



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

MECANIZACIÓN FORESTAL

Por:

JOSUÈ ESPINOSA PASCACIO

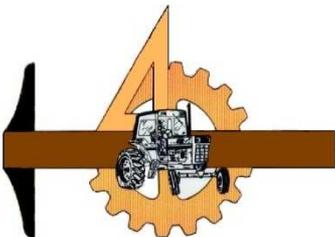
MONOGRAFÍA

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

MARZO 2007.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

MECANIZACIÓN FORESTAL.

Por:

Josué Espinosa Pascacio.

MONOGRAFIA

Que someta a la consideración del H. Jurado Examinador Como
Requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobada por el comité

Asesor principal

Dr. Martin Cadena Zapata.

Sinodal

Sinodal

M.C. Tomas Gaytàn Muñiz.

Ing. Juan Arredondo Valdez.

Coordinador de la División de Ingeniería

Dr. Raúl Rodríguez García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

MARZO 2007.

AGRADECIMIENTOS.

De forma especial y de mucho corazón gracias Señor por todas tus bondades, gracias por los momentos difíciles, gracias por dejarme ver tu presencia, por todos los momentos que me has dado, tanto los malos como los buenos sin tu presencia no habría podido entenderlo, sin tu mirada no tendría reposo mi alma, de mañana te llamé y en la noche te busco, solo tú puedes dar confort a mi alma. Gracias Señor.

A mi **ALMA MATER**, por haberme dado la oportunidad de incrementar mis conocimientos para formarme profesionalmente, y por permitirme formar parte de la gran familia de los buitres, también a los profesores de cada departamento con que esta universidad cuenta. Orgullosamente siempre serás mi ALMA MATER.

Al Dr. Martín Cadena Zapata, quien con su coordinación, apoyo, asesoría, su paciencia, y su confianza para poder culminar este trabajo, por siempre darnos mejores alternativas de superación profesional, por esto muchas gracias.

Al M.C. Tomas Gaytán Muñiz, por los consejos y las pláticas constructivas. Por su amistad y por su incondicional apoyo.

Ing. Juan Arredondo Valdez, quien dispuso de su tiempo tan valioso y dedicación para la revisión de este trabajo, al igual que su incomparable dedicación para formarme como un profesionista.

A todos los titulares de cada área en el Departamento de Maquinaria Agrícola, M.C. Jesús Valenzuela, M.C. Uriel Serna Fernández, Ing. B. Elizabeth de la Peña Casas, Mc. Juan Antonio Guerrero Hernandez. Quienes sin ellos no hubiese terminado mi preparación completa en esta universidad.

A mis compañeros de generación; Juan C. Méndez Montoya, Nelson Cortes Flores, Mario Ríos Camey, Juan F. Ordaz Balderas, Jimmy Elesban Rodríguez Córdova, Armando Guzmán Sánchez, Efrén Zavala Martínez, Manuel Vázquez Vázquez, Fabián Castillo Negrete, Francisco Pablo Silverio, Gerardín Castillo Mérida, Luis Miguel Reyes Castillo, Jonathan Martínez Loera, Fredy Bautista Sánchez, Ricardo Chávez Estrella, Guillermo Martínez Morales, Salvador Romero Segundo, Juan Sergio Orzua de la Fuente, Alfredo González Correa, Eduardo Lira Emiliano, Fidel Álvarez, Erick Martínez Mendoza, por todos los momentos alegres que me dieron y sobre todo sus apoyo incondicional en momentos difíciles de la carrera.

DEDICATORIA

A mis padres:

**Sr. Antonio Espinosa Gómez.
Sra. Oraidá Pascacio Cruz.**

Por su amor, confianza, sacrificio, paciencia y sobre todo por ser unos grandiosos padres a los cuales les debo y agradezco infinitamente, porque me han podido forjar y poder darme la oportunidad de tener una profesión, y darme a los hermanos que tengo.

A mis hermanos:

**Oswaldo Espinosa Pascacio.
Jair de Jesús Espinosa Pascacio.
Genri Espinosa Pascacio
Roney Espinosa Pascacio.**

Gracias por el cariño, comprensión, y apoyo incondicional que me brindaron siempre en toda mi carrera y gracias a ellos pude lograr un sueño. Que también ellos han sido importantes en el caminar de mi vida. Los quiero mucho. Y también a una que queremos como de la familia gracias **Roxana Cruz Martínez**, por tus concejos, tus preocupaciones, por tu cariño mil gracias.

A mi novia y Amigo:

**Isabel C. López Rueda.
Víctor Manuel López Rueda. (Funda)**

Que gracias a su comprensión apoyo y su amor incondicional que me brindan siempre, me motivaron a terminar esta última etapa de mi carrera.

INDICE GENERAL.

PAGS.

I.- INTRODUCCION.....	9
II.- SISTEMAS FORESTALES EN MEXICO.....	10
2.1.- El manejo integral forestal y su implementación en México.....	10
2.2.- Problemática forestal en México.....	11
2.3.- La industria forestal mexicana no es competitiva.....	13
2.4.- La industria forestal mexicana.....	13
III.- SISTEMAS DE PRODUCCION FORESTAL.....	18
3.1.- Establecimiento de plantaciones forestales.....	18
3.2.- Labores realizadas para la plantación manualmente y mecánicamente.....	19
3.2.1.- Métodos manuales.....	20
3.2.2.- Mecanización y métodos mecanizados.....	22
3.2.3.- Operaciones de preparación del terreno.....	24
IV.- INCENDIOS FORESTALES.....	35
4.1.- Tipos de incendios.....	35
4.2.- Combate de incendios forestales.....	37
4.2.1.- herramientas manuales.....	37
4.2.2.- apoyo de la maquinaria en el combate de incendios.....	40
4.2.3.- Principios en el uso de maquinaria.....	40
V.- APROVECHAMIENTO FORESTAL.	42
5.1.- Seguridad para las herramientas y para maquinas.....	44
5.1.1.- Herramientas de mano.....	44
5.1.2.- Maquinas portátiles.....	45
5.1.3.- Maquinaria autopropulsada o de motor primario.....	46
5.2.- Principales labores de aprovechamiento forestal.....	47
5.2.1. Apeo mecanizado.....	47

5.2.2.- Las operaciones de saca.....	48
5.2.2.1.- Saca manual por arrastre.....	49
5.2.2.2.- Saca mecanizada por arrastre.....	49
5.2.2.3.- Saca con vehículos que transportan la carga levantada del suelo.....	50
5.2.3.- Operación de transporte.....	52
VI.- TRANSFORMACION DE LA MATERIA PRIMA.....	52
6.1.- La mano de obra.....	53
6.1.1.- automatismo.....	53
6.2.- condiciones y procedimientos de seguridad e higiene en la maquina y equipo.....	54
6.3.- Las fases de aserrío y maquinaria en un aserradero.....	55
VII.- MANTENIMIENTO.....	55
7.1.- Tipos de Mantenimiento.....	56
7.2.- Mantenimiento de una retroexcavadora.....	58
VIII.- CONCLUSIONES.....	61
IX.- BIBLIOGRAFIA.....	62

INDICE DE FIGURAS.

Fig. 1 Corte sin extracción de raíz.....	26
Fig. 2 Técnica de empuje.....	27
Fig. 3 Incendio superficial.....	36
Fig. 4 Incendio Subterráneo.....	36
Fig. 5 Incendio de copa.....	36
Fig. 6 Herramientas manuales.....	39
Fig. 7 Avioneta.....	42
Fig. 8 Apeo o corta.....	48
Fig. 9 Saca mecanizada por arrastre.....	50
Fig. 10 Saca con la carga levantada.....	51

INDICE DE TABLAS.

Cuadro. 1 parámetros de medición de servicio.....	59
---	----

I.-INTRODUCCIÓN

La creciente conciencia y preocupación sobre el tema de la deforestación, especialmente aquel ocurrido en áreas forestales tropicales, fue un factor importante que impulsó la idea de que se necesitaban establecer criterios de buen manejo forestal a nivel mundial para ayudar a detener la pérdida de bosques y la consecuente pérdida de biodiversidad de flora y fauna. Las áreas forestales deben ser valoradas con base en las múltiples funciones ambientales, sociales y económicas que cubren y que son fundamentales para el país, sus regiones y comunidades.

Existe una necesidad permanente de perfeccionar los sistemas y técnicas de explotación para conseguir la plena compatibilidad con los objetivos de la ordenación forestal responsable y contribuir, por tanto, a alcanzar las metas económicas y sociales del desarrollo sostenible. El aprovechamiento maderero es la preparación de los troncos en un bosque o plantación de acuerdo con las necesidades del usuario y la entrega de los mismos al consumidor. Comprende la corta de árboles, la preparación de los troncos y su extracción y transporte a larga distancia hasta el consumidor o los centros de elaboración. (ANAYA. H. Y P. 1986).

La mecanización en sentido estricto se refiere a la introducción de maquinas para suplementar la mano de obra empleada en la ejecución de la que se refiere a cuestiones forestales.

Por lo tanto, en general, cuando la mecanización del proyecto de un establecimiento forestal en gran escala reduce los costos es un factor favorable para su viabilidad, rara vez se traduce en la pérdida de puestos de trabajo sino que más bien aumenta las posibilidades de empleo.

II.-SISTEMAS FORESTALES EN MÉXICO.

México es un país que por su ubicación geográfica posee dentro de su territorio los tres grandes ecosistemas forestales del planeta (bosques, selvas y zonas áridas), lo cual le permite contar con unas de las floras más ricas y variadas del mundo que lo ubica en el cuarto lugar en cuanto a diversidad de especies.

En su territorio se ha establecidos diversos tipos de vegetación caracterizados por la presencia de numerosas especies de árboles y arbustos, los cuales constituyen un recurso natural renovable por los muchos productos y beneficios que de ellos se derivan. (Niembro R., A. 1986).

En su territorio mexicano, están representados prácticamente todos los grandes biomas que se han descrito de la superficie de nuestro planeta, desde los desiertos donde la aridez apenas permite el desarrollo de vida alguna, hasta las densas y frondosas selvas; desde la vegetación netamente tropical de las zonas bajas y calientes, hasta los páramos de alta montaña donde todas las noches hay heladas o al menos la temperatura baja aniveles cercanos a cero grados.

(<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/secformx.htm>, citado en el año 2004).

2.1- El manejo integral forestal y su implementación en México.

La riqueza forestal del país ha sido y es aprovechada de diferentes maneras por las comunidades poseedoras de los recursos. Es importante mencionar que 80 por ciento de los recursos se encuentran en manos de ejidatarios y comunidades indígenas, cuyos aprovechamientos se concentran especialmente en leña, material para construcción, recolección de plantas alimenticias, medicinales y ornamentales, así como la cría de ganado ovino, caprino y vacuno. (Rzedwsi, J.1983).

Actualmente el 80% de los 50 millones de hectáreas de bosques que existen en México pertenecen a 8000 ejidos y comunidades indígenas forestales. Esta poco usual propiedad comunal extensiva sobre los bosques mexicanos tiene como resultado opciones administrativas difíciles, sin embargo, los bosques tienen un importante papel en el presente y un gran potencial para el desarrollo de estos actores sociales: (a) comercialmente como una fuente de productos maderables y no maderables para consumo doméstico o para la exportación; (b) como una fuente de una amplia gama de productos de subsistencia y comercializados a través del sector informal; (c) como sitios sagrados, religiosos y culturales para distintos grupos indígenas y étnicos en áreas forestales y (d) como un recursos básico para empresas turísticas y recreativas en beneficio de estos ejidos y comunidades. (SEMARNAT, 2001).

2.2- Problemática Forestal en México.

Las áreas forestales deben ser valoradas con base en las múltiples funciones ambientales, sociales y económicas que cubren y que son fundamentales para el país, sus regiones y comunidades.

México cuenta con una vasta superficie de cobertura forestal que se calcula actualmente en alrededor de 56 millones de hectáreas. Cuenta con una enorme diversidad en especies arbóreas, y una gran riqueza de flora y fauna silvestre. Asimismo, los bosques en México tienen una importancia clave por los productos forestales y servicios ambientales que proveen a la sociedad entera.

Desgraciadamente, en la mayoría de las regiones forestales del país se presentan señales graves de deterioro y deforestación. Según la OECD, México tiene uno de los índices más altos de deforestación en el mundo, con un índice de pérdida de 1.1% anual. Asimismo, según el Inventario Nacional Forestal, alrededor de 770,000 hectáreas de bosque se perdieron entre 1993 y 2000. (CONABIO, 1998).

Las principales causas de la deforestación en México son el cambio de uso de suelo a actividades agropecuarias o ganaderas, los incendios, y la tala ilegal. Asimismo muchas de estas causas están ligadas a la imposibilidad de lograr por medio del aprovechamiento de los bosques un sustento económico digno y suficiente. Alrededor de 12 millones de personas viven en áreas forestales y una gran proporción de éstas viven en condiciones de pobreza y pobreza extrema.

A esta situación precaria de los bosques en México, actualmente se suma una crisis del sector forestal que está causando una disminución en la producción forestal, pérdidas económicas y reducción en la creación de empleos. Esta crisis puede tener consecuencias funestas tanto para el recurso forestal como para la población que lo habita.

En esta sección se integran varios documentos que se adentran a la problemática forestal desde distintos ángulos y perspectivas, y se abordan las posibles causas de la crisis del sector hoy día.

En resumen, la problemática de los bosques mexicanos encara diversas variables que es necesario observar en cuanto a su origen y problemática. Por lo que, factores diferenciales como el técnico, el social, el ambiental, el económico y el político, tienen que ser considerados a trasluz del intercambio comercial que realiza México con Canadá y Estados Unidos.

Por otra parte, hay que insistir en la visión reduccionista del mercado, que sigue considerando al bosque sólo como productor de bienes (principalmente madera), dejando de lado su valor estratégico en el mantenimiento de servicios ambientales como la producción de agua, control de desastres. (Inundaciones, regulación, climática, etc.). (http://www.mexicoforestal.gob.mx/contenido.php?contenido=acerca_de_la_cofonafor, citado en el año 2004).

2.3.- La industria forestal mexicana no es competitiva.

La industria forestal todavía no es competitiva, muchos factores detienen su desarrollo, los volúmenes de madera son escasos y caros; sigue la tala ilegal y continúan los problemas de comercialización.

Tras reconocer que la industria forestal mexicana no es competitiva, la Comisión Nacional Forestal (Conafor), sostuvo que uno de los problemas del sector estriba en los “volúmenes de madera escasos y caros”.

Mientras sigue rondando el problema de la tala ilegal y otras irregularidades, Conafor dijo que mientras no se resuelvan las complicaciones de la comercialización, el ramo maderero no podrá ingresar a los niveles de competitividad que exige el mercado nacional e internacional. Se refirió también a lo complejo de la organización social de la mayoría de los ejidos y comunidades forestales, que al margen de constituir una fortaleza cultural de México, origina complicaciones cuando se trata de promover procesos de producción y comercialización a gran escala.

México es el segundo país, después de Papúa Nueva Guinea, que cuenta con la superficie más extensa de terrenos de propiedad comunal. En Papúa hay un 97 por ciento de territorio comunal y en México se tiene un registro del 80 por ciento. (FIRA. 2003).

2.4 La Industrial Forestal Mexicana.

Por décadas los bosques han sido vistos como abastecedores de materias primas, particularmente de madera y sus derivados. Aunque las contribuciones al PIB del sector forestal mexicana son modestas (1.1 % anual), se estima que dan ocupación a más de 203,000 personas de manera directa y un tanto igual de manera indirecta.

México, cuenta con un gran potencial de recursos forestales maderables, sin embargo, de nuevo resulta paradójico que mientras por un lado la superficie forestal esta siendo severamente reducida, por otro lado existe un bajo aprovechamiento del potencial de producción maderable (45 por ciento), así como una baja utilización de la capacidad instalada de la industria forestal. En el caso particular de la industria del papel y sus productos, la utilización de la capacidad instalada es mayor (80 por ciento) aunque se redujo en el 2000 que registró una utilización del 86.3 por ciento.

Además de la problemática que estas estimaciones indican, existen otros problemas de índole tecnológico, como en el de la rama industrial del sector, donde uno de los principales factores que influyen en la problemática de la industria de la celulosa y papel, etc., es el de sus efluentes o vertidos (compuestos orgánicos, fenólicos y organoclorados), mismos que se disponen en corrientes naturales, además de gases de combustión provenientes de las calderas de recuperación de reactivos, que emiten material particulado, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos odoríferos. Conocidos como mercaptanos cuyas regulaciones no son cumplidas por falta de personal y recursos de la PROFEPA. Dado el alto consumo de agua que en México se demanda para la fabricación de pulpa, lavado y descortezado, para disolver o mezclar con diversos ingredientes de encolado, carga y teñido, separación de desechos indeseables y subproductos, la elaboración de pasta de celulosa y de papel representa una de las mayores fuentes de contaminación de las aguas.

De esta forma podemos identificar los factores importantes que influyen en los bajos niveles de productividad y eficiencia de la industria forestal mexicana, estos factores son:

- a) Deficiente Manejo y aprovechamiento forestal.
- b) Reducida Capacidad de la industria forestal.
- c) Factores económicos y de comercialización.
- d) Condiciones fiscales.
- e) Administración pública.
- f) Condiciones legales y de uso del suelo.

Manejo y aprovechamiento forestal. El manejo forestal en México, está caracterizado por un bajo nivel de aplicación de los principios de la sostenibilidad (sólo 50, 000 ha, han sido certificadas), una falta de infraestructura de caminos forestales, y cuando estos existen son insuficientes y deficientes. Adicional a lo anterior, existe un bajo nivel tecnológico y en ocasiones obsoleto, tanto en la extracción y transporte de la madera, asimismo es fácil observar la escasa organización para la producción, agravados por la deforestación por cambios en el uso del suelo, incendios, plagas y enfermedades.

Capacidad de la industria forestal. Es evidente en este rubro la falta de integración vertical y horizontal del sector debido a una deficiente estructura productiva, un bajo nivel tecnológico y una escasa capacitación y especialización en las diferentes ramas de la industria forestal. Además de que la industria forestal es altamente contaminante.

Factores económicos y de comercialización. La desarticulación de la cadena productiva, los escasos canales de comercialización, la persistencia del intermediarismo y el escaso o nulo funcionamiento de mecanismos de comercialización (privados o regidos por el gobierno), son característicos del proceso productivo forestal actual.

Condiciones fiscales. Por supuesto que la falta de estímulos fiscales a las plantaciones comerciales, como la escasa contribución de estado a los proyectos locales de desarrollo forestal, frenan el crecimiento de la industria del sector.

Administración pública. Caracterizada por una alta dispersión en los apoyos y falta de capacitación adecuada tanto a nivel de los operativos de los diversos programas, como el de los beneficiarios, así como la insuficiencia presupuestal. Más notable resulta la limitada capacidad de las instancias fiscalizadoras y de vigilancia forestal encargada de impartir la aplicación de las leyes y sanciones a infractores, así como la detección de actividades ilícitas como el clandestinaje y la tala ilegal.

Condiciones legales y de uso del suelo. Es importante señalar el estado que guarda la tenencia de la tierra forestal en México, ya que los múltiples problemas que se presentan son debidos a la gama de conflictos e incertidumbre sobre la tenencia de la tierra. Todos estos factores no permiten que la industria forestal nacional pueda responder a la demanda creciente de productos del sector, y además tener un nivel para competir con los productos provenientes de sus socios comerciales.

De esta forma a continuación se proponen algunas recomendaciones que pueden permitir que los productores y los productos forestales tengan una mayor competitividad en el marco, sin menoscabar la calidad y cantidad de los recursos de base; suelo, agua, biodiversidad y clima. Entre estas destacan la impostergable necesidad de incorporar a los otros ecosistemas forestales del país, la valoración económica de los servicios ambientales de los bosques de montaña, el impulso de esquemas de aprovechamiento no consuntivos o de bajo impacto ambiental como el ecoturismo sustentable en todas sus modalidades, y la protección de la biodiversidad contenida en los ecosistemas donde en paralelo subsisten grupos indígenas que conservan un valioso legado de conocimientos tradicionales sobre su manejo y utilización. (FIRA. 2003.).

Los otros ecosistemas forestales. Aun cuando han sido los bosques de coníferas los que más han contribuido con importantes volúmenes de producción maderable, se ha soslayado la importancia y contribuciones de otros ecosistemas forestales como los bosques tropicales caducifolios, los bosques fluviales y las zonas de humedales que albergan una vegetación de gran valor económico y ambiental que requieren incorporarse de manera sostenible a los esquemas de manejo y conservación, aprovechándose bajo métodos no necesariamente consuntivos como el ecoturismo y como bancos de germoplasma.

Servicios ambientales. El subsector forestal no sólo debe enfocarse a la exportación de mercancías forestales, se tienen que incentivar los llamados mercados verdes, la venta de captura de carbono, la retención de agua y sobre todo la conservación de la biodiversidad, en donde innumerables especies migratorias de la región de Norteamérica que tienen sus hábitats de invierno en suelos mexicanos.

Los servicios ambientales son definidos como la capacidad que tienen los ecosistemas para generar productos ecológicamente útiles para el hombre, para los cuales es difícil establecer un mercado. En la evaluación más reciente de los programas forestales de la CONAFOR, se han obtenido resultados que señalan que con la captación de contaminantes del aire en las zonas reforestadas y en las nuevas plantaciones forestales, se disminuye el índice de enfermedades y en consecuencia se crea un ahorro comunitario por este concepto.

Al mismo tiempo con la conservación de la biodiversidad, se abre una fuente de extracción de alimentos, (por ejemplo hongos y otros frutos comestibles no convencionales), insumos para la elaboración de artesanías, plantas rituales, medicinales y leña como fuente de energía para los habitantes de las áreas rurales. Por tanto, es necesario que se impulsen los esquemas legislativos para ponderar económicamente no solo el valor directo, o de mercado de los bosques sino también su valor económico indirecto y opcional en términos de los servicios como la producción de agua, control de inundaciones, etc. así como el potencial futuro de estos ecosistemas.

Ecoturismo forestal sustentable. En México existen cientos de sitios arqueológicos que se encuentran dentro de territorios cubiertos por bosques o selvas. El binomio naturaleza-cultura se expresa en grutas con manantiales mantenidos en bosques de altura, pinturas rupestres en cañadas boscosas de gran belleza escénica, petroglifos, estelas, edificaciones prehispánicas, tan demandadas por los turistas

internacionales, mismos que representan un potencial para una industria que bien manejada puede conservar los recursos y mantener dignamente a sus dueños y poseedores. ([http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/2339/tfu.2006.02\(12-15\).s.pdf](http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/2339/tfu.2006.02(12-15).s.pdf), citada en el año 2004).

III.- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FORESTAL.

El análisis de los sistemas vigentes de producción forestal tiene por objeto tipificarlos según diferencias regionales, base para su posterior modelización y evaluación de beneficios. Las diferencias constatadas en las respuestas productivas de los sistemas ecológicos regionales y las condicionantes que impone la localización de las plantaciones han dado lugar a diferentes análisis y enfoques de la actividad. Es, como se indicó, a partir de la puesta en marcha del Plan Nacional de Forestación, que se procesan cambios sustantivos, tanto en el área plantada como en las tecnologías de producción que se utilizan; ello es además alentado por las exportaciones de madera (rollizos, pallets y madera aserrada) realizada en los últimos años, al mostrar éstas las posibilidades comerciales de la actividad.

En el análisis realizado se ha buscado identificar la incidencia de estos factores como orientadores de la nueva producción forestal que se encara en el país. Se ha hecho sobre la base de los proyectos de forestación presentados a la Dirección Forestal.

3.1- Establecimiento de plantaciones forestales.

Para lograr este objetivo es indispensable planificar debidamente las actividades y el uso de los recursos durante todo el proceso. Se considera para un buen establecimiento, es indispensable contar con la cooperación de diversas agrupaciones relacionadas con este fin. Se espera que, con las

consideraciones que aquí se presentan será más fácil demostrar a las autoridades a nivel nacional e internacional, la importancia de colaborar estrechamente en este aspecto tan básico para el éxito de un programa de reforestación (Little, 1983).

a) Época para la plantación. En general, existen condiciones ecológicas difíciles para la reforestación. En México, la sequía es un problema común y en las partes altas existe el problema de las heladas. Por eso, lo ideal es plantar en cuanto cae una cierta cantidad de lluvia o cuando la humedad del suelo llega a una determinada profundidad. (Cozzo, 1976).

b) Área a reforestar. Obviamente la magnitud de un programa de reforestación depende de los recursos disponibles. Los principales recursos a considerar son: terreno, material de plantación, materiales y equipo, humano y financiero; la información necesaria sobre ellos se refiere a disponibilidad, productividad y costo.

c) Selección de especies. Por tanto, la selección de especies y el tipo de plántulas a utilizar, son decisiones que si se basan en información insuficiente o mal interpretada, producirán resultados decepcionantes. En muchos casos, esta falla no se manifestará, sino hasta varios años después.

3.2.- Labores realizadas para la plantación manualmente y mecánicamente.

La preparación de la estación, tal como se analiza, se limita a estaciones con terrenos bien drenados o generalmente secos, ocupadas por una cubierta vegetal no muy densa. Esta cubierta vegetal puede impedir a veces el establecimiento con éxito de una nueva masa arbolada de plantación por ocupar y utilizar la tierra necesaria, por ocasionar una competencia excesiva respecto a la humedad o a los elementos nutritivos disponibles, por quitar la luz a las pequeñas plantas o por impedir la

introducción de las técnicas necesarias para un establecimiento con éxito. (Jacobs, 1981).

La preparación de la estación es una inversión inicial que representa con frecuencia una proporción importante de los costos totales del establecimiento. El hecho de que tales costos influyan considerablemente en la viabilidad financiera, subraya la necesidad de utilizar métodos eficientes y económicos.

La preparación de la estación con mano de obra y herramientas manuales es el sistema más antiguo y sigue siendo el método más corriente. Más recientemente, en especial cuando la mano de obra disponible es limitada o costosa, se han desarrollado numerosas técnicas mecanizadas, muchas de las cuales incluyen equipos especializados para el aclareo y el laboreo del terreno. En la preparación de la estación, la maquinaria ofrece altos rendimientos por hora o por día, pero representa un elevado costo de capital y exige capacitación especial para su funcionamiento y mantenimiento. (Webb, 1980).

3.2.1.- Métodos manuales.

Los métodos manuales de aclareo de la cubierta del terreno y de preparación del suelo se utilizan predominantemente en las circunstancias siguientes: Cuando la cubierta del terreno exige que la perturbación sea mínima antes de la plantación o la siembra. Cuando hay mano de obra abundante, barata y eficiente o en algunos casos cuando sería deseable, desde el punto de vista social, emplear mano de obra con preferencia a otras alternativas. Cuando no se dispone de maquinaria o cuando el terreno es demasiado pendiente, demasiado rocoso, demasiado húmedo o por cualquier otra causa, inadecuado para el funcionamiento de las máquinas. (VANHOOF. C. 1978).

a) Estaciones cubiertas de hierbas o arbustos.

No se precisa ninguna forma de preparación del suelo y las plantas se introducen simplemente en hoyos o hendiduras hechas con un desplantador. La característica esencial del método de plantación directa es que el forestal confía sobre todo en el deshierbe y desbroce posterior de la plantación para evitar que las plantas forestales sean dominadas por la vegetación nativa.

b) Aclareo en fajas y manchas.

Cuando no se puede manejar la quema con seguridad y cuando resulta demasiado costoso el labrar por completo toda la superficie, la limpieza de vegetación se limita a manchas relativamente pequeñas o a fajas estrechas donde se plantan después las pequeñas plantitas forestales. Las herramientas más corrientemente utilizadas para este trabajo son el zapapico, el azadón, y el escarificador. El más eficaz es el zapapico u hoja cortante en el otro.

c) Quema.

La quema controlada antes de la población en estaciones cubiertas de herbáceas o pequeños arbustos es una práctica corriente en muchos países, pudiendo decirse que es el método más antiguo para aclarar el terreno y puede ser el más barato. La quema en algunos casos puede ser perjudicial, por ejemplo, por estimular la regeneración del suelo o por favorecer la aparición de enfermedades producidas por hongos. (VANHOOF. C. 1978).

d) Estaciones cubiertas de matorrales o árboles.

En estaciones cubiertas de vegetación leñosa hay dos técnicas principales de aclareo:

- 1) Corta, cuando las raíces en el terreno.
- 2) Destoconado, cuando se extraen las raíces.

La primera forma de corta total varía mucho como es natural en todo el mundo, dependiendo mucho el valor y utilidad del material que se corta.

Solamente el trabajo de desbroce y apeo requiere hasta 50 hombres por día en el trabajo de una hectárea. Para realizar la corta los trabajadores utilizan machetes, los árboles mayores se apean con sierras mecánicas o se envenenan.

La segunda forma el destocoado manual es el método más antiguo y más corriente, pudiendo hacerse el trabajo mediante mano de obra directa o contratada que utiliza sobre todo palas, azadones, zapapicos, y hachas. La operación incluye excavación, corta de raíces y apeo. Se necesita un promedio de 65 hombres por día para destocoar una hectárea. (U. S. FOREST SERVICE 1974).

3.2.2- Mecanización y métodos mecanizados.

La mecanización en sentido estricto se refiere a la introducción de maquinas para suplementar la mano de obra empleada en la ejecución de operaciones seleccionadas. En esta publicación este término se utiliza en primer lugar para referirse a unidades móviles motorizadas, como los tractores, pero incluye también la utilización de sierras de cadenas y otras unidades manuales con motor, cuyo funcionamiento requiere de mucha mano de obra. (Miguel A. capo Arteaga.)

Al seleccionar las máquinas y accesorios para la plantación, es esencial que el equipo sea totalmente adecuado para las operaciones que se utiliza. La planificación de las operaciones de campo debe tratar de conseguir el máximo uso efectivo de las máquinas elegidas. A fin de reducir la proporción de tiempo improductivo de maniobra de los tractores, el proyecto debe permitir grandes recorridos del tractor, preferiblemente en dos direcciones. (Glen Galloway, 1984).

El espaciamiento es otro factor fundamental que afecta a las producciones forestales y a la eficiencia del equipo, ofreciendo una variedad de alternativas de ordenación que hay que evaluar y elegir. El manejo inadecuado o el mal uso del equipo suelen reducir normalmente la productividad del tractor más del 50%. Una importancia fundamental para la mecanización es el contar con una organización adecuada de reparaciones y servicios, que cuenten con personal especializado y el suministro asegurado de cambios y piezas de repuesto para garantizar un mantenimiento rápido y eficaz.

(<http://www.ugr.es/german00/proyectos/proyecto/viabilidad/textos/anejo7.pdf>, citada en el año 2007)

Las principales razones para mecanizar en forma selectiva las operaciones son las siguientes:

- I. La falta de escasez de la mano de obra adecuada puede ser un factor principal que exija la introducción de la mecanización.
- II. La eficiencia de costos en general especialmente en los países en desarrollo, es la tendencia de mano de obra en aumentar sus costos más rápidamente que el de las máquinas, tendencia que aumenta la eficiencia comparativa de costos de los métodos mecanizados.

- III. La escala de la operación está relacionada con la economía. Derivada de un mayor uso de las máquinas cuanto mayor es la escala favorece aún más el desarrollo mecanizado.
- IV. Como consecuencia de la notable potencia y peso de las máquinas, la calidad del aclareo mecanizado del terreno tiende a ser superior que con el trabajo manual.

3.2.3- operaciones de preparación del terreno.

Esta sección se refiere en primer término a los métodos mecanizados para la extracción o destrucción de la cubierta vegetal y al laboreo de los suelos antes de plantar o sembrar. Para poder realizar una destrucción mecanizada eficaz de las malezas, el terreno debe de estar libre de toda clase de vegetación leñosa en su superficie y de toda clase de raíces y tocones hasta la máxima profundidad de penetración de los aperos de destrucción de las malezas, lo que exige el destocoado de todos los árboles en pie y la extracción de todos los tocones, raíces y otros desperdicios leñosos de la estación. (<http://ecologia.uat.mx/biotam/V4n3/art6.html>, citada en el año 2007).

Las principales operaciones son:

1. Apeo o destocoado de la vegetación leñosa natural mediante tumba.
2. Disposición en montes alargados.
3. Limpieza.
4. Quema o extracción de los residuos
5. Trazado.
6. Laboreo del suelo previo a la plantación.

a) Extracción de la cubierta natural leñosa.

Hay una considerable variedad de técnicas mecanizadas para aclarar el terreno; los principales métodos están adaptados al tipo y densidad de vegetación, a la topografía, al clima y a las técnicas subsiguientes de establecimiento. Por ejemplo, en zonas en que no está programada la destrucción de malezas mecanizadas, la extracción de las raíces es opcional pudiendo apearse los árboles a nivel del suelo o más arriba. La densidad de la vegetación es importante, ya que cuando más pesada es la cubierta arbórea mayor es la potencia necesaria para extraerla. De aquí se deduce que los equipos y las técnicas variarán de acuerdo con los tipos de vegetación, la pendiente y el terreno determinan el límite de lo que puede aclararse con seguridad y como debe aplicarse la técnica elegida.

Se recomienda que el aclareo tenga lugar únicamente cuando los suelos estén húmedos ya que las raíces se extraen con mayor facilidad en tales condiciones y además los troncos de los árboles están entonces llenos de savia y están menos expuestos a romperse.

b) Apeo sin extracción de raíces.

La corta mecanizada emplea tractores de cadenas con hojas afiladas montadas en el extremo delantero para cortar y apearse los árboles al nivel del terreno o cerca de él. Una hoja angular y afilada del tipo KG. Es adecuada para cortar monte bravo o árboles en terrenos arbolados hasta de 30 cm de diámetro o mayores; la hoja en forma de v es adecuada para árboles forestales mayores.

En zonas más pequeñas o con pendientes que no permiten utilizar los tractores, los árboles pueden cortarse utilizando una gran variedad de sierras de cadena.



Figura 1. Corte sin extracción de raíz, (http://www.josemduran.com/forest_cosechadoras.htm, citada en el año 2007).

c) Remoción cuando se extraen la raíz.

En los sistemas mecanizados de destocoado o tumba de árboles, se utilizan tractores de cadenas con el equipo correspondiente para empujar o tirar los árboles en pie, extrayéndose la raíz en la misma operación. Unos de los objetivos principales de estas operaciones mecanizadas es reducir al mínimo la perturbación del suelo, por ello, ninguna de las técnicas incluyen la apertura de zanjas o el arado del suelo. Consiste en un tractor de cadenas con un rastrillo montado en la parte delantera y con una barra empujadora elevada. En zonas arboladas, por ejemplo, el tractor se coloca frente un árbol en pie, sitúa la barra empujadora lo más alto posible contra el fuste y empuja el árbol para tumbarlo. Se baja entonces el rastrillo para y se aplica al sistema radical que ha quedado al aire; las raíces y las principales ramas laterales son arrancadas del terreno, pudiendo empujar el árbol para disponerlo en montes alargados. Seguidamente, el tractor da marcha atrás antes de avanzar hacia el próximo árbol donde se repite la operación.

Cuando un árbol no se rinde fácilmente ante el empujador, se hunden en el suelo unos arados de desfonde que van montado detrás y se da una pasada alrededor del árbol para cortar las raíces laterales. Lo normal es que dicho árbol pueda ser tumbado con facilidad. Esta técnica puede ser realizada en dos etapas: en la primera, un tractor con hoja tapadora angular (una hoja KG sin afilar es suficiente) y con accionadores hidráulicos avanza por el bosque tumbando toda la vegetación del sotobosque y los árboles pequeños. Cuando ya sea mejorada la visibilidad, un tractor equipado con empujador de árboles avanza por la zona y tumba todos los árboles grandes que quedan. En la práctica, el trabajo suele realizarse mediante dos tractores que trabajan en el bosque en forma circular. Los tractores funcionan por separado con una distancia por lo menos de 100 m entre ellos.



Figura 2. Técnica de empuje (http://www.josemduran.com/forest_cosechadoras.htm, citada en el año 2007).

d) Técnicas con cadenas.

El sistema de cadenas utiliza dos tractores de oruga con hojas y rastrillos frontales y entre ellos una de encaje pesada de enganche trasero de 90 m o más de longitud. En zonas con árboles grandes o de sistema radical resistente es necesario disponer de tractores adicionales o de seguimiento equipado con un empujador de árboles para tumbar cualquier árbol que impida el avance del sistema de cadena.

En zonas arboladas los dos tractores de oruga avanzan a una velocidad igual y constante, con unos 15 a 25m de separación, arrastrando la cadena que va detrás. Esta distancia de separación varía con la densidad de árboles; cuando mayor cerca está tienen que funcionar los tractores. El tractor que va por la parte de afuera sigue por el borde exterior del bosque sin limpiar y el tractor inferior va unos 15 o 25 m dentro del bosque, avanzando paralelamente al tractor exterior y siguiendo una línea lo más recta posible. Es importante que los conductores de los tractores puedan verse entre sí y que el conductor del tractor que va por fuera mantenga la misma velocidad que el que va por dentro. Los tractores avanzan a una velocidad moderada y la cadena arrastrada avanza en forma ondulada, siendo raro que golpee más de dos árboles al mismo tiempo, transmitiendo pocos tirones a los tractores.

Es fundamental que la cadena se mantenga moviéndose sobre el terreno a un ritmo razonable ya que es un impacto el que desprende de los árboles y con ello afloja y extrae el sistema radical. La cadena suele rodar libremente sobre los árboles derribados, cuando se tumban los árboles se extraen simultáneamente las raíces principales y las laterales. En los árboles grandes, las raíces laterales que se extienden en la misma dirección de caída sólo se extraen parcialmente, pero tales raíces empotradas en el suelo, suelen arrancarse al realizar el trabajo de disposición de los restos de fajas. Los recorridos del tractor deben ser lo más largos posibles, ya que el tiempo de maniobra es gran parte improductivo. Al final de cada recorrido, se da la vuelta a la unidad del tractor para volver por una nueva pasada de corta. Al dar vuelta, los tractores invierten sus posiciones interior y exterior, a fin de distribuir equilibradamente el trabajo de los conductores de los tractores, ya que en la posición interior suele ser más difícil el trabajo.

El tamaño de las cadenas depende de la potencia disponible del tractor y del tipo de vegetación, pero la longitud debe ser por lo menos dos veces y media altura de los árboles mayores. Una cadena de 90 m de longitud y con eslabones de 5 cm, con un peso de unos 500 Kg. Es adecuada para montes

de leña delgada; hay cadenas más pesadas para tipos de arbustos más pesados. (Nieto Ojeda, R.2004).

e) Limpieza de repaso.

Con independencia de que la tumba y la disposición del despojo en hileras hayan sido bien ejecutadas, normalmente quedan algún despojo o tocones en la zona aclarada. Los tocones que quedan en el terreno deben señalarse o marcarse. Cuando no hay mucho que limpiar, el sistema corriente de utilizar mano de obra para recoger los despojos que quedan y colocarlos en montones o hileras procediendo análogamente con los tocones que es necesario excavar. Cuando hay mucho que limpiar la operación puede mecanizarse utilizando tractores de oruga con extractores de tocones o rastrillos de acoplamiento delantero. Si hay agujeros donde se ha excavado los tocones, deben llenarse y nivelarse. (Nieto Ojeda, R.2004.)

f) Quema.

Cuando las hileras y montones de despojo se han secado, deben quemarse cuando las condiciones son adecuadas. El objetivo debe ser quemarlos más tarde en la estación seca. Esto puede exigir el proteger los montones contra una quema anterior incompleta y accidental durante la estación seca. La finalidad es lograr un fuego lo más intenso posible, por cuya razón la quema debe hacerse durante el día, preferiblemente cuando haya viento. El fuego debe prenderse por el lado del barlovento de las hileras; cuando la quema es incompleta, es aconsejable tener preparado un tractor de cadenas con rastrillos acoplado para volver a apilar el despojo.

g) Trazado de la plantación.

El trazado es una operación en la cual se reconocen y delimitan en el terreno los tramos, los cuarteles, las carreteras, senderos y cortafuegos. Como el diseño del trazado de una plantación es una consideración importante de la planificación. Los principales elementos mecanizados de la operación son el laboreo de los cortafuegos y la explanación, desagüe y afirmado de las carreteras. Los cortafuegos se labran fácilmente utilizando tractores de cadenas y arados pesados de gradas de disco, inclinados, iguales a los que se emplean en el laboreo de desmonte.

Los tractores de oruga para aclareo del terreno con hojas topadoras rectas se pueden utilizar para preparar caminos y atajos que cuando se les dota de puentes y alcantarillas, sirven como carreteras de tercera clase o como caminos para la plantación. (CHAPMAN. G. W. Y T: G: ALLAN 1978).

h) Laboreo mecanizado previo a la plantación

El principal objetivo de extraer las raíces y los despojos leñosos en ciertas estaciones seleccionadas, es hacer posible el laboreo del suelo antes y después de la plantación. El aclareo y el laboreo se traducen en condiciones de la estación especialmente favorables para el bosque artificial creado al eliminar o reducir la competencia de la vegetación y al aumentar la percolación, lo que puede reducir la pérdida de humedad del suelo. Estas características favorables respecto a la provisión de agua son particularmente importantes en zonas con lluvias limitadas o estacionales. La necesidad de reducir la competencia se aplica también a ciertas estaciones con herbáceas densas o altas donde la falta de laboreo se traduce en el establecimiento inadecuado de la plantación.

El laboreo puede ser parcial, como el laboreo en fajas y el arado en surcos, total, como el arado completo o suplementario, como el subsolado o laboreo profundo.

- **Laboreo en fajas.**

En ciertas condiciones de estación, en las que algunas especies sólo exigen un deshierbe localizado para permitir un crecimiento y desarrollo adecuado, puede ser suficiente el labrar únicamente una banda estrecha (1 a 2 m de anchura), siguiendo la línea de plantación, suficiente para liberar a los árboles de competencia en el período inicial después de la plantación. Con frecuencia, esto puede lograrse mediante el efecto de rastrillado de una máquina plantadora de árboles; el material de plantación utilizado en estas condiciones debe ser vigoroso, si es necesario se realizará un laboreo adicional en forma de operación manual suplementaria. El laboreo en fajas, abriendo sólo una parte de la estación, puede tener una importancia especial cuando hay un elevado riesgo de erosión.

Se utiliza un arado reversible de tres discos, tirado por un tractor de ruedas de 70 Hp, para romper la delgada cubierta de herbáceas de montaña, el laboreo inicial se hace en profundidades de menos de 30 cm; un gradeo subsiguiente mejora la inclinación del suelo. En suelos más someros sobre una capa endurecida meteorizada, donde la penetración del arado es ligera, se hace necesario en subsolado siguiendo la dirección de la línea de plantación. En estaciones sin piedras, se utiliza a veces un “rotavator” que puede labrar una profundidad de 12.5 cm siempre que se queme previamente la hierba, la apertura de hoyos con zapapico se demuestra que su costo es casi el doble que el del arado en fajas.

- **Arado en surcos o arado.**

El arado en surcos se utiliza especialmente en suelos húmedos y terrenos pantanosos de turba. Un arado especial de vertedera, tirado generalmente por un tractor pesado de cadenas, se utiliza para dar vuelta una tira ancha de tepes dando lugar a un surco profundo y limpio que ayuda a desaguar la estación. En sitios mejores, menos húmedos, los surcos se

hacen con separaciones de 5 a 6.5 m. Los tepes se cortan seguidamente a mano en cuadros que se distribuyen con el espaciamiento que se precise para las plantas.

En estaciones más secas, el problema es reducir la competencia del matorral y la compactación del suelo y romper la capa dura de arcilla cuando existe. Se hacen surcos sencillos con el espaciamiento que necesitan las plantas, utilizando ya sea un arado sencillo de vertedera o un arado especial con púas. Al plantar, se colocan las plantas mediante incisiones ya sea en el fondo del surco o en la lateral, entre el surco y el borde del caballón.

- **Laboreo total.**

El laboreo total de la estación con anterioridad a la plantación se hace necesario cuando el deshierbe subsiguiente se va hacer en forma mecanizada. Este sistema es corriente, por ejemplo, en regiones con una estación seca prolongada donde se necesita hacer un deshierbe total para evitar una competencia excesiva de las gramíneas con el bosque plantado respecto a la limitada humedad del suelo. El laboreo total suele incluir dos operaciones principales:

1. Arado de desmonte.
2. Gradeo previo a la plantación.

- **arado de desmonte.**

El objetivo del arado de desmonte es romper el suelo por primera vez y enterrar con el arado todas las malezas o la vegetación, es esencialmente con una operación basta y el laboreo no tiene que ser de la misma precisión o calidad de el que se necesita en agricultura. El arado debe generalmente hacerse cuando el suelo está húmedo, pero no saturado de humedad y con una profundidad superior a la que alcanzan los aperos ligeros utilizados en

las operaciones subsiguientes de deshierbe; normalmente se necesitan más de 20 cm. La penetración suele ser difícil en suelos secos.

La operación puede hacerse eficazmente con un tractor de cadenas equipado con un arado de discos reforzado que lleva pesados discos de acero de más de 75 cm de diámetro. Este arado de grada inclinada de una profunda penetración de más de 30 cm en condiciones ideales, aunque estas gradas reforzadas son suficientemente fuertes para destrozar la mayoría de los tocones y pueden, por lo tanto, utilizarse para arar terrenos sin destocoñar, tan dura operación es probable que reduzca la duración del equipo, aumentando el costo de la operación.

El arado de desmonte puede realizarse también mediante un tractor mediano de ruedas con un arado de discos acoplado. El laboreo es bueno, pero generalmente con una profundidad más somera que el arado de grada. En estaciones difíciles, el arado de discos es menos resistente que la grada pesada.

➤ **Grado previo a la plantación.**

El grado previo a la plantación normalmente tiene lugar inmediatamente antes de plantar. El objetivo es romper los terrones y dar una inclinación lateral, nivelar la superficie del suelo, enterrar cualquier brote de maleza y mantener el terreno limpio para la plantación. Un terreno libre de malezas, con el suelo desmenuzado y labrado por lo menos en 15 cm facilita considerablemente la plantación y el deshierbe mecanizado subsiguiente, la operación se realiza generalmente mediante un tractor de ruedas de tamaño mediano con una grada de discos acoplada de tipo agrícola, la operación debe hacerse en la misma dirección que el arado.

Si está justificado por la cantidad de trabajo, puede usarse específicamente para esta tarea una grada de discos reforzada y ancha o como otra alternativa, se pueden emplear gradas de deshierbe más pequeñas. El cultivo puede hacerse también por un rotavator, pero exige una mayor experiencia para su funcionamiento.

➤ **Subsolado o desfonde.**

En suelos pocos profundos que yacen sobre rocas meteorizadas, en suelos compactados o en aquellos que tienen una capa subyacente dura donde se limita el desarrollo de las raíces, es frecuente que se pueda mejorar la infiltración del agua y la penetración de las raíces mediante el subsolado o desfonde. La operación incluye el laboreo del suelo situado debajo de la superficie, sin invertirlo, mediante púas de subsolado o arado de desfonde acoplados detrás de tractores de ruedas o de cadenas.

Los subsoladores pueden ser de un solo diente o de dientes múltiples; con tractores y equipos apropiados es posible realizar el subsolado con profundidades de más de un metro, pero es más corriente una operación más superficial de unos 60 a 70 cm. El subsolado se suele hacer después de un arado normal y en tierras inclinadas debe hacerse siguiendo curvas de nivel.

Si se considera que la oportunidad es el factor principal en el laboreo previo a la plantación, deben preferirse las unidades que dan la mayor productividad. Sin embargo, la eficiencia y la utilización pueden ser importantes pudiendo ser factible el reducir los costos mediante un uso más completo en el laboreo del equipo pesado de aclareo o aumentando el empleo de unidades de desbroce con tractor de ruedas en la fase de laboreo. (Nieto Ojeda, R.2004).

IV.- INCENDIOS FORESTALES

Incendio forestal es la propagación libre del fuego sobre la vegetación forestal. El fuego es la liberación de energía en forma de luz y calor producto de la combustión (quema). Para que el fuego se produzca se requiere de tres elementos, que forman el llamado “triángulo del fuego”. Combustible, calor y oxígeno; si alguno de ellos falta, el fuego no se produce. (Dante Arturo, 2000)

4.1.- Tipos de incendios.

Son tres: superficial, subterráneos, y de copa.

En los incendios superficiales, se consumen combustibles superficiales, como hierbas, zacates, leñas, hojarasca, etc., quemando la base de los árboles; son los incendios más comunes. (Figura 3).

En los incendios subterráneos, se queman mantillo y raíces bajo la superficie del suelo o la materia orgánica acumulada en las fracturas de grandes afloramientos de roca, los del primer caso son más comunes en ecosistemas boreales. (Figura 4).

En los incendios de copa, el fuego consume la totalidad de los árboles, propagándose tanto de copa como superficial. Aunque no es el más común, es muy peligroso y difícil de controlar. (Figura 5).



Figura 3. incendio superficial, (http://www.emersis.org/.../img/incendios_forestales.jpg, citada en el año 2007).



Figura 4. Incendio subterráneo, (www.noticias-oax.com.mx/.../INCENDIOS-2.jpg, citada en el año 2007).



Figura 5. Incendio de copa, (www.tamsa.arrakis.es/pagina_nueva_19.htm, citada en el año 2007).

4.2.- Combate de incendios forestales.

Existen tres procedimientos tres procedimientos principales para sofocar los incendios forestales, los cuales pueden utilizarse aisladamente o combinados:

1. Empleo de agua, arena o tierra suelta.
2. Construcción de líneas de fuego desmontadas.
3. Empleo de fuegos traseros o fuegos de contraataque.

a) Tipos de combate.

El combate puede hacerse directo o indirecto. En el primer caso, se busca la “romper” el triángulo del fuego, restándole combustible (apertura de brecha cortafuego cercana al fuego), oxígeno (arrojando tierra con la pala a la base de las llamas o con mochila aspersora o mangueras). El combate indirecto consiste en abrir el sistema de brechas corta fuegos lejos de las llamas. (Barney et al. 1984).

En el segundo caso la selección del ataque se da por las siguientes razones: El incendio es bastante grande y puede requerir mucho tiempo y esfuerzo para extinguirlo, el incendio se propaga muy rápidamente, las líneas construidas para el ataque directo no se terminarán a tiempo, la intensidad calorífica es muy elevada como para que los combatientes y/o equipo realicen ataque directo, difícil acceso al incendio. (Barney et al. 1984).

4.2.1.- Herramientas manuales.

Las herramientas son de suma importancia en la lucha contra incendios forestales, a continuación se van a tratar la manuales. Por la importancia que tienen se deben tener en cuenta 8 conceptos, los cuales son:

PRODUCTIVAS Y EFICIENTES. El primer requerimiento de las herramientas manuales es que deben ser productivas y eficientes. Esto significa que deben entregar el máximo de eficiencia con el mínimo de energía requerida.

VERSÁTILES. Las herramientas, además de ser productivas y eficientes, no deben ser limitadas a un solo uso. Es por eso que se deben buscar o seleccionar herramientas que cumplan más de una función. A eso le llamamos versatilidad. No es frecuente combinar versatilidad con productividad y eficiencia.

PORTÁTILES. El acceso a los incendios por lo general es difícil, y los combatientes, tiene que transportar las herramientas por el monte y en ocasiones caminar distancias considerables. Por esa razón las herramientas manuales, deben ser livianas, simples para transportarlas a fin de no cansar al combatiente anticipadamente. Debe ser además segura en su transporte.

DURABLES. Las herramientas manuales deben ser resistentes a los golpes y no deben quebrarse fácilmente cuando más se necesitan, es decir en la construcción de una línea.

SIMPLES. Las herramientas deben ser simples tanto en su operación como en sus componentes. No se debe olvidar que los combatientes se han capacitado para la extinción de los incendios, y no para realizar mantenimientos acabados, ya que eso corresponde a unidades de apoyo capacitadas para tales efectos. Equipos y herramientas más especializados, requieren de mayor capacitación al operador.

DE FÁCIL MANTENIMIENTO Y REEMPLAZO. Los equipos de combate son mantenidos y reparados en condiciones de terreno difíciles. Al no contarse con personal especializado, el mantenimiento se hace frecuentemente de noche, con personal sin experiencia y algunas veces sometido a presiones. Por ello es esencial que el mantenimiento sea simple. Y que las partes claves y uniones puedan ser fácilmente desmontadas y reemplazadas. Dado que muchos equipos de control de incendios forestales

son específicos, la disponibilidad de repuestos y servicios de mantenimiento puede ser un problema crítico.

ESTANDARIZACIÓN. Es altamente deseable que se usen los mismos tipos de equipos y herramientas de un lugar a otro, o en una misma organización de control de incendios forestales. Dado que se trabaja de la misma forma en cualquier lugar, se favorece el acopio de equipos en incendios conflictivos. Hay efectividad en el mantenimiento y se rebaja considerablemente su costo. Se facilita además, el transporte y métodos de almacenaje.

A LA LARGA ECONÓMICAS. El factor económico es de mucha importancia debido a que estos equipos son de un alto costo. Ninguna organización puede operar sobre la base de no considerar estos costos, ni puede sobrevivir sin equipos eficientes. El alto costo de inversión se amortiza con el beneficio que presentan en la extinción de los incendios y en la reducción de daños. (GARCIA V: E 1985.)



Figura 6. Herramientas manuales, <http://www.semarnat.gob.mx/incendios/nueva/combate2>, citada en el año 2004).

4.2.2.- Apoyo de la maquinaria en el combate de incendios.

Aunque no se trata de elementos muy comunes en nuestro país, el apoyo de la maquinaria es de capital importancia en incendios grandes, intensos, donde se requiere de una rápida apertura de amplia brecha para controlar el fuego y/o proteger poblaciones u otros factores. Si la apertura de la brecha se utiliza dos máquinas, el más gran debe de ir adelante, unas decenas de metros, conducida por el operador con más experiencia.

Los tractores livianos son recomendables ante combustibles ligeros, suelo húmedo y poco pedregoso, los medianos en combustibles medios, suelo húmedo y con pendientes moderadas, y los pesados en combustible pesados, con pendientes pronunciadas.

Los tractores de oruga tienen capacidad de combustible para trabajar diez horas. Cuando menos cada dos horas de operación debe dárseles servicio (combustible diesel, aceite diesel para motor, líquido enfriador, engrasado de chasis, limpieza de radiador, ajuste de piezas, reparaciones menores). (FAO. 2005).

4.2.3.- Principios en el uso de maquinaria.

En el caso del fuego rastro o subterráneo es complicado seguir su trayectoria, pues no siempre es muy definida, generalmente en las laderas se propaga hacia arriba, pero este tipo de incendio es de los más difíciles de controlar y extinguir, solo inundando el piso forestal y por el aislamiento del mismo. En áreas de difícil acceso es vital tomar medidas de prevención pues una vez iniciado este tipo de fuego, ya solo con la lluvia es posible apagarlo. (CABRERA DUEÑAS, 1997).

Los incendios rastreros y los de las copas se atacan mediante maquinaria, herramientas y agua así como, eventualmente, contrafuegos, a cierta distancia. La maquinaria esta constituida por tractores y motosierras con los cuales se intentará derribar los árboles en fajas, atacando desde los caminos principales, secundarios, vías de saca, así como desde la red diseñada especialmente para lucha contra incendios. (www.minag.gob.pe/rnbn_f_bos.shtml citada en el año 2006).

De manera general, se dice que una línea de hombres que utilicen herramientas, principalmente palas, con lo que se podría contrarrestar un incendio rastrero. Así mismo, en ocasiones si se inicia un contrafuego bien hecho y bien dirigido, es posible atacar un incendio rastrero. (BONILLA J. ROBERTO.2001).

El fuego en las copas solo se puede atacar mediante aviones cisterna y ambos casos es importante que además exista una red hidráulica en lugares estratégicos dentro del bosque. La cual al utilizar para la extinción de un incendio se recomienda lo siguiente.

- Asegurarse que el equipo esté en buenas condiciones mecánicas.
- Utilizar personal calificado, incluyendo personal de supervisión, operadores y localizadores de líneas.
- Aprovechar combustibles y topografía favorable.
- Empujar el material encendido fuera de la línea de la maquinaria.
- No permitir que personas no autorizadas suban al equipo.
- Durante la liquidación, empujar troncos grandes o montones calientes al área quemada.
- Mantener un informe del tiempo de operación de la maquinaria.
- Que el personal use las señales convenidas para dirigir el equipo.
- Minimizar el uso del equipo en lugares susceptibles de erosiones.

a) Apoyo aéreo.

En la parte correspondiente a las décadas de los años sesenta, ochenta y noventa del capítulo referente a aspectos históricos, se consigna la progresión histórica del uso de helicópteros y aviones en la detección y combate de incendios forestales. Otra bondad de estas aeronaves, es que en caso de quedar atrapada por el fuego una brigada, pueden abrir un corredor para que se movilicen a un área más segura (ya quemado, por ejemplo). Por otro lado, durante las descargas es peligroso que haya hombres en el área a los que pueda caerles encima y resultar muertos o heridos.



Figura 7. Avioneta, (www.dgac.cl/sa/e_extincion.asp, citada en el año 2006).

V.- APROVECHAMIENTO FORESTAL.

Existe una necesidad permanente de perfeccionar los sistemas y técnicas de explotación para conseguir la plena compatibilidad con los objetivos de la ordenación forestal responsable y contribuir, por tanto, a alcanzar las metas económicas y sociales del desarrollo sostenible. El aprovechamiento maderero es la preparación de los troncos en un bosque o plantación de acuerdo con las necesidades del usuario y la entrega de los mismos al consumidor. Comprende la corta de árboles, la preparación de los troncos y su extracción y transporte a larga distancia hasta el consumidor o los centros de elaboración. (ANAYA. H. Y P. 1986).

Aunque se utilizan muchos métodos diferentes para el aprovechamiento maderero, todos ellos comportan operaciones similares:

- Apeo: cortado de un árbol por el pie y derribo.
- Desmochado y desramaje: eliminación de la zona inútil de la copa y de las ramas.
- Descortezado: eliminación de la corteza del fuste; esta operación suele realizarse en el centro de elaboración más que en el bosque; en la corta de madera para leña no se realiza.
- Extracción: traslado de los troncos o trozas desde el tocón hasta un lugar próximo a una carretera forestal en el que pueden clasificarse, apilarse y a menudo almacenarse temporalmente, en espera de su transporte a larga distancia.
- Preparación de los troncos / tronzado (troceado): corte del fuste a la longitud especificada por el destinatario de las trozas.
- Cubicación: determinación de la cantidad de troncos obtenidos, por lo común, midiendo el volumen (en maderos de pequeño tamaño, también por peso; esto último es normal en el caso de la madera para pasta; el pesaje se realiza en ese caso en el centro de elaboración).
- Clasificación, apilamiento y almacenamiento temporal: los troncos suelen ser de dimensiones y calidades variables, por lo que se clasifican en surtidos según puedan destinarse a pasta, aserrado, etcétera, y se apilan hasta que se consigue una carga completa, por lo común la suficiente para llenar un camión; el área despejada donde se realizan estas operaciones, así como la cubicación y la carga, se denomina "cargadero".
- Carga: traslado de los troncos al medio de transporte, normalmente un camión, y fijación de la carga. No es preciso realizar estas operaciones en el orden citado. En función del tipo de bosque, del tipo de producto deseado y de la tecnología disponible, puede ser más conveniente realizar una operación antes (es decir, más cerca del tocón) o después (es decir, en el cargadero o incluso en el centro de elaboración). Una clasificación común de los métodos de aprovechamiento se basa en la distinción entre:

- a) Saca de árboles enteros: los árboles se sacan al camino, cargadero o centro de elaboración enteros, incluida la copa.
- b) Saca de trozas cortas: las operaciones de desmochado, desramaje y tronzado se realizan cerca del tocón (los troncos suelen medir entre 4 y 6 m).
- c) Saca de troncos enteros: antes de la saca sólo se quitan la copa y las ramas.

El grupo más importante de métodos de aprovechamiento de madera industrial se basa en la longitud del árbol. (Juan Ramírez Martínez.2000).

5.1.- Seguridad para las herramientas y para máquinas.

Debido a la gran diversidad de herramientas, máquinas y métodos de trabajo que se emplean en el sector silvícola, no es posible dar en este repertorio de recomendaciones prácticas una descripción detallada de las normas de seguridad aplicables a todas las herramientas y máquinas existentes. No cabe una enumeración exhaustiva, en lo que se refiere a la elección de las herramientas, las máquinas y el material o al grado de pormenorización, pero se enuncian a continuación algunos principios generales en relación con los tipos más corrientes de herramientas y máquinas que se utilizan.(www.fao.org/docrep/003/x8763s/x8763s0a.htm, citada en el año 2006).

5.1.1.- Herramientas de mano.

- Las herramientas de corta y hendido deberían fabricarse con acero de buena calidad, para que el filo de corte requiera un mínimo de mantenimiento.
- Las herramientas de corta y hendido deberían quedar bien sujetas a su mango, por ejemplo con una chaveta, un remache o un tornillo.

- Las características de las herramientas – tamaño, longitud del mango y peso – deberían amoldarse a las necesidades del trabajo y a las facultades físicas del usuario.

- Cuando no se empleen, las herramientas de borde afilado deberían llevar una funda apropiada.

Los mangos deberían facilitar una buena sujeción de los mismos y ser de una madera de buena calidad que concuerde con su tipo de utilización. ([Http://usuarios.lycos.es/maquinariaforestal/mf/tracarr-1. htm.](http://usuarios.lycos.es/maquinariaforestal/mf/tracarr-1.htm) citada en el año 2007).

5.1.2.- Máquinas portátiles.

- Los mandos de máquinas como las sierras de cadena y las cortadoras de maleza y de césped deben estar bien colocados e indicar claramente su función.
- La posición y la dimensión de la empuñadura debe resultar de cómoda
- utilización para el operario en todas las modalidades normales de trabajo.
- El ruido, las vibraciones y los gases de escape deberían ser los más bajos posibles, habida cuenta del nivel de adelanto técnico del momento.
- el esfuerzo físico con la evitación del cansancio del operario y del quebranto de su sistema intramuscular.

Las máquinas deberían ser tan ligeras como resulte posible, y equilibrar. ([http://www.fundacionf4.com/index.php?option=com_content&task=view&id=98&Itemid=125,](http://www.fundacionf4.com/index.php?option=com_content&task=view&id=98&Itemid=125) citada en el año 2007).

5.1.3.- Maquinaria autopropulsada o de motor primario.

- En las máquinas debería haber un asiento para el conductor totalmente regulable, que amortigüe las sacudidas y que lleve un cinturón de seguridad.
- El espacio interior y los mandos de la máquina deberían concebirse y ubicarse en función del físico del operario que vaya a manejarlas según toda probabilidad.
- Deberían diseñarse los elementos de acceso a la máquina escalones y portezuelas de modo tal que las agarraderas y estribos estén a buena altura y no demasiado separados.
- Todas las poleas, ejes, correas y palas de ventilador deberían llevar la protección oportuna.
- Las máquinas deberían quedar protegidas contra el vuelco.
- Las cabinas deberían estar: protegidas contra la caída de objetos, equipadas con estructuras de protección.
- Las máquinas deberían llevar un dispositivo de detención que no se desenganche solo, que esté marcado claramente y que sea de fácil acceso desde la posición normal de trabajo del operario.
- El motor de arranque debería estar interconectado con la transmisión o el embrague, con objeto de impedir que la máquina se ponga en marcha cuando está el motor engranado.
- Los frenos de mano deberían ser lo bastante potentes como para mantener inmóvil la máquina en cualquier tipo de pendiente.
- Los tubos de escape deberían llevar para chispas, que no hacen falta cuando hay un dispositivo de sobrealimentación.

En todas las máquinas debería haber un botiquín y un extintor, y se debería enseñar su manejo a los operarios. Siempre que sea factible, las máquinas deberían ser de impulsión en todas las ruedas. (<http://www.gipuzkoa.net/castell/bog/2000/09/25/c0009708.htm>, citada en el año 2005).

5.2.- Principales labores del aprovechamiento forestal

La corta es una de las actividades industriales más arriesgadas. Los árboles son grandes y pesados y caen con una enorme fuerza que puede aplastar o arrancar árboles contiguos. Sus ramas pueden despedazarse y salir despedidas en todas direcciones. El árbol caído puede rodar o deslizarse cuesta abajo y su tronco quebrarse en fragmentos que salten y rueden de forma incontrolable. Todo ello hace necesario que la seguridad y la capacitación ocupen un lugar de primer orden en dichas operaciones.

También puede contribuir a limitar el número y la gravedad de los accidentes que se registran durante las operaciones de corta. Por ello hay que dar prioridad a las medidas encaminadas a aumentar la preparación de los trabajadores que forman las cuadrillas de corta y es muy importante ofrecer incentivos que fomenten la adopción de prácticas correctas. (ANAYA. H. Y P.1986).

5.2.1.- Apeo mecanizado.

Se considera que la cosechadora es un tractor forestal con unos órganos de trabajo específicos, cuya función en el aprovechamiento es llevar a cabo, de forma mecanizada, las labores propias de la fase de "apeo y elaboración", completa o parcialmente realizando al menos el apeo, pudiendo también estar diseñada para llevar a cabo la fase de saca -la reunión sobre el mismo vehículo y el desembosque por semiarrastre o en suspensión.

Estas máquinas se mueven por el interior de la masa dirigiéndose a todos y cada uno de los pies a apear, parando al lado de cada uno y apeándolo. Lógicamente, el proceso debe estar debidamente planificado para que no se apilen árboles de forma que molesten los siguientes movimientos de la máquina hacia otros pies. (<http://html.rincondelvago.com/actividad-forestal.html>, citado en el año 2006).

Se usan con ventaja en cortas selectivas y densidades de más de 1500 pies/Ha ya que, de emplear el siguiente tipo, en las cortas selectivas los pies que no se apeen molestan al movimiento del brazo de grúa, por lo que la máquina debería moverse más de lo debido y, en lo referente a la densidad, por motivos de rendimiento.



Figura 8. Apeo o corta. (www.maquetas-miniaturas.es/.../2-42-18-42.htm, citado en el año 2006).

5.2.2.- Las operaciones de saca.

La saca es el proceso de transporte de los árboles o rollizos desde la zona de corta hasta un cargadero o un apartadero en la carretera, donde serán convertidos en trozas o apilados junto a otros árboles para su transporte a la fábrica de elaboración o hacia otro destino final. Existen varios sistemas de saca reconocidos: saca por arrastre, saca con vehículos que transportan la carga levantada del suelo, saca con cable, saca aérea, saca con animales de tiro, entre otros. Con independencia del sistema de explotación maderera que se emplee, la saca es una operación difícil y arriesgada que puede causar graves daños a los ecosistemas forestales. (<http://www.fao.org/docrep/v6530s/v6530s08.htm>, citado en el año 2007).

Una operación de saca bien organizada y adecuadamente supervisada debe alcanzar los siguientes objetivos: conseguir la mayor productividad posible en el proceso de extracción, garantizar la seguridad de los equipos de desembosque y del personal que trabaja en las zonas contiguas, reducir al mínimo la compactación y alteración del suelo ocasionadas por las operaciones de saca, causar el menor daño posible a los cursos de agua existentes dentro de la unidad de corta o en sus proximidades, particularmente los que fluyen durante todo el año o abastecen de agua a la comunidad, reducir los daños a los árboles que quedan en pie y a los brinzales, especialmente los que se considera que habrán de ser aprovechados en el futuro. (FAO. 1989).

5.2.2.1.- Saca manual por arrastre.

El transporte de trozas utilizando fuerza de tracción humana es cada vez más raro excepto en las explotaciones agrícolas, en las que se efectúa incluso en los países industrializados. En general, sólo es recomendable cuando los costos laborales son bajos, la distancia de saca es reducida y las trozas u otras piezas de madera que se han de extraer son suficientemente ligeras como para que puedan ser manejadas fácilmente por el hombre. La eficiencia y la seguridad pueden incrementarse utilizando ganchos, palancas y otras herramientas manuales o arrastrando los troncos con ayuda de ruedas de saca manuales. En algunos manglares se utilizan para el desembosque manual carretillas que se desplazan por estrechos caminos de rollizos contruidos a mano en las zonas de extracción. (UNEFOR. 1994).

5.2.2.2.- Saca mecanizada por arrastre.

Como norma general, para la extracción de trozas son preferibles los tractores con ruedas a los tractores de orugas. A diferencia de estos últimos, una maquinaria para uso general y utilizada especialmente en la construcción y excavación, los tractores de desembosque con ruedas se destinan específicamente a la extracción su gran maniobrabilidad permiten

reducir los daños a los árboles y al suelo. Suelen ser más estrechos que los tractores de oruga y tienen palas más pequeñas que, por tanto, pasan más fácilmente entre los árboles que quedan en pie sin dañarlos y sin remover excesivamente el suelo, lo cual desencadenaría la erosión. (FAO. 1989b).



Figura 9. Saca mecanizada por arrastre. (www.asemfo.org, citada en el año 2005).

5.2.2.3.- Saca con vehículos que transportan la carga levantada del suelo.

Estos vehículos son máquinas de saca que transportan la carga de troncos totalmente levantada del suelo, ya sea sobre su propio bastidor o sobre un remolque. Gracias a ello perjudican menos al suelo que la maquinaria de saca por arrastre. Normalmente, están provistos de un mecanismo, una grúa hidráulica o mecánica, para la carga y descarga de las trozas.

Frecuentemente se utilizan junto con otro equipo de corta y elaboración mecanizado, aunque ello no es indispensable. Se recomiendan las siguientes prácticas: para obtener un mayor rendimiento de estos vehículos las trozas deberán tener aproximadamente el mismo tamaño, para garantizar una cierta estabilidad de la carga y evitar que vuelque, las pistas por las que circulan deben estar en mejores condiciones que las que utilizan los tractores de ruedas, en las zonas en las que el suelo está húmedo o se

compacta fácilmente, hay que utilizar neumáticos de alta flotación para reducir la compactación del suelo, una de las ventajas de estos vehículos es que pueden descargar los rollos directamente en un camión o apilarlos al borde de los caminos forestales, donde más tarde los cargarán los camioneros. (<http://www.fao.org/docrep/v6530s/v6530s00.htm#Contents>, citado en el año 2007).



Figura 10. Saca con la carga levantada. (<http://www.grvc.us.es/.../agricultura/agricultura.html>, citado en el año 2006).

En la actualidad, existen dos sistemas de saca aérea: la saca mediante globo aerostático y la saca mediante helicóptero. Aunque se han ideado otros sistemas, éstos no han superado aún la fase experimental. Algunas desventajas del transporte aéreo son: la inversión inicial muy alta, la dificultad de predecir el peso de la carga, peligro de incendio. Sin duda, la utilización del transporte aéreo sólo es conveniente en circunstancias especiales, pero cuando se dan esas circunstancias puede ser una alternativa interesante a otros sistemas de saca. (<http://www.conocimientosweb.net/dcmt/ficha3187.html>, citado en el año 2004).

5.2.3.- Operaciones de transporte.

El transporte por carretera, mediante vehículos madereros, es la forma más habitual de transportar las trozas desde el bosque hasta las fábricas de elaboración. En algunas zonas del mundo se utilizan también sistemas de transporte por agua y por ferrocarril. En este caso, el acarreo de las trozas desde el cargadero hasta el punto de embarque en las embarcaciones o en el ferrocarril se efectúa por medio de camiones.

En las operaciones de transporte de trozas deben alcanzarse los siguientes objetivos: Garantizar la seguridad del personal encargado del transporte y del público, transportar las trozas a su destino final con el menor costo posible, no dañar la infraestructura de transporte, como carreteras y puentes, limitar la contaminación atmosférica e impedir el vertido de combustible y lubricantes, entregar las trozas en el punto final de destino sin pérdidas importantes de volumen y sin deterioro notable de la calidad. (GAYOSO, J.1987).

VI.- TRANSFORMACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.

La industria forestal, se clasifica de acuerdo a los recursos forestales que contempla la producción forestal: en lo maderable se encuentra industrias de aserrío, tableros (contrachapados, aglomerados y de fibra), celulosa y papel, para cajas de empaque, para mangos de herramientas, postes y durmientes. Y el no maderable se encuentra la industria: para derivados químicos de la resina, corcho, goma, fibra, cera, nopal, chicle, barbasto, etc., e industrias forestales integradas. (ZAMUDIO S., E. 1986.).

Brown y Bethel (1980), mencionan que el proceso de elaboración es cuando las trozas se convierten en productos útiles de madera, a través de la aplicación de uno o más procesos mecánicos, que transforman la troza en piezas más pequeñas dándoles la forma, tamaño y superficies requeridos para cada uno de sus usos. El objetivo prioritario en el aserrado es la obtención de la mayor cantidad de maderas de un tamaño y características

determinadas. Las dimensiones de las piezas a obtener dependen de las necesidades de su uso posterior que están recogidas en las medidas normalizadas, y de las características del tronco como el diámetro, defectos estructurales, etc.

6.1.- La mano de obra.

La mano de obra es siempre en todas partes el factor de producción más abundante y el ingreso de los trabajadores constituye en gran medida el ingreso nacional. El hombre es el objeto, tanto como el autor, de la actividad económica; una máquina empleada en la producción no experimenta placer, ni dolor, un ser humano sí. Al evaluar un cambio en la jornada, el ritmo del trabajo, o métodos del mismo, debemos considerar su efecto sobre la satisfacción de los trabajadores, así como los costos de producción y los precios para el consumidor. (BUFFA. E. S. 1981).

La mano de obra se define en dos sentidos: uno de ellos, en el sentido de acervo, la mano de obra es la totalidad de los individuos integrantes de la fuerza de trabajo, cualesquiera que sean las habilidades y capacidad productiva que posee en un momento dado, el segundo, en el sentido de flujo, la mano de obra es el número de horas hombre disponibles o usadas en la producción durante cierto espacio de tiempo (Reynolds, 1984).

6.1.1- Automatismo.

El automatismo es todo sistema que condiciona al transcurso del tiempo o al cumplimiento de los requisitos previos y es capaz de desencadenar actuaciones prefijadas. La razón es bien escueta; hay que automatizar, porque la automatización es el actual sistema productivo que permite un nivel de calidad y costos inalcanzables en los sistemas productivos intensivos, con mano de obra elevada; concretamente ha de utilizarse automatización versátil, porque que permite configurar unidades productivas capaces de responder, con rapidez, fiabilidad y economía. (PELLICER I., P. Y SANTACANA, F. 1990.)

6.2.- Condiciones y procedimientos de seguridad e higiene en la maquinaria y equipo.

- proteger las conexiones eléctricas de la maquinaria y equipo para que no sean un factor de riesgo.
- contar con protectores y dispositivos de seguridad que cumplan con las siguientes condiciones:
 1. Proporcionar protección total al trabajador.
 2. Permitir los ajustes necesarios en el punto de operación.
 3. Permitir el movimiento libre del trabajador.
 4. Impedir el acceso a la zona de riesgo a los trabajadores no autorizados.
 5. Evitar que interfieran con la operación de la maquinaria y equipo.
 6. No ser un factor de riesgo por sí mismos.
 7. Permitir la visibilidad necesaria para efectuar la operación.
 8. De ser posible, estar integrados a la maquinaria.
 9. Estar fijos y ser resistentes para hacer su función.
 10. No obstaculizar el desalojo del material de desperdicio.

Es indispensable analizar las características de la maquinaria y equipo empleado en el proceso básico de aserrío, así como el grado de mecanización de aquellas fases donde se requieren grandes esfuerzos físicos, siendo éste un indicador del grado de combinación de insumos, mano de obra y tiempo de operación entre las fases más importantes, reflejando la dinámica productiva de la industria. (<http://www.digmotor.com.br/español/noticias/fevo4.htm>. citada en el año 2005).

6.3.- Las fases del aserrío y maquinaria en un aserradero.

La madera es llevada a unos aserraderos. En los cuales se sigue más o menos ese proceso y el aserradero lo único que hace es trocear la madera según el uso que se le vaya a dar después. Suelen usar diferentes tipos de sierra como por ejemplo, la sierra alternativa, de cinta, circular ó con rodillos. (MORENO C., R. 1993).

1. Equipo de patio. El equipo de patio que se usa para almacenar, manejar y acercar las trozas al aserradero puede ser un cargador frontal o tractor con llantas de hule. (BACA M., H. 2001)

2. Maquinas auxiliares. Son aquellas por medio de las cuales se preparan a la trocería para su aserrío; dimensionarlas, eliminarles la corteza, piedras, arena, o sustancias, que pueden provocar desgastes o daños a la maquinaria del aserradero, por ejemplo: descortezadoras, trozadoras, transportadores y volteadores.

VII.- MANTENIMIENTO.

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad de los equipos, maquinas, construcciones civiles e instalaciones, los cuales tienen como objetivo:

- Evitar, reducir y en su caso, reparar, las faltas sobre los bienes o maquinas.
- Disminuir la gravedad de fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paro de maquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

- Balancear el costo de mantenimiento con el beneficio q se pretende lograr.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas. (LIJEDAHN JOHN B. 1984).

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debería darnos o cuando aparecen afectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión. (RUIZ R. E. 2004).

7.1.- Tipos de Mantenimiento.

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados.(www.deere.com/es_MX/ag/refacciones/aceite_multigrado.html. citado en el año 2005).

a) Mantenimiento Correctivo.

Este mantenimiento también es denominado "mantenimiento reactivo", tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.

- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

b) Mantenimiento Preventivo.

Este mantenimiento también es denominado "mantenimiento planificado", tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios "a la mano".
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

c) Mantenimiento Predictivo.

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicación de algoritmos

matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado.

d) Mantenimiento Proactivo.

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar consientes de las actividades que se llevan a acabo para desarrollas las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. (<http://www.monografias.com/trabajos13/opema/opema.shtml#ti>. Citado en el año 2007).

7.2.- Ejemplo de Mantenimiento: Retroexcavadora.

Las personas estábamos acostumbrados al mantenimiento de otro tipo de vehículos, es por eso que nos sorprendió como y cada cuanto se debe mantener un equipo como es una retroexcavadora, diferencias notables son que uno se mide en kilometraje y toda la mantención radica en lo referente a eso, en cambio el mantenimiento se debe efectuar a través de la horas que este lleve de trabajo, si bien es cierto el kilometraje es tomado en cuenta no tiene tanta incidencia como las horas que lleva el equipo en

operación debido a que el desgaste, sino en aceites hidráulicos, de motor, filtros, engranajes, y piezas varias, incluidos sus aditamentos.

Cuadro. 1 Parámetros de medición de servicio.

Actividad	Según se Requiera	10 hrs	50 hrs	Primera 100 hrs	250 hrs	500 hrs	1000 hrs	2000 hrs
Limpiar el pre-limpiador de aire.	.							
Limpiar el elemento del filtro de aire.	.							
Revisar el nivel de refrigerante en el depósito de recuperación.		.						
Revisar el nivel de aceite del motor.		.						
Llenar el tanque de combustible y agregar acondicionador para Diesel		.						
Revisar la limpieza del enfriador de aceite y las paredes del radiador		.						
Revisar el nivel de aceite de la transmisión/sistema hidráulico			.					
Revisar el juego libre de pedales.			.					
Revisión del recorrido de la palanca de velocidades			.					
Revisar la presión de los neumáticos.			.					
Lubricar las graseras.			.					
Cambiar el filtro y el aceite del motor.				.	.			
Cambiar el filtro de combustible.					.			

Revisar el sistema de arranque en neutral.					.			
Sustituir el filtro de la transmisión/sist. Hidráulico.				.		.		
Revisar la banda del ventilador.						.		
Cambiar los elementos primario y secundario del filtro de aire.					.			
Cambiar el aceite del sistema hidráulico/transmisión.							.	
Apretar las abrazaderas y revisar todas las mangueras en busca de fugas.							.	
Cambiar el refrigerante del motor.								.
Ajustar los inyectores de combustible.								.

(Fuente: manual de operación de Geo Baja California S.A de C.V).

VIII.- CONCLUSIONES.

No hay una clara interpretación por parte de los empresarios en cuanto a las diferencias existentes entre mecanización y mano de obra. De cualquier forma, tanto la mecanización como la mano de obra son muy importantes.

La priorización para deberá ser dada a la mecanización orientada hacia el movimiento de materia prima, productos intermedios, terminados y residuos.

Se tratan de inversiones relativamente bajas, pero de fuerte impacto. Tales impactos producen mejoras en la productividad y en las condiciones de trabajo. Además, líneas mecanizadas que emplean tecnologías adecuadas han obtenido índices de accidentes muy cercanos a cero.

Se ha intentado resumir los principales puntos que exigen ser cuidadosamente estudiados antes de embarcarse en un programa de manejo forestal. Es evidente que la tarea requiere conocimientos y experiencia de muy alto nivel, y quizás también aptitudes para predecir el futuro. Se espera que la recopilación de información obtenida en la elaboración de esta monografía sirva a aquellos lectores y dependencias para una buena selección de máquinas a utilizar.

En general, los grandes cultivos forestales son de gran importancia en nuestro país; la importancia de implementar sistemas mecanizados al ramo forestal es la obtención de grandes volúmenes de madera en el menor tiempo posible, menos daños al suelo, y dañar cualquier tipo de vida que en ella exista.

En algunos contextos sociales, las plantaciones a gran escala pueden generar nuevos puestos de trabajo a nivel local y este es uno de los principales argumentos señalados, por las empresas, para intentar convencer a las comunidades locales a aceptar estos proyectos.

IX.- BIBLIOGRAFÍA.

- ANAYA. H. Y P. Christiansen. Aprovechamiento forestal; análisis de apeo y transporte. San José, Costa Rica: ILCA, 1986 ISBN 92-9039-112-x.

- BACA M., H. 2001. Coeficiente de aserrío y caracterización del aserradero ejidal Santa María Magdalena cahuacan, Nicolás, Romero, Estado de México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Mèx. 23 p.

- BARNEY, R. H; G. R. FAHNESTOCK; W. G HERBOLSHEIMER, R. K. MILLER; C. B. Phillips and J. PIEROVICH. 1984. Fire management in Wenger, K: F (ED). Forestry Handbook. John wiley and sons. New York. 189-252 p.

- BONILLA J. ROBERTO. Guía técnica en prevención y control de incendios forestales. Propeten. Conservación internacional. C. A 2001.

- BUFFA. E. S. 1981. Dirección técnica y administración de la producción. Parte 2. LIMUSA. México. 316 p.

- BROWN, N. C. Y BETHEL, J. M. 1980. Industria maderera. Ed. Limusa. México. 397 pp.

- CABRERA DUEÑAS, FRANCISCO. Los incendios forestales en el estado de colima1992/67 p. 27 cm.- (UAAAN- División agronomía forestal- licenciatura).1997.

- CANABIO. La diversidad biológica de México: Estudio del país. CONABIO, 1998. 341 pp.

- COZZO, D. Tecnología de la reforestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, 610 p. Il. 1976.
- CHAPMAN. G. W. Y T: G: ALLAN. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales roma, Colección FAO: Montes No. 8, 205p. Il. 1978.
- DANTE, Arturo Rodríguez Trejo, Incendios forestales, 2000. 376-386 p.
- FAO. 1989b. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Diseño y construcción de caminos en cuencas hidrográficas frágiles. Guías FAO: Conservación 13/5. Roma, FAO. 196 pp.
- FAO. 1989f. Explotación en pequeña escala de productos forestales madereros con particular atención de la población rural. Estudios FAO: Montes N°87. Roma, FAO. 77 pp.
- FAO. 2005. Métodos de lucha contra los incendios forestales/ FAO; Barcelona, España., 276-280.
- FIRA. 2003. Presupuesto y financiamiento al sector forestal diagnóstico y presupuesto. FIRA, México.
- GARCIA V: E 1985. Chihuahua y los incendios forestales. Ciencia forestal, 34-39 p.
- GAYOSO, J. diseño de caminos forestales. Valdivia, Universidad Austral de Chile, serie docente No. 10, 1987. 75 p.
- Glen Galloway. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la sierra peruana., lima. 1984.

- JACOBS, M.R. El Eucalipto en la repoblación forestal. Roma, Colección FAO: Montes No. 11, 723 p. Il. 1981.
- JOSÉ, Juan Ramírez Martínez.2000. Memoria de experiencias profesionales Aprovechamiento y manejo silvícola de los recursos forestales en seis municipios de la región oeste del estado de Jalisco.2000.
- LILJEDAHL Jonh B. Tractores y sus unidades de potencia, primera edición, editorial, 1984, México. D.F. pp. 174-187.
- LITTLE, Jr. E. L. Common Fuelwood Crops; a Handbook For Their Identificación. Morgatown (West Virginia, USA), Communi- Tech. Associates, 354 p, Il. 1983.
- MORENO C., R. 1993. La industria del aserrío en el estado de Tlaxcala. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Mex. 70 p.
- MIGUEL, A. capo Arteaga. Establecimiento de plantaciones forestales. Los ingredientes del éxito.2000.
- Niembro R., A. 1986. Arboles y Arbustos Útiles de México. Editorial Limusa. México, D.F.206 p.
- NIETO OJEDA, R.2004. Manual de mecanización forestal., editorial Rufino Nieto rojas.
- PELLICER I., P. Y SANTACANA, F. 1990. La estrategia industrial. La empresa. 3:261-280 p.
- REYNOLDS, LI. G. 1984. Economía laboral y relaciones de trabajo. Fondo de cultura económica. México. 653 pp.

- RUIZ, R.E. clasificación de aceites para motor de combustión interna, 2004, pp. 14, 16, 18, 25.
- RZEDWSKI, J.1983. Vegetación de México. Editorial Limusa. 2ª Reimpresión. 432 p.
- SEMARNAT, 2001. Cifras sobre la deforestación en México en el ciclo de conferencias. "El sector Forestal en México, avances y perspectivas". SEMARNAT. México.
- UNEFOR. 1994. Código de conducta. Unión Nacional de Empresarios Forestales. Revista Forestal Centroamericana, 3(7). 50 pp.
- U. S. FOREST SERVICE: Seeds of woody plants in the united states. Washington. U. S. Government Printing Office. U. S. D. A. Agricultural Handbook No. 450, 883 p. IL. 1974.
- VANHOOF. C. Estudio del crecimiento de plantaciones forestales en función del suelo en Cajamarca. CICAFOR. 105 p. II. 1978.
- WEBB. D. B. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales en regiones tropicales y subtropicales. London, Overseas Development Administration, 275 p, 1980.
- WILCOX. M. D. Comunicación personal sobre pinus radiada. Rotoura (NEW ZEALAND). Foest Service Institute, 1982.
- ZAMUDIO S., E. 1986. Manual de la industria maderera. UACH, chapingo, México. 389 p.

Paginas web.

- [http:// www.asemfo.org](http://www.asemfo.org).
- <http://www.conocimientosweb.net/dcmt/ficha3187.html>.
- <http://www.case.com>.
- http://www.deere.com/es_MX/ag/refacciones/aceite_multigrado.html.
- [http:// www.dgac.cl/sa/e_extincion.asp](http://www.dgac.cl/sa/e_extincion.asp).
- <http://www.digmotor.com.br/espa%u00f1ol/noticias/fevo4.htm>.
- <http://www.ecologia.uat.mx/biotam/V4n3/art6.html>.
- http://www.emersis.org/.../img/incendios_forestales.jpg.
- <http://www.fao.org/docrep/v6530s/v6530s08.htm>.
- <http://www.fao.org/docrep/v6530s/v6530s00.htm#Contents>.
- [http:// www.fao.org/docrep/003/x8763s/x8763s0a.htm](http://www.fao.org/docrep/003/x8763s/x8763s0a.htm).
- http://www.fundacionf4.com/index.php?option=com_content&task=view&id=98&Itemid=125.
- <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/eco/secformx.htm>.
- <http://www.gipuzkoa.net/castell/bog/2000/09/25/c0009708.htm>.
- <http://www.grvc.us.es/.../agricultura/agricultura.html>.

- [http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/2339/tfu.2006.02\(12-15\).s.pdf](http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/2339/tfu.2006.02(12-15).s.pdf).
- http://www.josemduran.com/forest_cosechadoras.htm.
- <http://www.maquetas-miniaturas.es/.../2-42-18-42.htm>.
- http://www.mexicoforestal.gob.mx/contenido.php?contenido=acerca_de_la_conafor.
- http://www.minag.gob.pe/rrnn_f_bos.shtml.
- <http://www.monografias.com/trabajos13/opema/opema.shtml#ti>.
- <http://www.noticias-oax.com.mx/.../INCENDIOS-2.jpg>.
- <http://html.rincondelvago.com/actividad-forestal.html>.
- <http://www.semarnat.gob.mx/incendios/nueva/combate2>.
- www.tamsa.arrakis.es/pagina_nueva_19.htm.
- <http://www.ugr.es/~german00/proyectos/proyecto/viabilidad/textos/anejo7.pdf>.
- <Http://www.usuarios.lycos.es/maquinariaforestal/mf/tracarr-1.htm>.