según su comportamiento en: costos fijos para todos aquellos que no dependieron del volumen de producción, y costos variables para todos aquellos influenciados por el incremento en la cantidad de hectáreas para la instalación de la plantación forestal.

Para realizar el cálculo del punto de equilibrio se relacionaron el costo fijo total anual y el costo variable unitario, cuando la plantación se realizó con plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología (VFAT) y con plántones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología (VFMT), empleando para ellos la siguiente relación:

$$\frac{CF(VFAT) - CF(VFMT)}{CVu(VFMT) - CVu(VFAT)}$$

Dónde:

- Costo fijo (CF): Sumatoria de todos los costos fijos hallados en la instalación de la plantación con cada nivel de tecnología (\$/año)
- Costo variable unitario (CVu): Sumatoria de los costos variables dividido entre la cantidad de hectáreas instaladas en campo definitivo (\$/ha)

Es necesario precisar que el cálculo del punto de equilibrio se realizó con los costos expresados en US\$ dólares, tomando como referencia el tipo de cambio del mes en el que se finalizó el estudio. (US\$ 1,00 = S/. 2,591)

El costo unitario de la plantación fue presentado en US\$/ha, pudiendo de este modo saber además el costo unitario de cada plánton instalado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE TIEMPOS

4.1.1 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS Y REQUERIMIENTO DE JORNALES EN LAS ACTIVIDADES DEL CICLO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES

Los tiempos improductivos identificados y cronometrados en el vivero forestal de mediana tecnología, teniendo en cuenta la meta anual del vivero, fueron:

- Tiempo de descanso: Tiempo dedicado a tomar agua y realizar necesidades fisiológicas.
- Tiempo de mantenimiento: Tiempo dedicado a limpieza y afilado de las herramientas.

Cuadro 5 Rendimientos y número de jornales necesarios por actividad en la producción de plantones en el vivero forestal de mediana tecnología.

ACTIVIDAD	TIEMPO PRODUCTIVO (HORAS)	EFICIENCIA (%)	META	RENDIMIENTO DEL OBRERO POR JORNAL	NÚMERO DE JORNALES
Cernido de tierra agrícola	4,00	50,00%	34,32 m ³	5 m ³	6,86
Preparación de sustrato	4,50	56,25%	104,00 m ³	2 m ³	52,00
Traslado de sustrato	4,60	57,50%	104,00 m ³	5 m ³	20,80
Llenado de bolsas 4"x7"	6,50	81,25%	156 000 bolsas	800 bolsas	195,00
Siembra directa en bolsa	6,70	83,75%	156 000 bolsas	3 000 bolsas	52,00
Labores silviculturales					30,00
TOTAL					357,00

Fuente: Elaboración propia..

Como se observa en el cuadro 5, los tiempos productivos fueron el resultado de la resta del tiempo total menos el tiempo improductivo, que al relacionar los tiempos productivos con el tiempo total nos dieron como resultado la eficiencia del uso del tiempo en cada actividad.

En la producción de 156 000 plantones de *Pinus radiata*, en el vivero de mediana tecnología, se registraron 357 jornales, representando la demanda de mano de obra para llegar a la meta de producción, 120 000 individuos.

4.1.2 DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS EN LAS ACTIVIDADES DE LA PLANTACIÓN

Una vez cronometrados los tiempos improductivos, se pudo calcular el tiempo productivo y, con ello, la eficiencia, calculando además el rendimiento del obrero por hora. Una vez obtenido el rendimiento por tiempo productivo, se obtuvo el rendimiento del obrero por jornal.

Cuadro 6 Rendimiento de las actividades en una plantación forestal, instalada con plantones producidos en el vivero forestal de alta tecnología.

ACTIVIDAD	TIEMPO PRODUCTIVO (HORAS)	EFICIENCIA (%)	RENDIMIENTO DEL OBRERO POR HORA	RENDIMIENTO DEL OBRERO POR JORNAL
Marcado del hoyo	6,92	86,46%	58 marcas realizadas	400 marcas realizadas
Limpieza del hoyo	7,00	87,50%	86 marcas limpias	600 marcas limpias
Apertura del hoyo	6,70	83,75%	12 hoyos aperturados	80 hoyos aperturados
Abonamiento al fondo del hoyo (guano)	6,92	86,46%	51 hoyos abonados	350 hoyos abonados
Abonamiento al fono del hoyo (roca fosfórica)	6,87	85,83%	102 hoyos abonados	700 hoyos abonados
Tapado del hoyo	6,50	81,25%	46 hoyos tapados	300 hoyos tapados
Carga de plantones en tubete	6,33	79,17%	288 plantones cargados	1 824 plantones cargados
Descarga de plantones en tubete	6,37	79,58%	503 plantones descargados	3 200 plantones descargados
Instalación de plantones en tubete	7,20	90,00%	154 plantones instalados	1 111 plantones instalados
Fertilización de plantones en tubete	7,25	90,63%	153 plantones fertilizados	1 111 plantones fertilizados
Apertura de hoyos para los postes del cercado	6,83	85,42%	18 hoyos aperturados	120 hoyos aperturados
Traslado de los postes para el cercado	7,08	88,54%	5 postes transportados	32 postes transportados
Plantado de postes para el cercado	7,00	87,50%	9 postes plantados	60 postes plantados
Colocación del cerco	6,83	85,42%	7 m de cerco colocados	50 m de cerco colocados
Carga de plantones en tubete para recalce	6,33	79,17%	288 plantones cargados	1 824 plantones cargados
Descarga de plantones en tubete para recalce	6,37	79,58%	400 plantones descargados	2 545 plantones descargados
Recalce de plantones en tubete	6,93	86,67%	20 plantones recalzados	140 plantones recalzados

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7 Rendimiento de las actividades en una plantación forestal, instalada con plantones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología.

ACTIVIDAD	TIEMPO PRODUCTIVO (HORAS)	EFICIENCIA (%)	RENDIMIENTO DEL OBRERO POR HORA	RENDIMIENTO DEL OBRERO POR JORNAL
Marcado del hoyo	6,92	86,46%	58 marcas realizadas	400 marcas realizadas
Limpieza del hoyo	7,00	87,50%	86 marcas limpias	600 marcas limpias
Apertura del hoyo	6,70	83,75%	12 hoyos aperturados	80 hoyos aperturados
Carga de plantones en bolsa	6,33	79,17%	150 plantones cargados	948 plantones cargados
Descarga de plantones en bolsa	6,37	79,58%	100 plantones descargados	625 plantones descargados
Instalación de plantones en bolsa	7,20	90,00%	16 plantones instalados	100 plantones instalados
Fertilización de plantones en bolsa	7,25	90,63%	17 plantones fertilizados	120 plantones fertilizados
Apertura de hoyos para los postes del cercado	6,83	85,42%	18 hoyos aperturados	120 hoyos aperturados
Traslado de los postes para el cercado	7,08	88,54%	5 postes transportados	32 postes transportados
Plantado de postes para el cercado	7,00	87,50%	9 postes plantados	60 postes plantados
Colocación del cerco	6,83	85,42%	7 m de cerco colocados	50 m de cerco colocados
Carga de plantones en bolsa para recalce	6,33	79,17%	150 plantones cargados	948 plantones cargados
Descarga de plantones en bolsa para recalce	6,37	79,58%	100 plantones descargados	625 plantones descargados
Recalce de plantones en tubete	6,93	86,67%	9 plantones recalzados	60 plantones recalzados

Fuente: Elaboración propia.

A comparar los cuadros 6 y 7 observamos que la eficiencia en el uso del tiempo programado, osciló entre 79,17% y 90,63% cuando la plantación se instaló con plantones en tubete y entre 78,13% y 88,75% cuando se instaló con plantones en bolsa, teniendo en cuenta que el peso de un tubete de 115 cm³ fue de 58 g, mientras que el peso de una bolsa de 4" x 7" fue de 360 g, provocando diferente intensidad de fatiga en el trabajador.

Las actividades de instalación de plantación y fertilización tuvieron mayores eficiencias cuando la plantación se efectuó con plantones producidos en tubetes, debido a que para realizar éstas actividades se emplearon el sembrador y el fertilizador metálico permitiendo menos tiempos improductivos que cuando la plantación se realizó con plantones producidos en bolsas, los cuales se instalaron de forma manual y con la ayuda de las herramientas convencionales.

4.1.3 DETERMINACIÓN DE JORNALES EN LA PLANTACIÓN FORESTAL

Para instalar 25 ha se necesitaron 27 775 plántones, a razón de 1 111 plántones por ha, calculando el número de jornales por actividad al dividir la meta por actividad entre el rendimiento del obrero por jornal, mostrándose los resultados en los cuadros 8 y 9.

Cuadro 8 Jornales necesarios para instalar 25 ha de plantación forestal con fines de protección, empleando plántones producidos en un vivero forestal de alta tecnología.

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>META POR ACTIVIDAD</i>	<i>RENDIMIENTO DEL OBRERO POR JORNAL</i>	<i>NÚMERO DE JORNALES POR ACTIVIDAD</i>
ACONDICIONAMIENTO			675,00
Marcado del hoyo	27 775 marcas	400 marcas realizadas	69,44
Limpieza del hoyo	27 775 marcas	600 marcas limpias	46,29
Apertura del hoyo	27 775 hoyos	80 hoyos aperturados	347,19
Abonamiento al fondo del hoyo (guano)	27 775 hoyos	350 hoyos abonados	79,36
Abonamiento al fono del hoyo (roca fosfórica)	27 775 hoyos	700 hoyos abonados	39,68
Tapado del hoyo	27 775 hoyos	300 hoyos tapados	92,58
TRANSPORTE			26,00
Carga de plántones en tubete	30 000 plántones	1 824 plántones cargados	16,45
Descarga de plántones en tubete	30 000 plántones	3 200 plántones descargados	9,38
INSTALACIÓN			50,00
Instalación de plántones en tubete	27 775 plántones	1 111 plántones instalados	25,00
Fertilización de plántones en tubete	27 775 plántones	1 111 plántones fertilizados	25,00
CERCADO			78,00
Apertura de hoyos para los postes	668 hoyos	120 hoyos aperturados	5,57
Traslado de los postes	668 postes	32 postes transportados	20,88
Plantado de postes para el cercado	668 postes	60 postes plantados	11,13
Colocación del cerco	2 000 m de cerco	50 m de cerco colocados	40,00
RECALCE			23,00
Carga de plántones en tubete para recalce	3 000 plántones	1 824 plántones cargados	1,64
Descarga de plántones en tubete para recalce	3 000 plántones	2 545 plántones descargados	1,18
Recalce de plántones en tubete	2 000 plántones	140 plántones recalzados	20,00
TOTAL (Con una mortandad evaluada de 10,88%)			852,00

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9 Jornales necesarios para instalar 25 ha de plantación forestal con fines de protección, empleando plántones producidos en un vivero forestal de mediana tecnología.

ACTIVIDAD	META POR ACTIVIDAD	RENDIMIENTO DEL OBRERO POR JORNAL	NÚMERO DE JORNALES POR ACTIVIDAD
ACONDICIONAMIENTO			463,00
Marcado del hoyo	27 775 marcas	400 marcas realizadas	69,44
Limpieza del hoyo	27 775 marcas	600 marcas limpias	46,29
Apertura del hoyo	27 775 hoyos	80 hoyos aperturados	347,19
TRANSPORTE			80,00
Carga de plántones en bolsa	30 000 plántones	1 824 plántones cargados	16,45
Descarga de plántones en bolsa	30 000 plántones	3 200 plántones descargados	9,38
INSTALACIÓN			510,00
Instalación de plántones en bolsa	27 775 plántones	1 111 plántones instalados	277,75
Fertilización de plántones en bolsa	27 775 plántones	1 111 plántones fertilizados	231,46
CERCADO			78,00
Apertura de hoyos para los postes	668 hoyos	120 hoyos aperturados	5,57
Traslado de los postes	668 postes	32 postes transportados	20,88
Plantado de postes	668 postes	60 postes plantados	11,13
Colocación del cerco	2 000 m de cerco	50 m de cerco colocados	40,00
RECALCE			106,00
Carga de plántones en bolsa	3 000 plántones	1 824 plántones cargados	6,33
Descarga de plántones en bolsa	3 000 plántones	2 545 plántones descargados	9,60
Recalce de plántones en bolsa	2 800 plántones	140 plántones recalzados	90,00
TOTAL (Con una mortandad evaluada de 19,44%)			1 237,00

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los cuadros 8 y 9, observamos que para instalar 25 ha de *Pinus radiata* empleando plántones en tubete (producidos en un vivero forestal de alta tecnología), se emplearon un total de 852 jornales; mientras que cuando se emplearon plántones en bolsa (producidos en un vivero forestal de mediana tecnología) se utilizaron en total 1 237 jornales.

Esta diferencia de jornales, 385, se debió, en primer lugar, a la cantidad de actividades en cada caso, 17 cuando la plantación se realizó con plántones en tubete y 14 cuando a plantación se realizó con plántones en bolsa. En segundo lugar, se debió al volumen y peso de los plántones producidos en ambos viveros (los tubetes pesaron 58 g/plántón y las bolsas 360 g/plántón).

El peso y volumen de los envases influyó a su vez en la carga de plántones al camión D300, a la descarga de éstos y su posterior traslado al lugar de plantación.

Otro factor influyente en la diferencia de cantidad de mano de obra empleada fue la mortandad ocurrida en cada caso: 10,08% en la plantación con plántones del vivero de alta tecnología y 19,44% en la plantación con plántones del vivero de mediana tecnología.

El marcado del hoyo fue una actividad independiente de la estructura del suelo, pudiéndose presumir que las cantidades obtenidas de 400 marcas por jornal pueden registrarse en otras zonas de condiciones similares.

La limpieza del hoyo dependió de la densidad de vegetación, con lo que el rendimiento obtenido, 600 marcas limpias, fue un dato exclusivo de nuestro sitio de plantación, en donde la cobertura vegetal fue menor del 10% del terreno de plantación.

La apertura de hoyos dependió, exclusivamente, del tipo de suelo. En el presente estudio se obtuvo un rendimiento promedio de 80 hoyos aperturados por jornal, para una textura franco arcillosa y un contenido bajo de pedregosidad.

El abonamiento al fondo del hoyo con guano y roca fosfórica fueron actividades independientes del tipo de suelo, pero dependientes de la topografía, obteniéndose rendimientos de 350 y 700 hoyos abonados por jornal respectivamente, para una pendiente promedio de 30°.

El tapado del hoyo fue una actividad independiente del tipo del suelo y la topografía, registrándose un rendimiento promedio por jornal de 300 hoyos tapados.

La carga de plántones de los viveros al camión D300 y la descarga de éstos en el sitio de plantación significaron rendimientos por jornal de 1 824 plántones cargados y 3 200 descargados cuando las actividades se realizaron con plántones producidos en bolsa; y 948 plántones cargados y 625 plántones descargados cuando las actividades se realizaron con plántones producidos en tubete.

Esta diferencia de rendimientos estuvo en función al tamaño y peso de los envases, teniendo en cuenta que una bolsa de 4"x7" y un tubete de 115 cm³ pesaron 58 g y 360 g respectivamente, de tal manera que una bolsa equivale al peso de 6 tubetes.

La instalación realizada con plántones producidos en tubete y bolsa tuvo rendimientos de 1 111 y 100 plántones instalados por jornal, respectivamente. Esta diferencia significativa se debió al tipo de herramienta utilizada: en el primer caso se empleó el sembrador metálico, en el segundo caso se emplearon pala cuchara y pala forestal.

La fertilización de los plántones en tubete y en bolsa instalados en campo definitivo tuvo rendimientos de 1 111 y 120 plántones instalados por jornal respectivamente. La diferencia significativa se debió al uso de la fertilizadora metálica con rendimientos de 1 ha por jornal, los cuales son mayores al rendimiento de la fertilización manual 0,10 ha por jornal.

Cabe recordar que se fertilizó según las sugerencias del laboratorio de suelos, empleando una única dosis de fertilización en la plantación con plántones en bolsa compuesta de cloruro de potasio, sulfato de amonio y superfosfato triple de calcio.

Cuando la plantación se efectuó con plántones en tubete se realizaron 2 fertilizaciones: la primera inmediatamente después de la apertura del hoyo (abonamiento al fondo del hoyo con guano de isla y roca fosfórica) y la segunda durante la instalación de los plántones en campo definitivo, completando la diferencia con los fertilizantes usados en la plantación con plántones en bolsa, pero con una dosis menor ajustada a los nuevos requerimientos de nutrientes.

En el caso del cercado la mano de obra consistió en 78 jornales, agrupándose a los obreros en brigadas para poder realizar los trabajos necesarios: La primera brigada se dedicó a la apertura de hoyos con un distanciamiento de 3 m entre hoyo y hoyo, contabilizándose 668 hoyos para las 25 hectáreas de plantación, necesitándose 5,57 jornales. La segunda brigada se dedicó al traslado de 668 postes para ser colocados en los hoyos aperturados, lo que significó 20,88 jornales. La tercera brigada se dedicó al plantado de 668 postes; requiriéndose 11,13 jornales. La cuarta brigada se dedicó a la colocación del cercado, lo que significó el estirado y grapado de 5 hileras de alambre de púas entre poste y poste; registrando un total de 40 jornales.

El recalce se realizó siguiendo el mismo procedimiento ejecutado con anterioridad en cada uno de los casos: cuando se instalaron plántones en tubetes y plántones en bolsa. Se llevó a cabo el recalce de 1 ha con 0,8 jornales, cuando la mortandad fue 10,08%, y con 3,6 jornales cuando la mortandad fue del 19,34%, obteniéndose de esta forma rendimientos promedios por jornal de 140 plántones recalzados en el primer caso, y 60 plántones en el segundo caso.

4.2 ANÁLISIS DE COSTOS

4.2.1 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES

A continuación se presentan los costos de los requerimientos para una campaña anual:

A) REQUERIMIENTO DE SEMILLAS

La cantidad de plantones por kg de semilla se calculó con las características proporcionadas por el proveedor de semillas de la especie *Pinus radiata*, las cuales fueron: 28 600 semillas por kg, 97% de pureza y 80% de germinación. También se usaron las variables utilizadas en el vivero de alta tecnología: 85% de plantones de calidad y 1 semilla por tubete, y en el vivero de mediana tecnología: 75% de plantones de calidad y 2 semillas por bolsa.

Las cantidades de semillas necesarias para cumplir con los objetivos de producción en cada vivero se obtuvieron al dividir la producción anual real entre la cantidad de plantones por kg de semilla calculado anteriormente y mostrado en los cuadros 10 y 11, observando que el vivero de mediana tecnología requirió 133,6% más que el vivero de alta tecnología; esta diferencia estuvo relacionada principalmente a la mortandad en vivero y a la cantidad de semilla usada por envase: 1 en el primer caso y 2 en el segundo caso.

Cuadro 10 Requerimiento de semilla en el vivero forestal de alta tecnología para la producción de 120 000 plantones de *Pinus radiata*.

PLANTONES/ KG DE SEMILLA	PROD. PLANIFICADA	FACTOR DE SOBREPROD.	PROD. ANUAL REAL	CANT. SEMILA USADA (kg)	COSTO UNITARIO (S./)	COSTO TOTAL (S./ año)
18 865	120 000	26%	151 200	8,02	365,00	2 925,49

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 11 Requerimiento de semilla en el vivero forestal de mediana tecnología para la producción de 120 000 plantones de *Pinus radiata*.

PLANTONES/ KG DE SEMILLA	PROD. PLANIFICADA	FACTOR DE SOBREPROD.	PROD. ANUAL REAL	CANT. SEMILA USADA (kg)	COSTO UNITARIO (S./)	COSTO TOTAL (S./ año)
8 323	120 000	30%	156 000	18,74	365,00	6 841,61

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de mediana tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

B) REQUERIMIENTO DE ENVASES

En el vivero forestal de alta tecnología se adquirieron 173 880 tubetes con una capacidad de 115 cm³ por tubete, representando la cantidad de plántones producidos anualmente (151 200 tubetes) más un 15% adicional (22 680 tubetes) como medida de prevención ante la pérdida o deterioro de éstos. Se adquirieron también 2 047,50 bandejas con una capacidad de 96 tubetes por bandeja, la cual estuvo incrementada en 30%. Esto fue debido a que en el área de crecimiento los plántones necesitaron mayores distanciamientos entre sí, a fin de reducir la competencia por luz, evitando de esta forma obtener individuos con tallos alargados y débiles. Por otra parte, en el vivero forestal de mediana tecnología se adquirieron 171 600 bolsas 4"x7" con una capacidad de 666 cm³, cantidad que representó la producción anual real (156 000) más un 10% adicional (15 600) como medida de prevención en la manipulación de éstos.

Cuadro 12 Requerimiento de envases en el vivero forestal de alta tecnología para la producción de 120 000 plántones de *Pinus radiata*.

PROD. ANUAL REAL	TIPO DE TUBETE	TIPO DE BANDEJA	CANTIDAD DE TUBETES (+15%) (MILLAR)	CANTIDAD DE BANDEJAS (+30%) (UNIDAD)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
151 200	T 115		173,88		330,00	57 380,40
		PE 96		2 047,50	27,00	55 282,50
TOTAL						112 662,90

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 13 Requerimiento de envases en el vivero forestal de mediana tecnología para la producción de 120 000 plántones de *Pinus radiata*.

PROD. ANUAL REAL	TIPO DE BOLSAS	CANTIDAD DE BOLSAS (+10%) (MILLAR)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
156 100	4" x 7"	171,60	13,00	2 230,80
TOTAL				2 230,80

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de mediana tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

No se pudo hacer una comparación entre los costos a nivel de envase (cuadros 12 y 13), ya que los adquiridos en el vivero de alta tecnología son reutilizables y seguirán reutilizándose a lo largo de toda su vida útil (8 años), mientras que los utilizados en el vivero de mediana tecnología solo se usan para una campaña de producción. El costo en el primer caso se comportó como costo fijo, mientras que en el segundo caso se comportó como costo variable.

C) REQUERIMIENTO DE SUSTRATO

La sobreproducción en los viveros forestales de alta tecnología (26%) y mediana tecnología (30%) influyó en la cantidad de semillas utilizadas y por ende en la cantidad de envases empleados (bolsas y tubetes) que a su vez determinaron directamente la cantidad de sustrato requerido, mostrándose éstos cálculos en los cuadros siguientes:

Cuadro 14 Requerimiento de sustrato en el vivero forestal de alta tecnología para la producción de 120 000 plántones de *Pinus radiata*.

PROD. ANUAL REAL	CANT. TUBETES / m³ DE SUSTRATO	CANT. SUSTRATO	FORMULACIÓN DEL SUSTRATO	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
151 200	7 000	3,67 m ³	Arena lavada de río (17%)	195,00	716,04
		7,13 m ³	Cascarilla de arroz semicarbonizada (33%)	200,00	1 425,60
		10,80 m ³	Tierra negra de puna (50%)	90,00	972,00
		43,20 kg	Micorriza (2 kg/m ³)	48,00	2 073,60
TOTAL		21,60 m³			5 187,24

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 15 Requerimiento de sustrato en el vivero forestal de mediana tecnología para la producción de 120 000 plántones de *Pinus radiata*.

PROD. ANUAL REAL	CANT. BOLSAS / m³ DE SUSTRATO	CANT. SUSTRATO	FORMULACIÓN DEL SUSTRATO	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
156 000	1 500	52,00 m ³	Arena lavada de río (50%)	195,00	10 140,00
		34,13 m ³	Tierra agrícola (33%)	50,00	1 716,00
		17,68 m ³	Tierra negra de puna (17%)	90,00	1 591,20
		10,40 kg	Micorriza (0,1 kg/m ³)	48,00	499,20
TOTAL		104,00 m³			13 946,40

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Al comparar los costos asociados a la formulación del sustrato (S/. 3 113,64 vs S/. 13 447,20) y a la micorrización (S/. 2 073,60 vs S/. 499,20) encontramos que el vivero forestal de alta tecnología gastó la suma total de S/. 5 187,24, mientras que el vivero forestal de mediana tecnología gastó la suma total de S/. 13 946,40. La diferencia de costos estuvo asociada en primer lugar a la producción real de plántones (151 200 vs 156 000) y en segundo lugar a la cantidad de sustrato y micorriza utilizada según la formulación de cada vivero.

D) REQUERIMIENTO DE INSUMOS

Se consideraron insumos a todos los bienes de consumo que se necesitaron para cumplir con las metas de producción. Los cuadros 16 y 17 muestran al detalle los tipos y cantidades de insumos requeridos en el vivero forestal de alta y mediana tecnología.

Cuadro 16 Requerimiento de insumos en el vivero forestal de alta tecnología.

CARACTERÍSTICAS	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
FERTILIZANTES				7 067,60
Abonofol	l	0,80	21,00	16,80
Ácido bórico	saco x 25 kg	2,40	257,00	616,80
Ácido fosfórico	saco x 50 kg	2,00	451,00	902,00
Amino grow	l	0,80	225,00	180,00
Bayfolan	l	0,80	21,00	16,80
Cloruro de potasio	saco x 50 kg	3,20	145,00	464,00
Compomaster 20-20-20	saco x 50 kg	4,00	178,00	712,00
Folimax-granulado	saco x 25 lb	2,00	366,00	732,00
Folyzyme	l	0,80	190,00	152,00
Fosfato monoamónico	saco x 50 kg	2,40	432,00	1 036,80
Kling 11-8-6	l	10,40	21,00	218,40
Nitrato de amonio	saco x 50 kg	4,00	125,00	500,00
Orgabiol	l	1,60	190,00	304,00
Quimifol 20	l	0,80	17,00	13,60
Sipi Q	l	0,80	60,00	48,00
Sulfato de hierro	saco x 50 kg	2,40	100,00	240,00
Sulfato de magnesio	saco x 50 kg	2,40	106,00	254,40
Úrea	saco x 50 kg	4,40	150,00	660,00
DESINFECTANTES/PESTICIDAS				2 112,40
Benomex	kg	1,60	130,00	208,00
Cal agrícola	saco x 25 kg	4,00	42,50	170,00
Carvadín 85% PM	kg	0,80	108,00	86,40
Citowett	l	0,80	45,00	36,00
Clorfos 2,5% PS	kg	5,20	15,00	78,00
Cloro	l	40,00	3,80	152,00
Orius	l	2,00	235,00	470,00
Pentacloro	kg	2,40	75,00	180,00
RoundUp	l	9,60	67,50	648,00
Zymozate	kg	1,20	70,00	84,00
TOTAL				9 180,00

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 17 Requerimiento de insumos en el vivero forestal de mediana tecnología.

CARACTERÍSTICAS	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
PESTICIDAS				1 246,00
Benomex	kg	2,00	130,00	260,00
Furadam 4F	l	2,00	70,00	140,00
MTD 600	l	2,00	48,00	96,00
Parachupadera	cajas x 200 g	8,00	25,00	200,00
Pentacloro	kg	2,00	75,00	150,00
Rastop	kg	2,00	65,00	130,00
RoundUp	l	4,00	67,50	270,00
TOTAL				1 246,00

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de mediana tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

La diferencia en los costos se debió a que en el vivero forestal de alta tecnología se emplearon fertilizantes, desinfectantes y pesticidas, mientras que en el vivero forestal de mediana tecnología sólo se emplearon pesticidas.

En el vivero forestal de alta tecnología se aplicó fertilización mediante el sistema de riego por micro aspersion, tanto en el área de siembra y germinación, como en el área de crecimiento. La cantidad y la frecuencia de la fertirrigación dependieron de la especie y de las necesidades de nutrientes.

Para el *Pinus radiata* la fertilización se realizó en intervalos de 4 a 5 días. Además de los fertilizantes, en el vivero forestal de alta tecnología, también se consideraron desinfectantes, que fueron utilizados para desinfectar los envases (bandejas y tubetes), así como también para la desinfección del sustrato.

En el vivero forestal de mediana tecnología no se aplicó fertilización alguna tal vez por falta de presupuesto o por una mala decisión técnica.

En ambos viveros se consideraron los pesticidas para controlar la mortandad por plagas y enfermedades.

E) REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA

A continuación detallamos, en los cuadros 18 y 19, la mano de obra empleada para la producción anual de plántones en los respectivos viveros con diferente tecnología.

Cuadro 18 Requerimiento de mano de obra en el vivero forestal de alta tecnología.

CARACTERÍSTICAS	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
MANO DE OBRA DIRECTA				77 826,00
Responsable técnico del vivero	salario	12	1.750,00	21 000,00
Viveristas (7)	salario	12	4.200,00	50 400,00
Beneficios sociales (9%)	mes	12	535,50	6 426,00
MANO DE OBRA INDIRECTA				91 560,00
Ing. Residente	salario	12	3.300,00	39 600,00
Responsable administrativo	salario	12	2.500,00	30 000,00
Guardianía	mes	12	1.200,00	14.400,00
Beneficios sociales (9%)	mes	12	630,00	7 560,00
TOTAL				169 386,00

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 19 Requerimiento de mano de obra en el vivero forestal de mediana tecnología.

CARACTERÍSTICAS	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
MANO DE OBRA DIRECTA				21 540,00
Responsable técnico del vivero	salario/mes	12	1 200,00	14 400,00
Viveristas	jornal/día	357	20,00	7 140,00
TOTAL				21 540,00

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de mediana tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

En el vivero forestal de alta tecnología se trabajó con un personal contratado consistente en: Ingeniero residente (01), responsable administrativo (01), responsable técnico (01), guardianía (02) y viveristas (07) formalizados con contratos anuales y beneficios sociales. En cambio, el personal del vivero forestal de mediana tecnología consistió en: responsable técnico con salario y sin beneficios sociales (01), y jornales de trabajo (357) para realizar todas las actividades, los cuales fueron cubiertos por mano de obra no calificada sin contrato y sin beneficios sociales.

La gran diferencia en los costos de mano de obra incurridos en ambas tecnologías de producción de plántones, radicó en el sistema de contratación. Esta diferencia hizo que la mano de obra se comportase en el primer caso como costo fijo, y en el segundo caso como costo variable, ya que el personal del vivero fue requerido sólo cuando hubo producción.

F) OTROS REQUERIMIENTOS

Cuadro 20 Requerimiento para la implementación del vivero forestal de alta tecnología

CARACTERÍSTICAS	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S./)	COSTO TOTAL (S./ año)
HERRAMIENTAS				1 089,00
Alicate	unidad	1	12,00	12,00
Azadón	unidad	1	45,00	45,00
Baldes 10 litros	unidad	2	10,00	20,00
Baldes 20 litros	unidad	2	20,00	40,00
Barreta	unidad	1	68,00	68,00
Brocha 3"	unidad	1	12,00	12,00
Cilindros	unidad	2	40,00	80,00
Comba de 8 libras	unidad	1	20,00	20,00
Cuchilla	unidad	2	5,00	10,00
Escuadra de 10"	unidad	1	25,00	25,00
Flexómetro 5 m	unidad	1	8,00	8,00
Lima triangular 8"	unidad	2	5,00	10,00
Manguera	m	200	1,50	300,00
Martillo grande	unidad	1	24,00	24,00
Pala cuchara	unidad	1	32,50	32,50
Pala forestal	unidad	1	39,00	39,00
Pala recta	unidad	1	35,50	35,50
Rastrillo	unidad	1	18,00	18,00
Regadera de 12 litros	unidad	2	18,00	36,00
Sembradoras manuales	unidad	6	3,00	18,00
SERRUCHO de carpintería	unidad	1	35,00	35,00
Tijeras de podar de mano	unidad	1	30,00	30,00
Wincha 50 m	unidad	1	50,00	50,00
Zapapico grande	unidad	1	31,00	31,00
Zaranda acerada 1x1,5 m malla de ¼"	unidad	1	90,00	90,00
MATERIALES				2 629,00
Abrazaderas	unidad	20	40,00	800,00
Cinta aislante negra	unidad	5	2,00	10,00
Cinta Teflón	unidad	2	1,50	3,00
Niples	unidad	10	70,00	700,00
Pegamento PVC	unidad	2	40,00	80,00
Plástico transparente	unidad	8	4,50	36,00
Soguilla de nylon	m	1 000	1,00	1 000,00
VESTUARIO				1 560,00
Botas	par	6	60,00	360,00
Uniformes	unidad	6	200,00	1 200,00
TOTAL				5 278,00

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 21 Requerimiento para la implementación del vivero forestal de mediana tecnología

CARACTERÍSTICAS	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S./)	COSTO TOTAL (S./ año)
HERRAMIENTAS				775,00
Alicate	unidad	1	12,00	12,00
Baldes 15 litros	unidad	1	15,00	15,00
Barreta	unidad	1	68,00	68,00
Cilindros	unidad	1	40,00	40,00
Machete	unidad	1	12,00	12,00
Manguera	m	200	1,50	300,00
Pala cuchara	unidad	1	32,50	32,50
Pala recta	unidad	1	35,50	35,50
Rastrillo de 16 dientes	unidad	1	18,00	18,00
Regadera de 10 litros	unidad	1	25,00	25,00
Tijeras de podar de mano	unidad	1	35,00	35,00
Wincha 50 m	unidad	1	50,00	50,00
Zapapico	unidad	2	31,00	62,00
Zaranda acerada 1x1.5 m malla de ¼"	unidad	1	70,00	70,00
MATERIALES				2 875,00
Alambre galvanizado N° 12	m	50	3,80	190,00
Clavos de 1/2"	kg	10	10,00	100,00
Clavos de 3"	kg	10	5,00	50,00
Cordel	m	10	20,00	200,00
Pegamento PVC	unidad	5	40,00	200,00
Plástico transparente	unidad	30	4,50	135,00
Soguilla de nylon	m	2 000	1,00	2 000,00
TOTAL				3 650,00

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

En el cálculo de los costos de implementación se consideraron como tales todos los asociados a dicha actividad en los que se incurrió en ambas tecnologías, siempre y cuando tuvieran una vida útil menor a un año. Los que tuvieron una vida útil superior a un año se calcularon aparte, ya que había que tener en cuenta su depreciación y el interés sobre la inversión media anual para su correcta valoración, que se reporta en el siguiente apartado.

Observamos que sólo en el vivero de alta tecnología tenemos una partida dedicada al vestuario, ya que éste sólo se le facilita al personal contratado formalmente, mientras que los obreros no cualificados que trabajan por jornales utilizan su propia vestimenta. Por otra parte, y debido a la diferencia tecnológica entre ambos sistemas, el vivero de alta tecnología tuvo mayores costos en materiales y herramientas, que fueron mucho más específicos y de mayor precio de adquisición.

G) CÁLCULO DE LA DEPRECIACIÓN (D) Y EL INTERÉS SOBRE LA INVERSIÓN MEDIA ANUAL (IIMA)

Los cuadros 22 y 23 muestran los datos de la amortización anual realizada en ambos viveros, teniendo en cuenta el valor de adquisición inicial y la vida útil de los activos, considerando una tasa de interés anual de 8% y un valor residual igual a cero para efectuar los cálculos.

Cuadro 22 Cálculo de la depreciación (D) y el interés sobre la inversión media anual (IIMA) en el vivero forestal de alta tecnología.

CONCEPTO	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL <i>(Años)</i>	DEPRECIACIÓN <i>(S. / año)</i>	INTERÉS SOBRE LA INVERSIÓN MEDIA ANUAL <i>(S. / año)</i>	COSTO ANUAL <i>(S. / año)</i>
INSTALACIONES	562 808,72		30 540,44	23 733,97	54 274,40
Infraestructura + riego	546 808,72	20	27 340,44	22 965,97	50 306,40
Malla Chromatinet	8 000,00	5	1 600,00	384,00	1 984,00
Malla Raschell	8 000,00	5	1 600,00	384,00	1 984,00
ENVASES	360 375,28		19 152,69	7 227,43	61 263,80
T 115	57 380,40	8	7 172,55	2 582,12	9 754,67
PE 96	55 282,50	8	6 910,31	2 487,71	9 398,03
T 180	28 538,40	8	3 567,30	1 284,23	4 851,53
T 53	105 081,25	8	13 135,16	4 728,66	17 863,81
PE 54	34 320,00	8	4 290,00	1 544,40	5 834,40
PE 187	79 772,73	8	9 971,59	3 589,77	13 561,36
EQUIPOS	15 040,00		1 858,00	675,92	2 533,92
Balanza analítica	800,00	5	160,00	38,40	198,40
Balanza comercial	150,00	5	30,00	7,20	37,20
Carretilla Buggi	175,00	5	35,00	8,40	43,40
Carro transportador	3 000,00	10	300,00	132,00	432,00
Computadora	2 000,00	5	400,00	96,00	496,00
Insuflador	115,00	5	23,00	5,52	28,52
Mesa compactadora	3 500,00	10	350,00	154,00	504,00
Mesa sembradora	2 000,00	10	200,00	88,00	288,00
Mezcladora	3 000,00	10	300,00	132,00	432,00
Mochila fumigadora	250,00	5	50,00	12,00	62,00
Termómetro	50,00	5	10,00	2,40	12,40
TOTAL					118 072,12

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 23 Cálculo de la depreciación (D) y el interés sobre la inversión media anual (IIMA) en el vivero forestal de mediana tecnología

CONCEPTO	COSTO TOTAL (S/.)	VIDA ÚTIL (Años)	DEPRECIACIÓN (S./ año)	INTERÉS SOBRE LA INVERSIÓN MEDIA ANUAL (S./ año)	COSTO ANUAL (S./ año)
INSTALACIONES	91 309,40				18 484,73
Infraestructura + riego	40 000,00	10	4 000,00	1 760,00	5 760,00
Malla Chromatinet	40 000,00	5	8 000,00	1 920,00	9 920,00
Riego tecnificado	11 309,40	5	2 261,88	542,85	2 804,73
EQUIPOS	575,00				142,60
Balanza comercial	150,00	5	30,00	7,20	37,20
Carretilla Buggi	175,00	5	35,00	8,40	43,40
Mochila fumigadora	250,00	5	50,00	12,00	62,00
TOTAL					18 627,33

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de mediana tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Las diferencias encontradas entre los resultados que contienen el cuadro 22 y el cuadro 23 son realmente considerables debido principalmente al costo de las instalaciones del vivero forestal de alta tecnología además de los envases empleados (tubetes y bandejas) y los equipos adquiridos, los cuales fueron superiores al costo de las instalaciones del vivero forestal de mediana tecnología y de los equipos.

El costo de las instalaciones del vivero forestal de alta tecnología fue S/. 562 808,72, lo que incluyó además del costo de la infraestructura (incluido el riego por nebulización) y el costo de 4 mallas Chromatinet y 4 mallas Raschell; mientras que el costo de las instalaciones del vivero forestal de mediana tecnología fue S/. 91 309,40, incluyendo el costo de la infraestructura, el costo del riego por aspersión y el costo de 20 mallas Chromatinet.

La vida útil de 8 años de los envases (tubetes y bandejas) fue determinante para que se deprecien y se calcule su IIMA, aumentando así el costo fijo del vivero forestal de alta tecnología.

El costo de los equipos adquiridos por el vivero forestal de alta tecnología fue mayor que en el caso del vivero forestal de mediana tecnología, debido básicamente a los 13 equipos adquiridos en el primer caso, teniendo en cuenta que se adquirieron 2 carros transportadores y 2 mesas sembradoras, en comparación a los 3 equipos que se adquirieron en el segundo caso.

H) CÁLCULO DEL COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES

El cálculo del costo variable unitario en los viveros forestales de alta y media tecnología, se realizó sumando todos los costos variables identificados en la producción real anual de la especie *Pinus radiata*, 151 200 plantones en el primer caso y 156 000 en el segundo caso, dividiéndose este suma entre la meta de producción anual, 120 000 plantones. (Ver cuadros 24 y 25).

Cuadro 24 Costo variable total y unitario en el vivero forestal de alta tecnología.

CONCEPTO	COSTO TOTAL (S./ año)	COSTO TOTAL (US\$/ año.)
Semillas	2 925,49	1 129,10
Sustrato (incluye micorriza)	5 187,24	2 002,02
Insumos	9 180,00	3 543,03
Servicios (agua y energía)	7 200,00	2 778,85
COSTO VARIABLE TOTAL	17 292,73	6 674,15
Producción de <i>Pinus radiata</i>	120 000,00	120 000,00
COSTO VARIABLE UNITARIO	0,14	0,06

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 25 Costos variable total y unitario en el vivero forestal de mediana tecnología.

CONCEPTO	COSTO TOTAL (S./ año)	COSTO TOTAL (US\$/ año.)
Semillas	6 841,61	2 640,53
Envases (bolsas)	2 230,80	860,98
Sustrato (incluye micorriza)	13 946,40	5 382,63
Insumos	1 246,00	480,90
Mano de obra	19 755,00	7 624,47
Servicios (agua)	2 400,00	926,28
COSTO VARIABLE TOTAL	44 019,81	16 989,51
Producción de <i>Pinus radiata</i>	120 000,00	120 000,00
COSTO VARIABLE UNITARIO	0,37	0,14

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de mediana tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Al comparar los costos variables encontramos que el vivero forestal de alta tecnología tuvo costos variables menores en sustrato y semilla, pero mayores en insumos; debido en primer lugar al volumen de los envases y la cantidad de semillas empleadas por cada uno, y en segundo lugar a la utilización de desinfectantes, fertilizantes y pesticidas. Los costos por concepto de servicios fueron mayores considerando el consumo de agua y energía eléctrica, mientras que en el otro vivero se consideró como servicio el consumo de agua. Cabe resaltar que los envases y la mano de obra se comportaron como costos fijos en el vivero forestal de alta tecnología.

El cálculo del costo fijo unitario en los viveros de alta y media tecnología se realizó sumando todos los costos fijos identificados en la producción real anual del vivero, 629 000 plantones en el primer caso y 650 000 en el segundo caso, dividiéndose este resultado entre la meta anual de producción del vivero (500 000 plantones), mostrando los resultados en los cuadros 26 y 27.

Cuadro 26 Costo fijo en el vivero forestal de alta tecnología.

CONCEPTO	COSTO TOTAL (S. / año)	COSTO TOTAL (US\$ / año)
Instalaciones	54 274,40	20 947,28
Envases	61 263,80	23 644,85
Mano de obra	169 386,00	65 374,76
Implementación	5 278,00	2 037,05
Equipos	2 533,92	977,97
Otros servicios	53 790,00	20 760,32
COSTO FIJO TOTAL	346 526,12	133 742,23
Producción total anual	500 000,00	500 000,00
COSTO FIJO UNITARIO	0,69	0,27

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de alta tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Cuadro 27 Costo fijo en el vivero forestal de mediana tecnología

CONCEPTO	COSTO TOTAL (S. / año)	COSTO TOTAL (US\$ / año)
Instalaciones	18 484,73	7 134,21
Implementación	3 650,00	1 408,72
Equipos	142,60	55,04
Otros servicios	7 400,00	2 856,04
COSTO FIJO TOTAL	29 677,33	11 454,01
Producción total anual	500 000,00	500 000,00
COSTO FIJO UNITARIO	0,06	0,02

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de mediana tecnología "La Mejorada". Elaboración propia.

Al comparar ambos cuadros notamos, en el vivero forestal de alta tecnología, la presencia de la mano de obra, los envase y la implementación (herramientas, materiales y vestuario de los viveristas); también encontramos el costo de "otros servicios" como: combustible, flete, mantenimiento de áreas verdes, máquinas, equipos y vehículos, mensajería y difusión, notas de prensa y tv, seguro de bienes y vehículos, SOAT, útiles de escritorio y viáticos, incrementando considerablemente los costos fijos en este sistema productivo. En el vivero forestal de mediana tecnología el bajo costo de la "implementación" (materiales y herramientas) y el bajo costo de "otros servicios" (combustible, seguro y SOAT de vehículos y útiles de escritorio), permitieron explicar la gran diferencia hallada en comparación a los costos fijo del otro vivero.

Una vez calculado en ambos viveros tanto el costo variable unitario como el costo fijo unitario se sumaron, obteniendo de esta forma el costo unitario de producción de la especie *Pinus radiata*, el cual puede apreciarse en el Cuadro 28.

Cuadro 28 Costo unitario de producción en los viveros de alta y mediana tecnología

VIVERO FORESTAL	COSTO VARIABLE UNIARIO (US\$/plantón)	COSTO FIJO UNITARIO (US\$/plantón)	COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN (US\$/plantón)
Alta tecnología	0,06	0,27	0,32
Mediana tecnología	0,14	0,02	0,16

Fuente: Registro contable - Vivero forestal de mediana tecnología “La Mejorada”. Elaboración propia.

Al efectuar la suma encontramos que los costos unitarios de producción obtenidos en el vivero de alta y mediana tecnología fueron: US\$ 0,32 y US\$ 0,16, con una equivalencia de US\$ 1,00 = S/. 2,591 (marzo de 2013), resultando ser menores al precio de venta de plántones similares en la zona (US\$ 0,58 – US\$ 0,39).

Estos costos unitarios fueron superiores a otros costos unitarios calculados anteriormente por diferentes instituciones en distintos países: US\$ 0,038 (Reyna en PRODESCA, Perú 1975), US\$ 0,070 (Pajares en CICAFOR, Perú 1984), US\$ 0,022 (Navarro y Rodríguez en CATIE, Costa Rica – 1985), US\$ 0,115 (Garnica en CORDECO, Bolivia 1989) y, US\$ 0,079 (PRONAMACHCS, Perú 2007).

Analizando el estudio más reciente de los anteriormente citados (PRONAMACHCS - 2007), encontramos que en el cálculo de sus costos unitarios se consideraron como costos directos los siguientes: semillas, bolsas, sustrato, micorriza, fungicidas, los costos de la construcción del tinglado, mano de obra calificada y no calificada, equipos y materiales duraderos y, como gastos generales: combustible, lubricantes, elaboración de informes y flete.

La diferencia entre los costos obtenidos en el presente estudio y el realizado por PRONAMACHCS se debió principalmente a la agrupación, en nuestro caso, de todos los costos en costos variables y costos fijos (depreciando los activos como la infraestructura y los equipos utilizados), mientras que el estudio realizado por PRONAMACHCS agrupó los costos en costos directos como bienes de consumo (cerco perimétrico, galpón, mejoramiento de sistema de riego y construcción de tinglado) y servicios de terceros y, gastos generales como combustible, lubricantes, gestión y logística.

4.2.2 DETERMINACIÓN DEL COSTO DE PLANTACIÓN

A) PLANIFICACIÓN DE LA PLANTACIÓN

a) Zonificación del área de la plantación

Entre los 19 distritos que comprende la microcuenca del río Cunas, se eligió el distrito de Yanacancha, ubicado en la provincia de Chupaca, como la zona para la instalación de 50 ha de plantación, debido a un potencial de aproximadamente 3 150 ha para el establecimiento de plantaciones en sus diferentes sistemas (silvopastoril, macizo, agroforestal y de protección).

El área total bruta de la microcuenca evaluada en el presente estudio fue de 18 261,9 ha, que comprendieron las tierras ubicadas en las márgenes derecha e izquierda del río Cunas. El área correspondiente al río Cunas fue de 177,1 ha.

Cuadro 29 Clases de tierras en la microcuenca del río Cunas por su capacidad de uso mayor.

GRUPO	CLASE	SUB - CLASES	ÁREA	%
A	A2	sc	7 794,7	42,7
		scw	60,8	0,3
	A3	sc	4 029,5	22,1
		sci	1 522,1	8,3
		csw	56,9	0,3
Sub – total grupo A			13 464,0	73,7
C	C2	sc	92,5	0,5
	C3	sce	1.573,5	8,6
	Sub – total grupo C			1 666,0
P	P2	csw	291,8	1,6
Sub – total grupo P			291,8	1,6
X			1 197,0	6,6
Centros poblados			1 643,1	9,0
TOTAL			18 261,9	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se aprecia en el cuadro 29 se determinaron cuatro grupos de capacidad de uso mayor: tierras aptas para cultivo en limpio (A), tierras aptas para cultivos permanentes (C), tierras aptas para pastos (P) y tierras de protección (X).

Además se han identificado dos clases: media (2) y alta (3), que a su vez comprendieron las subclases de capacidad: inundabilidad (i), limitación por topografía – erosión (e), limitación por suelo (s), limitación por clima (c) y limitación por drenaje (w).

b) Estudio físico del lugar “calidad de sitio”

La caracterización climática se determinó en base a 2 parámetros ecológicos: temperatura y precipitación. Se representó mediante un gráfico de líneas denominado climatograma, basado en la información meteorológica de un período de 10 años (1998 – 2008) tal como lo muestra la figura 4.

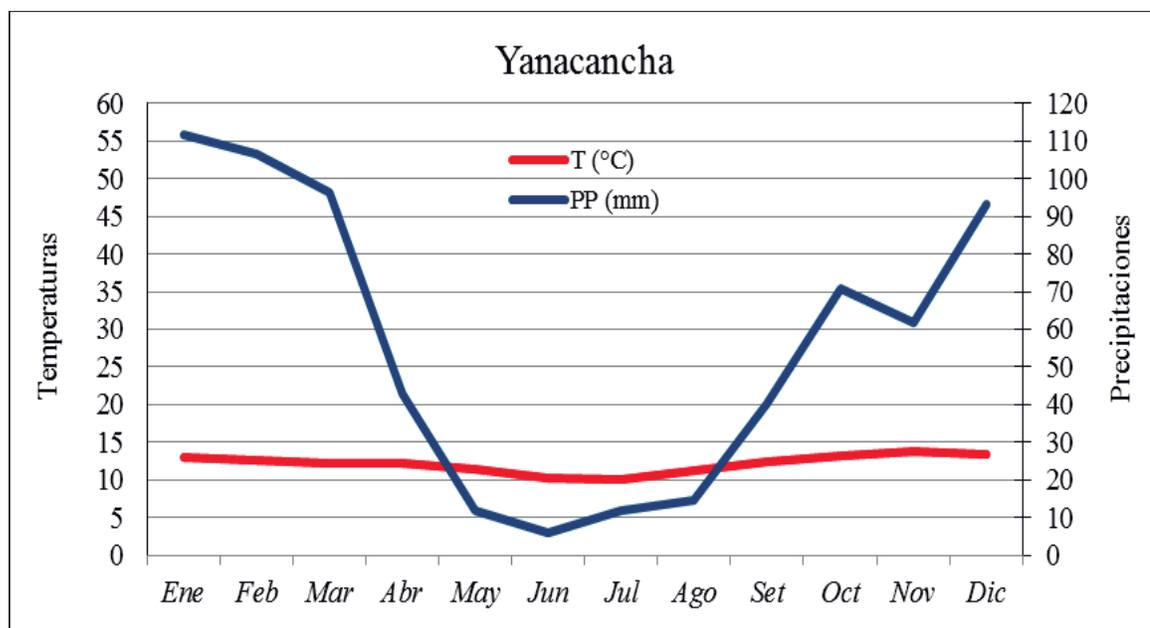


Figura 4 Climatograma del sitio de plantación (Huayao: 1998 – 2008)

La lectura del climatograma del distrito de Yanacancha indica que esta localidad cuenta con una estación seca marcada de 04 meses (mayo – agosto), y que 08 meses de lluvias moderadas (setiembre – abril) son suficientes para mantener el suelo en capacidad de campo. De esos 08 meses la mitad, 04 meses (diciembre – marzo) presentan lluvias intensas, lo que se traduce en escorrentía superficial del suelo.

Ante esta realidad el programa de reforestación para esta localidad se inició en el mes de diciembre, con unas especies forestales tolerantes y/o adaptadas al largo período de estiaje (época seca) y al clima templado frío durante todo el año como es el caso del *Pinus radiata*, y considerando el uso de cristales hidroabsorbentes durante el primer año de vida de la plantación para garantizar su supervivencia.

El cuadro 30 detalla el cálculo de los parámetros que sirvieron para determinar la zona de vida y la figura 5 muestra la provincia de humedad del sitio de plantación.

Cuadro 30 Determinación de la zona de vida del sitio de plantación (Yanacancha – Junín).

CONCEPTO	SÍMBOLO	FÓRMULA	VALORES
Biotemperatura anual	T_{bio}	$\frac{(\bar{x}T^{\circ}C_{Max})^2}{2(\bar{x}T^{\circ}C_{Max} - \bar{x}T^{\circ}C_{Min})}$	4,27 °C
Precipitación promedio anual	$PP_{x\bar{}}\square$	$\sum \bar{x}PP$	726,60 mm
Evapotranspiración	ET	$T_{bio} \times 58,93$	251,70
Relación de evapotranspiración		$\frac{ET}{PP_{x\bar{}}\square}$	0,35

Fuente: Estación meteorológica Huayao 2010 ($x\bar{}$ = promedio mensual).

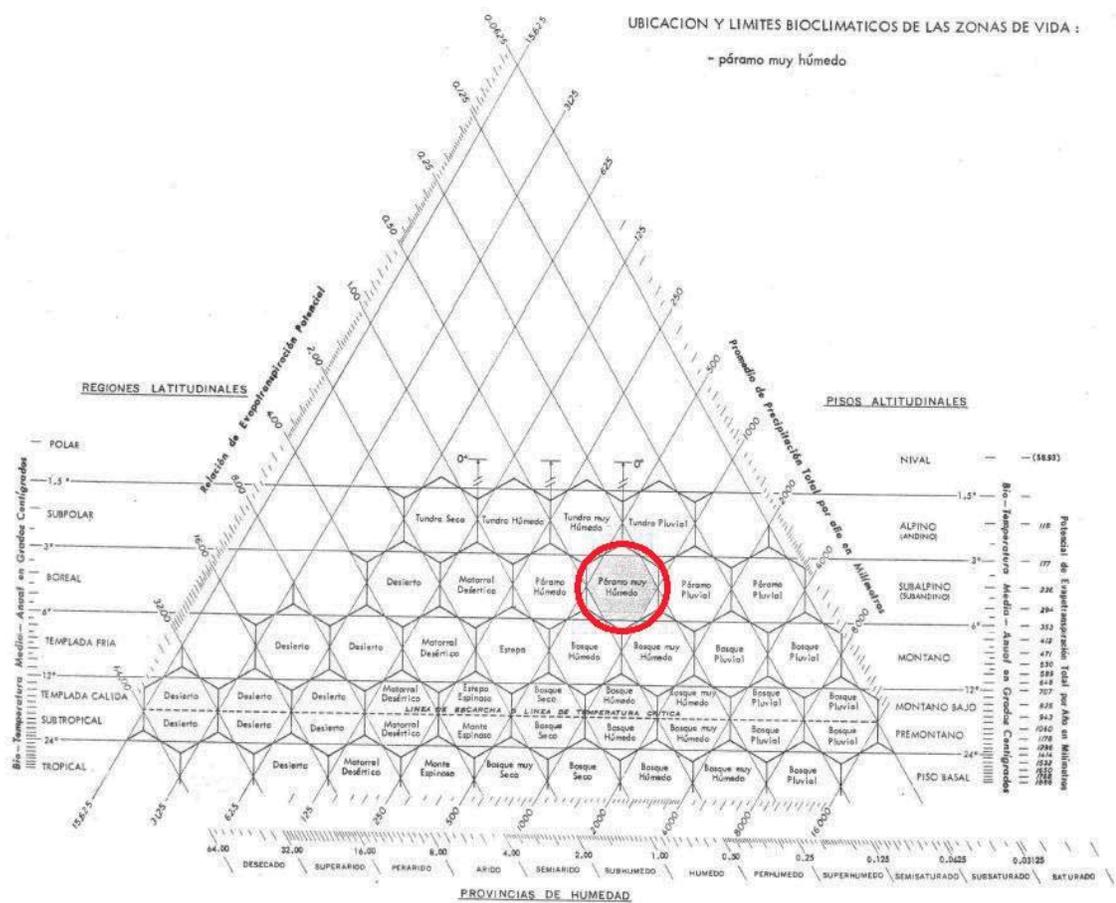


Figura 5 Zona de vida y provincia de humedad del sitio de plantación (L.R. Holdridge: 1947)

Al hacer coincidir los datos de biotemperatura (4,27 °C) y de altitud (3 754 m s. n. m.) calculados para el sitio de plantación (distrito de Yanacancha) se determinó el Piso Altitudinal “Subalpino”, la región latitudinal se ubicó proyectando una línea vertical hacia abajo a partir del punto de coincidencia de la biotemperatura y altitud, hallando la Región Latitudinal “Tropical” tal como se aprecia en la figura 6.

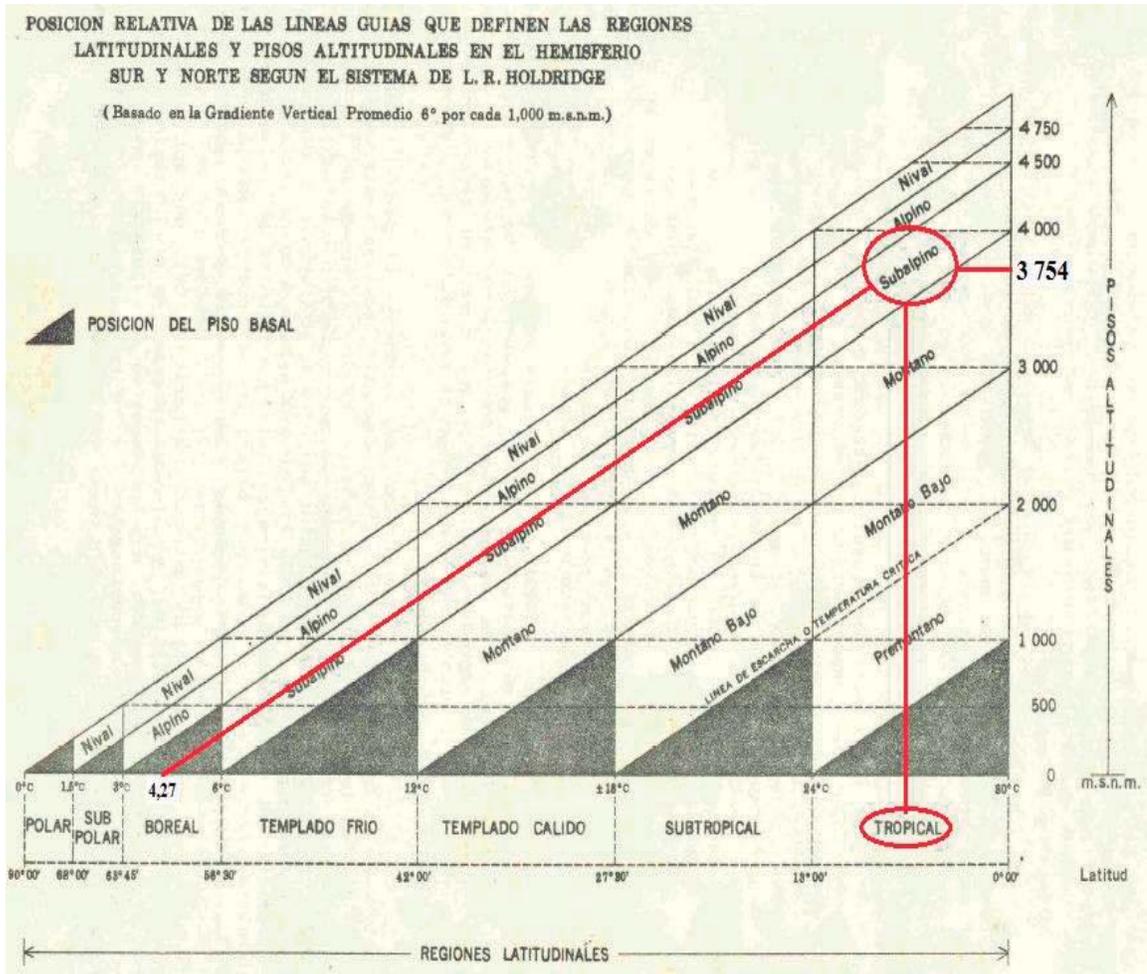


Figura 6 Piso altitudinal y región latitudinal del sitio de plantación (L.R. Holdridge).

La zona de vida identificada para el sitio de plantación (distrito de Yanacancha) fue: pmh – SAT: “Páramo Muy Húmedo Sub Alpino Tropical”.

El cuadro 31 detalla los resultados del análisis de suelo a partir de las muestras obtenidas de una calicata en el laboratorio del INIA – Santa Ana, Huancayo. En base a ellos se incorporó fertilizantes inorgánicos (NPK) en la plantación distribuidos en: 60 g de N, 80 g de P₂O₅ y 60 g de K₂O por planta.

Cuadro 31 Resultados del análisis de suelo del sitio de plantación.

MUESTRA	pH	TEXTURA			M.O. (%)	N (%)	P (%)	K (ppm)
		ARENA	ARCILLA	LIMO				
0 – 30 cm	5,7	22,4	37,6	40	9,36	0,46	4,3	97,5
30 – 60 cm	5,6	19,6	26,4	54	2,34	0,11	3,9	99

Fuente: Laboratorio INIA – Santa Ana, Junín.

El análisis del relieve y la fisiografía se realizó de manera visual, resumiéndose en el cuadro 32 el relieve observado por tipo fisiografía.

Cuadro 32 Análisis visual del relieve y la fisiografía en el sitio de plantación.

ALTITUD/CUSOS DE AGUA	FISIOGRAFÍA	PENDIENTE	TIPO DE RELIEVE	USOS	% DE RELIEVE
<20	Llanuras o planicies	<10%	Plano o llano	Agropecuarios	4%
		10% - 30%	Ondulado	Agropecuarios, agroforestales, forestales	2%
		30% - 50%	Muy ondulado	Forestales, protección	9%
		>50%	Accidentado	Protección	0%
20 – 80 m	Terrazas y mesetas	<10%	Plano o llano	Agropecuarios	3%
		10% - 30%	Ondulado	Agropecuarios, agroforestales, forestales	5%
		30% - 50%	Muy ondulado	Forestales, protección	11%
		>50%	Accidentado	Protección	5%
80 – 200	Colinas bajas y altas	<10%	Plano o llano	Agropecuarios	2%
		10% - 30%	Ondulado	Agropecuarios, agroforestales, forestales	5%
		30% - 50%	Muy ondulado	Forestales, protección	12%
		>50%	Accidentado	Protección	12%
>200	Montaña o cordillera	<10%	Plano o llano	Agropecuarios	1%
		10% - 30%	Ondulado	Agropecuarios, agroforestales, forestales	2%
		30% - 50%	Muy ondulado	Forestales, protección	12%
		>50%	Accidentado	Protección	15%

Fuente: MINAG. Elaboración propia.

c) Diseño de la plantación

Teniendo como objetivo de plantación la protección, se seleccionó el alineamiento “tresbolillo” debido a la predominancia de relieves ondulado y muy ondulado. La densidad (3 x 3 m) se determinó en base al bajo potencial productivo del suelo, resumido en el cuadro 33.

Cuadro 33 Relación entre la fisiografía y el diseño de la plantación.

<i>FISIOGRAFÍA</i>	<i>TIPO DE RELIEVE</i>	<i>ALINEAMIENTO</i>	<i>DISTANCIAMIENTO (m)</i>
Llanuras o planicies	Plano o llano	Cuadrado	3 x 2
	Ondulado	Cuadrado, tresbolillo	3 x 2,5
	Muy ondulado	Tresbolillo, curvas de nivel	3 x 3
	Accidentado	Curvas de nivel	6 x 3
Terrazas y mesetas	Plano o llano	Cuadrado	3 x 2
	Ondulado	Cuadrado, tresbolillo	3 x 2,5
	Muy ondulado	Tresbolillo, curvas de nivel	3 x 3
	Accidentado	Curvas de nivel	6 x 3
Colinas bajas y altas	Plano o llano	Cuadrado	3 x 2
	Ondulado	Cuadrado, tresbolillo	3 x 2,5
	Muy ondulado	Tresbolillo, curvas de nivel	3 x 3
	Accidentado	Curvas de nivel	6 x 3
Montaña o cordillera	Plano o llano	Cuadrado	3 x 2
	Ondulado	Cuadrado, tresbolillo	3 x 2,5
	Muy ondulado	Tresbolillo, curvas de nivel	3 x 3
	Accidentado	Curvas de nivel	6 x 3

Fuente: MINAG. Elaboración propia.

Los costos de la planificación de la plantación (cuadro 34) corresponden a la elaboración del expediente técnico, con un horizonte de evaluación de 10 años. Los costos de la ejecución del expediente y la supervisión, se verán más adelante ya que no forman parte de la planificación.

Cuadro 34 Costo de la planificación para instalar 50 ha de plantación con fines de protección.

<i>CONCEPTO</i>	<i>MEDIDA</i>	<i>CANT.</i>	<i>COSTO UNITARIO (S/.)</i>	<i>COSTO TOTAL (S/. /año)</i>
ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO	Estudio	1	6 000,00	6 000,00
Zonificación del área de plantación				
Estudio físico del lugar “calidad de sitio”				
Diseño de la plantación				
TOTAL				6 000,00

Fuente: MEF. Elaboración propia.

B) PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO

Cuadro 35 Costos del acondicionamiento de 25 ha para instalar plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología.

CONCEPTO	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/. /año)
INSUMOS				4 277,35
Guano de isla	TM	1,39	1 100,00	1 527,63
Roca fosfórica de Bayóvar	saco x 50 kg	91,66	30,00	2 749,73
MATERIALES Y HERRAMIENTAS				10 095,00
Barreta SAE 1045-a 1/8"x1.60 m redondo pala ancha	unidad	60,00	68,00	4 080,00
Cordel n° 16 nylon	unidad	30,00	6,00	180,00
Guantes	par	30,00	10,00	300,00
Jalones	unidad	30,00	5,00	150,00
Lampa cuchara SAE 1050-3 mm peso 2550 g	unidad	30,00	32,50	975,00
Lampa recta larg.1025 mm Tp210x320 mm d 42-48 Y	unidad	30,00	35,50	1 065,00
Lima	unidad	5,00	5,00	25,00
Machete tipo sable	unidad	5,00	20,00	100,00
Pala forestal SAE 1025	unidad	30,00	39,00	1 170,00
Pico SAE 1050 templado D 47-50 peso 2250	unidad	30,00	29,00	870,00
Wincha de 50 metros	unidad	5,00	50,00	250,00
Zapapico SAE 1050 templado peso 2350 g	unidad	30,00	31,00	930,00
MANO DE OBRA			675,00	15,00
Marcado	jornal	69,44		
Limpieza del terreno	jornal	46,29		
Apertura de hoyos	jornal	347,19		
Abonamiento al fondo del hoyo (guano)	jornal	79,36		
Abonamiento al fondo del hoyo (roca fosfórica de Bayóvar)	jornal	39,68		
Tapado del hoyo	jornal	92,58		
TOTAL				24 497,35

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 36 Costos del acondicionamiento de 25 ha para instalar plantones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología.

CONCEPTO	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/. /año)
MATERIALES Y HERRAMIENTAS				8 625,00
Barreta SAE 1045-a 1/8"x1.60 m redondo pala ancha	unidad	60,00	68,00	4 080,00
Cordel n° 16 nylon	unidad	30,00	6,00	180,00
Jalones	unidad	30,00	5,00	150,00
Lampa cuchara SAE 1050-3mm peso 2550-Y	unidad	30,00	32,50	975,00
Lampa recta larg.1025mm Tp210x320mm d 42-48 Y	unidad	30,00	35,50	1 065,00
Lima	unidad	5,00	5,00	25,00
Machete tipo sable	unidad	5,00	20,00	100,00
Pico SAE 1050 templado D 47-50 peso 2250	unidad	30,00	29,00	870,00
Wincha de 50 metros	unidad	5,00	50,00	250,00
Zapapico SAE 1050 templado peso 2350 g	unidad	30,00	31,00	930,00
MANO DE OBRA		463,00	15,00	6 945,00
Marcado	jornal	69,44		
Limpieza del terreno	jornal	46,29		
Apertura de hoyos	jornal	347,19		
TOTAL				15 570,00

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los cuadros 35 y 36 se puede observar que el acondicionamiento para la instalación de plantones producidos en el vivero forestal de alta tecnología registró costos de S/. 4 277,35 para insumos, S/. 10 125,00 para mano de obra y S/. 10 095,00 para materiales y herramientas.

Mientras que para el caso de los plantones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología, los costos por concepto de mano de obra fueron S/. 6 945,00 y los costos por concepto de materiales y herramientas fueron S/. 8 625,00.

La explicación a la diferencia de costos radicó en la cantidad de actividades que se realizaron en ambos casos, 6 en el primer caso y 3 en el segundo, el cual influyó no solo en la cantidad de mano de obra requerida sino también en los materiales y herramientas necesitadas para las actividades adicionales, los que lógicamente originaron un costo mayor en el primer caso donde se realizaron una cantidad mayor de actividades.

En el acondicionamiento del terreno para instalar plántones en tubetes de polipropileno (producidos en el vivero de alta tecnología) se llevaron a cabo las siguientes actividades: marcado del hoyo, limpieza del hoyo, apertura del hoyo, abonamiento al fondo del hoyo y tapado del hoyo.

En cambio, durante el acondicionamiento del terreno para la instalación de plántones en bolsas de polietileno (producidos en el vivero de mediana tecnología), se realizaron las siguientes actividades: marcado, limpieza del hoyo y apertura del hoyo.

La diferencia en el número de actividades realizadas influyó en la cantidad de jornales requeridos, necesiéndose 675 jornales en el primer caso y 463 jornales en el segundo caso.

En las actividades comunes realizadas para ambos casos; el marcado se realizó siguiendo el diseño y el distanciamiento planteado en la metodología, la limpieza de los hoyos se realizó en un diámetro de 1 m con respecto a la marca y los hoyos aperturados tuvieron las mismas dimensiones (40 cm x 40 cm x 40 cm).

En las actividades realizadas exclusivamente para instalar plántones producidos en el vivero de alta tecnología tenemos que:

El abonamiento al fondo del hoyo con fertilizante orgánico procesado (guano de isla) permitió mejorar la textura, la retención de humedad y la fertilidad general del suelo

El abonamiento con roca fosfórica, también al fondo del hoyo, aumentó la disponibilidad de fósforo.

El tapado del hoyo aperturado permitió que éste sea dotado de un relleno suave, suelto y permeable, mejorando además la retención de humedad y la aireación.

C) SELECCIÓN Y TRASLADO DE PLANTONES

Para prevenir la posible mortandad de plantones durante el traslado, se incrementó el número de individuos en un 7%, siendo 30 000 el número de plantones adquiridos y transportados.

Cuadro 37 Costos en el traslado a campo definitivo de 30 000 plantones de *Pinus radiata*, en tubete para una plantación forestal en macizo de 25 ha con fines de protección.

	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/./año)
Camión D300	viaje	2	1 000,00	2 000,00
MANO DE OBRA		26	15,00	390,00
Carga	jornal	16,45		
Descarga	jornal	9,38		
TOTAL				2 390,00

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 38 Costos en el traslado a campo definitivo de 30 000 plantones de *Pinus radiata*, en bolsa para una plantación forestal en macizo de 25 ha con fines de protección.

	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/./año)
Camión D300	viaje	8,57	1 000,00	8 571,43
MANO DE OBRA		80	15,00	1 200,00
Carga	jornal	31,65		
Descarga	jornal	48,00		
TOTAL				9 771,43

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los cuadros 37 y 38 encontramos diferencias en la cantidad de viajes y en la cantidad de jornales empleados para la carga de plantones del vivero al camión D300 y la descarga y traslado de éste a la zona de plantación.

Hubo una diferencia de viajes en el transporte de plantones hacia el sitio de plantación, siendo 2 la cantidad de viajes cuando los plantones procedieron del vivero forestal de mediana tecnología y 8,57 cuando los plantones procedieron del vivero forestal de alta tecnología, debido a la diferencia en el tamaño de los envases en relación con la capacidad máxima del transporte: 15 000 plantones en tubetes de 115 cm³ y 3 500 plantones en bolsas 4"x7" por cada viaje. Esa misma diferencia de dimensiones también influyó en la cantidad de mano de obra no calificada, empleada cuando se subieron los plantones al medio de transporte (carga) y cuando se trasladó y distribuyó hasta el sitio de plantación (descarga), teniéndose en cuenta además la dificultad del terreno (pendiente 30 - 40%).

D) INSTALACIÓN DE LA PLANTACIÓN FORESTAL

Se consideró que algunas herramientas ya fueron adquiridas en el acondicionamiento, además se depreciaron equipos (cuadro 39), para efectuar los cálculos de los costos (cuadro 40 y 41).

Cuadro 39 Depreciación (D) e interés sobre la inversión media anual (IIMA) de los equipos.

CONCEPTO	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL (años)	DEPRECIACIÓN (S/. / año)	INTERÉS SOBRE LA INVERSIÓN MEDIA ANUAL (S/. / año)	COSTO ANUAL (S/. / año)
EQUIPOS	30 000,00				11 600,00
Fertilizador metálico	15 000,00	3	5 000,00	800,00	5 800,00
Sembrador metálico	15 000,00	3	5 000,00	800,00	5 800,00

Fuente: Elaboración propia.

Se registraron 25 jornales para la instalación y 25 jornales para la fertilización cuando se emplearon plantones en tubete; cuando se emplearon plantones en bolsa se registraron 278 jornales para la instalación y 231 jornales para la fertilización.

Cuadro 40 Costos en la instalación de una plantación forestal con fines de protección, instaladas en 25 ha con plantones en tubete de *Pinus radiata*.

CONCEPTO	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/. / año)
INSUMOS				11 600,00
Cloruro de potasio 60% K2O	saco x 50 kg	9,26	65,00	601,79
Cristales hidroabsorbentes	kg	166,65	46,50	7 749,23
Plantones forestales en tubete	unidad	30 000,00	0,84	25.114,75
Sulfato de amonio 21% N	saco x 50 kg	26,45	50,00	1 322,62
Superfosfato triple de calcio 46% P2O5 Y 20% CaO	saco x 50 kg	36,23	65,00	2 354,84
MATERIALES Y HERRAMIENTAS				11 725,00
Bolsa de polipropileno para transporte de plantones	unidad	25,00	5,00	125,00
Fertilizador metálico	unidad	25,00	*232,00	5 800,00
Sembrador metálico	unidad	25,00	*232,00	5 800,00
MANO DE OBRA		200,00	15,00	3 000,00
Plantación	jornal	100,00		
Fertilización	jornal	100,00		
TOTAL				49 618,22

Fuente: Elaboración propia. *Costos depreciados.

Cuadro 41 Costos en la instalación de una plantación forestal con fines de protección, instaladas en 25 ha con plántones en bolsa de *Pinus radiata*.

CONCEPTO	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
INSUMOS				38 360,85
Cloruro de potasio 60% K2O	saco x 50 kg	55,55	65,00	3 601,75
Cristales hidroabsorbentes	kg	166,65	46,50	7 749,23
Plántones forestales en bolsa	unidad	30 000,00	0,84	12 785,59
Sulfato de amonio 21% N	saco x 50 kg	158,71	50,00	7 935,71
Superfosfato triple de calcio 46% P2O5 y 20% CaO	saco x 50 kg	386,43	65,00	25 118,26
MATERIALES Y HERRAMIENTAS				420,00
Cuchillo de acero inoxidable 8"	unidad	25,00	5,00	125,00
Sacos	unidad	50,00	*232,00	295,00
MANO DE OBRA		509,00	15,00	7 635,00
Plantación	jornal	277,75		
Fertilización	jornal	925,83		
TOTAL				46 415,85

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia de jornales (50 para el primer caso y 509 para el segundo caso), se debió principalmente al tipo de herramienta empleada en la plantación y fertilización; es decir para instalar plántones en tubete se utilizaron el sembrador metálico y el fertilizador metálico que, previa capacitación, permitió una productividad de 1 hectárea por jornal tanto para la plantación como para la fertilización. En cambio, para instalar plántones en bolsa se utilizaron las herramientas convencionales, logrando rendimientos promedios de 100 plántones sembrados y 120 plántones fertilizados por jornal.

Cabe recordar que en el caso de los plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología, esta fue su segunda fertilización, ya que la primera se realizó previamente, durante la preparación y acondicionamiento del terreno, abonando el fondo del hoyo antes de ser tapado con tierra suelta; en el caso de los plántones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología, esta fue su primera fertilización.

La diferencia en las cantidades de fertilizante empleado sólo en esta fase (cloruro de potasio, sulfato de amonio y superfosfato triple de calcio), se debió precisamente a que, al ser la segunda fertilización para los plántones producidos en tubetes, las cantidades lógicamente tendrían que ser menores que las utilizadas para los plántones producidos en bolsa.

E) CERCADO

Tanto los materiales y herramientas como la mano de obra, necesarios para el cercado con alambres de púas con tres hebras, representaron costos únicos, ya que éstos no dependieron del diseño de la plantación, de las especies instaladas, o de si se instalaron con plántones procedentes del vivero forestal de alta tecnología o de mediana tecnología.

Cuadro 42 Costos en el cercado de 25 ha de plantación forestal.

CONCEPTO	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
MATERIALES Y HERRAMIENTAS				13 898,00
Alambre de púas x 200 m	rollo	50,10	90,00	4 509,00
Grapas	kg	125,00	5,00	625,00
Martillo de uña	unidad	2,00	15,00	30,00
Postes de 4" x 6,5 pies (10 cm x 2 m)	unidad	668,00	13,00	8 684,00
Tensador	unidad	2,00	25,00	50,00
MANO DE OBRA			78,00	1 635,00
Apertura de hoyos para postes	jornal	5,57		
Traslado de postes	jornal	20,88		
Plantado de postes	jornal	11,13		
Colocación del cerco	jornal	40,00		
TOTAL				15 068,00

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se aprecia en el cuadro 42, los materiales y las herramientas significaron un costo de S/. 15 068,00; la mano obra representó 7,76% de ese costo, mientras que los materiales y herramientas representaron 92,24%.

La mano de obra consistió en 76 jornales, agrupándose a los obreros en brigadas para poder realizar los trabajos necesarios:

La primera brigada se dedicó a la apertura de hoyos con un distanciamiento de 3 x 3, contabilizándose 668 hoyos y, necesitándose 5,57 jornales. La segunda brigada se dedicó al traslado de 668 postes, lo que significó 20,88 jornales.

La tercera brigada se dedicó al plantado de 668 postes; requiriéndose 11,13 jornales. La cuarta brigada se dedicó a la colocación del cerco, además del estirando y grapando de 5 hileras de alambre de púas entre poste y poste; registrando un total de 40 jornales.

F) RECALCE

Cuadro 43 Costos en el recalce de 25 ha de plantación forestal, instalada con plántones en tubete de *Pinus radiata*, al 10,08% de mortandad.

CONCEPTO	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
EVALUACIÓN	mes	2,00	1 200,00	2 400,00
INSUMOS				4 748,67
Cristales hidroabsorbentes	kg	16,80	46,50	781,20
Humus	saco x kg	112,00	13,00	1 456,00
Plántones forestales en tubete	unidad	3 000,00	0,84	2 511,47
TRANSPORTE	viajes	0,20	1 000,00	200,00
MANO DE OBRA		23,00	15,00	345,00
Carga	jornal	1,64		
Descarga	jornal	1,18		
Recalce	jornal	20,00		
TOTAL				7 693,67

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 44 Costos en el recalce de 25 ha de plantación forestal, instalada con plántones en bolsa de *Pinus radiata*, al 19,44% de mortandad.

CONCEPTO	MEDIDA	CANT.	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S./ año)
EVALUACIÓN	mes	2,00	1 200,00	2 400,00
INSUMOS				6 871,72
Cristales hidroabsorbentes	kg	32,40	46,50	1 506,60
Humus	saco x kg	112,00	13,00	2 808,00
Plántones forestales en tubete	unidad	6 000,00	0,43	2 557,12
TRANSPORTE	viajes	1,71	1 000,00	1 714,29
MANO DE OBRA		106,00	15,00	1 590,00
Carga	jornal	6,33		
Descarga	jornal	9,60		
Recalce	jornal	90,00		
TOTAL				12 576,00

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar al comparar los cuadros 43 y 44, además del costo de la evaluación de mortandad, hubo que añadir también los costos de los plántones a sustituir y los costos asociados a su plantación, como fueron: insumos, transporte y mano de obra no calificada para subir los plántones al medio de transporte (carga) y su traslado al lugar de plantación (descarga) así como los jornales necesarios para el recalce en cada caso.

La evaluación de la plantación permitió conocer el porcentaje de mortandad, el cual fue de 10,08% cuando se realizó con plántones de la especie *Pinus radiata* producidos en el vivero de forestal de alta tecnología y 19,44% cuando se emplearon plántones de la misma especie pero producidos en el vivero forestal de mediana tecnología.

Como hemos visto anteriormente en el proceso productivo de los viveros, encontramos que ambos utilizaron semillas del mismo proveedor, la misma calidad de agua para el riego y ambos viveros al estar ubicados en la misma zona permitieron que los plántones en ambos casos estuviesen expuestos al mismo microclima.

Las diferencias que pudimos encontrar a nivel de producción entre los viveros con diferente tecnología fueron: la formulación del sustrato, la cantidad agregada de micorriza y la capacidad de los envases: 115 cm³ para los tubetes T155 y 667 cm³ para las bolsas 4" x 7".

Otra diferencia fue la utilización de insumos en la producción. En el vivero forestal de alta tecnología se utilizaron los siguientes insumos: desinfectantes como el cloro para las bandejas y tubetes, y cal agrícola para las camas de germinación y crecimiento, fertilizantes para el sustrato y para el sistema de riego (fertirriego) y pesticidas (fungicida, insecticida y herbicida); mientras que en el vivero forestal de mediana tecnología solo se utilizó pesticidas

Las diferencias encontradas a nivel de plantación fueron: el número de actividades realizadas, debido a que para instalar plántones en tubete tuvieron que realizarse 3 actividades adicionales: abonamiento al fondo del hoyo con roca fosfórica, otro abonamiento al fondo del hoyo con guano de isla y el tapado del hoyo. Otras diferencias encontradas fueron el tipo de herramienta utilizada durante la plantación y fertilización.

Ya que para efectuarse la plantación en ambos casos, hubo una selección previa de plántones, según los requisitos mínimos vistos en la metodología y la instalación de éstos se realizó en la misma calidad de sitio, podemos presumir que las diferencias en la producción del plánton a nivel de sustrato, micorriza y manejo, además de las diferencias en la plantación a nivel de actividades y cantidades de fertilización pudieron haber influenciado en la mortandad evaluada.

G) CÁLCULO DEL COSTO UNITARIO DE PLANTACIÓN

Cuadro 45 Costos de una plantación para protección de 25 ha, instalada con plántones procedentes del vivero forestal de alta tecnología.

CONCEPTO	COSTO TOTAL (S./año)	COSTO TOTAL (US\$/año)
PLANIFICACIÓN	6 000,00	2 315,71
ACONDICIONAMIENTO	24 497,35	9 454,79
TRANSPORTE	2 390,00	922,42
INSTALACIÓN	49 618,22	19 150,22
CERCADO	15 068,00	5 815,52
RECALCE	7 693,67	2 969,38
SERVICIOS (EJECUCIÓN, SUPERVISIÓN, LOGÍSTICA Y CAPACITACIÓN)	23 000,00	8 876,88
COSTO TOTAL DE PLANTACIÓN	128 267,25	49 504,92
COSTO UNITARIO DE PLANTACIÓN	5 130,69	1 980,20

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 46 Costos de una plantación para protección de 25 ha, instalada con plántones procedentes del vivero forestal de mediana tecnología.

CONCEPTO	COSTO TOTAL (S./año)	COSTO TOTAL (US\$/año)
PLANIFICACIÓN	6 000,00	2 315,71
ACONDICIONAMIENTO	15 570,00	6 009,26
TRANSPORTE	9 771,43	3 771,30
INSTALACIÓN	46 415,85	17 914,26
CERCADO	15 038,00	5 815,52
RECALCE	12 576,00	4 853,73
SERVICIOS (EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN)	13 000,00	5 017,37
COSTO TOTAL DE PLANTACIÓN	118 371,28	45 697,14
COSTO UNITARIO DE PLANTACIÓN	4 734,85	1 827,89

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los cuadros 45 y 46, notamos que los costos unitarios de plantación por hectárea obtenidos, con una equivalencia de US\$ 1,00 = S/. 2,591 (marzo de 2013), cuando se emplearon plántones procedentes del vivero de alta y mediana tecnología fueron: US\$ 1 980,20/ha y US\$ 1 827,89/ha respectivamente. Estos costos unitarios calculados fueron superiores a los costos unitarios ejecutados para otros proyectos en la Región Junín: US\$ 1 266,59/ha (Manejo de los RR.NN. en la microcuenca Chanchas, con código SNIP 132404) en donde no se consideró el costo de la mano de obra y el costo del recalce y US\$ 1 172,24/ha (Reforestación en la subcuenca del río Shullcas, con código SNIP 76269), donde no se consideró el costo del transporte.

A continuación se presenta el cuadro resumen del estudio comparativo de costos para una plantación forestal con dos sistemas de producción de plántones, con los costos desagregados.

Cuadro 47 Costos desagregados en una plantación para protección de 25 ha, instalada con plántones de *Pinus radiata* procedentes de dos viveros con diferente sistema de producción.

CONCEPTO	COSTO TOTAL CON PLANTONES DEL VFAT (US\$/año)	COSTO TOTAL CON PLANTONES DEL VFMT (US\$/año)
PLANIFICACIÓN	2 315,71	2 315,71
Expediente técnico	2 315,71	2 315,71
ACONDICIONAMIENTO	9 454,79	6 009,26
Insumos	1 650,85	0,00
Mano de obra	3 907,76	2 680,43
Materiales y herramientas	3.896,18	3 328,83
TRANSPORTE	922,42	3 771,30
Flete	771,90	3 308,15
Mano de obra	150,52	463,14
INSTALACIÓN	19 150,22	17 914,26
Insumos	14 335,48	14 805,42
Mano de obra	289,46	2 946,74
Materiales y herramientas	4 525,28	162,10
CERCADO	5 815,52	5 815,52
Mano de obra	451,56	451,56
Materiales y herramientas	5 363,95	5 363,95
RECALCE	2 969,38	4 853,73
Evaluación	926,28	926,28
Insumos	1 832,76	2 652,15
Mano de obra	133,15	613,66
Transporte	77,19	661,63
SERVICIOS	8 876,88	5 017,37
Ejecución	2 315,71	2 315,71
Supervisión	2 701,66	2 701,66
Logística	1 929,76	0,00
Capacitación	1 929,76	0,00
COSTO TOTAL (25 ha)	49 504,92	45 697,14
COSTO UNITARIO DE PLANTACIÓN (US\$/ha/año)	1 980,20	1 827,89
COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN (US\$/plánton)	0,32	0,16
MORTANDAD (%)	10,08	19,44

Fuente: Elaboración propia.

4.3 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE COSTOS

La estructura de costos realizada para la plantación instalada con plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología nos revela que hay partidas determinantes en el costo final de la plantación. Ver figura 7.

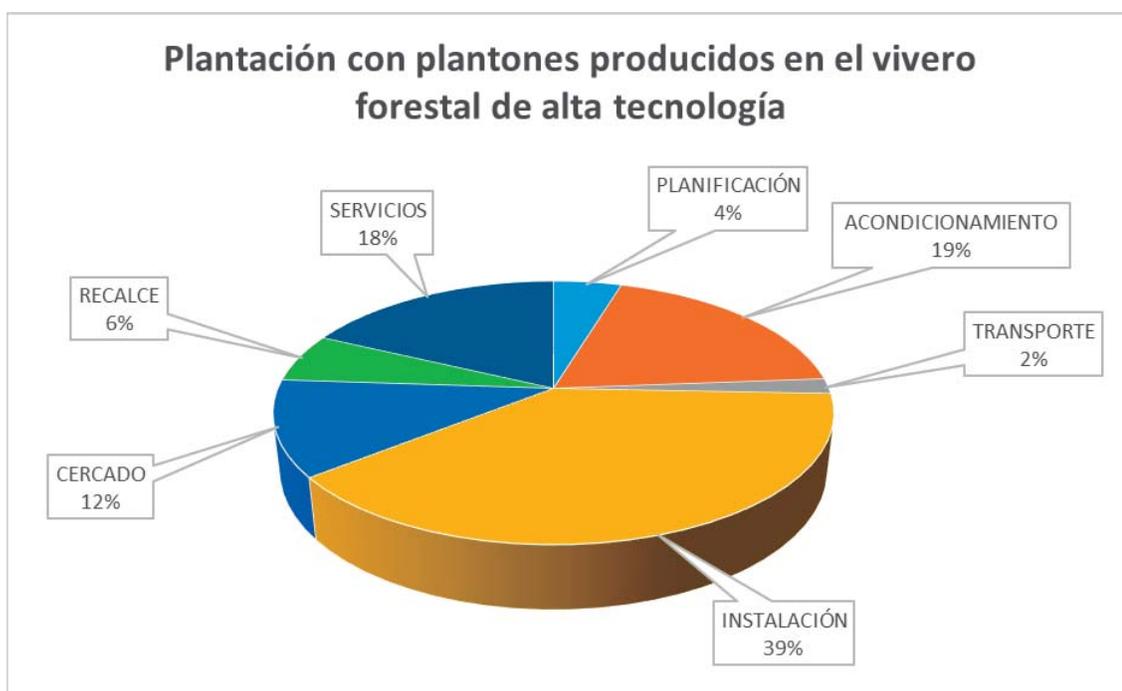


Figura 7 Estructura de costos en la plantación forestal realizada con plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología.

Destacan especialmente el costo de la instalación de la plantación (39%), el cual fue el costo más elevado de toda la plantación, seguido por los costos del acondicionamiento (19%) y de los servicios (18%).

La partida de instalación de plantación supuso un alto costo, ya que para instalar plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología fue necesario utilizar herramientas específicas y un personal debidamente cualificado para poder llevarse a cabo.

Cabe destacar también el bajo porcentaje de costo asociado con el recalce, de tan solo 6%, debido a que las tasas de mortandad fueron reducidas (10,08%), el costo de la planificación (4%) y el costo del transporte (2%) asociado al volumen de los envases o contenedores usados.

En la estructura de costos realizada para la plantación instalada con plántones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología las partidas que destacan, al igual que en el primer caso son el acondicionamiento y la instalación. Ver figura 8.

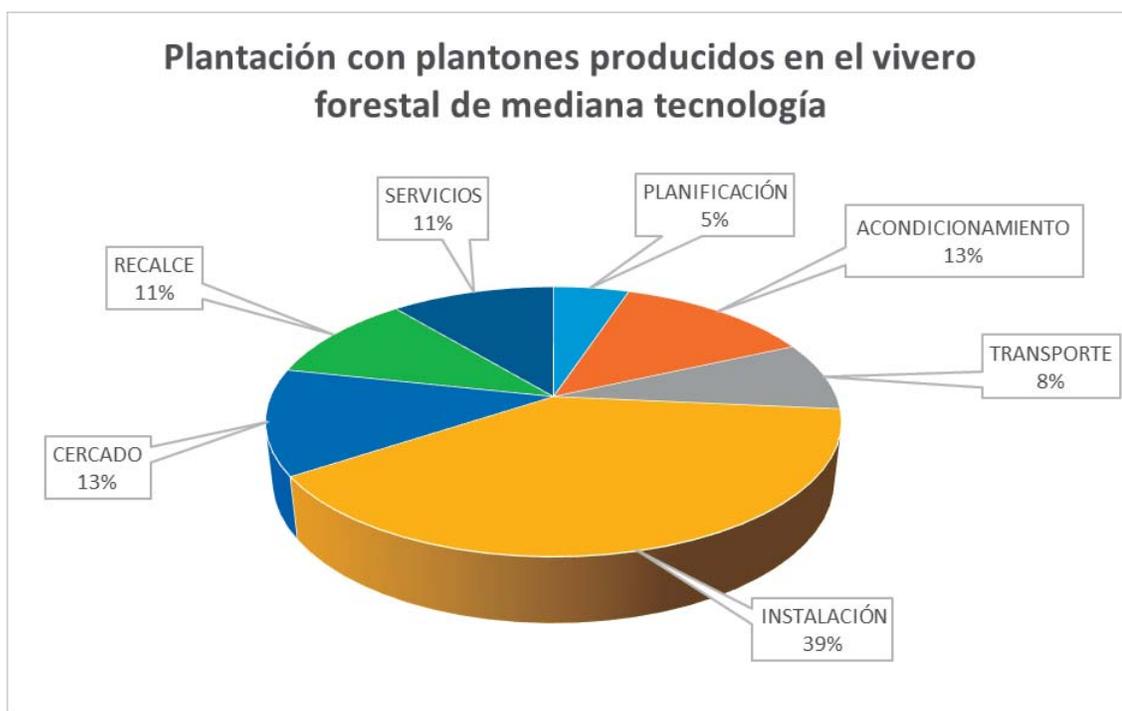


Figura 8 Estructura de costos en la plantación forestal realizada con plántones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología.

La instalación al ser realizado por personal no cualificado y no requerir de una capacitación previa ni de herramientas específicas para su desarrollo, requirió de una dotación menor de recursos para ser llevados a cabo; en este caso, representa un 39% del costo total, siendo la partida más importante por su importe, por encima del cercado (13%) y el acondicionamiento (13%) que aún sumados, siguen siendo más bajos que el costo de la instalación.

La partida dedicada a los servicios supuso un 11% del costo total, teniendo en cuenta que solo se registraron como tales los costos la ejecución y supervisión de la plantación.

El recalce (11%) con una mortandad asociada de 19,44%, el transporte (8%) y la planificación (5%) representaron los menores porcentajes en toda la estructura de costos.

4.4 ANÁLISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

El cálculo del punto de equilibrio se realizó identificando previamente los costos en todas las actividades, clasificándolos en fijos y variables a fin de calcular el costo fijo total y el costo variable unitario en ambos casos. El costo fijo total se calculó sumando todos los costos fijos, mientras que el costo variable unitario se calculó sumando todos los costos variables y luego dividirlos entre el número de plántones instalados (27 775), como se aprecia en el cuadro 48.

Cuadro 48 Clasificación de costos en una plantación forestal para protección de 25 ha.

CONCEPTO	PLANTACIÓN CON PLANTONES DEL VFAT (US\$/año)	PLANTACIÓN CON PLANTONES DEL VMAT (US\$/año)	TIPO DE COSTO
PLANIFICACIÓN			
Expediente técnico	2 315,71	2 315,71	COSTO FIJO
ACONDICIONAMIENTO			
Insumos	1 650,85	0,00	COSTO VARIABLE
Mano de obra	3 907,76	2 680,43	COSTO VARIABLE
Materiales y herramientas	3.896,18	3 328,83	COSTO FIJO
TRANSPORTE			
Flete	771,90	3 308,15	COSTO VARIABLE
Mano de obra	150,52	463,14	COSTO FIJO
INSTALACIÓN			
Insumos	14 335,48	14 805,42	COSTO VARIABLE
Mano de obra	289,46	2 946,74	COSTO FIJO
Materiales y herramientas	4 525,28	162,10	COSTO VARIABLE
CERCADO			
Mano de obra	451,56	451,56	COSTO FIJO
Materiales y herramientas	5 363,95	5 363,95	COSTO VARIABLE
RECALCE			
Evaluación	926,28	926,28	COSTO FIJO
Insumos	1 832,76	2 652,15	COSTO VARIABLE
Mano de obra	133,15	613,66	COSTO VARIABLE
Transporte	77,19	661,63	COSTO VARIABLE
SERVICIOS			
Ejecución	2 315,71	2 315,71	COSTO FIJO
Supervisión	2 701,66	2 701,66	COSTO FIJO
Logística	1 929,76	0,00	COSTO FIJO
Capacitación	1 929,76	0,00	COSTO FIJO
COSTO FIJO TOTAL (25 ha)	25 904,28	17 114,24	
COSTO VARIABLE UNITARIO	944,03	1 143,32	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez calculados el costo fijo total y el costo variable unitario en la plantación, utilizando plantones de dos sistemas distintos de producción, se procedió a utilizar la fórmula propuesta en la metodología calculando así el punto de equilibrio para ambas tecnologías (figura 9).

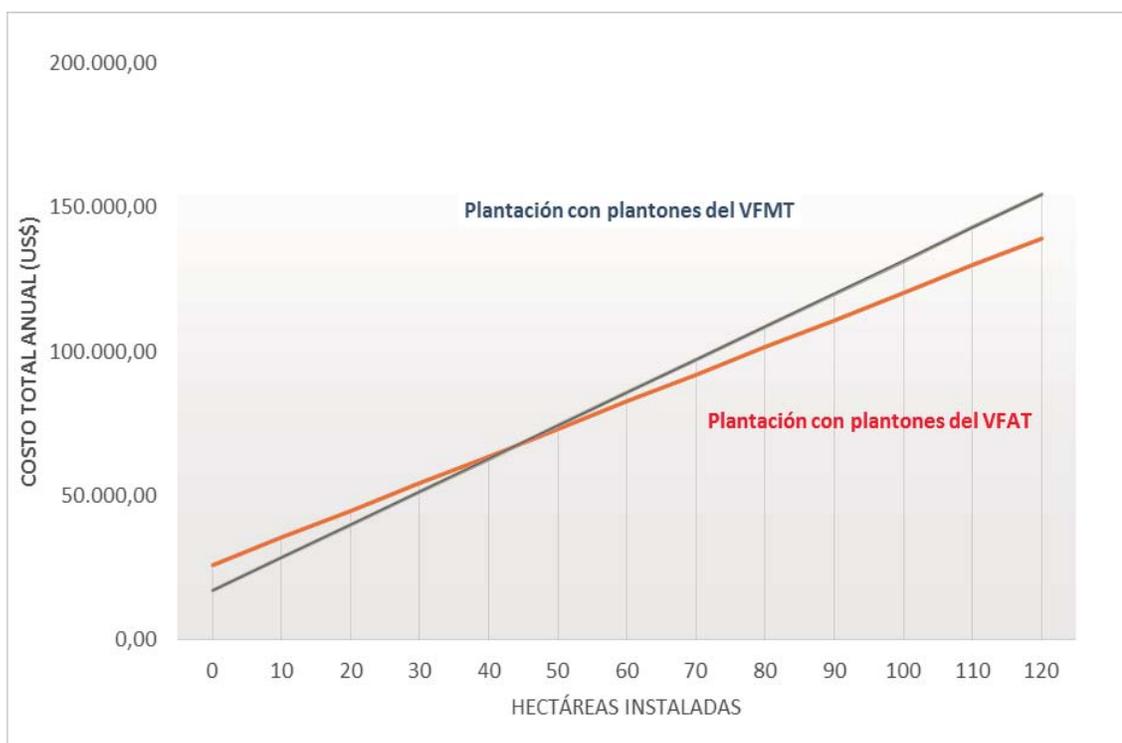


Figura 9 Punto de equilibrio para dos tecnologías de producción de plantones.

El punto de equilibrio se dio para una superficie de 44,11 ha de plantación anual, instalados con la especie *Pinus radiata* empleando un diseño de “tresbolillo” y un distanciamiento de 3x3 m.

Para superficies mayores a 44,11 ha, bajo esas mismas condiciones de sitio, sería más barato un sistema de producción de plantones de alta tecnología que incluiría la instalación de un vivero de alta de tecnología y la compra de herramientas para la instalación de los plantones producidos en dicho vivero.

En el caso de que la superficie total a plantar por año fuera menor a 44,11 ha, entonces habría que seguir utilizando el sistema tradicional de producción de plantones.

5. CONCLUSIONES

- El costo de plantación de una hectárea instalada con plántones de *Pinus radiata* producidos en el vivero forestal de alta tecnología es US\$ 1 980,20.
- El costo de plantación de una hectárea instalada con plántones de *Pinus radiata* producidos en el vivero forestal de mediana tecnología es US\$ 1 827,89.
- Para una plantación de *Pinus radiata* empleando plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología, la estructura de costos se presenta de la siguiente forma: costo de planificación 4,68%, costo de acondicionamiento 19,10%, costo de transporte 1,86%, costo de instalación 38,68%, costo de cercado 11,75%, costo de recalce 6,00% y costo de servicios (ejecución, supervisión, logística y capacitación) 17,93%. Con una mortandad asociada de 10,08%.
- Para una plantación de *Pinus radiata* empleando plántones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología, la estructura de costos se presenta de la siguiente forma: costo de planificación 5,07%, costo de acondicionamiento 13,15%, costo de transporte 8,25%, costo de instalación 39,20%, costo de cercado 12,73%, costo de recalce 10,62% y costo de servicios (ejecución, supervisión, logística y capacitación) 10,98%. Con una mortandad asociada de 19,44%.
- El punto de equilibrio para las dos tecnologías de reforestación es 44,11 ha de plantación anual, que corresponde a 49 002,55 plántones instalados. Para plantaciones de superficies mayores a 44,11 ha es conveniente emplear plántones producidos en el vivero forestal de alta tecnología; mientras que para superficies menores a 44,11 ha será conveniente emplear plántones producidos en el vivero forestal de mediana tecnología.

6. **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda comparar el sistema radicular de los plántones producidos en tubetes con los plántones producidos en bolsas, a fin de poder observar diferencias en la cantidad de raíces secundarias y terciarias, ya que esto podría determinar en parte el éxito de la plantación.
- Se recomienda comparar las cantidades empleadas de micorriza y fertilizante en el proceso productivo de los viveros forestales de alta y mediana tecnología, buscando relaciones directas con la supervivencia de los plántones en campo definitivo.
- Se recomienda que en el análisis de suelo se lleven, en lugar de la única muestra por calicata que se hace habitualmente, dos muestras de suelo por cada calicata, un kg correspondiente a los 20 cm de la parte superior y otro kg de los segundos 20 cm de la parte inferior. Con los datos obtenidos de la muestra, conociendo la especie forestal a plantar, los especialistas podrán recomendarnos la mejor dosis de fertilización en el sitio elegido para la reforestación.
- Se recomienda que se designe un capataz en las actividades desarrolladas durante toda la instalación de la plantación, a fin de optimizar los rendimientos por jornal reduciendo de ese modo el número de jornales que encarecen la plantación propiamente dicha.
- Se recomienda hacer un seguimiento de los plántones de *Pinus radiata* instalados en campo definitivo y que hayan sido producidos en los viveros forestales de alta tecnología, a fin de encontrar la relación existente entre la formulación de sustrato de cada uno de los viveros con el porcentaje de mortandad evaluado en campo.
- Dado que el nivel de importancia adquirido por las plantaciones forestales tanto de protección como de producción en nuestro país, exige al sector público y/o privado ser más competitivos, siendo una de las vías para alcanzar dicho propósito el conocimiento del costo real de 1 ha de plantación instalada a determinadas condiciones de sitio, se recomienda la adopción e implementación de un sistema de costeo basado en actividades A.B.C., porque permite actualizar en forma constante la estructura de costos, facilitando así la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFÍA

- ADEFOR** (Asociación Civil para la Investigación y el Desarrollo Forestal, PE). 1996. Manual: Producción de plantas forestales. Cajamarca, PE. 152 p.
- Bazán de Segura, C.** 1967. La chupadera fungosa de los pinos en almácigos peruanos. La Molina, PE, Estación Experimental Agrícola de La Molina. (Boletín Técnico no. 1). 25 p.
- Bunn, E.** 1967. Growth rates, Yield and Yield Prediction, Continuous Inventory and Changes in Productivity. *In* Simposio Mundial de la FAO sobre Bosques Artificiales y su importancia industrial. Camberra, AU. Documento FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (Boletín Técnico no. 1). 599 p.
- Cannon, P.; Montenegro, H.; Guzmán, F.** 1983. Fertilización en el vivero. Fertilización forestal en el Valle y el Cauca. *In* Informe Anual 1983. Colombia. p. 13–26.
- Cartier, E.** 1994. El costo basado en actividades y la teoría del costo. Buenos Aires, AR, Costos y Gestión. 222 p.
- Davey, C.** 1983. Crecimiento de los árboles y los elementos nutrientes esenciales. Fertilización forestal en el Valle y el Cauca. Revista de Investigación Forestal de Cartón de Colombia. Informe anual (8): 13 – 26.
- Desruisseaux, J.** 1970. La organización del trabajo en la agricultura. Barcelona, ES, Casanovas. 366 p.
- Estrada, W.** 1997. Manual para la producción de Pino. *Pinus radiata* D. Don. Quito, EC, Editorial EDI-U. 67 p.
- FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2000. Evaluación de los Recursos Mundiales 2000. (FRA 2000). Roma, Italia. 472 p.
- Fernández, R.** 2005. Costos y Gastos de lo elemental a lo fundamental. La Habana, CU. EAEHT. 79 p.
- Flinta, C.M.** 1966. Prácticas de plantación Forestal en América Latina. Roma, IT, FAO. 498 p.

- Fonseca, W.** 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis L. f*) en Costa Rica. (en línea). Heredia, CR. Consultado 27 jun. 2012. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/93107452/Manual-Productores-Teca-Costa-Rica-pdf>
- FONDEBOSQUE** (Fondo de Promoción del Desarrollo Forestal, PE). 2007. Instalación y manejo de plantaciones forestales de alta productividad en la selva central del Perú. Oxapampa, PE. 51 p. (Boletín Técnico no. 01).
- Funes, J.** 2003. Sistemas de Costos. Cochabamba, BO, Sabiduría. 370 p.
- Galloway G.; Borgo G.** 1983. Manual de viveros forestales en la Sierra Peruana. Proyecto FAO/Holanda/INIFOR, Lima, PE, Instituto Nacional Forestal y de Fauna. 123 p.
- Galloway G.; Borgo G.** 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la Sierra Peruana. Proyecto FAO/Holanda/INIFOR, Lima, PE, Instituto Nacional Forestal y de Fauna. 144 p.
- Garnica, M.** 1989. Análisis de Costos Económicos III. Cochabamba, BO, Programa de Repoblamiento Forestal CORDECO-COTESU-IC. 140 p.
- Gómez, M.; Reiche, C.** 1996. Costos de Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales en Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE. 50 p.
- González, V.** 1995a. Viveros forestales. México D.F., ME, INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 179 p.
- _____. 1995b. Tipos de envase. In: Viveros forestales. SAGAR-INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP, México D.F., ME, INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 179 p. (Boletín Técnico no. 3).
- González, M.** 1975. Crecimiento en volumen por hectárea de *Pinus radiata* en Cajamarca, PE. (Boletín Técnico no. 5). 98 p.
- Helms, J.** 1998. The dictionary of forestry. Bethesda, US, the Society of American Foresters. 210 p.
- Horngren, Ch.** 1996. Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial. México D.F., ME, Editorial Prentice Hall. 8. ed. 920 p.

- Kanawaty, G.** 1977. Introducción al Estudio de Trabajo. México D.F., ME, Limusa. 3 ed. 79 p.
- Liegel, L.; Venator, C.** 1987. A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America. G.T.R. SO-67. New Orleans, US, Southern Forest Experimental Station. USDA Forest Service. 156 p.
- Mackney, A.** 1966. Possibilities Offertes par las Pemplents Forestiers Artificiels Pour l'Integration Des Industries Forestiers. *In* Simposio Mundial de la FAO sobre Bosques Artificiales y su importancia industrial. Camberra, AU. Documento FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). (Boletín Técnico no 1). 599 p.
- Mallo, C.; Merlo, J.** 1993. Control de Gestión y Control Presupuestario. Madrid, ES, Mc. Graw-Hill. 496 p.
- Navarro, C.; Rodríguez, E.** 1985. Costos de Producción en Siete Viveros Forestales de Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE-ROCAP-DGP. 17 p.
- Ocaña, D.** 1996. Desarrollo Forestal Campesino en la Región Andina del Perú. Lima, PE, FAO-Holanda/PRONAMACHS. 218 p.
- Padilla, S.** 1984. Comparativo entre micorrización, fertilización y abono foliar en el crecimiento inicial de *Pinus radiata*. Cajamarca, PE, CICAFOR. 44 p.
- Pajares, G.** 1982. Conocimientos básicos sobre suelos forestales. *In* Formación de capataces forestales. Cajamarca, PE, CICAFOR. 188 p.
- Pajares, U.** 1988. Método de Cálculo para Costos de Producción de Plantones a raíz desnuda de *Pinus* sp. Cajamarca, PE, CICAFOR. 115 p.
- Prieto, G.** 1997. Administración y Manejo de Viveros, Producción de Material Vegetal y Asistencia Técnica Forestal en la Ciudad Capital. Bogotá, CO. 124 p.
- PRONAMACHCS.** (Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, PE) – **FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1998a. Manual de plantaciones forestales. Lima, PE, PRONAMACHCS – FEMAP. 165 p.

- _____. 1998b. Manejo de plantaciones forestales. Lima, PE, PRONAMACHCS – FEMAP. 109 p.
- _____. 1998c. 18 Años en la lucha contra la desertificación y la pobreza rural. Compendio Estadísticos 1981-1998. Lima, PE, Ministerio de Agricultura. 258 p.
- PRONAMACHCS** (Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, PE). 2006 Guía para la elaboración y ejecución del plan de Trabajo Institucional 2007. Lima, PE, Ministerio de Agricultura. 183 p.
- Ramos, J.** 1965. Repoblaciones. Madrid, ES, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 315 p.
- Reiche, C.; Current, D.; Gomez, M.; McKenzie, T.** 1991. Costos del Cultivo de Arboles de Uso Múltiple en América Central. Turrialba, CR, CATIE-ROCAP. 70 p.
- Reyna, R.** 1975. Costo de producción de plántulas de *Pinus radiata*, D. Don. Cajamarca, PE, MINAG/UTC/Cooperación Belga. PRODESCA. 43 p.
- Reynel, C.; León, J.** 1990. Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Lima, PE, FAO/HOLANDA/INFOR. 500 p.
- Rojas, F.** 2001. Viveros forestales EUNED, San José, CR. 256 p.
- Robledo, R.** 2004. Usos de tinglados tipo Raschell. Manual Técnico para uso en Invernaderos. BR. ed. 2002. 156 p.
- Romero Laurente, I.** 1978. Evaluación de plantaciones puras de *Eucalyptus globulus* Labill, *Pinus radiata* D. Don y *Cupressus macrocarpa* Hartw en el bosque del Centro Experimental Camacani. Tesis Lic. Ing. Agr. Perú, UNAP. 37 p.
- Ross, S.; Westerfield, R; Jordan, B.** 2001. Fundamentos de Finanzas Corporativas. México D.F., ME, McGraw-Hill. 5. ed. 848 p.
- Ruiz, R.** 1977. Cómo calcular los tiempos de trabajo. Bilbao, ES, Ediciones Deusto. 169 p.
- Ruiz de la Torre, J; Ceballos, L.** 1979. Árboles y arbustos de la España Peninsular. Madrid, ES, E.T.S.I.M. Servicio de Publicaciones. 512 p.
- Scott, C.** 1961. Pino insigne (*Pinus radiata* D. Don). Estudios sobre silvicultura y productos forestales. Roma, IT, FAO (Boletín Técnico no. 14). 340 p.

- Shaw, G.** 1914. The genus Pinus. Cambridge, GB, Riverside Press. (Publications of Arnold Arboretum no. 5). 96 p.
- Solano, J.** 1978. Ingeniería de producción: métodos y tiempos. Cartago, CR, editorial Tecnológica del Instituto Tecnológico de Costa Rica. 124 p.
- Stuewe, E.** 2006. Trends in container types. In: Riley, L. E., R. K. Dumroese and T. D. Landis. (Coords.). National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2005. RMRS-P-43- Rocky Mountain Research Station. Colorado, US, USDA. Forest Service. 160 p.
- Vela, K.; Hernández, E.** 2002. Crecimiento de plántulas de especies forestales con cubiertas de polietileno reflejante para disminuir la temperatura en invernadero (en línea). Saltillo, ME. Consultado 28 jun. 2012. Disponible en <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002/may-jun/art-4.pdf>
- Vidal, J.** 1962. El pino: y algunas especies de interés económico. México D.F., ME, editorial México UTEHA. 233 p.
- Vidal, J.; Constantino, I.** 1959. Iniciación a la ciencia forestal. Barcelona, ES, Salvat. 547 p.
- Villegas de la Vega, R.** 1953. Repoblación de Eucalipto y Pino insigne en el norte de España. Madrid, ES, Escuela Especial de Ingenieros de Montes. 235 p.
- Wonnacot, P.; Wonnacot, R.** 1990. Economía. México D. F., ME, Ediciones McGraw-Hill. 3. ed. 863 p