

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Métodos de Injertado en Coníferas

Por:

SANTOS CRUZ ORTÍZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Métodos de Injertado en Coníferas

Por:

SANTOS CRUZ ORTÍZ

Monografía

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

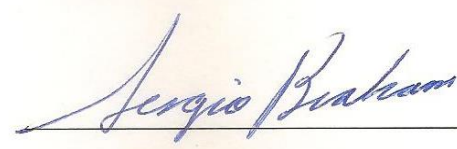
INGENIERO FORESTAL

Aprobada


Dr. Celestino Flores López

Asesor Principal


M.C. Héctor Darío González López
Coasesor


Ing. Sergio Braham Sabag
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2014

DEDICATORIA

A mis PADRES: el Sr. J. Guadalupe Cruz Gómez y la Sra. Petra Ortiz González, por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera y el apoyo incansable que me brindaron. No tengo palabras suficientes para agradecerles todo lo que han hecho por mí; estaré siempre orgulloso por ser hijo de ustedes.

A mi HERMANO y HERMANAS; por compartir grandes momentos de felicidad y darme ese impulso de seguir adelante, pese a las adversidades.

A mis TÍOS, PRIMOS y SOBRINOS porque a pesar de las circunstancias siempre manifestaron su apoyo y ánimos.

A todas esas personas que contribuyeron económicamente para solventar los gastos que se generaran en mi estancia en la universidad.

Muy en especial y con todo respeto para el Sr. Arturo Gómez Nava, que sin sus pronto consejos no hubiese continuado mis estudios en la universidad, cuando la gran mayoría decía que no se podía es por ello ¡Muchas gracias! por su amistad y confianza.

AGRADECIMIENTOS

A Dios padre por ser la luz, esperanza, fortaleza y amor que necesito en mi camino para el cumplimiento de mis proyectos y metas.

A mis padres y hermanos por su cariño, amistad y apoyo incondicional.

A mi *Alma Mater*: la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; por haberme dado mi formación superior a través del Departamento de Forestal.

A los miembros del comité evaluador al M.C. Héctor Darío González López y al Ing. Sergio Braham Sabag agradeciéndoles por su valiosa y oportuna colaboración en la revisión del presente escrito y muy en especial al Dr. Celestino Flores López, por su amistad, tiempo y grandes aportaciones en la contribución para llegar al término del presente trabajo.

A todos los profesores que contribuyeron en mi formación tanto del Centro de Bachillerato Tecnológico agropecuario N°. 89, así como profesores del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

A mis tíos, primos así como personas y amigos de la localidad de Tipítaro, Municipio de Nuevo Urecho, Michoacán, por su constante preocupación y apoyo en mi estancia en la Universidad.

A todos mis amigos y amigas cuyos nombres no menciono para no cometer sin desearlo, la torpeza de omitir a alguno. A todos ellos por su confianza y cariño.

A todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en mi formación profesional y que involuntariamente no los menciono, sea éste un pequeño homenaje.

CONTENIDO

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL.....	4
2.1 Huertos semilleros	5
2.1.1 Objetivos de los huertos semilleros	7
2.1.2 Tipos de huertos	8
2.2 Árboles selectos.....	9
3 PROPAGACIÓN VEGETATIVA MEDIANTE INJERTOS	13
3.1 Conceptos.....	14
3.2 Antecedentes históricos en la elaboración de los injertos.....	15
3.3 Clasificación de los injertos.....	17
3.4 Clasificación de injertos de acuerdo al corte.....	18
3.4.1 Injertos de yema	18
3.4.1.1 Injerto de escudete o yema en “T” invertida	18
3.4.1.2 Injerto de parche.....	20
3.4.1.3 Injerto de astilla o injerto de chip	21
3.4.2 Injertos de púa	23
3.4.2.1 Injerto de ensamble (inglés o de lengüeta).....	23
3.4.2.2 Injerto de muñón de rama o lateral de tacón	24
3.4.2.3 Injerto lateral subcortical.....	25
3.4.2.4 Injerto de hendidura.....	26

3.4.2.5 Injerto de corteza o de corona	28
3.4.2.6 Injerto de aproximación	30
3.4.2.6.1 Injerto de aproximación de empalme	31
3.4.2.6.2 Injerto de aproximación de lengüeta	31
3.4.2.6.3 Injerto de aproximación con incrustación	32
3.4.2.7 Injerto de puente.....	33
3.5 Principales tipos en injertos en coníferas y su procedimiento para su elaboración.	34
3.5.1 Injerto de hendidura	34
3.5.2 Injerto terminal	42
3.5.3 Injerto de enchapado lateral o de costado	46
3.5.4 Injerto de acoplamiento o de empalme	49
3.5.5 Injerto en plántulas en árboles maduros	50
3.6 Trabajos afines.....	54
4 CONSIDERACIONES ANTES DE ELABORAR LOS INJERTOS	60
4.1 Preparación de patrones.....	60
4.2 Colecta y transporte de la púa	60
4.3 Elección de la púa para injertado.....	63
4.4 Ventajas al obtener púas de diferentes árboles	64
4.5 Equipo y materiales para injertado.....	64
4.6 Cuidados y manejo posteriores a la elaboración de los injertos	71
5 INCOMPATIBILIDAD	72
5.1 Tipos de incompatibilidad.....	74
5.1.1 Incompatibilidad fisiológica	75
5.1.2 Incompatibilidad mecánica.....	75

5.1.3 Incompatibilidad localizada	75
5.1.4 Incompatibilidad translocada	76
5.2 Factores que influyen en el éxito de la cicatrización y unión del injerto	76
5.3 Condiciones para el injertado.....	79
6 DISCUSIÓN	81
7 LITERATURA CITADA.....	84
8 GLOSARIO	96

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Porcentaje de sobrevivencia en injertos en invernadero y en vivero (Villaseñor y Carrera, 1980).....	56
Cuadro 2 Tipos de fallos de injertado y sus frecuencias (Gallardo y Gallardo, 1991).....	57
Cuadro 3 Prendimiento de injertos de guía terminal de <i>Pinus sabiniana</i> Dougl (Laurizán, 1993).....	59
Cuadro 4 Porcentaje de sobrevivencia en patrón a raíz desnuda y en patrón de bolsas de PET con técnica terminal (Laurizán, 1993).....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Vista de un huerto semillero asexual de <i>Pinus arizonica</i> Engelm, El cuervo, Ejido Papajichi, Guachochi, Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 7 de febrero 2005).....	6
Figura 2	Vista de fuste de árbol selecto A727, seleccionado para colecta de púas en el conjunto Predial San Miguel B, Municipio de Guachochi, Chihuahua. Con coordenadas 26° 47' 07.4" y 107° 11' 10.1' (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 17 de diciembre de 2003).....	10
Figura 3	Rectitud de fuste de árbol selecto de <i>Pinus arizonica</i> Engelm de la especie (A513) como característica fenotípica considerada en la selección. Árbol seleccionado en la región de San Juanito, Bocoyna, Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 5 de Octubre del 2005).....	11
Figura 4	Identificación en campo de árbol selecto de <i>Pinus durangensis</i> Engelm (D506) en la Región de San Juanito, Bocoyna Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 5 de octubre del 2005).....	12
Figura 5	Injerto de yema en "T" (Baraona y Sancho 2000).....	19
Figura 6	Injerto de parche, procedimiento (Baraona y Sancho, 2000; Hartmann y Kester, 1994).....	20
Figura 7	Injerto de yema en astilla. A. Extracción de la yema. B. Corte en el patrón. C y D. Colocación de la yema y amarre con cinta cubre injertos (Baraona y Sancho, 2000; Hartmann y Kester, 1994).....	22
Figura 8	Injerto de ensamble inglés o de lengüeta (Baraona y Sancho, 2000).....	24

	Página
Figura 9	Injerto lateral de tocón (Huanca-Apaza, s/f)..... 25
Figura 10	Injerto de hendidura (Hartmann y Kester, 1994)..... 27
Figura 11	Esquema de un corte transversal de púa y patrón inmediatamente después de haberse realizado el injerto de hendidura (Hartmann y Kester, 1994)..... 28
Figura 12	Evolución en el proceso de injertación de hendidura (Hartmann y Kester, 1994)..... 29
Figura 13	Injerto de corona o de corteza (Huanca-Apaza, s/f)..... 30
Figura 14	Injerto de aproximación (Hartmann y Kester, 1994)..... 31
Figura 15	Injerto de aproximación de lengüeta (Hartmann y Kester, 1994)..... 32
Figura 16	Injerto de aproximación de incrustación (Hartmann y Kester, 1994)..... 32
Figura 17	Injerto de puente (Hartmann y Kester, 1994)..... 33
Figura 18	A) corte de las metidas del año del último verticilo de la guía principal; B) solo se deja la medida de la guía principal (Castaño-Charines <i>et al.</i> , 1989)..... 35
Figura 19	Preparación de las púas (López, 2005)..... 35
Figura 20	Eliminación de las acículas (López, 2005)..... 36
Figura 21	A) Corte transversal; B) sección transversal de púa y patrón. Lo blanco es el cambium y se observa más en la púa izquierda (Castaño-Charines <i>et al.</i> , 1989; López, 2005)..... 36
Figura 22	Realización del corte en forma de cuña y púa insertada en la hendidura del patrón (Castaño-Charines <i>et al.</i> , 1989)..... 37
Figura 23	Corte central del patrón (López, 2005)..... 37
Figura 24	Unión de la zona del patrón y la púa (López, 2005)..... 38
Figura 25	(A) Fijación del patrón y (B) la púa se ata con cintas especiales (López, 2005)..... 38

	Página	
Figura 26	A) Amarre terminado; B) aplicación del sellador al injerto (Castaño-Charines <i>et al.</i> , 1989; López, 2005).....	39
Figura 27	Hidratación del injerto ya terminado (López, 2005).....	39
Figura 28	Colocación de la bolsa a los injertos terminados, realizados por personal del Ejido el Largo durante el mes de febrero de 2004, Madera, Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 9 de marzo de 2004).....	40
Figura 29	Control de materiales injertados (López, 2005).....	40
Figura 30	A) Cicatrización de injerto de hendidura y B) púa en elongación; injertos realizados por personal del Ejido el Largo durante el mes de febrero y marzo de 2004, Madera, Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 21 de junio de 2004).....	41
Figura 31	Fenómeno de la topófisis, en injertos de <i>Pinus arizonica</i> Engelm, en Guachochi, Chihuahua. A) Ortotrópica y B) Plagiotrópica (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 18 de abril 2014).....	42
Figura 32	Pasos para realizar el injerto terminal en <i>Pinus</i> (Dorman, 1976).....	43
Figura 32	Pasos para realizar el injerto terminal en <i>Pinus</i> (Dorman, 1976). Continuación.....	44
Figura 32	Pasos para realizar el injerto terminal en <i>Pinus</i> (Dorman, 1976). Continuación.....	45
Figura 32	Pasos para realizar el injerto terminal en <i>Pinus</i> (Dorman, 1976). Continuación.....	46
Figura 33	Injerto de enchapado lateral (Dorman, 1976).....	47
Figura 33	Injerto de enchapado lateral (Dorman, 1976) Continuación....	48
Figura 34	Injerto de acoplamiento o de empalme (Gil <i>et al.</i> , 1987).....	49

	Página
Figura 35	Injerto en plántulas en árboles maduros de <i>Pinus</i> (Dorman, 1976)..... 50
Figura 35	Injerto en plántulas en árboles maduros de <i>Pinus</i> (Dorman, 1976). Continuación..... 51
Figura 36	Injerto de braquiblasto (Gil <i>et al.</i> , 1987)..... 52
Figura 36	Injerto de braquiblasto (Gil <i>et al.</i> , 1987). Continuación..... 53
Figura 37	A) Escalado de un árbol selecto de <i>Pinus arizonica</i> Engelm por medio de picos las espuelas y B) acercamiento del mismo en Mesa de Cebadilla, Huevachi, Municipio de Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López)..... 61
Figura 38	A) Copa completa del árbol y B) Colecta de púas en árbol selecto de <i>Pinus arizonica</i> Engelm en Mesa de Cebadilla, Huevachi, Municipio de Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López)..... 62
Figura 39	Púa de <i>Pinus arizonica</i> Engelm en Mesa de Cebadilla, Huevachi, Municipio de Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López)..... 62
Figura 40	Herramientas de mano utilizadas para el injerto y equipo y accesorios (Neves-Carneiro <i>et al.</i> , 2007)..... 69
Figura 41	Cinturón para el injertador con todo el equipo necesario (Castaño-Charines <i>et al.</i> , 1989)..... 70

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo principal sintetizar la información referente a la metodología de los injertos en coníferas y detallar las principales técnicas de los injertos.

De igual forma se consideró el papel que tiene el Mejoramiento Genético Forestal con relación a los injertos las características que deben de tener los árboles para poder elegirlos y obtener de ellos las púas selectas que servirán para desarrollar los injertos, los cuidados posteriores que se deben de tener en cuenta para evitar que se contamine o bien se deshidrate la púa.

Se describen de manera desglosada cada tipo de materiales y herramientas necesarias que requiere el injertador para llevar a cabo esta técnica del injertado. Así como las condiciones que se deben de prever para evitar que suceda el fenómeno de incompatibilidad, ya que es muy común que se presente al desarrollar esta técnica de reproducción vegetativa.

La metodología consistió en efectuar una búsqueda minuciosa y detallada para poder sintetizar los trabajos, con los resultados más viables y presentarlos en esta recopilación de igual forma poder describir paso a paso las técnicas de injertado más aptas para las coníferas y las especies que mejor se adaptan a la propagación vegetativa por medio de esta técnica.

Palabras clave: Injertos, tipos de injertado, coníferas, incompatibilidad.

ABSTRACT

The objective of this study is to synthesize the information about the methodology of the grafts in conifers and list the main types of grafts.

The same way was considered the role that the Forest Genetic Improvement in relation to grafts, the characteristics that must have trees to be selected and get them selected scions to develop grafts, aftercare to be considered to take into account to prevent contamination or dehydrated scions.

Are described, a disaggregated level each type of materials and tools required for the grafting and to perform this technique the graft. As well as conditions to prevent the phenomenon of incompatibility happens because it is very common to present to develop this technique of vegetative reproduction.

The methodology was to perform a detailed search in order to synthesize the work, with the most viable results and present in this compilation similarly to describe step by step the techniques most suitable for grafted conifers and species best adapted to the vegetative propagation through of this technique.

Keywords: Graft, graft types, conifers, incompatibility.

1 INTRODUCCIÓN

México tiene una cubierta vegetal muy rica y variada; desde vegetación desértica hasta las selvas tropicales además de diferentes tipos de pastizales, matorrales, bosques caducifolios y bosques de coníferas (Bermejo y Pontones 2000).

Se considera que México ocupa el 10 % de todos los organismos de la tierra; y está dentro de los cuatro o cinco países con mayor diversidad biológica del mundo, cuenta con el 10 % de las especies de plantas superiores del planeta, en el país se encuentra a las Pináceas constituyendo una de las familias más importantes del reino vegetal y en estas al género *Pinus* que se estima que en el país existen el 45.5 % de las especies conocidas en el planeta (Martínez, 1948; Style, 1993; Serrano, 2002; Campos-Bedolla *et al.*, 2003).

La gran diversidad biológica que tiene México es el resultado de la compleja topografía y geología, y los diversos climas y microclimas que se encuentran en todo el territorio. Asimismo, la ubicación geográfica que tiene el país permite la unión de dos regiones biogeográficas, la neártica y la neotropical, por esta situación en el país han evolucionado especies de distinta afinidad ecológica y geográfica, que en conjunto forman un variado mosaico de condiciones ambientales. Esto contribuye a que México sea mega-diverso (CONABIO, 2008; Sarukhán, 2010).

Debe ser tema de reflexión que el país se encuentre entre las principales naciones con mayor pérdida de superficie forestal y que presente diferentes grados de deforestación, en la década de 1990 y 2000 se calculaba que se perdían 354 mil hectáreas anuales, aunque esta cifra se redujo a 235 mil y 155 mil hectáreas para los periodos 2000-2005 y 2005-2010, respectivamente; los principales factores que provocan la deforestación son la tala ilegal, las actividades agropecuarias, los

incendios forestales, el otorgamiento de permisos para cambio de uso del suelo y los aprovechamientos forestales, (Serrano 2002; SEMARNAT, 2013).

Los bosques proporcionan servicios de gran importancia: forman y retienen los suelos evitando así la erosión, favorecen la infiltración del agua al subsuelo alimentando los mantos freáticos, purifican el agua y el aire, y son reservorio de una gran biodiversidad. Además, son fuente de bienes de consumo tales como madera, leña, alimentos y otros productos forestales no maderables (SEMARNAT 2013).

Es de vital importancia mantener los recursos forestales y con ellos la genética de los mismos, su excesiva demanda de bienes y servicios ha provocado una revolución en las técnicas de propagación forestal, legadas por tradición, bajo esta directriz se exige la adopción de nuevas técnicas y sobre todo de nuevos medios de producción (Moreno *et al.*, 1986).

Se conoce que existen dos tipos principales de problemas genéticos que pueden presentarse. Primero, por razones genéticas, los árboles crecen lentamente o presentan otras características indeseables. Segundo, puede haber pérdida de variación genética (Cornelius y Ugarte, 2010).

Para evitar esta pérdida de variación genética se requiere reforestación de fuentes semilleras mejoradas como huertos semilleros, los cuales permiten obtener ganancias significativas en los aspectos de resistencia a las enfermedades, crecimiento, propiedades de la madera, adaptabilidad y forma del árbol (Zobel y Talbert, 1988).

Es por ello que la propagación vegetativa se ha convertido en una de las herramientas principales del mejorador forestal; siendo de las más utilizadas los esquejes o estacas, los acodos y los injertos. Los injertos, al igual que otras técnicas de propagación asexual, permiten el mantenimiento del genotipo y fenotipo de árboles valiosos que, al ser sumamente heterocigóticos, se pierden en parte al propagarlos por semillas. De manera que su descendencia puede presentar un rango de variación muy amplio del carácter que motivo su selección (Pérez-Santana y Noda-Jiménez, 1986; Palomar-Palomar y García-Rojo, 1993).

En relación a los injertos son la forma más común de propagación de los huertos semilleros. Con experiencia y cuidado, la mayoría de las especies pueden ser propagadas exitosamente por injertos, con la ventaja de que se preserva mayormente la madurez del material, lo cual resulta en la forma más rápida de obtener producción de semilla por propagación vegetativa, ya que comienza a florecer y fructificar en poco tiempo, en las coníferas se deben de obtener las púas de árboles selectos para de esta forma justificar los injertos y el costo de los mismos (Vázquez-Victoria, 2001; Cornelius y Ugarte, 2010).

El objetivo de la presente monografía es la recopilación de información de injertos en coníferas para facilitar el conocimiento y apoyar investigaciones futuras; el trabajo se propone como manual presentando los procedimientos y experiencias obtenidas por diferentes autores.

2 MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL

El mejoramiento genético forestal es una herramienta adicional de la silvicultura, que estudia el tipo y constitución genética de los árboles utilizados en las operaciones forestales. La variación genética es la materia prima del mejoramiento genético (Zobel y Talbert, 1988). Como la variación genética tiene una estructura espacial, el mejoramiento genético funciona aprovechando los diferentes niveles de variación genética, particularmente la variación genética entre y dentro de las poblaciones (Cornelius y Ugarte, 2010).

El mejoramiento genético forestal se define como el proceso de identificación y desarrollo de poblaciones genéticamente superiores de especies forestales, y el uso de estas poblaciones como fuentes de semilla u otro material propagativo para establecer plantaciones mejoradas. Se entiende por mejora genética, la ciencia o arte de modificar la constitución genética de una población de plantas o animales, y la mejora de árboles forestales es la aplicación de los principios de la genética a este fin (Cornelius, 1998). Desde el punto de vista del mejorador de plantas, las especies pueden dividirse en dos grupos, según sean predominantemente autógamas o alógamas. Esta distinción tiene gran importancia porque los métodos de mejora aplicables al grupo de las plantas autógamas, son en su mayor parte, diferentes de los aplicables de las especies alógamas. La diferencia más importante entre estos dos grupos es debida a la influencia de la consanguinidad y de la exogamia en la estructura genética de las poblaciones (Pérez-Santana y Noda-Jiménez, 1986).

Como las especies forestales son alógamas, los progenitores del híbrido serán heterocigóticos, y por tanto, los distintos individuos obtenidos a partir de un cruzamiento serán genéticamente diferentes, por lo que, a partir de la población híbrida obtenida, habrá que efectuar una selección clonal (Ramos y Vilches, 2004).

Es muy importante trabajar con los programas de mejoramiento genético forestal ya que estos están conformados por todas las acciones diseñadas para producir árboles genéticamente deseables. Lo que el mejoramiento genético forestal tiene como meta es: primero, maximizar la adaptabilidad de las especies a los sitios potenciales de plantación (y por tanto la sobrevivencia), segundo, la tasa de crecimiento, tercero, la resistencia a enfermedades y cuarto la calidad del producto final de los árboles (madera, leña, forraje, estabilización del suelo, etc.) y como objetivo principal es asegurar el abastecimiento sostenido de semillas o de otro material reproductivo de alta calidad genética, es importante no solo la necesidad y posibilidad de mejoramiento sino también la posibilidad de producción masiva del material mejorado en suficiente cantidad y dentro de un periodo de tiempo razonable (Barner *et al.*, 1995).

Uno de los beneficios de los programas de mejoramiento genético forestal que suele no ser reconocido, es la producción de gran cantidad de semilla a tiempos regulares propios para las operaciones forestales (Zobel y Talbert, 1988).

2.1 Huertos semilleros

El uso de los huertos semilleros es un medio para lograr la producción masiva de material mejorado. El huerto semillero ha sido el principal medio para lograr las mayores ganancias genéticas que se obtienen como resultado del esfuerzo combinado de los programas de selección y mejoramiento genético (Zobel y Talbert, 1988; Granhof, 1991).

Son áreas productoras de semillas establecidas *ex situ*, por siembra o plantación de material reproductivo con árboles genéticamente superiores, que han sido seleccionados intensivamente en base a diferentes características con importancia económica, aisladas y manejadas para reducir la polinización de árboles inferiores y producir cosechas de semillas frecuentes, abundantes y fácilmente recolectables en la Figura 1, se observa un huerto semillero. Éstos se establecen mediante clones (como injerto y estacas) o plántulas de árboles seleccionados por

sus características deseables (Sotolongo-Sospedra *et al.*, s/f; Zobel y Talbert, 1988; Lombardi y Nalvarte, 2001).



Figura 1. Vista de huerto semillero asexual de *Pinus arizonica* Engelm., El Cuervo, Ejido Papajichi, Guachochi, Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 7 de febrero 2005).

El proceso para establecer un huerto se inicia con la selección de árboles con características fenotípicas sobresalientes (denominados árboles plus), en proporción de un árbol seleccionado entre varios miles de árboles evaluados. Se colecta semilla de cada árbol “plus”. Después, manteniéndose separada la semilla de cada árbol plus, se establecen ensayos de descendencias (ensayos de progenies). Al comparar el comportamiento de las diferentes descendencias o “familias”, se puede saber la calidad genética de los árboles “plus” (Mesén, 1996; Cornelius y Ugarte, 2010).

Posteriormente, se convierte uno o más de los ensayos de descendencias en huertos semilleros, al tomar la opción de reproducción por semillas, sea a partir de árboles selectos o de árboles élite, en los cuales se hallan establecido huertos

semilleros vegetativos o de brinzales, debe de tomarse en cuenta el número de árboles para evitar un excesivo estrechamiento de la base genética, por problemas de consanguinidad (Cubero, 2003).

Para convertir un ensayo de progenies en un huerto semillero, se eliminan todas las familias excepto las 20-50 mejores, y además se eliminan los peores árboles en las mejores familias. Antes de la eliminación de las peores familias un ensayo de descendencias, es un huerto semillero no comprobado. Su superioridad genética proviene de la selección original de árboles plus, una vez que ya fue evaluado es considerado un huerto semillero comprobado (Gil y Abellanas, 1989; Cubero, 2003; Cornelius y Ugarte, 2010).

2.1.1 Objetivos de los huertos semilleros

Los objetivos varían con las necesidades de los programas de reforestación, que a su vez, dependen de las necesidades de la organización y entidad encargada de esta actividad. En general, los huertos semilleros en lo que respecta al material básico, pueden producir semillas de calidad común y corriente o de calidad genéticamente mejorada (Lombardi y Nalvarte, 2001).

El aprovechamiento de un huerto semillero para producir semillas mejoradas genéticamente requiere los conocimientos sobre las fases principales de un programa de mejora. Los objetivos de un programa de huertos con este fin deben ser definidos (Lombardi y Nalvarte, 2001).

Los objetivos pueden ser los siguientes:

- La suficiente producción de semillas en lugares bien accesibles y de fácil vigilancia.
- La adaptación de procedencias a sitios marginales de condiciones específicas.
- La rectitud del fuste.
- La ramificación regular.
- La reducción de la bifurcación.
- Un volumen mayor.

- La calidad de la madera.

2.1.2 Tipos de huertos

Existen numerosos tipos de huertos semilleros, pero en general caen dentro de cualquiera de dos grandes categorías, huertos semilleros clonales y huertos semilleros de plántulas (Zobel y Talbert, 1988).

Los huertos vegetativos o clonales son aquellos que se establecen mediante el uso de propágulos vegetativos (usualmente compuestos de varios por cada ortet), tales como injertos, estacas enraizadas y acodos de cada árbol seleccionado en una área escogida para la producción de semilla. En el ámbito de la investigación forestal, se denomina ortet a la planta madre de donde se obtiene el material vegetativo que se propagará, y ramets a los nuevos individuos que se generan, que son genéticamente iguales al ortet (Ramos-Vilches, 2004).

El otro tipo se denomina huerto semillero de plántulas de semilla (usualmente un ensayo genético). Este tipo de huerto se establece mediante la siembra de plántulas, la cual va seguida de una depuración posterior que elimina a los árboles indeseables, dejando por lo general a los mejores árboles de las mejores familias para la producción de semilla (Zobel y Talbert, 1988; Clements, 1994; Cornelius y Ugarte, 2010).

Estos mismos autores comentan que los huertos semilleros los podemos encontrar de acuerdo a su objetivo:

- a) De conservación, con la finalidad de conservar especies en peligro de extinción en un sitio natural.
- b) De producción, para abastecer semillas comunes y corrientes.
- c) De mejora genética, las cuales tienen la finalidad de producir semillas de calidad mejorada, en comparación con los árboles sin seleccionar.

2.2 Árboles selectos

La elección de los árboles selectos debe determinarse por los siguientes criterios en orden de prioridad (Sonnleitner y Ausbildungsstätte-Ossiach, 1984):

- a) Vitalidad [resistencia es igual a baja relación (HD: Se obtiene a partir de la altura del árbol (H) dividida por su diámetro a la altura del pecho (D) buena formación de la copa y es sano);
- b) Calidad (respecto a la forma del tronco, daños en el tronco);
- c) Distribución;

Describiendo específicamente cada criterio obtenemos que:

- a) Vitalidad

Los árboles con vitalidad, prósperos suelen tener buenas copas y son físicamente resistentes; los árboles selectos deben de tener una gran probabilidad de supervivencia y cuanto menor sea la relación H: D, mayor será su posibilidad de sobrevivencia, al elegir los futuros árboles selectos el silvicultor tiene que considerar tanto la estabilidad del rodal como la perfección de los troncos (mejor calidad de la madera).

- b) Calidad

Cuando mejor sea la calidad más rentable será la producción. En rodales de baja calidad, los árboles selectos será inevitablemente inferior que en los rodales de gran calidad.

- c) Distribución

La distribución es lo menos importante. Sin embargo, al elegir los árboles selectos, debe de tenerse en cuenta el espacio que necesita cada árbol en el rodal final. En rodales mezclados hay que ajustar convenientemente las distancias entre los árboles selectos. No obstante, si las distancias normales se reducen continuamente se elegirán demasiados árboles selectos para la superficie de que se trate, y el espacio liberado por la extracción de los competidores será aún demasiado pequeño (Sonnleitner y Ausbildungsstätte-Ossiach, 1984).

Los criterios para la selección de los árboles selectos, deben de tomarse en cuenta los caracteres tales como: árboles dominantes y codominantes, de fuste recto y no bifurcado, sin torceduras, cuando menos 1/3 de fuste limpio de ramas originadas por una poda natural; se deben de escoger individuos de copa circular y espesa según sea la especie, de diámetro grandes y buena altura con indicios de haber producido semilla en años anteriores, considerar árboles que estén sanos, libres de plagas y enfermedades (Flores-López, 2000; PNS, 2001; Muñoz-Flores *et al.*, 2011).

Los árboles con vitalidad prósperos suelen tener buenas copas y son físicamente resistentes, ya que poseen un fenotipo superior para su crecimiento, forma, calidad de la madera u otras características deseables (Zobel y Talbert, 1988). Una buena indicación de la vitalidad de un árbol es la relación altura del árbol dividida a la altura del diámetro a la altura del pecho H: D. (Figura 2 y 3).



Figura 2. Vista de fuste de árbol selecto A727, seleccionado para colecta de púas en el Conjunto Predial San Miguel B, Municipio de Guachochi, Chihuahua. Con coordenadas 26° 47' 07.4" y 107° 11' 10.1" (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 17 de diciembre de 2003).

Los árboles selectos se liberan mediante la extracción de sus más fuertes competidores. Los competidores son aquellos árboles que limitan la sección de la copa del árbol selecto.



Figura 3. Rectitud de fuste de árbol selecto de *Pinus arizonica* Engelm de la especie (A513) como característica fenotípica considerada en la selección. Árbol seleccionado en la región de San Juanito, Bocoyna, Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 5 de Octubre del 2005).

En consecuencia, el diámetro de los árboles extraídos sería normalmente, por una parte, menor que el de los árboles selectos y, por otra, mayor que el diámetro a la altura del pecho (D.a.p.) medio del rodal. Cuanto más vitalidad tenga el árbol selecto (menor relación H: D) o menor el peligro de daños por el viento o rotura por la nieve, más amplia puede ser la liberación del árbol selecto (Sonnleitner y Ausbildungsstätte-Ossiach, 1984).

Los árboles selectos se eligen solo una vez en la vida de un rodal por ello se deben de elegir cuidadosamente y esto lo debe de hacer el forestal de distrito, asistido por dos ayudantes. Para marcar los árboles selectos, se pueden emplear

cintas de plástico. Para evitar daños durante el arrastre las cintas se deben de quitar solo después del aclareo. Los árboles selectos pueden marcarse también con anillos de pintura y un número de identificación, como clave; se utiliza un código alfanumérico de cuatro caracteres, donde el primero indica la especie a la que pertenece el árbol, el segundo indica la unidad de manejo y los dos últimos el número correlativo del mismo en general, los árboles selectos deben de marcarse de tal forma que se puedan reconocer fácilmente como tales cuando se lleve a cabo la próxima operación de aclareo (Sonnleitner y Ausbildungsstatte-Ossiach, 1984; López, 2005) (Figura 4).



Figura 4. Identificación en campo de árbol selecto de *Pinus durangensis* Engelm (D506) en la Región de San Juanito, Bocoyna Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 5 de octubre del 2005).

Es importante mencionar que la forma más común de propagación para huertos semilleros es el injerto (Clements, 1994).

Con experiencia y cuidado, la mayoría de las especies pueden ser propagadas exitosamente por injertos, con la ventaja de que se preserva mayormente la madurez del material, lo cual resulta en la forma más rápida de obtener producción de semilla por propagación vegetativa (Clements, 1994; Cornelius y Ugarte, 2010).

3 PROPAGACIÓN VEGETATIVA MEDIANTE INJERTOS

La propagación vegetativa o asexual implica la división mitótica de las células, en las cuales hay una duplicación íntegra del sistema cromosómico y del citoplasma para formar dos células hijas. Esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información necesaria y/o suficiente para reproducir la planta entera; y está enfocada a la conservación y mejoramiento de caracteres deseables (Dorman, 1976; Carrera-García, 1977).

En consecuencia, las plantas propagadas de esta manera reproducen toda la información genética del progenitor, y es por eso que las características de cada planta pueden ser perpetuadas; al usar esta tecnología se recomienda considerar principalmente la época de invierno, es decir, cuando el estado de crecimiento y desarrollo de los individuos se encuentre latente. El éxito de la propagación vegetativa requiere del dominio y manipulación en el manejo de las púas y de los patrones para realizar un injerto satisfactorio (Dorman, 1976; Carrera-García, 1977; Hartmann y Kester, 1994; Ortega-Cabrera y Orta-González, 2002).

Es de relevancia en el mejoramiento genético considerar la propagación vegetativa, ya que es muy importante, porque permite multiplicar genotipos superiores y a la vez aumentar la ganancia genética en periodos muy cortos al utilizar los componentes aditivos, como los no aditivos de la varianza genética total (Zobel y Talbert, 1988).

El interés por estos estudios en la rama forestal, radica en que por medio de la reproducción vegetativa se pueden multiplicar íntegramente árboles seleccionados en base a características deseables que se quieran perpetuar, como: velocidad de crecimiento, rectitud del fuste, ángulo de inserción de ramas, vigor, resistencia a plagas y enfermedades (Carrera-García, 1977).

Es evidente que la clave del éxito del injerto consiste en injertar plantas de gran parentesco y en ampliar perfectamente la corteza del injerto con la del patrón y los sistemas leñosos de ambas para que se unan; para que esto suceda se deben de realizar los cortes con un instrumento muy afilado para que no existan rasgaduras y posibiliten la entrada de aire y agua a las comisuras del injerto, también se deben de realizar buenas ligaduras en el injerto (Tamaro y Caballero, 1974).

3.1 Conceptos

La injertación es un método que consiste en juntar partes de plantas, de tal manera que se unan y continúen su crecimiento con una sola planta conservando las características genéticas, histológicas y fisiológicas de la que se injerta. Los injertos son cicatrizaciones con las que la planta responde ante heridas producidas tanto natural como artificialmente; y al ocurrir esto se suelda el vegetal con otro que le servirá de sostén y le proporcionará el alimento necesario para su crecimiento dando como resultado la unión vascular de partes vegetales que anteriormente estaban separadas (Tamaro y Caballero, 1974; Dorman, 1976; Carrera-García, 1977; Castaño-Charines *et al.*, 1989; Gil y Abellanas, 1989; Hartmann y Kester, 1994; Campos-Bedolla *et al.*, 2003; López, 2005; Napoleón y Cruz, 2005; Hernández *et al.*, 2008; Pina-Lorca, 2008; Rojas-García *et al.*, 2004; Sáenz *et al.*, 2011).

Al momento en que se sustituya la parte superior de la nueva planta se llama púa, aguja o vareta, y a la parte que va a constituir la porción baja o raíz se llama patrón, pie o porta-injerto. El conjunto de ambas partes dará lugar a una nueva planta, a la que el patrón aporta su sistema radical de fijación al suelo y absorción de agua y nutrientes, mientras que la púa desarrollará la parte aérea, manteniendo las características genéticas de la planta donante (Carrera-García, 1977; Gil *et al.*, 1987; Hartmann y Kester, 1994; López, 2005).

Por lo tanto, una unión de injerto es una herida, en la cual la porción adicional de tejido extraño se ha incorporado por completo a la herida cicatrizada. Sin embargo, esta porción de tejido adicional, a la púa, no resumirá con éxito su crecimiento a menos que se establezca una conexión vascular de manera que pueda

obtener agua y nutrientes. Además, la púa debe de tener una región meristemática terminal, una yema, para que pueda continuarse el crecimiento de la rama y finalmente aprovisione fotosintatos al sistema radical (Hartmann y Kester, 1994).

A diferencia de otros métodos de reproducción vegetativa en los que los individuos viven sobre sus propias raíces, en el injerto, la planta vive sobre las raíces de otro individuo de la misma especie o bien diferente (Gil *et al.*, 1987).

Por consiguiente el patrón y el injerto van a convivir de manera que se establezca entre ellos una simbiosis. Donde el patrón aportará la raíz de las que provendrán las sustancias nutritivas esenciales para la fisiología de la planta; así como los aminoácidos y sustancias necesarias para el crecimiento. El injerto por su parte aportará la masa foliar encargada de realizar la fotosíntesis que dotará de energía y fabricará proteínas y hormonas (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

Por lo tanto el injertador debe de familiarizarse con algunos de los principales términos, relacionados a los injertos. El cambium que es un tejido de la planta que se encuentra entre la corteza y la madera, de este tejido depende del éxito del injerto, el cambium de la yema debe de quedar en íntimo contacto con el cambium del patrón; ya que éste está formado por numerosas granulaciones microscópicas, de las cuales a lo largo del período vegetativo, unas se depositan sobre la albura, formando a este un nuevo estrato concéntrico y otras se depositan sobre el estrato más interno de la corteza, formando nuevos estratos fibrosos que se puedan separar como las páginas de un libro, y de aquí el nombre de líber (Tamaro y Caballero, 1974; Napoleón y Cruz, 2005).

El callo es la cantidad de tejido que se forma alrededor de la lesión realizada para el injerto. La formación del callo es uno de los pasos importantes para la cicatrización o pegue del injerto (Napoleón y Cruz, 2005).

3.2 Antecedentes históricos en la elaboración de los injertos

Hacia finales del siglo XVIII y el XIX se practicaba el injerto sobre pinos en España y Francia. En los años sesenta y setenta, ya en España se investigaba la técnica del injerto en pinos en el Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias

(IFIE), y posteriormente en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) (Castaño-Charines, *et al.*, 1989).

Los orígenes del injerto se encuentran desde tiempos antiguos; diferentes autores coinciden que el origen del arte de injertar fue conocido por los chinos, pero divergen en las fechas, ya que se manejan desde hace 1,000 hasta 6,000 años Antes de Cristo (A.C.). En sus escritos Aristóteles en los años (384-322 A.C.), trata de los injertos con bastante detalle. Durante los días del Imperio Romano el injerto era muy popular y en los escritos de esa época se describieron los métodos del injerto con gran precisión. El Apóstol Pablo, en su epístola a los romanos (11:17-24) habla del injerto entre olivos buenos y olivos cimarrones (Gil *et al.*, 1987; Castaño-Charines *et al.*, 1989; Hartmann y Kester, 1994).

El origen de los injertos parece proceder de la observación de este fenómeno en la naturaleza. Cuando los vegetales leñosos crecen en gran densidad se establecen zonas de contacto entre plantas adyacentes; al continuar su crecimiento ambas plantas se sueldan y quedan íntimamente unidas, tras establecerse entre ellas la conexión de sus tejidos vasculares; los griegos y romanos lo aprendieron de los chinos y lo transmitieron a los árabes que, ya a mediados del siglo VI, lo realizaban sobre coníferas (Gil *et al.*, 1987; Hartmann y Kester, 1994).

Si bien los antiguos (griegos, chinos, romanos y árabes) habían aprendido las inmensas posibilidades del injerto en la mejora de las plantas, éste no se aplicaba a los pinos, pese a ser el pino piñonero especie cultivada por la utilización del piñón y como ornamental. Era creencia generalizada que los pinos no se podían injertar, como puso de manifiesto Alonso Herrera -Herederero de la tradición romana y árabe- en su tratado de Agricultura General escrito en 1513. Sin embargo con el paso de los años se descubrió que era un error pensar que no se podían desarrollar injertos en coníferas ya que, si se pueden realizar injertos en las coníferas y obtener resultados favorables (Gil *et al.*, 1987).

Cuando se realiza el injerto se hace una planta de dos partes, es decir, obligamos al patrón y al injerto a vivir estrechamente unidos, obteniendo una ayuda recíproca (Tamaro y Caballero, 1974).

El injerto recibe del patrón la savia bruta, es decir, el agua, que lleva en disolución las sales minerales que están en el terreno, y que fue absorbido por las raíces; por otra parte tenemos a la transpiración y a la actividad crorofiliana de las hojas del injerto, la savia bruta se transforma en savia elaborada que circula después por todas las partes de la planta bímembre, nutriéndola y engrosándola. Así como el injerto depende del patrón por la cantidad de savia bruta que recibe de este y que elabora, el patrón depende del injerto por la preparación de los materiales que proveen a su desarrollo (Tamaro y Caballero, 1974).

Para que estas dos individualidades puestas en contacto no se perjudiquen, es necesario que exista afinidad y/o compatibilidad, similitud en comunidad de estructura anatómica de modo de nutrición y vegetación (Tamaro y Caballero, 1974).

3.3 Clasificación de los injertos

Para la clasificación de los injertos se siguen diferentes criterios el primero es según el corte y la afinidad existente entre púa y patrón se diferencian tres tipos de injertos cuando ambas partes proceden de la misma planta y poseen, por tanto, el mismo genotipo se denomina autoblástico. En el injerto homoblástico, púa y patrón poseen distinto genotipo pero pertenecen a la misma especie vegetal. Finalmente, en los heteroblásticos, las dos porciones corresponden con especies o incluso géneros o familias diferentes (Gil *et al.*, 1987).

La segunda clasificación de acuerdo al corte están constituidos en dos grandes categorías a) injertos de aproximación, b) injertos de propágulo, de manera general, los injertos por aproximación más importantes son: Aproximación natural y Aproximación con corte. Y los injertos de propágulo, que cuentan con injerto desde: yema, púa, raíz y por estaca (Ortega-Cabrera y Orta-González, 2003).

La tercera clasificación de acuerdo a la parte del tallo o patrón sobre el cual se injerta el esqueje. Las clases de injerto se pueden clasificar como:

1. Injerto por separación del esqueje lateral, apical de corteza y raíz.
2. Injerto por aproximación donde el sistema radicular del esqueje y el sistema del patrón no se sacan hasta que presente una buena unión del injerto.

3. Injerto de reparación.

Hay muchas variaciones de injertos apicales. El esqueje se inserta dentro de la parte superior del patrón, haciendo un corte severo (Vázquez-Victoria, 2001).

Los principales tipos de injertos se abordaran en la clasificación de injertos de yema y los injertos de púa; en cada uno se albergan diferentes tipos de injertos con peculiaridades concretas que los hacen diferentes unos de los otros (Huanca-Apaza, s/f; Napoleón y Cruz, 2005).

Para esto se describirán los principales tipos de injertos en todas las especie y enseguida se abordarán los principales tipos de injertos en las coníferas.

Comenzaremos en materia se empezará a describir detalladamente las características y el proceso de elaboración de los injertos de yema.

3.4 Clasificación de injertos de acuerdo al corte

3.4.1 Injertos de yema

3.4.1.1 Injerto de escudete o yema en “T” invertida

En el método del injerto en yema en “T”, la porción de la yema usualmente está formada por epidermis, capa de corcho, corteza, floema, cambium y con frecuencia, algo de tejido de xilema, a la cual va adherida externamente una yema lateral, subtendida tal vez por el pecíolo. En el injerto de yema esa porción se coloca contra el xilema y el cambium expuestos del patrón (Hartmann y Kester, 1994).

Para este tipo de injerto, se seleccionan las ramas con yemas vegetativas, se le cortan las hojas y se envuelven en un papel humedecido. El patrón se prepara cortando ramas y hojas un poco más arriba de la altura de injertación. Se hace un corte vertical y otro horizontal para formar una “T” o una “T” invertida en el patrón, a 15 ó 20 cm del suelo. Con la parte sin filo de la navaja con mucho cuidado se abre la corteza y se inserta la yema, procurando que ésta quede alineada verticalmente con el tallo. Al colocar la yema en el lado sombreado del tallo se reduce la deshidratación

de la misma y así se incrementan las posibilidades de éxito del injerto (Baraona y Sancho, 2000; Mondragón *et al.*, 2001).

Después de insertar la yema se amarra perfectamente con la cinta de plástico para lograr un contacto estrecho entre ambas partes, dejando una pequeña abertura para que emerja la yema con la finalidad de inducir la brotación de la yema, el árbol se poda a 15 a 20 cm por encima del injerto (Enríquez, 1985; Baraona y Sancho, 2000). Tal lo podemos apreciar en la Figura 5, donde se da de manera ilustrativa el proceso del injerto de yema de “T” o bien de escudete.

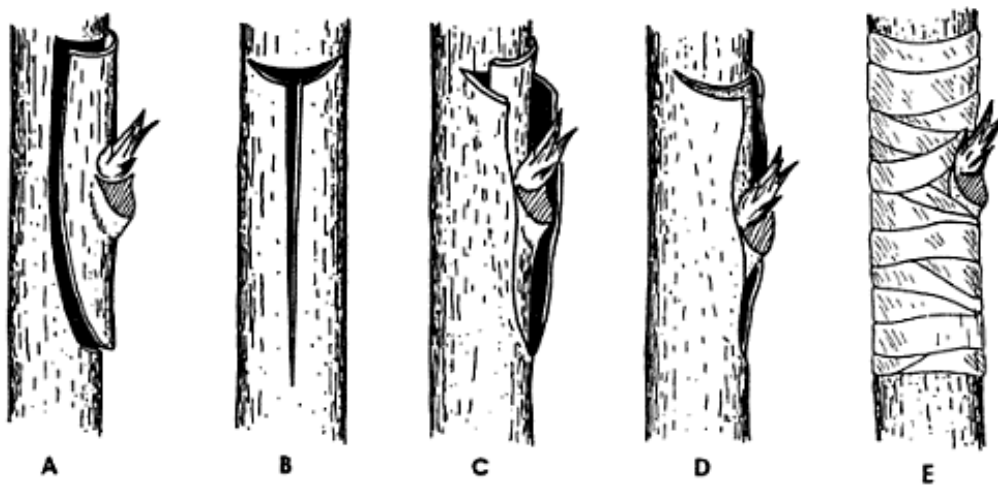


Figura 5. Injerto de yema en “T” (Baraona y Sancho, 2000).

El inciso (A) muestra el corte de la yema en la púa. El (B) corte en “T” en el patrón (C, D y E). Colocación de la yema en el corte y amarre con cinta de polietileno

A las dos o tres semanas después de realizado el injerto la yema empieza a crecer, es entonces cuando se corta el amarre para permitir el crecimiento normal. El porta-injerto se debe despuntar cada 10 ó 15 días hasta dejar sólo 1 ó 2 cm, cuando éste alcance los 30 cm de altura. Es muy importante que no falte humedad a las plantas recién injertadas; éste tipo de injerto es muy utilizado en cítricos (Mondragón *et al.*, 2001).

3.4.1.2 Injerto de parche

Este tipo de injerto se utiliza en árboles con una corteza gruesa que se desprende con facilidad, se utiliza en la mayoría de los frutales caducifolios. Consiste en remover un trozo rectangular de corteza en el patrón, y reemplazarlo por otro igual con una yema de la variedad que se desea propagar (Calderón y Aleixandre, 1985; Baraona y Sancho, 2000).

El injerto de parche es más lento que y más difícil de ejecutar que el injerto en "T", pero se usa ampliamente y con éxito en especies de corteza gruesa, tales como nogales y pecaneros, en las que el injerto en "T" produce malos resultados, posiblemente debido al mal ajuste alrededor de los márgenes de las yemas (Hartmann y Kester, 1994).

En la Figura 6, podemos observar de manera detallada el procedimiento del injerto; ya que este método se usa mucho en la propagación de plantas de corteza gruesa.

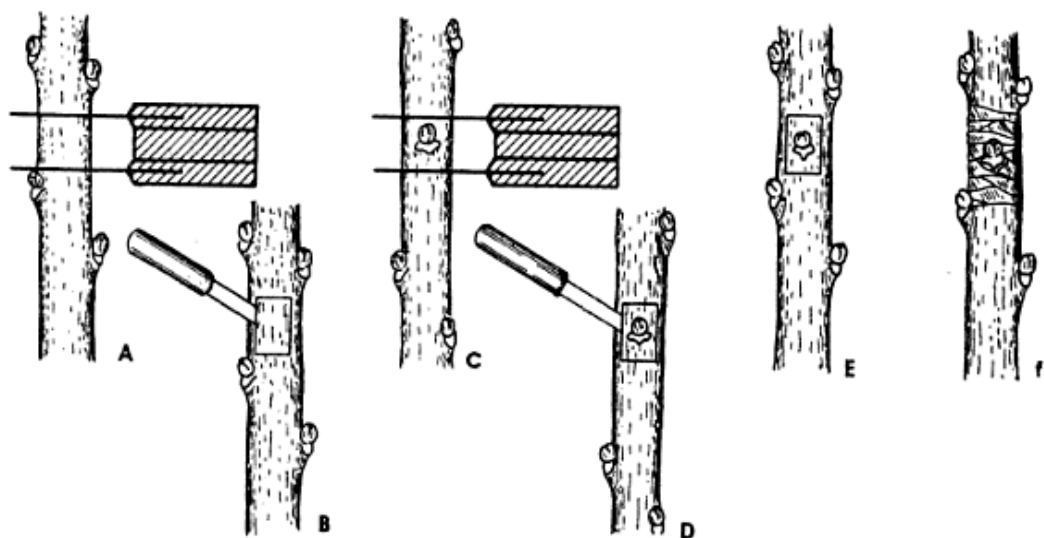


Figura 6. Injerto de parche, procedimiento (Baraona y Sancho, 2000; Hartmann y Kester, 1994).

En el inciso (A y B) es la preparación del patrón. En el inciso (A) se emplea una navaja de doble filo para hacer dos cortes horizontales paralelos que abarquen alrededor de un tercio de la circunferencia de la rama, inciso (B) los dos cortes

horizontales se conectan en cada lado con un corte vertical, en el (C y D) es la preparación de la yema; el parche que contiene la yema se corta de la vareta que proporciona la púa haciendo dos cortes horizontales con la navaja de hoja doble seguidos de un corte vertical a cada lado de la yema. El parche con la yema se remueve empujándolo hacia un lado, el (E y el F) ya se ha insertado la púa y lista para ser envuelta, teniendo cuidado de cubrir todos los cortes, pero dejando la yema descubierta (Baraona y Sancho, 2000; Hartmann y Kester, 1994).

Generalmente el injerto se práctica al fin de verano o al principio del otoño, pero también puede llevarse a cabo en primavera. El parche de corteza que contiene la yema que se corta de la rama con yemas en la misma forma que el parche de corteza que se remueve en el patrón. Una vez que el parche con la yema se ha removido debe insertarse de inmediato en el patrón, el cual deberá estar ya preparado, es importante que esta sección sea empujada hacia un lado más bien que levantada o arrancada (Calderón y Aleixandre, 1985; Hartmann y Kester, 1994).

3.4.1.3 Injerto de astilla o injerto de chip

El injerto se debe de ejecutar en épocas en que la corteza no se desprenda, como al comienzo de la primavera antes de que se inicie el crecimiento o durante el verano cuando el crecimiento activo ha cesado prematuramente debido a falta de agua o alguna otra causa (Hartmann y Kester, 1994).

Los materiales que a utilizar deben de tener una longitud de 13 a 25 mm/día muy pequeño, y de igual forma que no es tan simple como el injerto en “T”; sin embargo durante muchos años se ha venido practicando y hoy en día se han obtenido excelentes resultados en cultivares de vid, también en árboles deciduos y en rosales de campo (Baraona y Sancho, 2000; Hartmann y Kester, 1994).

Para realizarlo se remueve una astilla de corteza y se reemplaza con otra astilla de la misma forma y tamaño tomada de la vareta de injerto, que contiene una yema de la variedad deseada. El primer corte se hace justo debajo de la yema y hasta la madera con una inclinación de 30 a 45°, el segundo corte unos 25 mm arriba

de la yema, practicándolo hacia adentro y hacia abajo hasta que intersecte con el primer corte Figura 7, (Hartman y Kester, 1994).

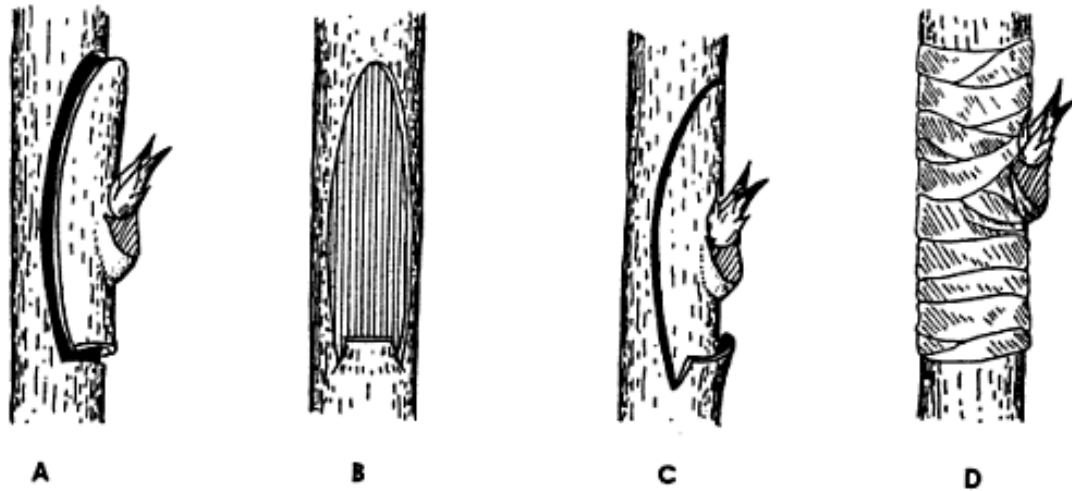


Figura 7. Injerto de yema en astilla. A. Extracción de la yema. B. Corte en el patrón. C y D. Colocación de la yema y amarre con cinta cubre injertos (Baraona y Sancho, 2000; Hartmann y Kester, 1994).

En el patrón se hace un corte de 45° que penetre alrededor de una cuarta parte del grueso del mismo. Alrededor de 2.5 cm arriba del primer corte se hace un segundo corte hacia abajo y hacia adentro hasta que conecte con el primero (Baraona y Sancho, 2000; Hartmann y Kester, 1994).

Los cortes para remover la yema se hacen exactamente iguales a los ejecutados en el patrón, el corte inferior se hace alrededor de 0.5 cm más debajo de la yema; alrededor de 1.5 cm arriba de la yema se hace un segundo corte hacia abajo, que pasando detrás de la yema conecte con el primer corte, permitiendo así la remoción de la astilla con la yema y por último logrando hacer un amarre perfecto (Calderón y Aleixandre, 1985).

A continuación se explicarán de manera desglosada los principales tipos de injertos de púas, donde el material para injertar consiste en una ramita con dos a tres yemas desarrolladas; donde se describirán el Injerto inglés o de lengüeta, injerto de tocón de rama, injerto de estaca lateral subcortical, injerto de hendidura simple, injerto de hendidura doble, injerto de corteza de corona, injerto de aproximación e

injerto de puente (Huanca-Apaza, s/f; Hartmann y Kester, 1994; Napoleón y Cruz, 2005).

3.4.2 Injertos de púa

3.4.2.1 Injerto de ensamble (inglés o de lengüeta)

Es un injerto en el que se utiliza material relativamente pequeño, una cualidad es que cicatriza con rapidez y forma una unión fuerte. Es preferible que la púa y el patrón tengan un mismo diámetro, a continuación se realiza una descripción a detalle de este tipo de injerto (Tamaro y Caballero, 1974; Baraona y Sancho, 2000; Hartmann y Kester, 1994; Rojas-García *et al.*, 2004).

Principalmente se utiliza en la propagación de vides; para hacer el injerto es necesario hacer un corte largo, diagonal de 2.5 a 6.5 cm de largo de la púa y en el patrón, y luego se realiza en ambos cortes, un segundo corte en sentido inverso. Inmediatamente se insertan el patrón y el injerto entrelazando los cortes.

En cada una de las superficies cortadas se hace un corte en sentido opuesto. Para tener un injerto que se ajuste bien, este segundo corte no debe partir el grano de la madera, sino que debe seguir el primer corte con tendencia a quedar paralelo a éste. Para la copa se prepara una púa, haciendo un corte a un solo lado en forma de bisel plano cuyas dimensiones serán parecidas a las del patrón, esta cuña puede tener tres yemas. Es de extrema importancia que las capas de cambium coincidan por lo menos en un lado y de preferencia en ambos; la unión se protege con parafina, cera o cinta plástica. En la Figura 8., se observa la manera de elaborar el injerto de ensamble.

En el inciso (A) el patrón y la púa con bisel del mismo tamaño, quedando listo para anclar la púa al patrón. (B) incrustación de púa al patrón para posteriormente realizar el atado y encerado del injerto ya terminado.

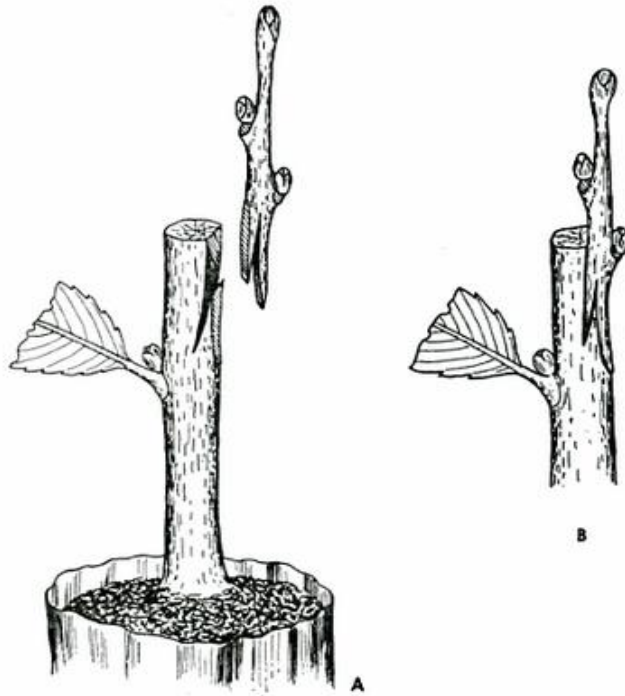


Figura 8. Injerto de ensamble inglés o de lengüeta (Baraona y Sancho, 2000).

3.4.2.2 Injerto de muñón de rama o lateral de tacón

Este método es útil para injertar ramas que son demasiado gruesas para el injerto inglés pero no lo suficiente para ser injertadas por otros métodos, tales como el de hendidura o de corteza (Hartmann y Kester, 1994; Vázquez-Victoria, 2001; Huanca-Apaza, s/f). Estos mismos autores describen las características que deben de cumplir los patrones y las púas para garantizar el éxito en los injertos.

Para este tipo de injerto lateral los mejores patrones son ramas de aproximadamente 2.5 cm de diámetro. Se efectúa un corte oblicuo en la rama patrón con buril o un cuchillo grande con un ángulo de 20 a 30 grados.

El corte debe de tener unos 2.5 cm de profundidad y con esta el ángulo del corte debe de quedar abierto cuando la rama es empujada hacia fuera y cerrarse cuando no se empuje. El esqueje debe de tener dos a tres yemas y unos 7.5 cm de largo y también debe ser relativamente delgado, los cortes deben ser muy netos y lisos, con un solo tajo de la navaja bien afilada, tal como se muestran en la Figura 9.

La unión del injerto se debe de cubrir con cera para injerto sellando todas las aberturas. La punta también se debe de sellar con cera o goma blanca.

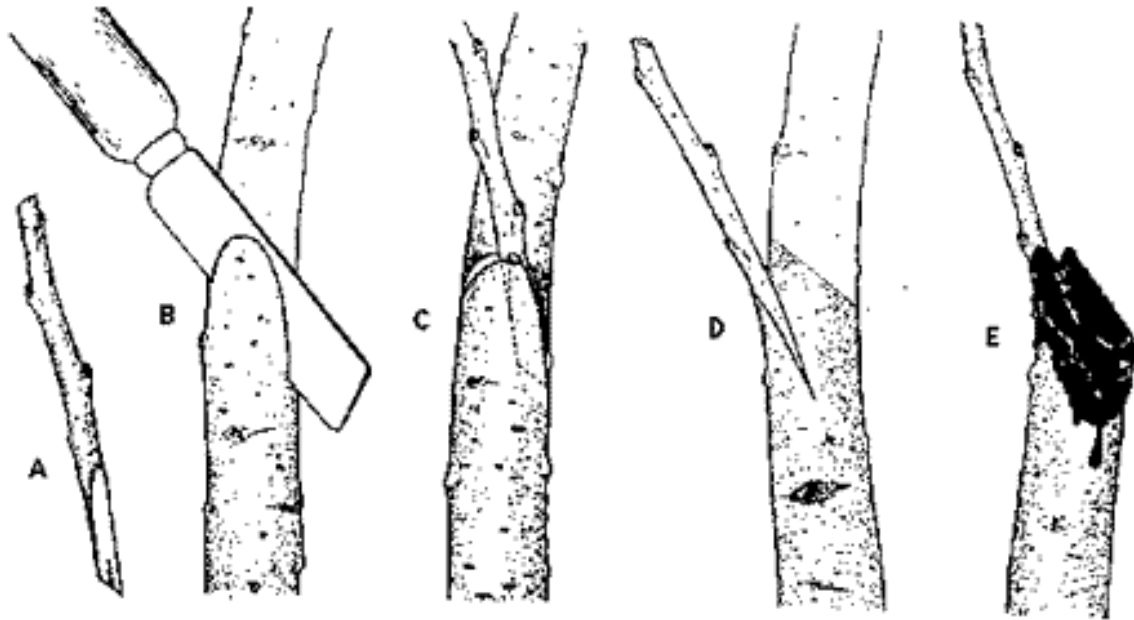


Figura 9. Injerto lateral de tocón (Huanca-Apaza, s/f).

En la Figura 9., se presenta en el inciso (A) un corte en forma de bisel en la púa; el (B) corte en el patrón, el (C) incrustación de la púa al patrón, el (D) corte y por último el (E) la terminación del injerto y puesta la cera para evitar la deshidratación y que caiga agua (Huanca-Apaza, s/f).

3.4.2.3 Injerto lateral subcortical

La mejor época es a finales de invierno, cuando ya se puede despegar la corteza del patrón con facilidad. Se hace un corte en “T” en una zona lisa de la corteza del patrón y se despega la corteza. La púa se prepara haciéndole un bisel sólo por un lado. Se introduce la estaca debajo de la corteza levantada. Se ata con rafia y se encera con mastic para injertar. Tras brotar la yema de la estaca se corta la parte superior del patrón para que toda la savia vaya al injerto y crezca vigoroso. A los 15 días se quita la atadura de rafia para que no estrangule al injerto.

Este tipo de injerto es válido para todos los árboles y arbustos, tanto de hoja caduca como perenne. En los de hoja perenne se sustituye la estaca por un esqueje con hojas y se cubre el injerto con una bolsa de plástico transparente durante varias semanas para que no se reseque (Hartmann y Kester, 1994; Vázquez-Victoria, 2001).

3.4.2.4 Injerto de hendidura

Es uno de los injertos más antiguos y de uso más amplio, adaptándose de modo especial para injertar de copa los árboles, ya sea en el tronco de un árbol pequeño o en las ramas principales de un árbol más grande (Hartmann y Kester, 1994).

El injerto de hendidura puede hacerse en cualquier época del año pero se recomienda a principios de primavera, justo cuando las yemas comienzan a hincharse. Se hace un corte en la parte apical del patrón, en dirección tangencial con relación al centro del árbol, cuidando que queden unos 15 cm y el patrón libre de nudos. Esto permite la mejor colocación de los esquejes o púas para su posterior crecimiento (Huanca-Apaza, s/f; Vázquez-Victoria, 2001).

Cuando se insertan dos púas, una a cada lado del patrón, en la zona del cambium se denomina injerto de hendidura doble. Este tipo de injerto lo admiten muchos árboles de hoja caduca.

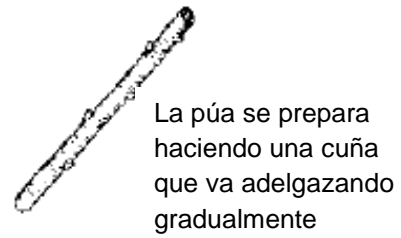
A la púa se le corta un bisel por ambos lados. En la Figura 10, se muestra cómo es que se introduce la corteza del patrón a la estaca para lograr un íntimo contacto entre ambas partes.

Se observará que en el apartado de la inserción de las púas en el patrón. En el inciso (A) la hendidura del patrón se mantiene abierta con una cuña para insertar las púas en el (B) se insertan las púas a la hendidura una en cada extremo y con mucho cuidado de coincidir los cambium y (C) una vez colocadas las púas se saca la cuña y se cubre el injerto con cera, incluyendo las puntas de las púas.

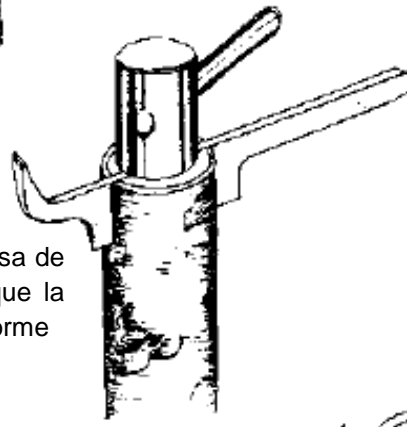
Preparación del patrón



Preparación de la púa



Usar una sección lisa de grano recto para que la hendidura sea uniforme



La cara exterior de la cuña debe ser ligeramente más gruesa que la anterior

Inserción de las púas en el patrón

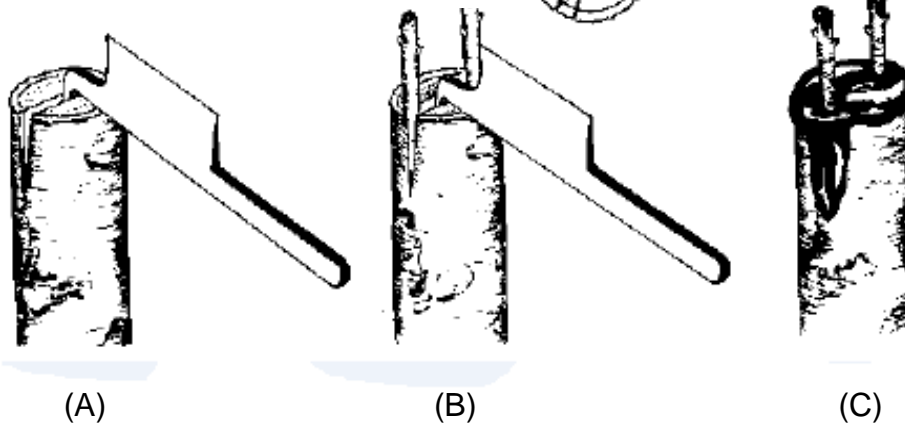


Figura 10. Injerto de hendidura (Hartmann y Kester, 1994).

En la Figura 10, se aprecia un esquema transversal de la púa y patrón inmediatamente después de haberse realizado un injerto de hendidura; así como

también en la Figura 11, se observa la evolución que se presenta en el proceso de cicatrización del injerto de hendidura.

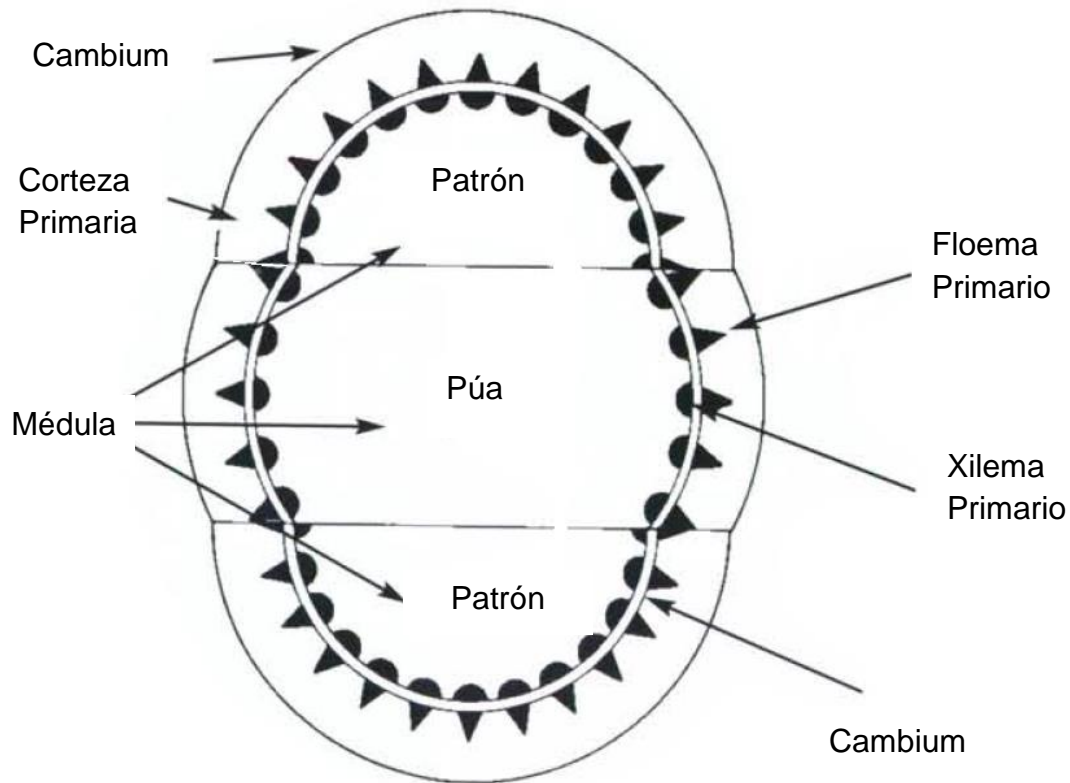


Figura 11. Esquema de un corte transversal de púa y patrón inmediatamente después de haberse realizado el injerto de hendidura (Hartmann y Kester 1994).

3.4.2.5 Injerto de corteza o de corona

Es un tipo de injerto fácil que tiene buen porcentaje de prendimiento, el patrón puede tener de 3 a 30 cm de diámetro incluso más; se hace en primavera, las púas no se fijan al patrón tan firmemente como con los otros métodos y son más vulnerables a que se rompan es por ello que en los primeros años requieren de tutores (Huanca-Apaza, s/f; Hartmann y Kester, 1994).

En el tocón se insertan varias púas. Para cada una de estas se hace con navaja en la punta del tocón un corte vertical de unos 5 cm de largo; luego la corteza

se levanta suavemente en ambos lados del corte, para preparar la inserción de la púa.

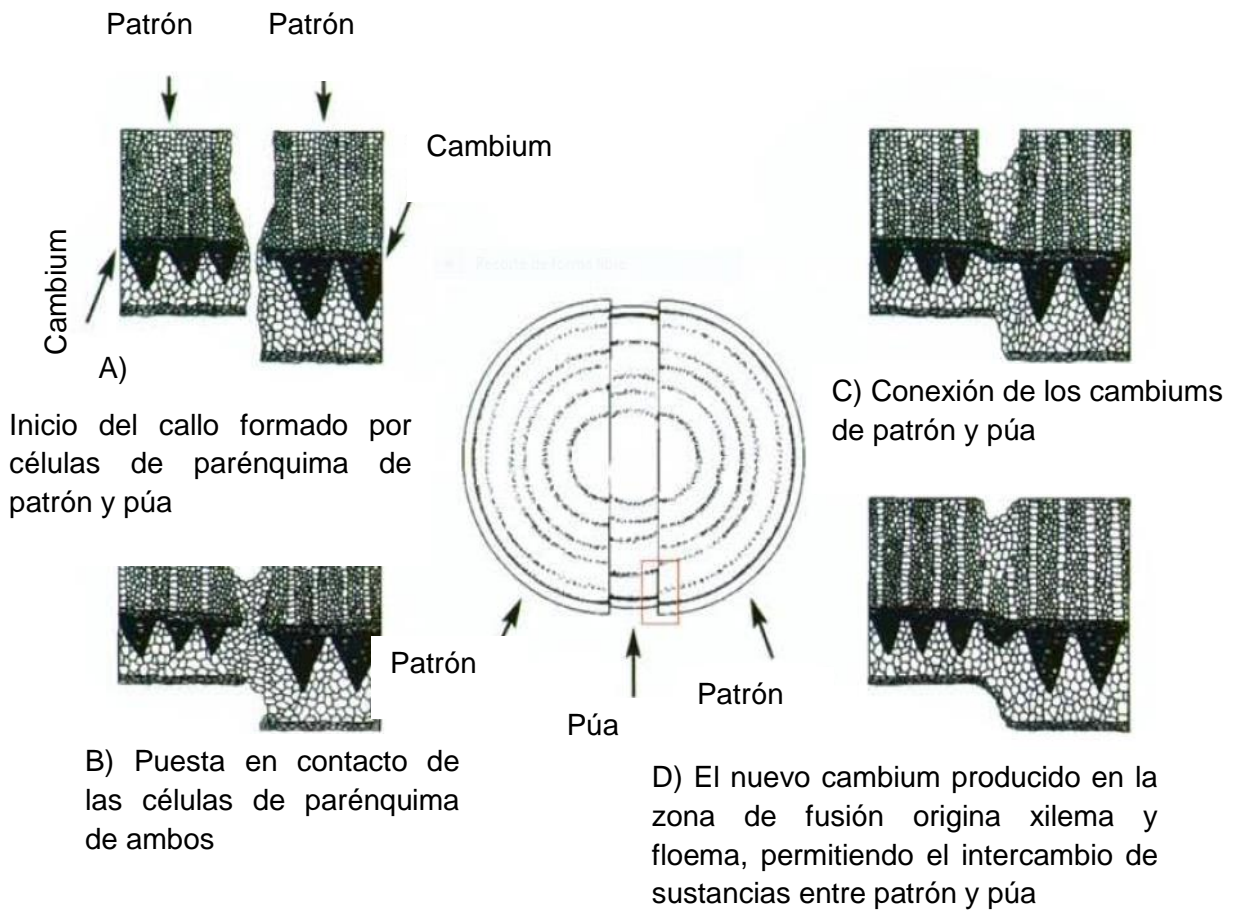


Figura 12. Evolución en el proceso de injertación de hendidura (Hartmann y Kester 1994).

La púa debe ser de madera latente, de 10 a 13 cm de largo, con 2 ó 3 yemas y de 6 a 13 mm de grueso. A un lado de su base se hace un corte de unos 5 cm de largo. En ocasiones se debe de clavar para fijar la madera y posteriormente se amarra (Hartmann y Kester, 1994).

Una vez que el tocón se ha injertado y que las púas han quedado fijas con clavos o se han envuelto, se debe aplicar cera de injerto, a todas las superficies cortadas, incluso los extremos de las púas, cuidando que queden bien cubiertas tal

como lo podemos observar en la Figura 13, el proceso para ejecutar el injerto de corteza.

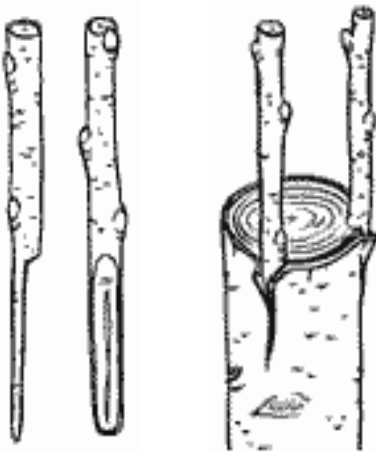


Figura 13. Injerto de corona o corteza (Huanca-Apaza, s/f).

3.4.2.6 Injerto de aproximación

Las características que distingue al injerto de aproximación es que se injertan entre si dos plantas independientes con sustentación propia. Una vez que la unión se ha efectuado, la punta de la planta patrón se corta arriba del injerto y la base de la planta que sirve de púa se remueve abajo del injerto (Hartmann y Kester, 1994).

Este tipo de injerto se puede hacer en cualquier época del año, pero la cicatrización de la unión se logra con mayor rapidez si se ejecuta cuando el crecimiento es activo, de igual forma se le agrega cera para evitar la desecación Figura 14 (Huanca-Apaza, s/f; Hartmann y Kester, 1994).

El injerto de aproximación tiene tres vertientes y/o sub-clasificaciones que Hartmann y Kester, 1994, las describen a continuación en forma detallada y práctica; los métodos son el injerto de aproximación de empalme, el injerto de aproximación de lengüeta y por último el injerto de aproximación con incrustación que difieren entre sí muy poco.

3.4.2.6.1 Injerto de aproximación de empalme

Los dos tallos deben ser aproximadamente del mismo grueso, donde se va hacer la unión se saca una tajada de corteza y madera de 2.5 a 5 cm de largo. Los cortes deben de quedar perfectamente netos y tan planos como sea posible para que cuando se junten halla un contacto estrecho entre las zonas del cambium. Las superficies cortadas se juntan y se unen estrechamente, la unión debe cubrirse con cera; después que las superficies están unidas se cortan el patrón arriba de la unión y el injerto debajo de la misma.



Figura 14. Injerto de aproximación (Hartmann y Kester 1994).

3.4.2.6.2 Injerto de aproximación de lengüeta

Es similar al anterior, excepto que cada uno de los tallos que se van a unir, se le realizan cortes al patrón y a la púa, formando cada miembro una pequeña lengua entrelazando esas lenguas y uniendo el injerto de forma muy apretada y de estrecho ensamble, tal como lo podemos apreciar en la Figura 15.

3.4.2.6.3 Injerto de aproximación con incrustación

Puede emplearse si la corteza de la planta patrón es considerablemente más gruesa que la de la planta que servirá como patrón. En la corteza de la planta del patrón se hace una ranura angosta se 7.5 a 10 cm de largo, ejecutando con la navaja dos cortes paralelos y removiendo la tira de corteza intermedia. Esto solo puede hacerse cuando la planta patrón está en crecimiento activo y la corteza resbala o se desprende.

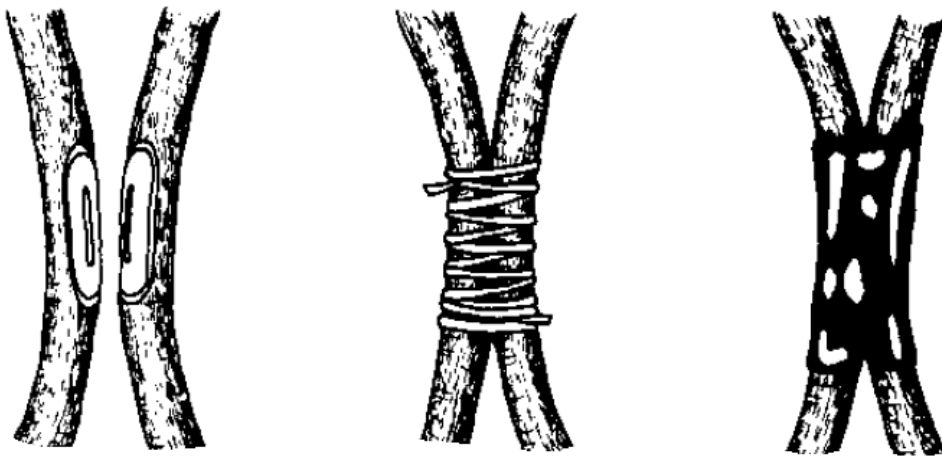


Figura 15. Injerto de aproximación de lengüeta (Hartmann y Kester 1994).

La ranura debe quedar en el ancho exacto de la púa que va a insertarse, una vez insertada la púa y con el paso del tiempo se observara que ya ha cicatrizado, se puede cortar el patrón arriba del injerto y la púa abajo del mismo Figura 16.

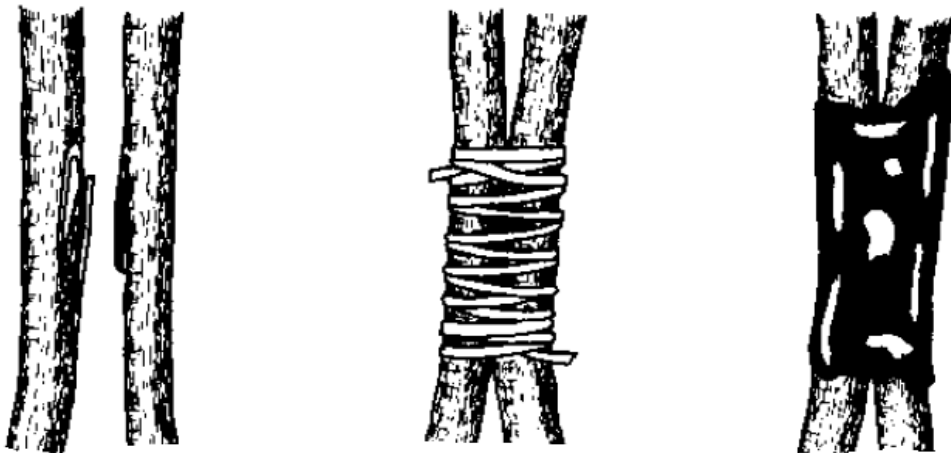


Figura 16. Injerto de aproximación de incrustación (Hartmann y Kester 1994).

3.4.2.7 Injerto de puente

Es un tipo especial de injerto que se utiliza para reparar la corteza lesionada de un tronco, siempre y cuando no haya tenido daños en su sistema radicular. Las operaciones de puentes de los injerto se hacen mejor al principio de la primavera, justo en el tiempo en que se inicia el crecimiento del árbol y la corteza se resbala con facilidad. Las púas que se vayan a emplear deben de tomarse en un estado de reposo, de plántulas de un año de edad, de 6 a 12 mm/día, de la misma especie o de una compatible, y mantenerse en refrigeración hasta que vaya a hacerse el injerto (Hartmann y Kester, 1994)

El primer paso es limpiar el área lesionada, luego alrededor de la sección lesionada y a intervalos de 5 a 7.5 cm, se insertan púas, fijadas en sus dos extremos en corteza viva, no dañada. Es importante que las púas se inserte en la posición correcta, en la Figura 17., se detalla el proceso de la elaboración del injerto de puente.

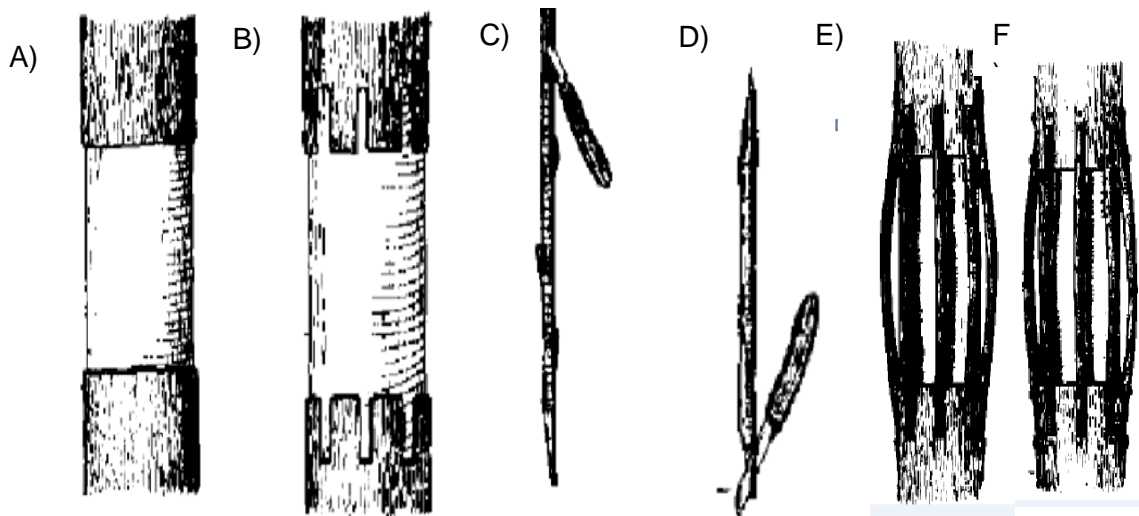


Figura 17. Injerto de puente (Hartmann y Kester 1994).

En el inciso (A) alrededor de la herida se remueve la corteza al tejido dañado, hasta llegar al tejido viviente sano, en el (B) arriba y abajo se realizan los cortes, las muescas se hacen del tamaño de las púas que se insertarán en el (C), en cada

extremo de la púa, se hace un corte inclinado, ambos cortes en el mismo lado, el (D) hacer un segundo corte opuesto al anterior, para que las puntas queden como cuñas, el (E) se insertan las púas en cada muesca, quedando la cuña debajo de la lengüeta de la corteza. Las púas se deben de colocar en la orientación polar y ligeramente hacia abajo y el (F) se clava las cuñas en su lugar y las uniones arriba y abajo se cubren con cera.

Al término del injerto cubrir con cera, ya que con esto se previene la entrada de organismos que ocasionan pudrición en los tejidos, así como el secamiento de la madera, la cual es importante, ya que la ruta de movimiento hacia arriba de agua y nutrientes en el árbol (Hartmann y Kester, 1994).

3.5 Principales tipos en injertos en coníferas y su procedimiento para su elaboración.

3.5.1 Injerto de hendidura

Es el método más empleado y se le conoce por diferentes nombres tales como injerto de sustitución de la guía terminal, injerto de hendidura diametral, injerto de cuña o hendidura, injerto de fisura terminal e injerto de hendidura lateral. Ya que a este injerto se le hace un corte al patrón para colocar en su lugar la púa, tiene un alto porcentaje de éxito y es útil para injertar en patrones establecidos en el campo, en invernaderos y cobertizos, la mejor época para realizarlos es a finales de abril hasta principios de junio (Dorman, 1976; Carrera-García, 1977; Gil *et al.*, 1987; Castaño-Charines *et al.*, 1989; López, 2005).

Estos mismos autores describen a continuación el injerto de hendidura paso a paso.

- 1) En el último verticilo de la guía principal del árbol se cortan todas las metidas del año excepto la guía Figura 18. Si estorba para la realización del injerto alguna rama o acículas se pueden podar.



Figura 18. A) corte de las metidas del año del último verticilo de la guía principal; B) solo se deja la metida de la guía principal (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

- 2) Seleccionar las púas con un diámetro lo más parecidas al patrón. Quitar las flores femeninas y masculinas antes de injertar, debido a que éstas generalmente se infectan con hongos Figura 19.



Figura 19. Preparación de las púas (López, 2005).

- 3) Sacar las acículas del patrón elegido, sin dañar la corteza, en el lugar donde se pretende hacer el corte del patrón y donde se insertará la púa Figura 20.



Figura 20. Eliminación de acículas de la púa (López, 2005).

- 4) Con tijeras de podar, se realiza un corte transversal al patrón en el lugar donde se va a realizar el injerto, la parte superior se elimina Figura 21.

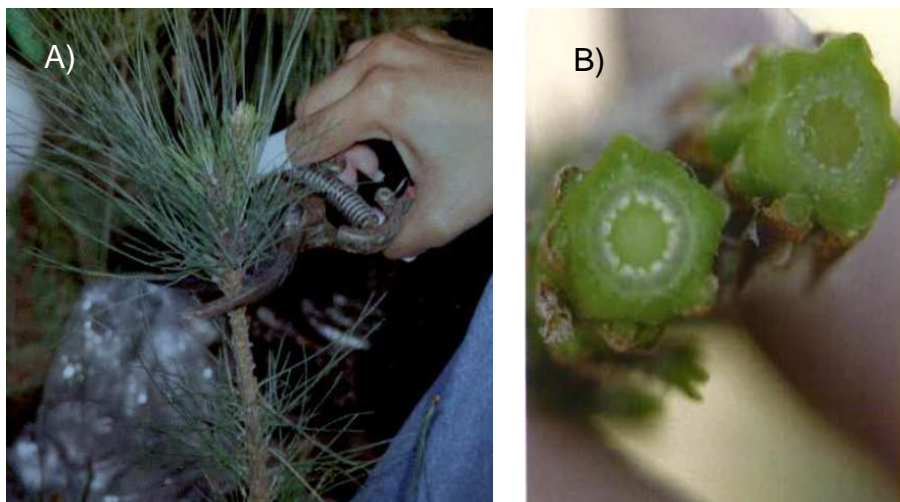


Figura 21. A) Corte transversal; B) sección transversal de púa y patrón. Lo blanco es el cambium y se observa más en la púa izquierda (Castaño-Charines *et al.*, 1989; López, 2005).

- 5) Se realiza un corte largo y continuo en la púa en forma de cuña entre 3 y 3.5 cm, teniendo cuidado de no desprender la corteza residual. Mientras se hace el corte poner la púa en agua para evitar la deshidratación, Figura 22.

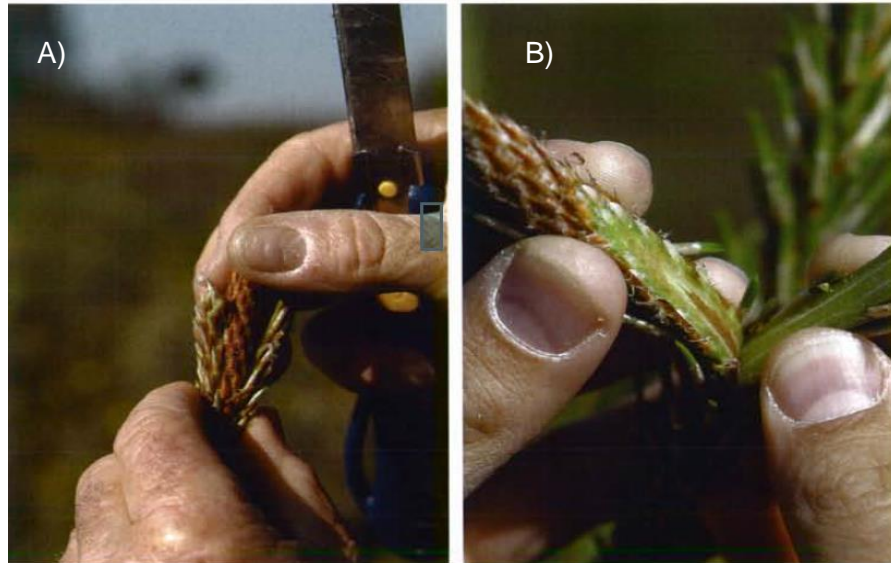


Figura 22. Realización del corte en forma de cuña y púa insertada en la hendidura del patrón (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

- 6) En el centro del patrón se hace un corte de longitud lo más parecido al corte hecho en la púa. No se debe tocar la superficie cortada con los dedos Figura 23.



Figura 23. Corte central del patrón (López, 2005).

- 7) Se junta el cambium del patrón con la púa lo más rápido posible. Cuando los diámetros son distintos juntar solo un largo, Figura 24.



Figura 24. Unión de la zona del patrón y la púa (López, 2005).

- 8) Mantener la púa fija con el patrón mientras se amarra para evitar que se desplacen las uniones. No dejar muy apretado para permitir el paso de la savia, mantener los cuidados sanitarios evitando dejar tierra o acículas dentro del injerto. La velocidad de injertación se adquiere con la práctica Figura 25.

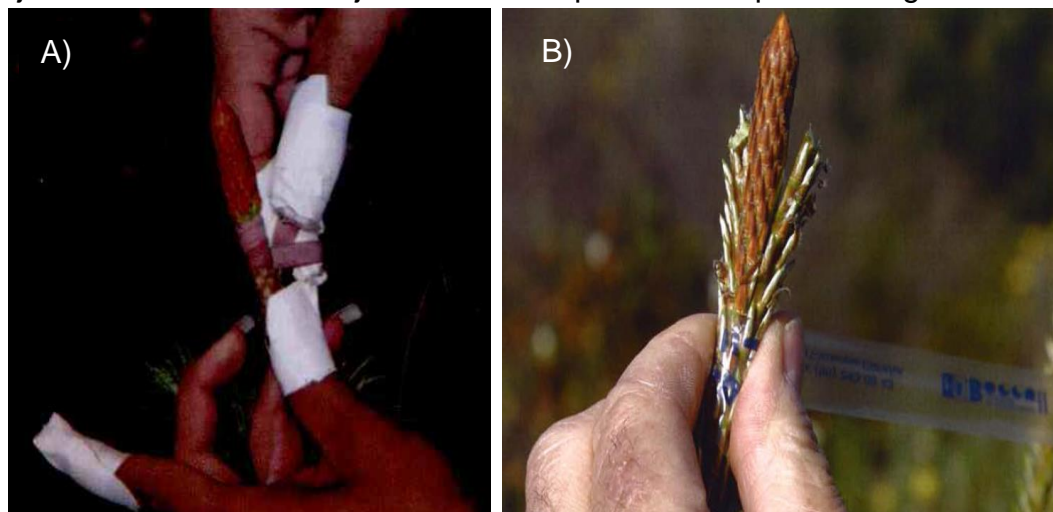


Figura 25. (A) Fijación del patrón y (B) la púa se ata con cintas especiales (López, 2005).

- 9) Hacer la injertación lo más rápido posible ya que se deshidratan los cortes.
- 10) Una vez que se haya realizado el amarre perfectamente y con el menor tiempo posible se debe de cubrir con un sellador para evitar la deshidratación del injerto y que posteriormente éste muera, puede ser cera, observar la Figura 26.

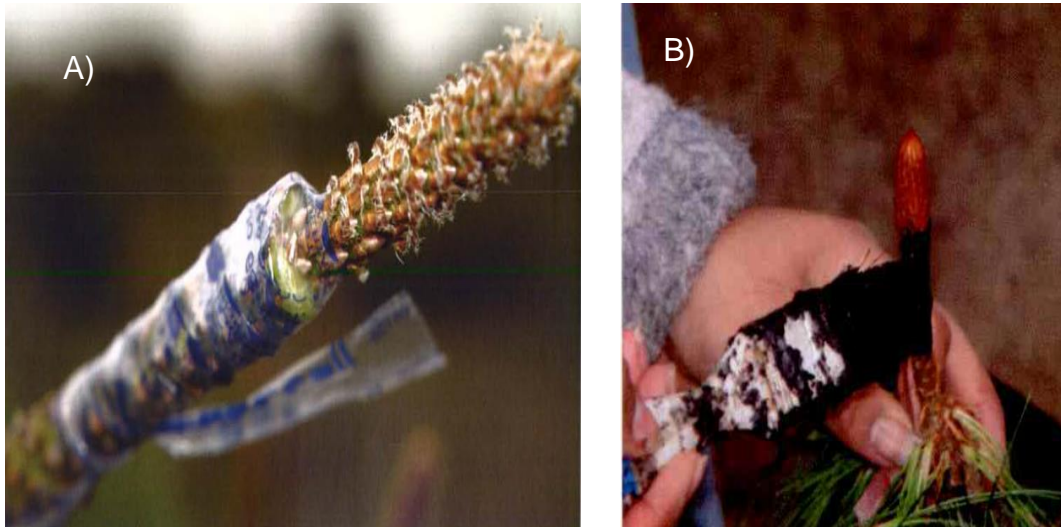


Figura 26. A) Amarre terminado; B) aplicación del sellador al injerto (Castaño-Charines *et al.*, 1989; López, 2005).

- 11) Para hidratar el injerto rociar con agua y Captan® al 0.1 % Figura 27.



Figura 27. Hidratación del injerto ya terminado (López, 2005).

12) Se realiza la colocación de una bolsa plástica en el injerto y sirve para formar una cámara húmeda en todo el porta-injerto, evitando la deshidratación, sin impedir el intercambio de gases de dióxido de carbono importante para el éxito del injerto Figura 28.



Figura 28. Colocación de la bolsa a los injertos terminados, realizados por personal del Ejido el Largo durante el mes de febrero de 2004, Madera, Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 9 de marzo de 2004).

13) Se mantiene siempre una perfecta identificación del material vegetativo con el que se está trabajando. Los datos son: código del árbol, fecha de injertación y las iniciales del injertador Figura 29.



Figura 29. Control de materiales injertados (López, 2005).

14) Cicatrización del injerto de hendidura sano y púa en elongación y en excelente estado vigoroso Figura 30.



Figura 30. A) Cicatrización de injerto de hendidura y B) púa en elongación; injertos realizados por personal del Ejido el Largo durante el mes de febrero y marzo de 2004, Madera, Chihuahua (Fotografía tomada por Celestino Flores López, 21 de junio de 2004).

Es importante coleccionar las púas de la parte alta de los árboles, ya que se puede presentar la topósis (fenómeno en el cual diferentes partes de la planta muestran variaciones de fase y cuyos meristemas perpetúan esas fases diferentes a su descendencia vegetativa) en algunas plantas el fenómeno es más pronunciado que en otras tal se puede citar al cafeto y las coníferas dependiendo de donde fue adquirida la parte vegetativa que se usa para la propagación de la especie, ésta se manifiesta en el crecimiento de las plantas; en la Figura 31., inciso A) se observa una rama erecta es ortotrópica y cuando es rama lateral es plagiotrópica inciso B) (Rojas-García *et al.*, 2004).

Las nuevas ramas que nazcan de las estacas crecerán en dirección vertical o con una orientación horizontal, dependiendo de la posición de la rama en la planta

original de donde se tomaron las estacas, es por ello la importancia de obtener las púas de las partes más altas del árbol, ya que con ello se está garantizando que el injerto tienda a crecer verticalmente y obtenga todos los beneficios del clon o árbol padre del cual se han obtenido las púas (Rojas-García *et al.*, 2004).



Figura 31. Fenómeno de la topófisis, en injertos de *Pinus arizonica* Engelm, en Guachochi, Chihuahua. A) Ortotrópica y B) Plagiotrópica (Fotografías tomadas por Celestino Flores López, 18 abril 2014).

3.5.2 Injerto terminal

Este método también es conocido como injerto con yemas latentes y se ha usado en *Pinus elliotti* Engelm var. *elliotti* y se ha realizado en invernadero, cobertizo, bajo cubierta parcial de sombra en el bosque y bajo condiciones de campo abierto en una plantación de dos años de edad (Dorman, 1976; Carrera-García, 1977; Clements, 1994).

El mejor tiempo para realizar este tipo de injertos es en los meses de enero a marzo, este tipo de injerto es ideal para efectuar esta operación en campo y tiene ventajas realizados en patrones en envase, ya que las plántulas envasadas no

desarrollan su sistema radicular como plantas, directamente en el campo que han tenido un espacio limitado para desarrollarlo Figura 33.

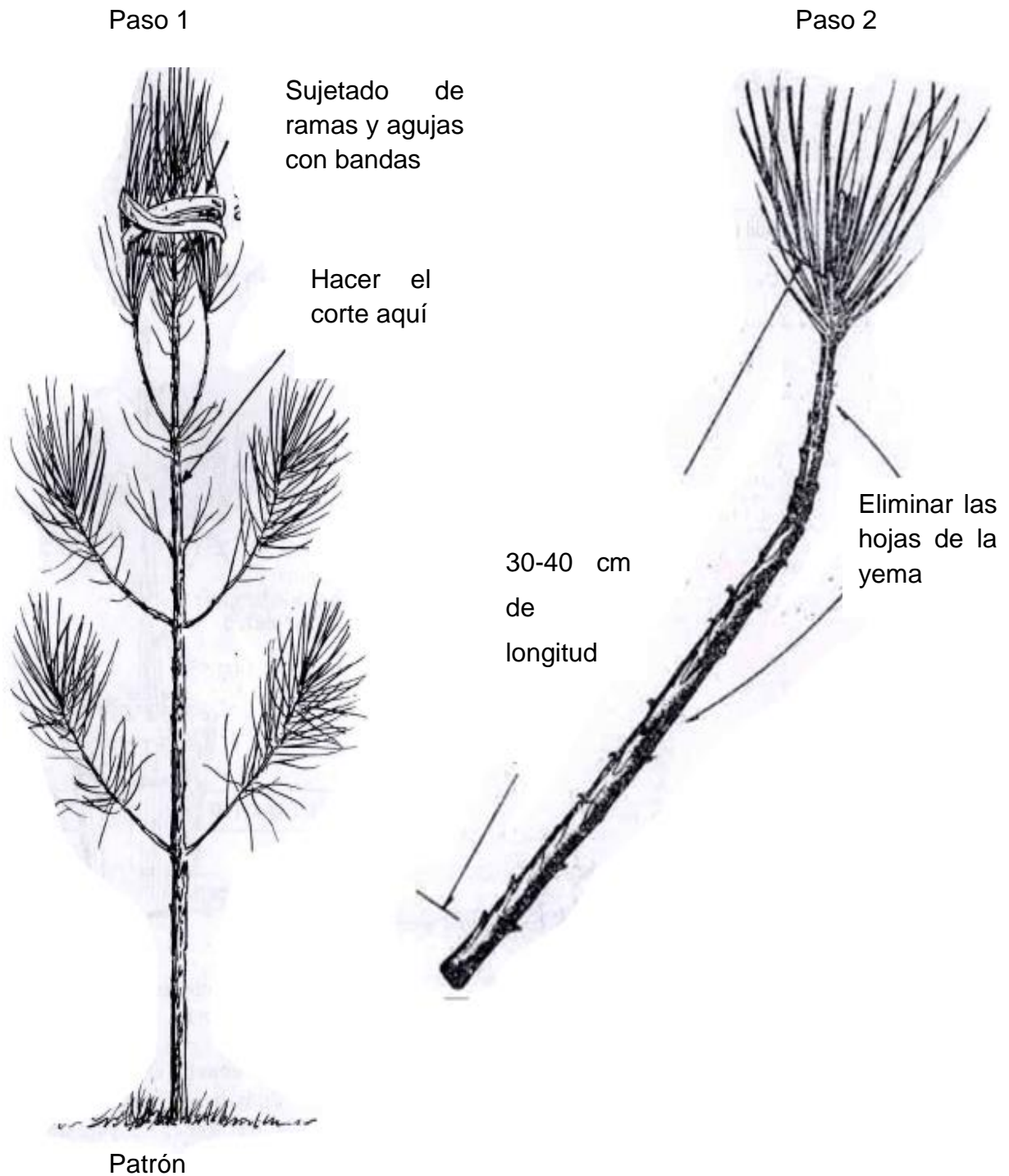


Figura 32. Pasos para realizar el injerto terminal en *Pinus* (Dorman, 1976).

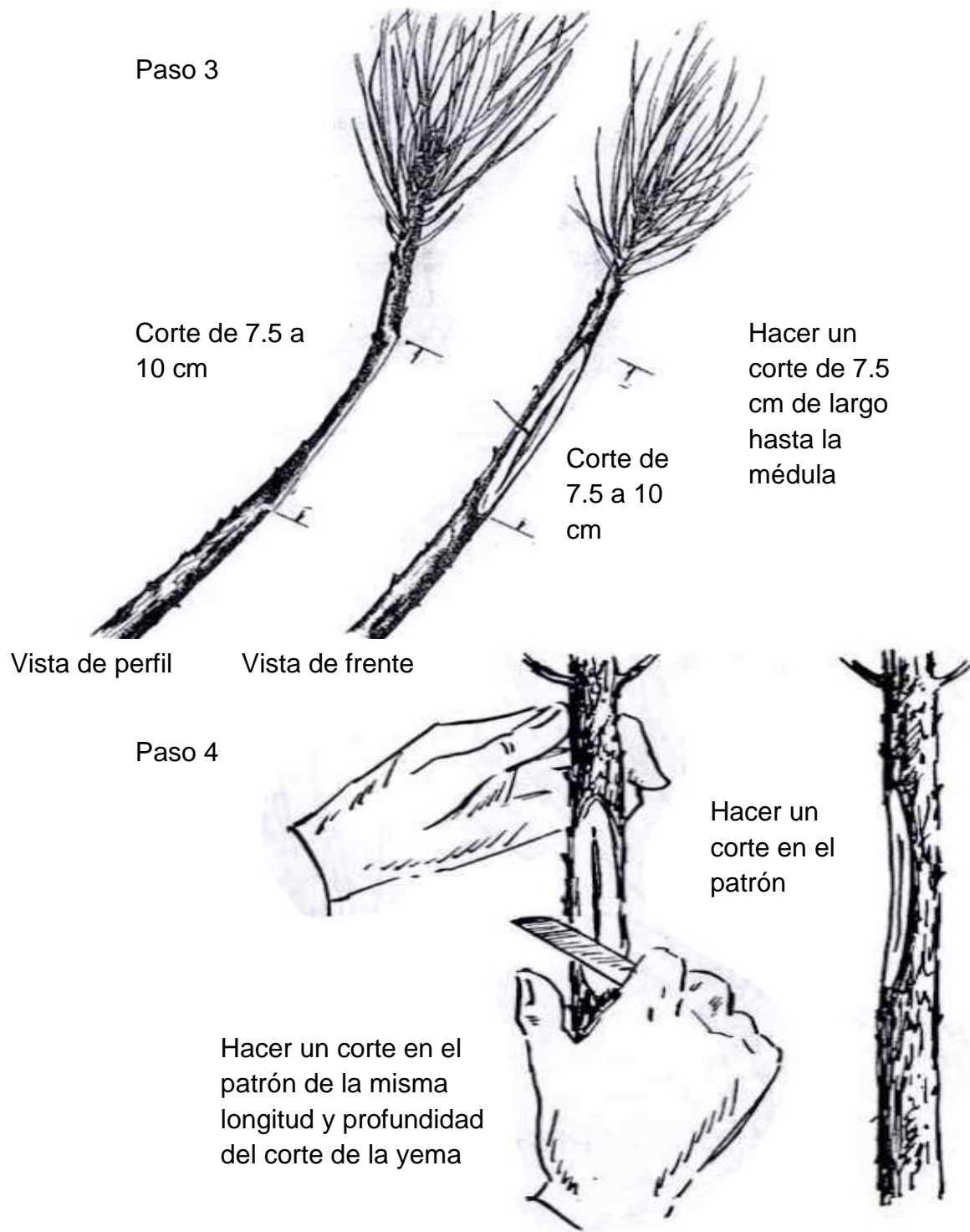


Figura 32. Pasos para realizar el injerto terminal en *Pinus* (Dorman, 1976).
Continuación.

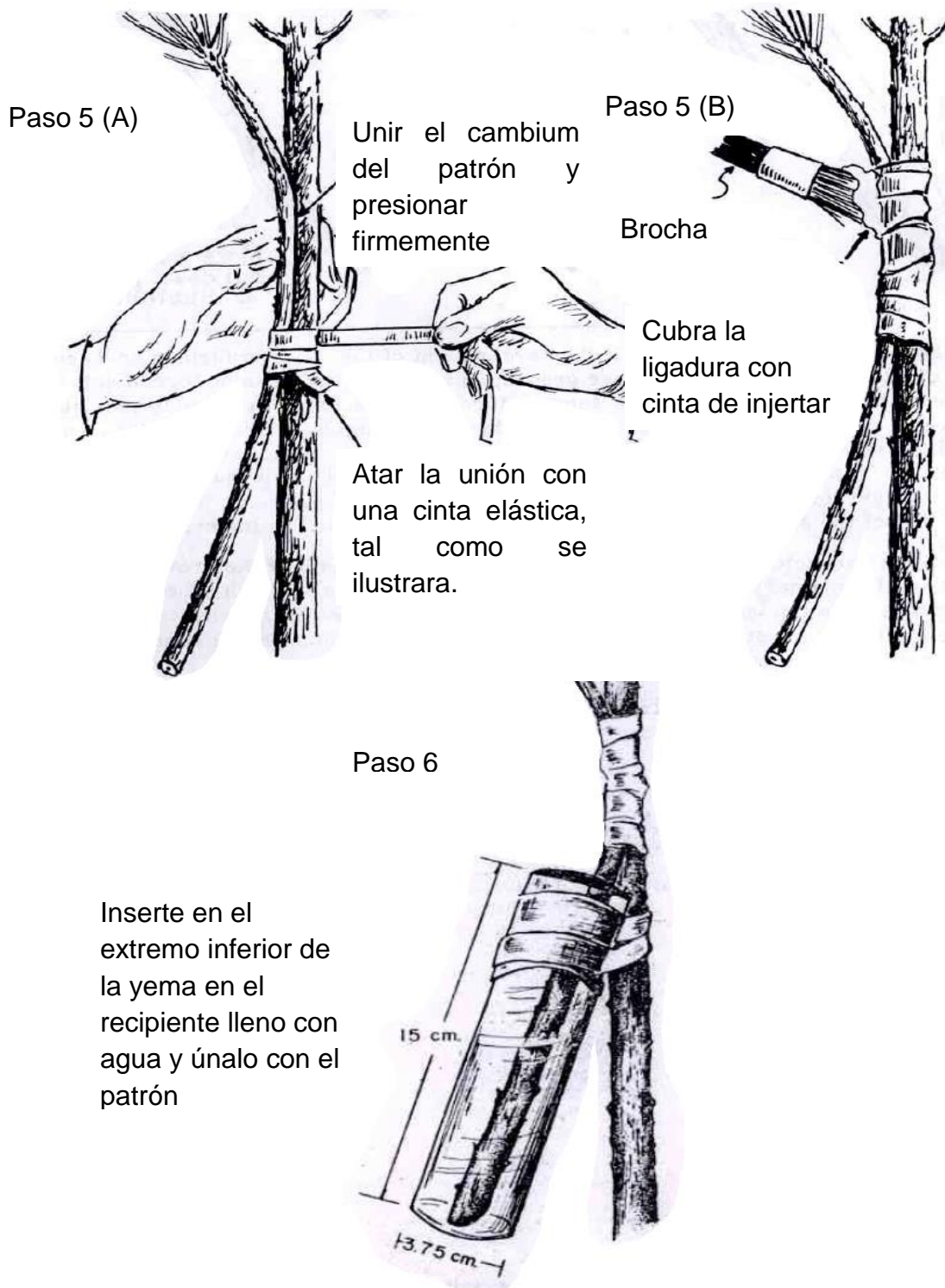


Figura 32. Pasos para realizar el injerto terminal en *Pinus* (Dorman, 1976).
Continuación.

Paso 7

Después que la unión se ha formado, corte la punta y el extremo inferior de la yema

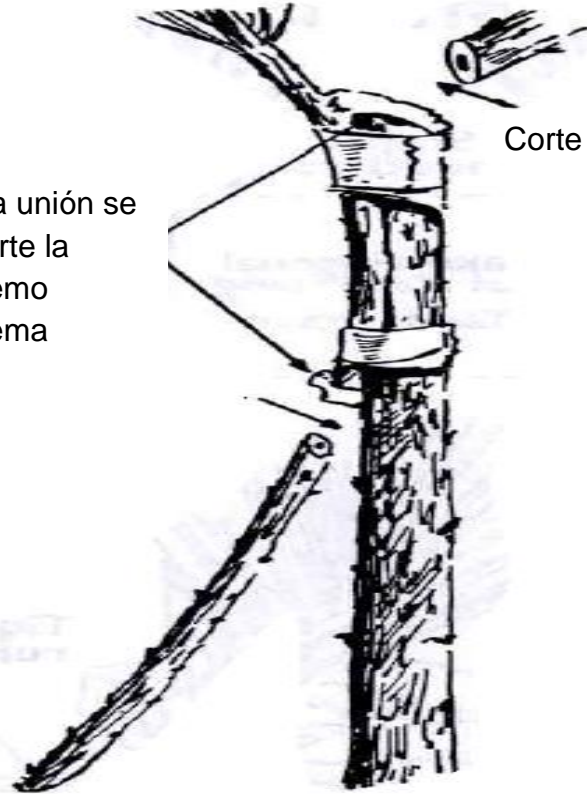


Figura 32. Pasos para realizar el injerto terminal en *Pinus* (Dorman, 1976). Continuación.

3.5.3 Injerto de enchapado lateral o de costado

Este tipo de injerto se usa cuando se cuenta con solo material de yemas cortas, y en el campo solo se han obtenido uniones cuando se ha protegido el injerto. Es importante que el corte sea de un solo tajo y limpio. En la yema se hace un corte diagonal de 5 a 7.5 cm de longitud y otro en la superficie del tallo del patrón con una pequeña muesca basal. Después de que la unión es amarrada con cinta de injerto se comprueba el alineamiento de las capas de cambium del patrón y la yema y se aplica cera de injertado (Dorman, 1976; Carrera-García, 1977; Gil *et al.*, 1987; Clements, 1994).

Los pasos descritos anteriormente son ilustrados a continuación en la Figura 33 (Dorman, 1976).

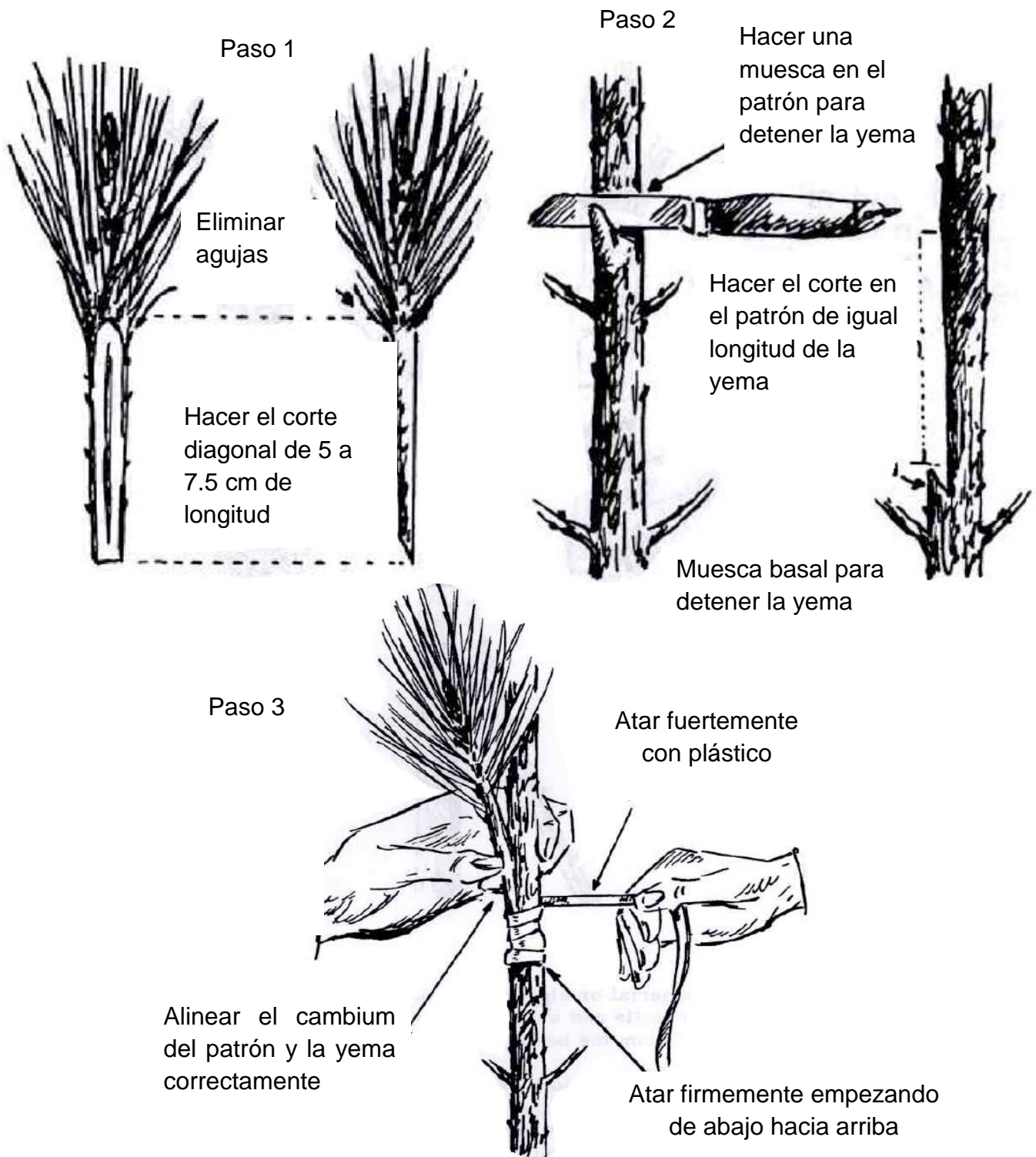


Figura 33. Injerto de enchapado lateral o de costado (Dorman, 1976).

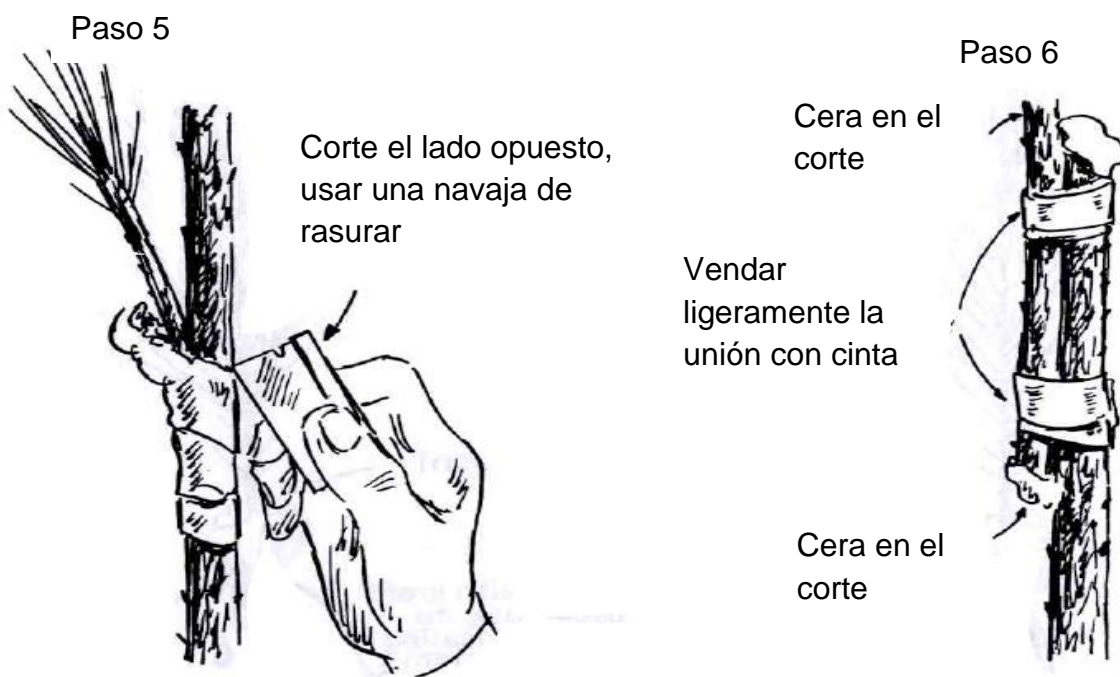
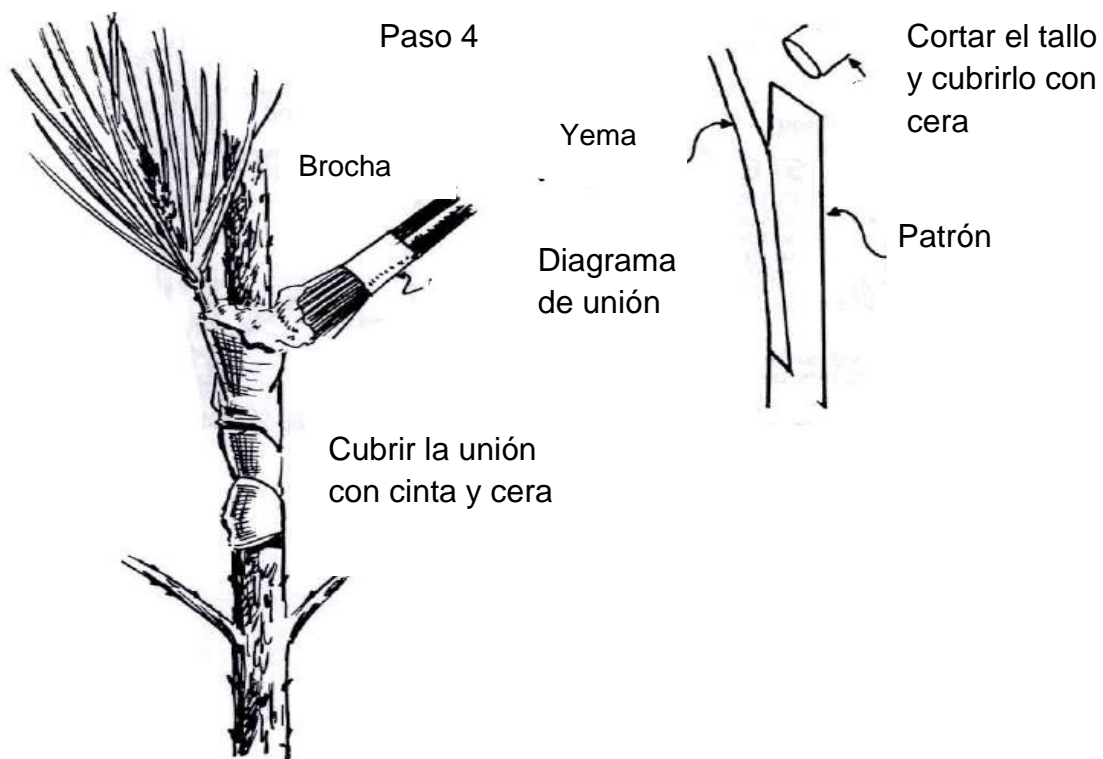


Figura 33. Injerto de enchapado lateral o de costado (Dorman, 1976).
Continuación.

3.5.4 Injerto de acoplamiento o de empalme

Es uno de los métodos más utilizados en todo tipo de plantas. Al igual que en el anterior, los cortes se realizan sobre tejidos lignificados. En el patrón se da un corte largo y diagonal para eliminar la guía terminal. En la púa, de un diámetro similar, se practica un corte idéntico. Las superficies cortadas, que deben ser iguales, se colocan en contacto de manera que las regiones cambiales coincidan (Gil *et al.*, 1987).

El operario debe mantener unido el injerto con una mano mientras realiza el atado con la otra. El injerto de acoplamiento con lengüeta, también denominado de látigo y lengua o injerto inglés, es una variante del injerto de acoplamiento, del que se diferencia en los cortes adicionales que se hacen en las superficies de unión de la púa y del patrón, cada uno en sentido opuesto. Es más difícil de realizar que el de acoplamiento sencillo; sin embargo, es más seguro, pues permite un buen anclaje de la púa en el patrón, con gran superficie en contacto, y permite al operario disponer de las dos manos para el atado. Requiere cierta práctica para conseguir que los cortes opuestos coincidan. Es muy bueno para injertar material relativamente delgado, de 0,5 a 1,5 centímetros. Cuando la púa es más delgada, se debe ajustar en uno de los lados del patrón, para tener la certeza de que ambas capas de cambium coinciden en ese lado, ver Figura 34.



Figura 34. Injerto de acoplamiento o de empalme (Gil *et al.*, 1987).

3.5.5 Injerto en plántulas en árboles maduros

Carrera-García, 1977 comenta que se ha tenido éxito al injertar plántulas a raíz desnuda, los meses recomendables para desarrollar el injerto son febrero, marzo y abril. El procedimiento por Mergen Rossoll (1954) consiste que en la parte media de la plántula que va a ser injertada se hace un corte lateral de 10 cm hasta llegar a la médula; un corte similar se hace en una rama del patrón, preferentemente en madera de un año de edad. Las caras del corte se sujetan con cinta plástica y la unión se sella con parafina; una vez que el injerto quedó establecido, la parte terminal de la rama del patrón y la raíz de la plántula se cortan y se sellan los cortes con parafina. Se recomienda que la ligadura se remueva después de 10 o 14 semanas de haberse efectuado el injerto Figura 35.

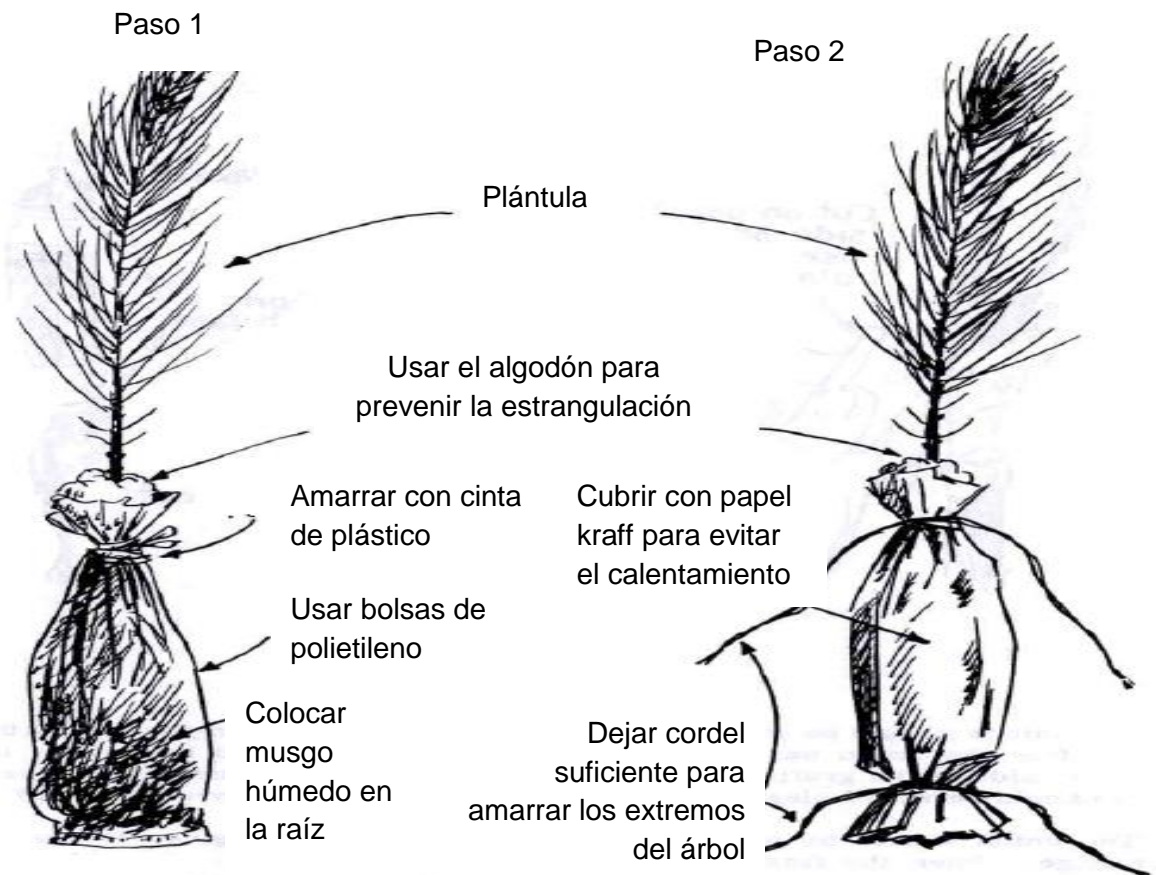


Figura 35. Injerto en plántulas en árboles maduros de *Pinus* (Dorman, 1976).

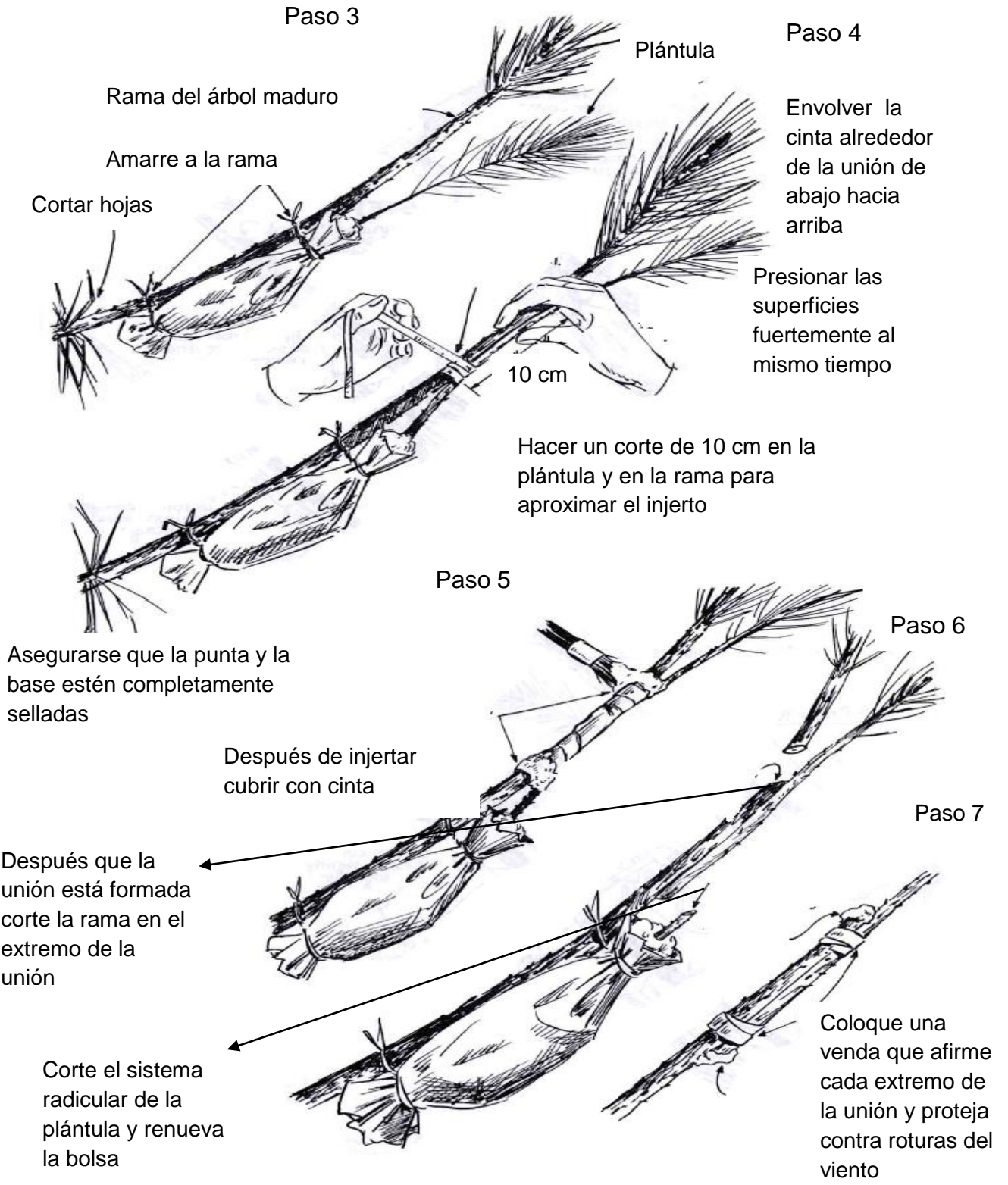


Figura 35. Injerto en plántulas en árboles maduros de *Pinus* (Dorman, 1976).

3.5.6 Injerto de braquiblasto

El proceso de elaboración de este tipo de injerto, se basa en el fundamento principal que parte de la existencia de una yema durmiente en el fascículo compuesto por dos hojas, típico en las especies de pinos. El braquiblasto es la ramilla de crecimiento limitado entre nudos muy cortos, presenta un penacho de ramas y hojas cortas, característico de las gimnospermas. En los pinos las acículas u hojas fotosintetizadoras se insertan en el extremo superior de tallos enanos o braquiblastos de entrenudos cortos. La base de este tallo posee hojas protectoras o escamas formadas de una vaina que mantiene unidas y erectas a las dos acículas y que protegen a la yema situada en el ápice (Barla, s/f; Saldías, s/f; Gil *et al.*, 1987).

La púa se puede obtener a lo largo de toda la estación en que el árbol donante presenta crecimiento en grosor; la extracción de una placa portadora de una acícula se realiza mediante la aplicación de un sacabocados. En la Figura 36., se aprecia la manera detallada de la elaboración del injerto braquiblasto ordenada por los incisos. En el A) extracción de la púa con sacabocados, B) chapa extraída con un par de acículas, C) patrón preparado para recibir el injerto, D) púa acoplada sobre el patrón, E) protección del injerto mediante una bolsa, y F) injerto de braquiblasto en el que se ha situado la yema entre las acículas.

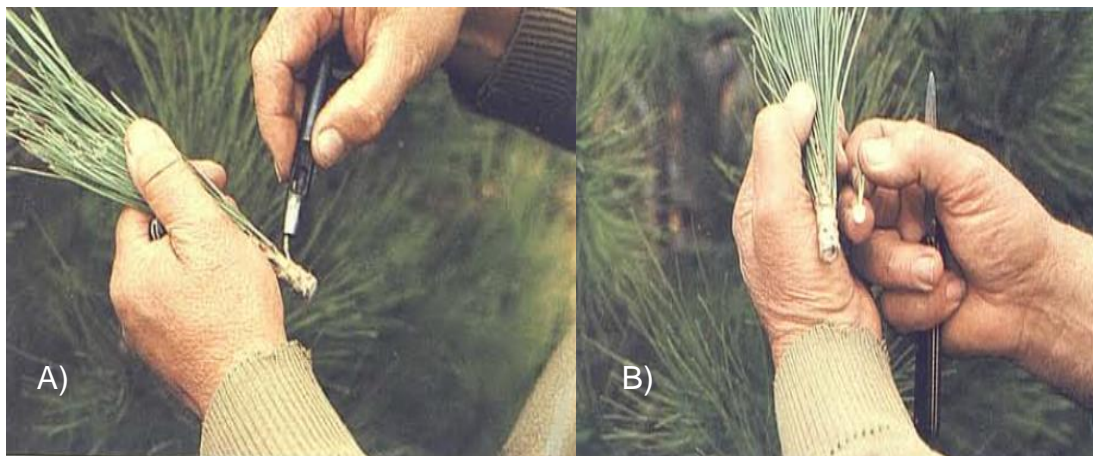


Figura 36. Injerto de braquiblasto (Gil *et al.*, 1987).



Figura 36. Proceso de elaboración del Injerto de braquiblasto (Gil *et al.*, 1987. Continuación.

3.6 Trabajos afines

(Villaseñor y Carrera, 1980), efectuaron tres diferentes ensayos de injerto en *Pinus patula Schl. y Cham*, en donde se intentó determinar el efecto de los diferentes factores en el éxito del injerto en esta especie. Los estudios fueron establecidos para desarrollar y afinar la técnica de injerto, así como para profundizar en el conocimiento del manejo del material vegetativo, con el objeto de propagar a la especie anteriormente mencionada por medio de injertos, en última estancia, para establecer huertos semilleros, que produzcan la semilla requerida para las plantaciones forestales el estudio se llama “Ensayo de los métodos de injertado terminal y lateral de *Pinus patula Schl. Et Cham.*” Durante el mes de febrero se realizaron dos tipos diferentes de injerto, el terminal y el lateral, en dos medios ambientes diferentes en el invernadero y en vivero. Se usaron patrones de dos años de edad que se obtuvieron de la selección de los arboles más vigorosos y que mostraban un mejor desarrollo dentro de su lote; fueron trasplantados con seis meses de anterioridad a su uso, a envases de 13 cm x 30 cm, y se les proporciono riegos y limpieza periódica.

El 12 febrero Villaseñor y Carrera, (1980), realizaron un injerto lateral en el área de invernadero considerando la lectura en porcentajes diferentes días en donde se evaluaron con diferentes parámetros, tales son injertos vivos, ligeramente decaído, notablemente decaído y los injertos muertos, los injertos para el día 23 no se encontraba ninguno muerto, estaban dentro de otros criterios, para el día 44 y 51 habían 8 injertos muertos, en los diferentes días de evaluación se podía constatar de que ya no morían los injertos esto hasta los días 222 cuando se reportaban 34 injertos vigorosos y el resto 66 se encontraban muertos, debido a diferentes causas, de post injertación.

A los siete días después se puso otro ensayo evaluando las mismas características del injerto, lo que cambio fueron los días de la evaluación, para los días 16, 23 y 30 no se reportaban ningún injerto muerto; en los días 37 y 44 había 2 injertos muertos por cada día y 88 y 83 vivos respectivamente, en los días 58 y 65 no murió ningún injerto pero aumento el número de injertos notablemente decaídos, en

los días 148 y 215 se tenían 79 y 63 injertos vivos pero 21 y 37 injertos muertos respectivamente con las fechas.

De igual forma se presentaron ensayos iguales en el día 22 de febrero con 100 injertos y al evaluar el día 212 se tenían 82 injertos vivos y vigorosos y solo 18 habían muerto; El mismo día se hizo el ensayo, pero ahora el injerto era terminal y el día 212 había 72 injertos vivos y solo 28 injertos muertos.

En otros dos estudios realizados por Villaseñor y Carrera, (1980), encontraron resultados similares los estudios llevan por nombre “Ensayo de injerto terminal en *Pinus patula* Schl. Et Cham., en el que se usaron púas almacenadas a temperatura de 2° C durante tres periodos diferentes” el otro estudio se llama “Ensayo de injerto terminal de *Pinus patula* Schl., Et Cham., en el que se usaron patrones de dos especies diferentes.

Los datos fueron tomados de los días 212, de los tres ensayos de procedencia de *Pinus patula*, donde las variables que se estaban tomando eran en cuanto el patrón, el medio ambiente, si es vivero o dentro del invernadero, la técnica si esta es lateral o terminal, de igual forma es considerado el tiempo de almacenamiento si es inmediato o de cuantos días (20, 33 y 78 días), en todas estas variables fue considerado el porcentaje de sobrevivencia.

Los resultados son un poco contrastantes debido a que el patrón de *P. patula* con *P. patula* en vivero con lateral e inmediato tiene una sobrevivencia de 72%; y patrones similares solo cambiando la técnica de lateral a terminal presenta un 82% de sobrevivencia. Ahora bien del mismo patrón *P. patula* con *P. patula* en invernadero y técnica lateral e inmediato tiene un 34% de sobrevivencia, cambiando solo la técnica incrementa a un 63% de sobrevivencia, los valores oscilan dentro del rango.

Cuando se utiliza el mismo patrón *P. patula* con *P. patula*, y el ambiente de vivero, técnica terminal pero con 20 días de almacenamiento se tiene un 67.8% de sobrevivencia, las variables son mantenidas solo se cambia el número de días de almacenamiento en el primero 33 y 78 días; se logra obtener una sobrevivencia de 58 y 44%, muy baja, a lo que se puede concluir que la mejor técnica es la terminal ya

que la que tuvo los valores más altos en el vivero cuando el almacenamiento era inmediato, puesto que cuando se tenían días almacenados la sobrevivencia es muy baja, tales valores los podemos observar concentrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de sobrevivencia en injertos en invernadero y en vivero (Villaseñor y Carrera, 1980).

Porcentaje de sobrevivencia en injertos en invernadero y en vivero.				
Patrón	Medio ambiente	Técnica	Tiempo de almacenado	% de sobrevivencia
<i>P. patula/ P. patula</i>	Vivero	Lateral	Inmediato	72
<i>P. patula/ P. patula</i>	Vivero	Terminal	Inmediato	82
<i>P. patula/ P. patula</i>	Invernadero	Lateral	Inmediato	34
<i>P. patula/ P. patula</i>	Invernadero	Terminal	Inmediato	63
<i>P. patula/ P. patula</i>	Vivero	Terminal	Inmediato	82
<i>P. patula/ P. douglasiana</i>	Vivero	Terminal	Inmediato	69
<i>P. patula/ P. pseudostrobus</i>	Vivero	Terminal	Inmediato	80
<i>P. patula/ P. patula</i>	Vivero	Terminal	Inmediato	82
<i>P. patula/ P. patula</i>	Vivero	Terminal	20 días	78
<i>P. patula/ P. patula</i>	Vivero	Terminal	33 días	58
<i>P. patula/ P. patula</i>	Vivero	Terminal	78 días	44

(Gallardo y Gallardo 1991). En su trabajo "Cinco estudios sobre injertado en pino piñonero". Estudiaron los injertos en una masa de seis años de edad, 46, 000 injertos de *Pinus pinea* sobre *Pinus pinea* del año 1986. Con posterioridad se injertaron otros 16 000 árboles en 1988 y en 1990 se injertaron 47 250 árboles más. Y obtuvieron que la influencia del patrón en el éxito del injerto, da un porcentaje de agarre de 52.47% y se dedujo que el nivel de significación del 5% no existen diferencias entre las medias, por lo que el vigor del patrón no influye en el éxito del injerto. También se estudiaron las causas del fracaso del injerto, aunque estas pueden ser de diferente índole. Unas evidentemente, a la pericia del operador, otras al material utilizado, a las condiciones climáticas del momento, época de ejecución, falta de tratamientos posteriores, pero en este estudio encontraron las siguientes.

Cuadro 2.

Cuadro 2. Tipos de fallos de injertado y sus frecuencias (Gallardo y Gallardo 1991).

Fallos por	Muestras sobre toda la población		Muestras sobre días normales	
	Madera	Yema	Madera	Yema
a) Falta de tratamiento	918	53	246	16
b) Mal atado	249	12	61	3
c) Púa poco profundas	102	11	25	2
d) Mal realizado	4	-	-	-
e) Patrón débil	27	-	9	-
f) Muerte del patrón	15	-	11	-
g) Muerte de la guía	1	-	-	-
h) Por ataque de evetría	14	7	2	4
Tamaño de la muestra	1330	83	354	25

La rentabilidad del injerto del *Pinus pinea/ Pinus pinea*, frente a otras del mismo género, pueden ser importantes. Basta considerar que los ingresos por sus frutos son, a partir de cierta edad, anuales, lo que repercute con gran efecto en su capitalización superando a la de otros pinos. Si, además, se consigue, mediante la injertación, adelantar e incrementar las producciones de piñas, en cantidad o/y en calidad, la productividad de la masa primitiva se verá o no incrementada, según sea el resultado de la relación de los costes de los trabajos silvícolas precisos y los rendimientos complementarios que esa operación genera.

Por su parte Orozco *et al.*, (2009), realizó un estudio de injertado de especies para la producción de árboles de navidad: *Pseudotsuga macrolepis* Flous y *Pinus ayacahuite var. veitchii* Shaw, en Zapopan Jalisco, México. En su estudio obtuvieron una sobrevivencia de prendimiento del injerto del 30% para *Pseudotsuga macrolepis* y del 35% para *Pinus ayacahuite*. Sin embargo, deben detallarse mejoras en los diferentes pasos del proceso que abarquen la modificación del régimen de humedad y minimicen las variaciones de temperatura, sobre todo entre las 13 y 18 horas del día. Así como una fecha de colecta más cercana al punto exacto antes de la brotación de las yemas.

Según (Laurizán, 1993), en su trabajo de *Pinus sabiniana* Dougl. Alternativa productora de piñón comestible y compatibilidad de injertado sobre diversos patrones”. En el año de 1944 instaló una parcela a 1700 m de altitud en el monte “Vertiente Sur de Sierra Nevada” en Lanjarón (Granada, España), la cual persiste en la actualidad. Posteriormente se instaló una segunda en el sitio conocido como La Lastra, ésta parcialmente quemada en 1974, y una tercera en 1969 en Hoyas de Cabrera del mismo monte aunque en vertientes diferentes. Con base en estas parcelas se han llevado a cabo un conjunto de experiencias relacionadas con las características de los frutos y semillas, así como de injertado de *Pinus sabiniana* sobre patrones de siete diferentes especies de pino españolas y americanas, ensayos que se pretenden continuar y ampliar debido a lo positivo de los resultados preliminares en los que se ha puesto de manifiesto un alto grado de compatibilidad sobre casi todas las especies en injertos de hendidura diametral y guía terminal .

Pinus sabiniana es una especie exclusiva del Estado de California y vive normalmente entre los 300 y los 1000 m. de altitud, aunque podrían alcanzar altitudes muchos mayores de no existir una fuerte competencia interespecífica con otra especie, *Pinus ponderosa* Laws.

En estas especies se han tenido varias experiencias de injertado en diferentes condiciones utilizando la técnica de hendidura diametral o sustitución de guía terminal los resultados corresponden a 60 injertos por modalidad y especie sobre patrones de dos savias, quedando expuestos en la Tabla 3, todas las cifras se refieren a porcentajes de éxito en el injertado sobre el total de injertos realizados en cada experiencia para cada especie.

Con objeto de aprovechar al máximo la púa del árbol donante, se realizaron dos modalidades diferentes de injerto de hendidura diametral, en función del fragmento de púa empleado, bien la zona del ápice o bien la zona de la base. Los resultados muestran que en todos los casos el porcentaje de agarre es menor cuando se utiliza la parte basal, y ello se supone debido a una menor capacidad de crecimiento meristemático unido a una mayor susceptibilidad a la desecación y a la aparición de hongos en la superficie de corte, a pesar de lo cual no se puede

discriminar estadísticamente entre la utilización de la porción apical o basal de la púa.

Otro de los factores ensayados fue la utilización de patrones criados en vivero situados en mesas elevadas. El análisis de varianza y las pruebas de rango múltiple ponen de manifiesto, que no existe diferencias significativas entre la utilización de uno u otro tipo de patrón.

Puede apreciarse en general unos altos porcentajes de agarre en casi todas las especies con la salvedad de los injertos realizados sobre plantas en bolsa para las especies *P. ponderosa* Laws. y *P. pinaster* Ait. que presentaban malas características debido a los efectos del trasplante a bolsa. Estas mismas especies en vivero, donde están plenamente arraigadas, tienen una mejor respuesta sobre todo el primero. Los mejores resultados son para *P. nigra* Arnd., seguido de *P. jeffreyi* Grev. & Balf. y *P. sabiniana* Dougl., mientras que los peores corresponden a *P. pinaster* Ait. Se puede afirmar que es más conveniente realizar la operación de injertado sobre patrones ya establecidos en el terreno con objeto de aminorar las pérdidas inherentes al trasplante de planta injertada Cuadro 3.

Cuadro 3. Prendimiento de injertos de guía terminal de *Pinus sabiniana* Dougl (Laurizán, 1993).

Procedimiento de injertos de <i>Pinus sabiniana</i> (%).	Patrón a raíz desnuda			Patrón en bolsa de PET		
	Porción de púa			Porción de púa		
Especies Hipobiontes	Apical	Basal	Total	Apical	Basal	Total
<i>P. halepensis</i> Mill	93.3	63.3	78.3	b [†]	b [†]	b [†]
<i>P. pinaster</i> Ait.	56.7	55.0	55.8	51.7	11.7	31.7
<i>P. nigra</i> Arnd	88.3	80.0	84.2	86.7	75.0	80.9
<i>P. sylvestris</i> L.	b [†]	b [†]	b [†]	85.0	70.0	77.5
<i>P. sabiniana</i> Dougl.	96.7	85.0	90.8	66.7	23.3	45.0
<i>P. ponderosa</i> Law.	95.0	83.3	89.2	36.7	26.7	31.7
<i>P. jeffreyi</i> Grev. Y Balf.	75.0	46.7	60.0	96.7	90.0	93.4

b[†]. Son los injertos que no se realizaron

4 CONSIDERACIONES ANTES DE ELABORAR LOS INJERTOS

4.1 Preparación de patrones

El injerto se dispondrá en el punto que deseemos de un tallo principal, pero los mejores resultados los obtendremos cuando más cerca del ápice se situé, y previamente, se elimine la guía principal y todos los ápices situados por encima del injerto, para favorecer la elongación de la yema. Para la materialización del injerto previamente se eliminan con cuidado todas las acículas situadas en su proximidad, dejando exclusivamente en la rama lateral; con el mismo artefacto empleado para la extracción de la púa se practica una incisión que extraiga una placa de corteza en el patrón. De manera que tanto la superficie que se extrae como la que se situará en su lugar presenten las mismas dimensiones, lo que facilita la soldadura entre ambas partes (Palomar-Palomar y García-Rojo, 1993; Orozco *et al.*, 2009).

El patrón debe ser mayor de tres años de edad y medir de 2 a 2.5 cm de diámetro, de una altura de 40 a 50 cm (Orozco *et al.*, 2009); lo anterior depende de la conífera utilizada, principalmente del tamaño en el diámetro de la púa en el árbol selecto. Por ejemplo, para *Pinus engelmannii* Carr. se requieren desarrollar patrones de tres años de edad por su estado cespitoso inicial.

4.2 Colecta y transporte de la púa

Mediante el injerto se pretende reproducir exactamente la información genética de los individuos que tienen mayor y mejor producción de fruto. Se deben seleccionar aquellos árboles con fenotipos de las mejores características para que sean los proveedores de las púas con las que realizar los injertos. Además deben de

ser árboles con buen estado vegetativo, sin síntomas de plagas ni enfermedades (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

Una vez que ya se tienen los árboles selectos (para mayores detalles en la selección de árboles revisar los autores; Flores-López (2000); Flores-López (2001), López (2005); Flores y Vargas (s/f) con las características fenotípicas deseadas, se obtienen púas de las ramas principales de la parte superior de la copa (yemas con hoja) del último crecimiento en número deseable y de tamaño entre 10 y 15 cm de longitud, se deben de obtener las púas en el último tercio en la parte donde se escalan los árboles tal como se observa en las Figuras 37 y 38 ya en la Figura 39, se observa la calidad de la púa al momento de ser cortada del árbol.



Figura 37. A) Escalado de un árbol selecto de *Pinus arizonica* Engelm por medio de picos las espuelas y B) acercamiento del mismo en Mesa de Cebadilla, Huevachi, Municipio de Chihuahua (Fotografía Tomada por Celestino Flores López 17 de Abril del 2014).



Figura 38. A) Copa completa del árbol y B) Colecta de púas en árbol selecto de *Pinus arizonica* Engelm en Mesa de Cebadilla, Huevachi, Municipio de Chihuahua (Fotografía Tomada por Celestino Flores López 17 de Abril del 2014).



Figura 39. Púa de *Pinus arizonica* Engelm en Mesa de Cebadilla, Huevachi, Municipio de Chihuahua (Fotografía Tomada por Celestino Flores López 17 de Abril del 2014).

Posteriormente, las púas se depositan en hieleras térmicas cubiertas con hielo debidamente identificadas y son transportadas con cuidado al lugar donde se llevará a cabo el injerto. Es muy recomendable que las púas no duren más de 24 horas y que su uso se realice al siguiente día de preferencia (Ortega-Cabrera y Orta-González, 2003; López 2005).

Sin embargo, mientras menor sea el tiempo transcurrido entre la colecta de la púa y el injertado de ésta, aumenta el éxito del injerto

4.3 Elección de la púa para injertado

Para la selección de la púa se debe de elegir árboles con características fenotípicas dominantes, además deben de ser árboles con un buen estado vegetativo y sin síntomas de plagas ni enfermedades. Se selecciona la púa y se procura que el diámetro coincida con el patrón a injertar. La púa debe de cortarse en plena dormancia del árbol para garantizar un alto contenido de reservas, tomando datos de la fecha de corte de la púa. Sin embargo experiencias de injertado con *Pinus arizonica* Engelm en el estado de Chihuahua se utilizan yemas que no están en dormancia con excelentes resultados (Comunicación personal Celestino Flores López, 2014).

Posteriormente limpiar perfectamente la púa, se hacen dos cortes laterales que avancen en punta de manera que formen un bisel de 5 cm de longitud aproximadamente (Orozco *et al.*, 2009).

Las púas una vez que están cortadas se deben de humedecer e identificarse con una etiqueta marcada con tinta indeleble, y anotando el número del árbol de donde fueron cortadas, ponerse en una hielera a 4 °C. Al patrón se libera de su copa por corte transversal y se procede a realizar una fisura en la parte media, de una profundidad similar a cortes longitudinales a la púa. Así la púa se inserta en el patrón de modo que el cambium coincida con la púa y el patrón posteriormente ajustar un extremo con cinta naylor o bien cinta adhesiva (Ortega-Cabrera y Orta-González, 2003; Orozco *et al.*, 2009).

4.4 Ventajas al obtener púas de diferentes árboles

Las principales ventajas que se obtiene al emplear diferentes árboles para la obtención de púas las menciona a continuación (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

- Mayor variación genética en un huerto semillero.
- Mayor variedad en el tamaño de las púas, lo que permite injertar sobre patrones de distinto tamaño.
- Las diferencias entre los individuos dentro de un rodal suelen ser escasas, por lo que buenas características que presenta el rodal pueden ser transmitidas de igual manera por cada uno de los individuos que lo componen.

Las púas se deben de recoger de los últimos verticilos de la parte más alta del árbol adulto (último tercio) ya que es aquí donde emergen las flores femeninas, así como las púas continuarán su crecimiento de manera vertical y se presentará la topófisis en forma de ortotrópica (en forma erecta o normal del árbol) (Rojas-García *et al.*, 2004; Castaño-Charines *et al.*, 1989).

4.5 Equipo y materiales para injertado

El injerto consiste, básicamente, en realizar ciertos cortes en la púa y en preparar el patrón para su acoplamiento. El equipo a utilizar dependerá del método empleado; sin embargo, hay algunos utensilios de uso común en la práctica de injertar que se utilizan para la elaboración de cualquier tipo de injerto, tal como se mencionan a continuación.

a) Navajas

En el trabajo de propagación, las navajas más adecuadas son para injerto de púa y para injerto de yema; también sirviendo cualquier otro cortante para realizar las

incisiones. Deben de ser de buena calidad y hoja bien afilada, fija o plegable, de unos siete cm de longitud. La navaja debe de estar siempre limpia, puesto que en los pinos se recubre fácilmente de resina que se elimina con un trapo o algodón empapado en alcohol o aguarrás. El afilado se realiza con una piedra dura de textura fina; de estar bien hecho se conserva durante varios días de trabajo, requiriendo únicamente asentarlos sobre cuero para que conserve el filo. Al afilar la navaja hay que tener el cuidado de que solo el bisel toque la piedra, ya que si no sucede esto la navaja no tomaría filo (Gil *et al.*, 1987; Hartmann y Kester, 1994, Napoleón y Cruz, 2005; Maya-Álvarez, s/f).

b) Cuchillas de repuesto

Cada injertador debe ir provisto de varias cuchillas de repuesto para poder cambiarlas cuando sea necesario, sin tener que perder tiempo en desplazarse al vehículo o zona a de equipo.

c) Cintas de atado

Una vez que se han acoplado ambas partes del injerto las cintas se deben de mantener bien unidas hasta que el injerto quede unido. Cuando el ajuste es firme, puede no ser necesario el atado, pero casi siempre es mejor cubrir la zona de unión con algún tipo de envoltura que le dará rigidez, a la vez que evita la pérdida de humedad y la muerte de las células de las superficies cortadas de la púa y del patrón, esenciales para la formación del callo de cicatrización y su posterior unión. El atado limita el paso de aire y la entrada de agua y organismos que provocan descomposición y la pudrición de los tejidos.

Es muy común envolver la zona del injerto con rafia, cinta adhesiva o tiras de plástico extensible, cuya anchura estará en relación con el grosor del patrón. Cuanto más estrechas sean las tiras, más sencillo es el atado, pero se requerirán más

vueltas para poder cubrir en espiral y de manera adecuada la zona de unión (Gil *et al.*, 1987; Hartmann y Kester, 1994).

d) Ceras para injertar

Se consigue un mejor sellado de la unión usando tiras o cintas impregnadas, o bien las denominadas ceras de injertar. Son de empleo frecuente la parafina o ceras calientes, que fluyen con facilidad y, al aplicarlas con brocha, cubren toda la zona del injerto. También se utilizan emulsiones que evaporan el agua tras su aplicación, cualquier material disuelto en sustancias volátiles, o pastas moldeables que se aplican con los dedos alrededor del injerto.

Estos productos se deberán adherir bien y conservar estables, al menos hasta que se complete la unión y no deben dañar el injerto, ni por su composición ni por tener color que pueda influir en la temperatura de los tejidos. Su aplicación deberá ser limpia y se evitará que se introduzca entre los cortes del injerto, dificultando la unión de ambas partes; existen dos tipos de ceras; las ceras frías y las ceras calientes (Gil *et al.*, 1987; Hartmann y Kester, 1994).

d.1) Ceras calientes

Los ingredientes usados en este tipo de cera son brea, cera de abeja, aceite de linaza crudo o cebo y negro de humo o carbón vegetal pulverizado. La proporción de cada ingrediente puede variar mucho sin afectar los resultados de modo apreciable. La cera se endurece al enfriarse y debe volverse a calentarse poco antes de aplicarse a la unión de injerto. Al usarla, es importante que la cera tenga la temperatura adecuada. Si la cera se calienta hasta que burbujee y hierva, es probable que dañe los tejidos de las plantas. Por otra parte, si la cera es demasiado fría no fluirá fácilmente en todas las rendijas de la corteza, dejando huecos que permitan la entrada libre de agua o aire (Hartmann y Kester, 1994).

d.2) Ceras frías

Éstas se han adquirido en los últimos años y son muy utilizadas; el producto contiene alrededor del 50% agua, la cual se evapora después de su aplicación, dejando una capa de asfalto sobre el injerto; la aplicación debe ser abundante, este material es soluble al agua es por ello que se debe de tener cuidado en época de lluvia. Si los injertos se hacen en periodo lluvioso es aconsejable el uso de ceras de tipo caliente que no son afectadas por la lluvia.

Las emulsiones de este tipo de cera fría se separan con las temperaturas de congelación, de modo que es muy importante conservarlas en un lugar caliente durante invierno (Hartmann y Kester, 1994).

e) Bolsas

Para asegurar el éxito de los injertos, en especial cuando no se aplica un sellador, éstos se cubren con una bolsa de plástico transparente. Esta medida mantiene una humedad relativa alta en torno a la zona de unión y disminuye la transpiración de la púa, por lo que mantiene su viabilidad por un período de tiempo mayor, en espera de que se establezca el suministro de agua por el patrón; se han mostrado muy eficaces para evitar el efecto negativo de las lluvias o del riego por aspersión. Las bolsas actúan como invernadero al aumentar las temperaturas y estimular la actividad de los tejidos puestos en contacto, en particular cuando se injertan yemas latentes; cuando las temperaturas son altas o en climas soleados, las bolsas de polietileno se agujeran en su base y/o extremos para reducir la temperatura (Gil *et al.*, 1987).

f) Etiquetas

Se debe de llevar un registro de los patrones y su procedencia; los métodos practicados, para sus posteriores ensayos y observar los resultados de los mismos.

La identificación de un injerto siempre debe de realizarse; frente a la duda hay que eliminarlo. Para evitar esto se deberán etiquetar los injertos con rotuladores indelebles, a la vez que se lleva un registro escrito de lo realizado y su situación. La anotación del árbol donante de las púas y de un número o clave es de gran utilidad para poder realizar evaluaciones posteriores; la clave deberá relacionar al injerto con cualquier otra información relevante como la fecha de recogida de las púas y de la realización del injerto, código del árbol, el injertador, el método que se ha empleado (Gil *et al.*, 1987; López, 2005).

g) Herramientas de podar

Unas adecuadas tijeras o un cuchillo de podar son esenciales para la corta de las ramas vigorosas del patrón u otras que dificulten la ejecución del injerto. La navaja se debe reservar para la realización concreta del injerto (Gil *et al.*, 1987; Barrio-Anta *et al.*, 2008).

Como se ha observado la importancia que tiene el injerto de tipo terminal de hendidura a continuación se presentan las herramientas y materiales necesarios para la elaboración de este tipo de injerto. Las herramientas de mano utilizadas para el injerto de hendidura son el (A) Bisturí, (B) Navaja (C) Tijeras de podar; el equipo y los accesorios se componen por (D) las etiquetas; (E) la rafia (F) Cinta de PVC (G) bolsas de plástico perforadas; (H) Papeles y/o bolsas de papel (Kraft). Todos estos materiales y herramientas los podemos encontrar en la Figura 40.

h) Tablilla de corcho

Sirve para apoyarse y hacer el corte a la púa. Su tamaño es variable puede ser de unos 9 cm de largo y 7 cm de ancho con un grosor de 1.5 cm el corcho es un material que tiene la suficiente rigidez para dar los cortes y lo suficientemente flexible como para que la púa no sufra un exceso por la presión ejercida con el cúter.

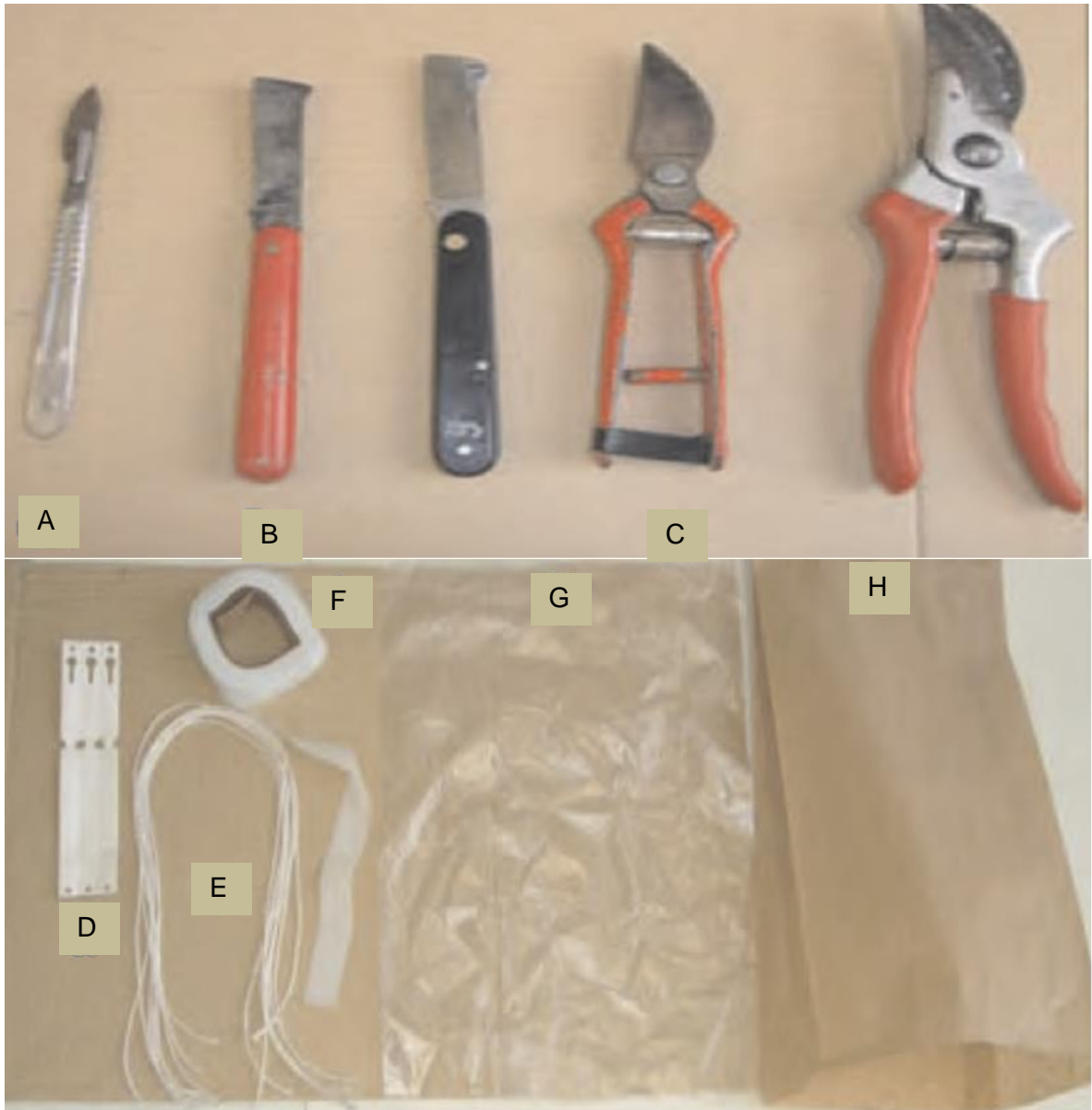


Figura 40. Herramientas de mano utilizadas para el injerto, equipo y accesorios (Neves-Carneiro *et al.*, 2007).

i) Algodón industrial.

Sirve para limpiar la resina procedente del patrón y de las púas, ya que ésta se adhiere a la cuchilla impidiendo presión en el corte y que esté limpio, más si no se limpiara la cuchilla estaría contaminando el resto de las púas.

j) Botella de alcohol

Se aplica el alcohol al algodón industrial para la limpieza de la cuchilla.

k) Cinturón del injertador para llevar todos los utensilios.

El personal que injerta debe de tener a mano en todo momento todos los utensilios necesarios para realizar su trabajo, en la Figura 41, se aprecia el cinturón con las herramientas y materiales que debe de disponer un injertador.



Figura 41. Cinturón para el injertador con todo el equipo necesario (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

4.6 Cuidados y manejo posteriores a la elaboración de los injertos

Los cuidados posteriores a la elaboración de los injertos deben de ser los siguientes; Las bolsas de plástico se dejan hasta que ya no exista riesgo de lluvia o bien las temperaturas sean altas, ya que puede provocar un calentamiento excesivo de la zona del injerto. El atado debe ser liberado con el paso del tiempo para evitar la obstrucción de la savia y por consiguiente el estrangulamiento del injerto (Gil, *et al.*, 1987; López, 2005).

En los injertos laterales, una vez que han prendido, se corta la copa del patrón justo por encima de la zona del empalme, sin que quede muñón. Se debe de efectuar una poda periódica, para controlar el crecimiento del porta-injertos y para poco a poco ir eliminando el resto de las ramas. El riego durante los primeros días debe de ser periódico y adecuado para evitar que las plantas sufran por falta de agua. En algunas especies se debe de colocar un tutor para evitar posible rotura del viento (Gil, *et al.*, 1987).

Se debe de realizar la aplicación de productos químicos y un estricto programa de fertilización a las plantas injertadas. Se aplican fertilizantes directos a la bolsa diluido en agua y otros de aplicación foliar, los que se aplican son fertiross® (9-30-25) y Peters ® con micro elementos. Para los injertos que ya han brotado se les hacen aplicaciones especiales de fungicidas tales como Bayfolan forte® (captán y ridomil gold), de manera preventiva.

Al finalizar el injerto su primera movida, las plantas deben trasladarse a su lugar definitivo, de acuerdo con la fenología de las especies y la climatología del lugar, en particular cuando se encuentran en envases, para así evitar deformaciones en el sistema radical. Anteriormente han de ser repicadas para formar unas raíces fibrosas. Trasplantado el injerto, su identificación es aspecto ya comentado y de gran importancia (López, 2005).

5 INCOMPATIBILIDAD

A la capacidad de dos plantas diferentes, injertadas entre sí, para producir con éxito una unión y desarrollarse satisfactoriamente como una planta compuesta se le denomina compatibilidad y debe tener una buena relación entre ésta y los caracteres vegetativos, siendo difícil conseguir injertos entre familias distintas, cabe señalar que existen sus excepciones; y lo opuesto se le conoce como incompatibilidad es decir; el fracaso inmediato o tardío de formar las conexiones vasculares propiciando el éxito en el injerto, debido a una insuficiente relación entre la acción y el vástago (Castaño-Charines *et al.*, 1989; Harman y Kester, 1994).

La incompatibilidad es uno de los principales factores que afectan el éxito de del injerto. Se consideran incompatibles a dos plantas cuando no han formado una unión perfecta entre las partes injertadas. Para asegurar la posibilidad de éxito se debe de buscar la afinidad morfológica, anatómica y de constitución de los tejidos, es decir que los haces conductores de las dos plantas que se unan tengan diámetro semejante y estén en igual número aproximado. También afinidad fisiológica, de funcionamiento y analogía de savia, en cuanto a cantidad y constitución la mejor época para injertar es terminando el invierno o comenzando la primavera, ya que es momento de inicio de crecimiento de nuevos brotes (Castaño-Charines *et al.*, 1989; Rojas-García *et al.*, 2004).

La afinidad fisiológica se da en dos vías, la primera con relación al potencial de succión en el cual cada vegetal se caracteriza por un estado de equilibrio entre las potencia de absorción de raíces y la succión de ramas y en segundo caso por la composición de la savia ya que ciertos patrones no aceptan sustancias elaboradas por el injerto. Otras condiciones a tener en cuenta son la polaridad del injerto la cual debe ser respetada extremidad distal y proximal (distal es la base y proximal es la

punta, los términos se usan tanto como para la púa y el patrón): también el patrón y el injerto deben tener similar vigor (ligeramente más débil para el patrón da aún mejores resultados). Y finalmente deben tener similitud en la consistencia de los dos tejidos a unir (herbáceo, semi leñoso), y la afinidad botánica funciona como regla general que los vegetales injertados deben ser de la misma familia y la afinidad es mejor entre los vegetales de un mismo género, con sus acepciones. Normalmente debe haber éxito si se injerta un clon dentro de una misma planta de la cual provino el patrón, injertando en otra planta del mismo clon o injertando clones de la misma especie; sin embargo se han observado reacciones de incompatibilidad en clones de la misma especie (Rojas-García *et al.*, 2004).

Existen especies que tienen una relación muy estrecha y se unen con facilidad, hasta otras no relacionadas entre sí e incapaces de unirse, hay una graduación intermedia de plantas que forman una soldadura, pero con el tiempo muestran síntomas de desarreglo en la unión o en su hábito de crecimiento (Hartmann y Kester, 1994).

La incompatibilidad no tiene que aparecer inmediatamente después del injerto, sino que puede apreciarse en años posteriores. Como norma general es más fácil injertar cuando las plantas son jóvenes, si bien, parece que no aumenta la incompatibilidad si aumenta la edad (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

Existen diferentes síntomas de incompatibilidad que se pueden presentar al momento de practicar los injertos y se enlistan a continuación; A) alto porcentaje de fallas en los injertos, B) deformación en el punto de unión del injerto, C) amarillamiento de follaje, defoliación temprana. Declinación del crecimiento vegetativo, aparición de muerte en los tejidos periféricos de la púa y en general mala salud del árbol, D) falta notoria de crecimiento vegetativo, necrosis en tejidos periféricos de la púa, E) poco vigor comparado con otras plantas del mismo lote, F) muerte prematura del árbol, tanto en vivero como en campo definitivo, G) diferencias notorias entre el crecimiento del patrón y el injerto, H) tejido hipertrofiado en la unión del injerto, y por último y no menos importante I) ruptura en el punto de unión (Castaño-Charines *et al.*, 1989; Hartmann y Kester, 1994; Vidal-Hernández, 2002).

La aparición de forma aislada de uno o más de estos síntomas mencionados no implica que sea necesariamente incompatibles, algunos síntomas pueden resultar de la presencia de condiciones ambientales adversas, tales son falta de agua y nutrientes, ataque de insectos, enfermedades o malas técnicas empleadas; La incompatibilidad en las uniones de injertos implica la degeneración del floema y se puede reconocer por el desarrollo de la corteza de una línea de color negruzca o una zona necrótica y por consiguiente, en la unión del injerto se presentan restricciones al movimiento de carbohidratos, acumulación arriba y reducción abajo (Castaño-Charines *et al.*, 1989; Hartmann y Kester, 1994; Vidal-Hernández, 2002).

5.1 Tipos de incompatibilidad

Existen diferentes tipos de incompatibilidad, cada uno con distintos síntomas, que pueden reconocerse con experiencia y observación cuidadosa.

El síntoma de incompatibilidad más común es el hinchamiento de por encima del punto de unión y un sobrecrecimiento de la unión de la púa con respecto al portainjerto debido al bloqueo del floema, comúnmente se conoce como sobrecrecimiento. Este sobrecrecimiento aparece a veces durante el primer o segundo año después del injertado en pinos, pero con frecuencia no llega a ser evidente sino hasta los 4 ó 5 años o incluso después.

Las anormalidades del follaje suelen ser evidentes antes de que el crecimiento excesivo pueda observarse, en este caso las acículas u hojas, incluyendo las del año en curso, son por lo general pequeñas con puntas de color café. En la mayoría de las coníferas se observa una abundante exudación de resina en el follaje.

En los pinos, las acículas suelen agruparse paralelamente a la rama y disminuye en número, dándole al árbol una clara apariencia normal. Con frecuencia el follaje adquiere también una coloración general amarillenta o gris (Zobel y Talbert, 1988).

Los tipos de incompatibilidades las podemos encontrar por dos razones fisiológica y mecánica y en dos categorías la incompatibilidad localizada y la incompatibilidad traslocada.

5.1.1 Incompatibilidad fisiológica

Se produce cuando no existe un intercambio normal de enzimas y hormonas entre ambos. En la unión entre patrón e injerto, son filtradas, impidiendo su normal fluir por el conjunto vegetal. Puede darse el caso de que el patrón sintetice sustancias tóxicas para el injerto, provocando su muerte (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

5.1.2 Incompatibilidad mecánica

La unión entre los dos materiales vegetales no es fuerte y no soporta cargas, tales como el viento, provocando la rotura del árbol en los puntos de unión. La incompatibilidad se puede producir porque los crecimientos de los tejidos homólogos no sean iguales y consecuentemente las dimensiones de ambos lleguen a ser distintas (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

5.1.3 Incompatibilidad localizada

Incluye combinaciones en las cuales aparentemente las reacciones de incompatibilidad dependen del contacto actual entre el patrón y el injerto. Si se utiliza un patrón intermedio se elimina esta reacción. En este tipo de unión con frecuencia la estructura es mecánicamente débil, presentando una interrupción en la continuidad de los tejidos vasculares. Los síntomas externos se desarrollan con lentitud, presentándose en proporción al grado de alteración en el injerto. Debido a las dificultades de translocación a través del injerto finalmente las raíces mueren por agotamiento (Hartmann y Kester, 1994).

En este tipo de incompatibilidad es común encontrar en la unión de injerto masas de tejido parenquimatoso en vez de tejidos normalmente diferenciados, interrumpiendo la conexión vascular normal entre el patrón y el injerto. Tiene como características centrales; roturas típicas en la continuidad cambial y vascular, asociado a la presencia de tejido parenquimatoso no lignificado en la unión; es

evitada por el empleo de un intermediario compatible con la variedad y el patrón (Errea-Abad, 1991).

5.1.4 Incompatibilidad translocada

Este tipo de incompatibilidad se caracteriza porque sus síntomas, se manifiestan en hojas y brotes jóvenes, no se superan con la inserción de un intermediario compatible con ambos, debido a que una influencia lábil se transloca a través de él (Hartmann y Kester, 1994).

Las características morfológicas observadas en este tipo de incompatibilidad (necrosis en los tubos cribosos del floema, acumulación del almidón en la variedad, degeneración del floema) demuestran que estos acontecimientos se refieren a consecuencias más que la causa de incompatibilidad propiamente dicha. En consecuencia, en la unión de injerto se presentan restricciones al movimiento de carbohidratos: acumulación arriba y reducción abajo. Las combinaciones recíprocas pueden ser compatibles. Las causas deben buscarse más en el campo bioquímico que en el anatómico o fisiológico (Hartmann y Kester, 1994; Errea-Abad, 1991).

5.2 Factores que influyen en el éxito de la cicatrización y unión del injerto

La injertación pone en contacto los tejidos cambiales del patrón y del injerto, y estos forman tejidos vasculares que se unen estableciendo la conexión directa entre la púa y el patrón (Baraona y Sancho, 2000; Paredes-Rojas, 2010).

Sin embargo para tener éxito en los injertos es necesario que se cumplan diversos factores que pueden influir la cicatrización de la unión del injerto entre los que podemos encontrar tenemos los siguientes.

a) Incompatibilidad

Se refiere a la capacidad que presentan las plantas para producir con éxito una unión del injerto. Este problema puede presentarse entre plantas de diferentes

variedades pero de una misma especie, o entre plantas de diferentes especies de un mismo género. Las causas de la incompatibilidad son de origen genético (Baraona y Sancho, 2000).

b) Clase de la planta

Se refiere a las características propias de algunas especies, que a pesar de no presentar problemas de incompatibilidad, son difíciles de injertar (Baraona y Sancho, 2000).

c) Temperatura y humedad

Se requieren temperaturas moderadas ya que tiene un marcado efecto en la formación del tejido de callo; y una alta humedad relativa en torno al injerto (Baraona y Sancho, 2000; Saila, s/f).

Las células de parénquima que forman el tejido de callo son de pared delgada y muy sensible a la deshidratación, si se exponen al aire. Los contenidos de humedad del aire menores al punto de saturación, inhiben la formación de callo y aumentan la tasa de desecación de las células cuando disminuye la humedad. La presencia de una película de agua sobre la superficie de encajecimiento es más estimulante para la cicatrización que mantener al 100 % la humedad relativa. Las células muy turgentes son más capaces de dar un callo abundante que aquellas que están en condiciones de marchitez, por esta razón, los tejidos se protegen con cera de abejas y parafina, cinta de polietileno (Hartmann y Kester, 1994; Baraona y Sancho, 2000).

d) Oxígeno

Para la producción de tejido de callo es necesaria la presencia de oxígeno en la unión del injerto. La división y crecimiento de las células van acompañados de una

respiración elevada. Para algunas plantas puede bastar una tasa de oxígeno menor que la presente en el aire, pero para otras es conveniente que la ligadura del injerto permita el acceso del oxígeno a la zona de la unión (Hartmann y Kester, 1994).

e) Actividad de crecimiento del patrón

La actividad cambial se debe a un estímulo de auxinas y giberelinas producidas en las yemas en crecimiento. Si el patrón está en fase de reposo o crecimiento lento es más difícil la producción de cambium en el injerto. Cuando el patrón está hiperactivo (presión excesiva de las raíces) o hipoactivo, debe dejarse algún órgano por encima del injerto, que actúa de tira savias, el patrón debe estar en plena actividad para injertarlo (Hartmann y Kester, 1994; Baraona y Sancho, 2000).

f) Técnicas del injerto

Se debe de utilizar la técnica más adecuada para cada especie. El éxito de esta práctica cultural depende de la experiencia y habilidad manual del injertador. En el momento de realizar cualquiera de los tipos de injertos ya explicados, es indispensables que las yemas estén en reposo, bien desarrolladas, y sanas (Baraona y Sancho, 2000).

Si se pone en contacto sólo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente. Ya que las malas técnicas del injertado, pueden retrasar por algún tiempo la cicatrización, pero ya una vez que se logra, el crecimiento puede proseguir con normalidad (Hartmann y Kester, 1994; Baraona y Sancho, 2000).

g) Medidas fitosanitarias

La contaminación de las púas y el injerto con virus, insectos, hongos y/o bacterias son a menudo causa del fracaso de muchos injertos. Con el objeto de

evitar la contaminación con patógenos, las púas y el patrón deben mantenerse sanos y limpios de tierra. Las cuchillas de injertar se desinfectan con alcohol o formalina y los cortes se deben de realizar rápidamente tratando de no tocarlos con la mano (Hartmann y Kester, 1994; Baraona y Sancho, 2000).

h) Empleo de reguladores de crecimiento

En estudios de cultivo de tejidos se ha visto una relación entre la aplicación de reguladores de crecimiento, auxinas y kinetinas o la combinación de éstas con ácido abscísico, y la formación de callo. Hasta ahora no se han obtenido resultados prácticos con el empleo de estas sustancias en el injerto (Hartmann y Kester, 1994).

i) Condiciones ambientales en la fase posterior al injerto

Es necesario asegurar, durante la fase posterior al injerto, que no lleguen a marchitarse ni el patrón ni la variedad. El marchitamiento de la variedad se produce con extrema facilidad en el caso de injerto de púa. A la vez debe mantenerse una buena temperatura para que se produzca la soldadura del injerto.

5.3 Condiciones para el injertado

Hay seis reglas importantes que deben de tenerse en cuenta para el éxito del injertado Según (Saila, s/f):

- a) La variedad y el patrón deben de ser compatibles, es decir; han de poderse unir y formar una sola planta.
- b) La variedad y el patrón deben de proceder de un material vegetal sano, es decir; no han de presentar enfermedades y deben de estar libre de virus.
- c) El cambium, o zona generatriz (parte situada debajo de la corteza) del patrón y de la variedad deben de quedar en íntimo contacto.

- d) El injerto debe de hacerse en época oportuna, en que patrón y variedad se encuentren en estado fisiológico adecuado de actividad vegetativa. Cuando la corteza se separe con dificultad (está muy pegada) la época, por lo general no es muy oportuna.
- e) Inmediatamente después del injertado todas las superficies cortadas deben protegerse cuidadosamente, con cinta plástica, mástic o pasta protectora, para evitar la desecación e infección de los tejidos.
- f) Se debe de cuidar y vigilar los injertos hasta que la variedad crezca convenientemente. Han de suprimirse los rebrotes del patrón, tutorar el brote de la variedad.

6 DISCUSIÓN

La propagación vegetativa por medio del injerto se ha convertido en una de las herramientas principales del mejorador forestal ya que se mantienen las características genéticas, edad fisiológica y estado sanitario de la planta madre de la que procede es decir el ejemplar se perpetua tal como un clon; las características más significativas de la clonación se refiere a cómo todos los descendientes del clon tienen el mismo genotipo básico, de la población y tiende a ser fenotípicamente uniforme (Pina-Lorca, 2008).

Por lo general, toda la progenie de un clon tiene el mismo aspecto, tamaño, época de floración, época de maduración, haciendo con ello posible la estandarización de la producción y otros usos del cultivar, ya que tradicionalmente ha sido en silvicultura donde se ha aplicado esta técnica y su inclusión en huertos semilleros clonales, aunque en las últimas décadas se ha extendido su aplicación hacia la conservación de genotipos valiosos en bancos clonales para el establecimiento de plantaciones operacionales (Hartmann y Kester, 1994; Mesén, 1998).

Cabe destacar que la propagación vegetativa no es una técnica de mejoramiento para producir genotipos mejorados, si no es una técnica para multiplicar genotipos deseables (López, 2005).

La principal ventaja de injertado es el empleo de material vegetativo adulto que permite a las plantaciones entrar en producción de semilla en poco tiempo, frente a la fase de espera de veinte a treinta años en caso de pinares jóvenes sin injertar, ya que éstos no alcanzan con anterioridad la madurez sexual y una producción apreciable de semilla (Mutke-Regneri y Díaz-Balteiro, s/f; Castaño-Charines *et al.*, 1989; Mutke-Regneri, 2005).

Como se puede apreciar en la presente monografía, existe una considerable cantidad de tipos y formas de injertos, las cuales se pueden adaptar y utilizar a las distintas especies ya sean frutícolas, hortícolas o forestales (Castaño-Charines *et al.*, 1989).

Sin embargo, diferentes autores coinciden en que los injertos en los pinos son viables y se justifica su elaboración, pese que los costos producidos son altos; se han obtenido resultados favorables en patrón de *Pinus patula* con *P. patula* en vivero con la técnica lateral y tiene una sobrevivencia de 72% y patrones similares solo cambiando la técnica de lateral a terminal presenta un 82% de sobrevivencia, cuando el patrón es de *Pinus patula* con *P. douglasiana* y de *Pinus patula* con *P. pseudostrobus* en vivero y terminal se obtiene un 69 y un 80% de sobrevivencia respectivamente (Villaseñor y Carrera, 1980).

Ahora cambiando la especie y continuando con la misma técnica terminal y teniendo de especies hipobiontes a *P. halepensis* Mill, *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arnd., *P. sylvestris* L., *P. sabiniana* Doug., *P. poderosa* Law., *P. heffreyi* Grev. Y Balf y como única especie epibionte a *P. sabiniana* Doug, se obtienen los siguientes porcentajes de sobrevivencia en patrón a raíz desnuda y en patrón de bolsas de polietileno tereftalato (PET) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de sobrevivencia en patrón a raíz desnuda y en patrón de bolsas de PET con técnica terminal (Laurizán, 1993).

Patrón a raíz desnuda	Patrón en bolsas de PET
78.3	b [†]
55.8	31.7
84.2	80.9
b [†]	77.5
90.8	45.0
89.2	31.7
60.0	93.4

b[†]. Son los injertos que no se realizaron

En *Pinus elliottii* y *Pinus halepensis* Mill como patrón y usando de púa a *Pinus elliottii* y *Pinus halepensis* Mill, con la técnica de fisura terminal en vivero se obtiene un 56.55% de sobrevivencia y en invernadero se obtiene un 98.5% de sobrevivencia, lo que indica que es la mejor técnica y aún si los ponemos en ambientes controlados se pueden mejorar los porcentajes de éxito (Ortega-Cabrera y Orta-González, 2005).

Con la misma técnica pero ahora utilizando a *Pinus pseudostrobus* Lindl. de patrón y púa se obtiene un porcentaje de sobrevivencia de 67 % que está dando como resultado más de la mitad de prendimiento de los injertos puestos (Sáenz-Reyes *et al.*, 2011).

La mejor técnica que se ha obtenido para coníferas es la de hendidura (también conocida injerto de sustitución de la guía terminal, injerto de hendidura diametral, injerto de cuña o hendidura, injerto de fisura terminal e injerto de hendidura lateral) seguido del enchapado lateral (Dorman, 1976; Carrera-García, 1977; Villaseñor y Carrera, 1980; Castaño-Charines *et al.*, 1989; Francis, 1992; Clements, 1994).

Aunque cabe señalar que es necesario el desarrollo de más experimentos y considerar otro tipo de variables, así como otras condiciones climáticas también evaluar otro tipo de especies de coníferas, para garantizar la permanencia de especies que son altamente heterocigóticas y que su mejor forma de propagación es la vegetativa por medio de injertos ya que las estacas no superan los resultados en los injertos, al respecto en coníferas se han desarrollado pocos estudios (Ramos-Vilches, 2004).

Nos encontramos frente al reto del desarrollo de la injertación serial que consiste en tomar material fisiológicamente adulto de la copa del árbol seleccionado e injertarlo en patrones juveniles originados de semilla de la misma especie. Cuando el injerto crece se vuelve a tomar material de este y se injerta nuevamente en un patrón juvenil, el ciclo se repite hasta rejuvenecer el material y pueda ser utilizado para la propagación masiva, este método es muy laborioso y poco utilizado (Mesén, 1998).

7 LITERATURA CITADA

- Baraona, C. M; y B. E. Sancho. 2000. Fruticultura general. Fruticultura I. 2 Ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica. 165 p. [Fecha de consulta: 22 de Marzo 14]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=f5xzygrk4wic&pg=pa73&dq=principales+tipos+de+injertos+en+plantas&hl=es&sa=x&ei=pmktu6fxi8l1oatwtodyca&ved=0cdiq6aewag#v=onepage&q=principales%20tipos%20de%20injertos%20en%20plantas&f=true>
- Barrio-Anta. M; Castedo-Dorado. F; Majada-Guijo. J; Hevia-Cabal. A. 2008. Manual básico de la poda y formación de los árboles Forestales. Mundi Prensa; México. pp. 174-175. [Fecha de consulta: 22 de Marzo 14]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=YaUSAQAAQBAJ&pprintsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&=false>
- Barla, R. G. s/f. Un diccionario para educación ambiental. Uruguay. 264 p.
- Barner, H; Ditlevse, B; Olesen, K. 1995. Introducción al mejoramiento genético forestal. *In*: Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Tomo I. Jara, N.L.F. (Ed y Comp). Turrialba, Costa Rica, 1995. CATIE. 19-42 pp. [Fecha de consulta: 31 enero 2014]. disponible en: http://books.google.com.mx/books?id=zcwoaqaaiiaaj&pg=pr3&lpg=pr3&dq=h.+barner,+b.+ditlevsen+y+k.+olesen.+introducci%c3%b3n+al+mejoramien+to+genetico+forestal&source=bl&ots=ijfaz0wst&sig=m8ar26xnkq5qbrfr4diagzsytw&hl=es&sa=x&ei=q9xruv_ybtkayghy1idibg&ved=0ccoq6aewaa#v=onepage&q=h.%20barner%2c%20b.%20ditlevsen%20y%20k.%20olesen.%2

0introducci%c3%b3n%20al%20mejoramiento%20genetico%20forestal&f=true

Bermejo B., V. y J. B Pontones. 2000. Los pinos mexicanos y su utilización como especies introducidas de alto potencial en varios países del mundo. *In: Il Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina*. 18-22 de octubre de 1999. Santo Domingo, República Dominicana. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 249-254. Fecha de consulta: 29 Enero 2014]. Disponible en: http://books.google.com.mx/books?id=etooaqaiaaj&pg=pt247&dq=eguiliz,+p.t.+1988.+distribucion+natural+de+los+pinos+en+m%c3%a9xico.+centro+de+genetica+forestal,+a.c.+nota+tecnica+no.+16+pp.+chapingo+mexico.%20&hl=es&sa=x&ei=jqm_ub2metbf4apfydicq&ved=0cc8q6aewaa#v=onepage&q&f=false

Calderón, A. E. y Aleixandre, J.L. 1985. Manual de injertación de árboles frutales de hoja caduca. Colegio de postgraduados. CEICADAR. México. 50 p.

Campos-Bedolla., P., Sanmartí., Torres., Mingo., Fernández., Boixaderas., De la Rubia., Pintó y Gullán. 2003. *Biología1*. 1ra Edición. México. pp. 99. Fecha de consulta: 30 Enero 2014]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=gvvx46dj9xqc&pg=pa105&dq=biodiversidad+en+mexico&hl=es&sa=x&ei=x2zzupogc9xksqsliloag&ved=0cc8q6aewaa#v=onepage&q=biodiversidad%20en%20mexico&f=true>

Carrera-García, Ma. V.S. 1977. La propagación vegetativa en el género *Pinus*. *In: Ciencia Forestal - Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF)*. México.- Publicación bimestral.- Trabajo de editorial: Subdirección de Técnicos de Apoyo: Oficina Editorial.- Impreso en el taller del INIF.- Av. Progreso No. 5. Coyoacán 21, DF. pp. 3-29.

Castaño-Charines, J.R.; Estirado-Oliet, M.; Abellanas-Oar, B.; Butler-Sierra, I.; Cosana-Porras, I.; Luengo-Benavent, J.; García-Sanz, J.; Candela-Plaza. J.A. 1989. Puesta en valor de los recursos forestales mediterráneos, el

injerto de pino piñoneo (*Pinus pinea*). Consejería de medio ambiente. Junta de Andalucía. pp. 93-146.

Clements C. L. 1994. Huertos semilleros. *In*: Manual de Mejoramiento Genético Forestal con referencia especial a América Central. Cornelius J.P.; J.F. Mesén.; E.A. Corea. 1994. CATIE. pp 103-126. [Fecha de consulta: 12 Febrero 2014]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=lt4oaqaaiaaj&pg=pa103&dq=huertos+semilleros&hl=es&sa=x&ei=e93vuurnnoyjogtkzig4bq&ved=0ceiq6aewba#v=onepage&q=huertos%20semilleros&f=false>

Comisión Nacional para el uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2008. “La diversidad biológica en México: Estudio de País”. [Fecha de consulta: 04 febrero 2014]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html

Cornelius J. 1998. Introducción al mejoramiento genético forestal. *In*: Selección y manejo de fuentes semilleras en América Central y República Dominicana. F.J. Jara. Comp. Turrialba, C.R.: CATIE. Turrialba, costa Rica. pp. 9-17. [Fecha de consulta: 03 Febrero 2014]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=m8cg5gfge54c&pg=pa16&dq=huertos+semilleros&hl=es&sa=x&ei=e93vuurnnoyjogtkzig4bq&ved=0cdmq6aewa#v=onepage&q=huertos%20semilleros&f=true>

Cornelius, T. y L. G. Ugarte. 2010. Introducción a la genética y domesticación forestal para la agro-forestería y silvicultura, Lima, Perú. Centro municipal para la agro-forestería. (ICRAF). pp. 92-124.

Cubero, J. I. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal. 2 Ed. México, D.F. 533 p. [Fecha de consulta: 19 Febrero 14]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=r7bbem3uq2kc&pg=pa465&dq=arboles+selectos+para+huertos+semilleros&hl=es&sa=x&ei=n9ceu6arf8mf2qzxmyhqaq&ve>

d=0ceuq6aewaa#v=onepage&q=arboles%20selectos%20para%20huertos%20semilleros&f=true. ISBN: 84-8476-099-5.

Dorman, K. W. 1976. The Genetics and Breeding of Southern Pines. Cap. 4. U.S. Department. Of Agriculture Forest Service. Agriculture band book, No. 471. pp 65-88.

Enríquez, A. G. 1985. Curso sobre el cultivo del cacao. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 116, 120-122. [Fecha de consulta: 18 Febrero 2014]. http://books.google.com.mx/books?id=eZgOAQAIAAJ&pg=PA117&dq=materiales+para+injertar+plantas+y+arboles&hl=es&sa=X&ei=metvU_SYH9W0sQS8hoG4DQ&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=materiales%20para%20injertar%20plantas%20y%20arboles&f=true

Errea-Abad, M. P. 1991. Compatibilidad de injerto en albaricoquero (*P. armeniaca* L.) anatomía y bioquímica de uniones compatibles e incompatibles. Licenciada en ciencias biológicas. Universidad de Navarra. 174 p.

Flores-López. C. 2000. Establecimiento de rodales y áreas semilleras en el estado de Chihuahua. *In*: II Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. 18-22 de octubre de 1999. Santo Domingo, República Dominicana. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 53-60. [Fecha de consulta: 18 Febrero 2014]. Disponible en: http://books.google.com.mx/books?id=etooaqaaiaaj&pg=pt247&dq=eguiluz,+p.t.+1988.+distribucion+natural+de+los+pinos+en+m%c3%a9xico.+centro+de+genetica+forestal,+a.c.+nota+tecnica+no.+16+pp.+chapingo+mexico&hl=es&sa=x&ei=jqm_ub2metbf4apfydicq&ved=0cc8q6aewaa).

Flores-López. C. 2001. Árboles selectos de *Pinus arizonica* Engelm en el estado de Chihuahua, México. *In*: Revista forestal Latinoamérica. Vol. 16. No. 30. Manuel. B.M (Ed). Mérida-Venezuela. Del 8 al 12 de Octubre, 2001. IFLA. pp. 51-65.

- Francis, John K. 1992. *Pinus caribaea* Morelet. Caribbean pine. SO-ITF-SM-53. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 10 p.
- Gallardo, M. J y J. Gallardo, P. 1991. Cinco estudios sobre injertos en pino piñonero. *In: Ecología*. No. 5. ICONA, Madrid. pp. 197-209.
- Gil, L. y Abellanas, B. 1989. La mejora genética del pino piñonero. Montes. Revista de ámbito Forestal. 21. 12 p.
- Gil, S. L., V. Pérez B. y J. Palomar. 1987. El injerto en los pinos. Hoja divulgadoras 20/86 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) Madrid. 24 p.
- Hartmann H. T. y Kester D.E. 1994. Propagación de plantas; Principios y Prácticas. Ed. Continental, S.A de C.V. Séptima reimpresión México. 760 p.
- Hernández, M; Zamora, T; Hernández, B. 2008. Injertos. El mercadillo informa. Hoja divulgativa. N°. 20. 4 p.
- Huanca-Apaza, W. L. s/f. Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación. Universidad Nacional del Antiplano Puno. Perú. 33 p.
- Granhof. J. 1991. Propagación masiva de material mejorado (2) huertos semilleros: conceptos, diseños y papel en el mejoramiento genético forestal. *In: Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales*. Tomo II. Jara N. L.F. Turrialba, C.R.: CATIE (Ed, comp.). Costa Rica. 19-54 pp. [Fecha de consulta: 1 Febrero 2014]. Disponible en: [http://books.google.com.mx/books?id=wtpc2vjpsl0c&pg=pa19&lpg=pa19&dq=humlebaek,+dinamarca.+noviembre+1991.+propagacion+masiva+de+material+mejorado+\(2\)+huertos+semilleros:+conceptos+dise%c3%b1os+y+papel+en+el+mejoramiento+genetico+forestal&source=bl&ots=ohiqvel_0c&sig=fodtrdqyqciw0bmosp1v1ekfvli&hl=es&sa=x&ei=centurltpopu2awbj4hodg&ved=0ccgq6aewaa#v=onepage&q&f=true](http://books.google.com.mx/books?id=wtpc2vjpsl0c&pg=pa19&lpg=pa19&dq=humlebaek,+dinamarca.+noviembre+1991.+propagacion+masiva+de+material+mejorado+(2)+huertos+semilleros:+conceptos+dise%c3%b1os+y+papel+en+el+mejoramiento+genetico+forestal&source=bl&ots=ohiqvel_0c&sig=fodtrdqyqciw0bmosp1v1ekfvli&hl=es&sa=x&ei=centurltpopu2awbj4hodg&ved=0ccgq6aewaa#v=onepage&q&f=true)

- Laurizán. 1993. *Pinus sabiana* Dougl. Alternativa Productora de Piñón Combustible y compatibilidad de injertado sobre diversos patrones. *In:* Congreso Forestal Español. Ponencias y Comunicaciones. Tomo. II. pp.498-501.
- Lombardi, Y. I. y Nalvarte, A. W.2001. Establecimiento y manejo de fuentes semilleras, ensayos de especies y procedencias forestales, aspectos técnicos y metodológicos. Escuela Nacional de Ciencias Forestales; Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Proyecto PD 8/92 Rev. 2 (F), “Estudio de crecimiento de especies nativas de interés comercial en Honduras (PROECEN)”, ESNACIFOR-OIMT. Revisores: Carlos H. Sandoval y José Armando Ramirez. Lancentilla. Tela, Honduras. 75 p.
- López, L. M.A. 2005. Huerto semillero y banco clonal de *Pinus douglasiana*. Ciclo económico forestal. PRODEFO de Jalisco. 57 p.
- Martínez. M. 1948. Los pinos Mexicanos. Ediciones Botas. 2ª Ed. 361 p.
- Maya-Álvarez, M.A. s/f. UF0011: Poda en injerto de frutales. Certificado de profesionalidad. AGAFO108-Fruticultura. Innovación y cualificación SL. 242 p. [Fecha de consulta: 24 de Marzo 14]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=mtxxagaaqbaj&pg=pt52&dq=tipos+d e+injertos+en+arboles&hl=es&sa=x&ei=1bcwu5m0gunv2qwfs4cacg&ved=0cc0q6aewaa#v=onepage&q=tipos%20de%20injertos%20en%20arboles&f=true>
- Mesén, F. 1996. Establecimiento y manejo de fuentes semilleras. *In:* Mejoramiento genético, selección y manejo de fuentes semilleras y de semillas forestales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 14-26. [Fecha de consulta: 03 Febrero 2014]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=keanaqaaiaaj&pg=pa27-ia1&dq=huertos+semilleros&hl=>

es&sa=x&ei=e93vuurnnoyjogtkzig4bq&ved=0cewq6aewbg#v=onepage&q=huertos%20semilleros&f=true

Mesén, F. 1998. Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Serie Técnica. Manual Técnica No. 30. Turrialba. CR.CATIE. Proyecto de semillas Forestales-PROSESOR. 36 p. [Fecha de consulta: 08 Mayo 2014]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=l9ioaqaiaaj&pg=pp4&lpg=pp4&dq=mesen,+f.+1998.+enraizamiento+de+estacas+juveniles+de+especies+forestales:+uso+de+propagadores+de+subirrigaci%3%b3n.+manual+t%3%a9cnico+n%2%ba+30.+catie.+turrialba,+costa+rica.+36+p.&source=l&ots=3ndtci-433&sig=ycqlfns3fewaw2nhc8kitmieel4&hl=es&sa=x&ei=hibru6vxjy6myateqihyba&ved=0cd8q6aewaw#v=onepage&q=mesen%2c%20f.%201998.%20enraizamiento%20de%20estacas%20juveniles%20de%20especies%20forestales%3a%20uso%20de%20propagadores%20de%20sub-irrigaci%3%b3n.%20manual%20t%3%a9cnico%20n%2%ba%2030.%20catie.%20turrialba%2c%20costa%20rica.%2036%20p.&f=true>

Mondragón, J. C; M. R. Fernández. M.; S. Pérez. G., 2001. Propagación de plantas de durazno, chabacano y manzano. INIFAP. SAGARPA. Guanajuato. 23 p.

Moreno V., Mercadet A y Antón M. 1986. Principios del mejoramiento genético forestal. *In*: Genética y mejoramiento genético arbóreo. Noda-Jiménez, A.L., Moreno V., González-Roque, A., Álvarez-Brito, A., Mercadet A., Antón M y Pérez-Santana, M. Avenida del bosque no. 168 (Ed). Nuevo Vendado, La Habana Cuba. Centro Universitario del Pinar del Río. Ministro de Educación Superior. pp. 217-297.

Muñoz-Flores, H.J.; Orozco-Gutiérrez, G.; Coria-Avalos, V.M.; Muñoz-Vega, Y. Y.; García-Magaña, J. 2011. Manejo de un área semillera de *Pinus pseudostrobus* lindl. y *Abies religiosa* (H.B.K.) *Schltl. et Cham.* y selección

de árboles superiores en Michoacán, México. *Foresta Veracruzana*, Vol. 13. No. 2. pp. 28-36.

Mutke-Regneri. S y L. Díaz-Balteiro. s/f. Plantaciones injertadas de *Pinus pinea* posible impacto de los programas de deforestación de tierras agrarias. 6. p.

Mutke-Regneri. S. 2005. Modelización de la arquitectura de copa y de la producción de piñón en plantaciones clonales de *Pinus pinea* L. Tesis profesional. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes Universidad Politécnica de Madrid. 95 p.

Napoleón I. J; M.A. Cruz. V. 2005. Ministerio de agricultura y ganadería. Programa Nacional de Frutas de el Salvador. Guía técnica de semilleros y frutales. IICA. FRUTAL-ES. 36. p. [Fecha de consulta: 22 de Marzo 14]. Disponible en: http://books.google.com.mx/books?id=1cyoqaaiaaj&pg=pr27&lpg=pr27&dq=materiales+para+y+herramientas+para+njertar&source=bl&ots=r3ubpczy6c&sig=vgky4bx__wc-ksyhmjbbfdxuznw&hl=es&sa=x&ei=g1yru_axhsnb2wxq6ohqcg&ved=0cfgq6aewbtgk#v=onepage&q=materiales%20para%20y%20herramientas%20para%20injertar&f=true

Neves-Carneiro, A; Hall d'Alpuim, M.S; Augusta-Vacas de Carvalho, M. 2007. Manual Ilustrado de Enxertia do Pinheiro Manso. Estação Florestal Nacional. Quinta do Marquês, Av. da República, 2780-159 Oeiras. Ed. 41 p.

Orozco R. N. J.; Orozco-Díaz, A.; Patiño-Ayala, E. 2009. Injertado de especies para la producción de árboles de navidad: *Pseudotsuga macrolepis* Flous y *Pinus ayacahuite* var. *veitchii* Shaw, en Zapopan, Jalisco, México. FIPRODEFO. Guadalajara, Jalisco, Méx. 33 p.

Ortega-Cabrera. C. y V. Orta-González, R. 2002. Reproducción asexual de *Pinus arizonica* Engelm. y *Pinus durangensis* Martinez. Mediante la técnica de injerto. Fichas Tecnológicas por especie producto. Desplegable Técnica no. 2. INIFAP. *In*: Programa de mejoramiento genético forestal del estado

- de Chihuahua. 2005. Centro de investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Madera. pp. 79-80.
- Ortega-Cabrera, C. y V. Orta-González, R. 2003. Propagación vegetativa de dos especies de pino por el método de injerto. Desplegable Técnica no. 2. INIFAP. *In*: Programa de mejoramiento genético forestal del estado de Chihuahua 2005. Centro de investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Madera. pp. 55-56.
- Ortega-Cabrera. C. y V. Orta-González, R. 2005. Programa de mejoramiento genético forestal del estado de Chihuahua. Centro de investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Madera. pp. 1-35.
- Palomar-Palomar. J. y García-Rojo. J. 1993. El injerto en los pinos: una nueva variante. Montes. No. 32. pp. 27-31.
- Paredes-Rojas. O. 2010. Propagación vegetativa por injerto de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart). Bajo condiciones controladas en pacullpa Perú. 154 p.
- Pérez S., C. Balbuena G., E., y Bermejo P. J.M. 2003. El pino piñonero. *In*: La agricultura y la ganadería extremeñas. Caja de Badajoz Ed. España. 2004. 341p.
- Pérez-Santana. M. y Noda-Jiménez, A.L. 1986. Sistemas de reproducción de plantas. *In*: Genética y mejoramiento Genético arbóreo. Noda-Jiménez, A.L., Moreno V., González-Roque, A., Álvarez-Brito, A., Mercadet A., Antón M y Pérez-Santana, M. Avenida del bosque no. 168 (Ed). Nuevo Vendado, La Habana Cuba. Centro Universitario del Pinar del Río. Ministro de Educación Superior. pp. 195-216.
- Pina-Lorca, J.A. 2008. Propagación de plantas. Universidad Politécnica de Valencia. 413 p.

- Programa Nacional de Semillas (PNF). 2001. Norma para la certificación de semillas de especies forestales. Bolivia. 10 p.
- Ramos-Vilches, M. A. 2004. Propagación vegetativa de *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. A través de estacas. Tesis profesional. Universidad de Chile. Facultad de ciencias forestales. Santiago-Chile. 98 p.
- Rojas-García S; J. García-Lozano; M. Alarcón-Rojas. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies Amazónicas. Corpoica. RCMADR. PRONATTA. 57. p. [Fecha de consulta: 25 de Marzo 14]. Disponible en: http://books-google.com.mx/books?id=_kuqr9h8ac&dq=incompatibilidad+de+injertos&hl=es&sa=x&ei=ye0xu5sinaqqsasxhydaaw&ved=0cc4q6aewaa#v=onepage&q=incompatibilidad%20de%20injertos&f=true
- Sáenz-Reyes, J.T.; Muñoz-Flores, H.J.; Rueda-Sánchez, A. 2011. Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. INIFAP. Uruapan, Michoacán. 213 p.
- Saila. N. s/f. Injerto en frutales. Dpto. de Agricultura. 20 p.
- Saldias. P. M.G. s/f. Jardinería en Chile. Escuela de Arquitectura de Paisaje. Ed. FAUP. Chile. 258 p.
- Sarukhán. J. 2010. Biodiversidad de México: pasado, presente y futuro. Peace Corps, México. Querétaro, Qro. CONABIO. 57.p.
- SEMARNAT. 2013. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México. 382 p.
- Serrano E.G. 2002. Contribución al conocimiento del México forestal. Notas, Revista de Información y análisis, 22:7-14.

Sonnleitner G. y Ausbildungsstätte-Ossiach. F. 1984. Selección de árboles en operaciones de aclareo extracción de árboles individuales en bosques secundarios. *In: La explotación maderera en los bosques de montaña.* Heinrich. R. (Recop. y Ed). Tercer informe de capacitación FAO/Austria sobre carreteras forestales y aprovechamientos en bosques de montaña. Ossiach y Ort, Austria. 231-238 pp. Fecha de consulta: 03 Febrero 2014]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=ttqnsqhwys&pg=pa234&dq=arboles+selectos&hl=es&sa=x&ei=rqhwuqthktgdogswqigodq&ved=0cdaq6aewa#v=onepage&q=arboles%20selectos&f=true>

Sotolongo-Sospedra, R; Geada-López, G; Cobas-López, M. s/f. Mejoramiento genético forestal. 52 p. [Fecha de consulta: 1 Febrero 2014]. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Mejoramie nto%20Genetico%20Forestal.pdf.

Style T.B. 1993. Genus *Pinus*: A Mexican Purview. *In: Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution.* T.P.Rammmoorthy; Robert Bye; John Fa (Ed). New York, EUA. pp. 397-417.

Tamaro, D; Caballero, A. 1974. Tratado de fruticultura. 4 ta Ed. Italiana. Gili, G. Ed. Barcelona. 939 p.

Vázquez-Victoria. A. 2001. Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia. Universidad de Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal IBAGUE-TOLIMA. Colombia. 304 p.

Vidal-Hernández, L. 2002. Aislamiento y cuantificación de catequinas involucradas con la incompatibilidad en injertos de Guanabano (*Annona muricata* L. Doctorado en ciencias área biotecnología. Universidad de Colima, Tecomán Colima, México. 146 p.

Villaseñor R. R y; Ma. V. Carrera G. 1980. Tres ensayos de injerto en *Pinus patula* Schl. et Cham. *In. Ciencia Forestal.* Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF). México. Publicación bimestral. Trabajo

editorial: subdirección de servicios técnicos de Apoyo: Oficina Editorial.
Impreso en el taller del INIF. pp. 23-36.

Zobel B. y J. Talbert 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Traducido por Guzmán O. M. Limusa. México. 545 p.

8 GLOSARIO

Este glosario se basó en los trabajos de Castaño-Charines *et al.* (1989), López (2005); Barla (s/f) y Saldias (s/f).

Autoplástico: patrón e injerto provenientes del mismo individuo. Además es el tejido encargado de realizar la cicatrización de las heridas formando el callo cicatrizante y el responsable de que se produzca la unión de los tejidos en el injerto. La madera o xilema está formada por células alargadas muertas que forman unos tubos conductores por los que asciende la savia bruta.

Braquiblasto: Ramilla de crecimiento limitado y entrenudos muy cortos; sustitución a espolón corto, portador de un penacho de hojas, que está presente junto con ramas normales en algunas plantas.

Callo: masa de células parenquimáticas, que se desarrolla en una superficie cortada. Ocurre en la unión de un injerto, originándose de las células del vástago y del pie. La producción e interconexión de estas células constituye uno de los pasos más importantes en la formación del callo que dará como resultado un injerto exitoso.

Cambium de la corteza: capa de células meristemáticas ubicada entre la corteza (floema) y la parte interior (xilema) de las plantas. Las células meristemáticas están en continua división, originando así nuevas células. II. Es una línea muy fina de tejido meristemático cuya función es de ir formando corteza hacia el exterior y por tanto haciendo que esta valla creciendo en espesor.

Cambium vascular: es una fina capa de tejido meristemático que se sitúa entre el líber y el xilema. Es la capa generadora de dichos tejidos conductores, causante del crecimiento en espesor del árbol. Cada año produce un nuevo anillo de xilema al interior del árbol y líber o floema hacia el exterior. Su actividad depende de las condiciones del medio y del estado fitosanitario del árbol.

Clon: conjunto de individuos procedentes de otros reproducidos asexuales o agámicamente. La información genética es la misma en cada una de ellos

Compatible: indica que el injerto y el porta injerto se han unido exitosamente y continúan creciendo como una sola planta.

Corteza: tejidos ubicados en la parte externa del cambium vascular. La parte viva del árbol, ésta se separa fácilmente de la madera del árbol cuando está vivo y sano y que rodea a toda la planta a manera de guante.

Epibionte: es el que se trasplanta sobre el patrón y a partir de sus yemas dará lugar a la parte superior del conjunto.

Evetría: (*Rhyacionia buoliana* Den. et SCHIFF) es un insecto que provoca la destrucción de las yemas de los pinos. Si el ataque afecta a la guía terminal y ésta muere, provoca grandes pérdidas económicas debido a que da lugar a fustes bifurcados, o pies achaparrados con porte inadecuado para producción de madera de calidad. Incluso si la guía terminal no muere, al intentar recuperar la verticalidad en los años siguientes, origina una fuerte curvatura del fuste (deformación del tronco en bayoneta), que devalúa mucho la producción del árbol.

Fenotipo: es el resultado de la información entre el medio y el genotipo que da lugar al conjunto de caracteres que son perceptibles de cada individuo para cada medio determinado.

Genotipo: es la información genética de un individuo. Se divide en latente o expresada.

Heteroplástico: si ambos vegetales son de especies distintas.

Hipobionte: es la parte que aporta al sistema radical al conjunto.

Homoplástico: si ambos son de vegetales de la misma especie.

Incompatible: plantas que sus partes no formarán una unión permanente cuando son injertadas juntas.

Injertar: es un método de propagación usado para conectar un vástago de una planta a otra en crecimiento, llamada pie o patrón, de manera que las capas de cambium queden en contacto, y de esa manera se forme una unión y crezcan juntas.

Injerto o epibionte: es el que se trasplanta sobre el patrón y a partir de sus yemas dará lugar a la parte superior del conjunto.

Injerto: planta terminada resultante de la unión entre un determinado vástago y un determinado pie.

Líber: Está constituido por una capa de células alargadas que terminan formando vasos conductores llamados liberianos por los que circula la savia elaborada.

Ortet: es el árbol donante del material vegetal con el que se injertará sobre el patrón.

Patrón o hipobionte: es el que aporta al sistema radical al conjunto.

PET: (polietilen tereftalato) es un polímero plástico que se obtiene mediante un proceso de polimerización de ácido tereftálico y monoetilenglicol. Es un polímero lineal, con un alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado.

Pie/Patrón: Porción basal de una planta injertada que posee las raíces y sostiene al vástago. Puede obtenerse a partir de semillas, gajos enraizados o por micro propagación.

Ramets: es el conjunto formado por epibionte (púa) e hipobionte (patrón) para cada uno de los clones. En los injertos las púas procedentes del mismo pie darán lugar a tantos ramets como patrones utilizados para ese clon.

Unión: punto donde el vástago y el pie se unen.

Vástago: porción corta del tallo que al unirse al patrón formará la parte superior del injerto, de la cual crecerá el tallo y ramas de la planta injertada. Esta debe ser libre de enfermedades y de un cultivar deseado.