

INJERTACIÓN EN FRUTALES: CONTRIBUCIÓN EN FISIOLOGÍA VEGETAL

MSC.ING. HÉRIKSON ÁLVAREZ LÓPEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN

JAÉN-2019

TABLA DE CONTENIDO

MANUAL

PRESENTACIÓN	4
ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA DE INJERTACIÓN EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA	5
IMPORTANCIA DEL INJERTO EN PLANTAS	8
I. PROPAGACIÓN VEGETATIVA	10
A. INTRODUCCIÓN	10
B. INJERTO	10
II. OBJETIVOS DE INJERTACIÓN	11
A. OTROS MOTIVOS PARA INJERTAR	11
III. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INJERTACIÓN	12
A. VENTAJAS DE LA PROPAGACIÓN POR INJERTOS	12
B. DESVENTAJAS DE LA PROPAGACIÓN POR INJERTOS	13
IV. TIPOS DE REPRODUCCIÓN EN PLANTAS	14
A. REPRODUCCIÓN SEXUAL	14
• PROCEDIMIENTO EN LA REPRODUCCIÓN SEXUAL DE LAS PLANTAS	15
B. REPRODUCCIÓN ASEJUAL POR INJERTOS	16
C. PROPAGACIÓN VEGETATIVA NATURAL	17
D. PROPAGACIÓN VEGETATIVA ARTIFICIAL	17
E. ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL INJERTO	18
• FORMACIÓN DE LA UNIÓN DE INJERTO	18
V. REQUERIMIENTOS PARA LA INJERTACIÓN EN FRUTALES	19
A. PRODUCCIÓN DE PLANTONES PARA USO COMO PORTAINJERTOS	19
B. PARTES DE UN INJERTO	22
• PATRÓN, PIE O PORTAINJERTO	22
• LA COPA O INJERTO	23
• PUENTE O PATRÓN INTERMEDIO	23
C. EFECTOS DEL PATRÓN SOBRE EL INJERTO	24
D. RELACIONES ENTRE PATRÓN E INJERTO	25
E. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LOS INJERTOS	31
F. DESARROLLO DEL INJERTO	32
VI. TÉCNICAS DE INJERTACIÓN	35
A. TIPOS DE INJERTOS	35
a. INJERTO POR APROXIMACIÓN	35
b. EL INJERTO DE APROXIMACIÓN EN SÍ	36
c. EL INJERTO DE APROXIMACIÓN EN LENGÜETA O INJERTO INGLÉS	36
d. INJERTOS DE YEMA	37

• DE ESCUDETE, EN “T” NORMAL Y “T” INVERTIDA	37
• TIPO PARCHE	39
• TIPO ASTILLA O CHIP	39
e. INJERTO DE PÚA DE VARIAS YEMAS	41
• HENDIDURA	41
f. LATERAL EN GUÑA	43
g. DE CORONA O CORTEZA	43
h. ENCHAPADO O INJERTO DE CHAPA	44
i. LOS MÉTODOS DE APLICACIÓN EN OTRAS ESPECIES VEGETALES	45
j. INJERTOS PARA CONÍFERAS	47
k. INJERTOS MÁS UTILIZADOS	49
VII. MATERIALES PARA LA REALIZACIÓN DEL INJERTO	51
VIII. HERRAMIENTAS PARA LA REALIZACIÓN DEL INJERTO	52
IX. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE INJERTACIÓN	54
X. INJERTOS Y PORTAINJERTOS EN FRUTICULTURA	55
XI. BIBLIOGRAFÍA CITADA	56
XII. GLOSARIO	57
XIII. ANEXO. MATERIAL AUDIOVISUAL DE CONTRASTACIÓN Y SOPORTE.	

PRESENTACIÓN

La injertación en frutales es un método de multiplicación de plantas de alto interés económico en diversos sistemas agroforestales del Perú y el mundo, se conocen diversas técnicas de injerto en fruticultura, así como en plantas ornamentales y de interior.

En el año de la presente publicación, se cuenta con el banco de germoplasma de cacao en Jaén, por ello se realiza la completa compilación del manual de injertación en frutales, contribución en fisiología vegetal, en cacao, cítricos, mango y palto, en una primera entrega.

Buscando estudiar dichos cultivos y realizar trabajos de mejoramiento genético para la identificación y obtención de nuevos individuos de mayor producción, resistentes o tolerantes a plagas y/o enfermedades. La Universidad Nacional de Jaén, con el apoyo de la vicepresidencia de investigación tiene proyectado publicar más volúmenes de injerto de plantas en otras especies, con la finalidad de contribuir en la conservación, mejoramiento genético y uso de la variabilidad del cacao, cítricos, palto, mango y otros cultivos de la región. Los cultivos nativos o poblaciones de plantas y frutos que se encuentran en condiciones in situ, en estado silvestre o domesticado y cuyo proceso de mejora se ha mantenido en el ámbito de los conocimientos tradicionales, es el objetivo de la línea de investigación agroforestal. Este proyecto de investigación básica genera importantes conocimientos sobre el manejo agronómico del cultivo de cacao, cítricos, palto y mango, los cuales son plasmados en el presente manual como contribución para el desarrollo exitoso de la fruticultura en los sistemas agroforestales y orgánicos en esta parte del país.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA DE INJERTACIÓN EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA

En el caso del cacao que es una especie frutal perenne de igual forma que el mango, palto y cítricos. La propagación sexual por semilla tiene la desventaja de que las plantas inician su producción a partir de los 4 años y solamente la mitad de todos los árboles logran dar buenas cosechas.

El injerto es el método más generalizado de reproducción vegetativa del cacao (**Fundación Hondureña de Investigación Agrícola** [FHIA], 2005); se recurre a esta práctica cuando se desea reproducir fielmente las características de los árboles que se han seleccionado, evitando así la variación sobre todo en el comportamiento productivo, que normalmente ocurre con la propagación por semillas (FHIA, 2005).

En general existe variabilidad genética que implica que el 80% de semillas sembradas es incierto su producción del árbol frutal para viveristas y productores. Por ello deben ser injertadas la totalidad de plantas.

Guevara (2011) encontró que el clon de cacao CCN -51 mostro una ligera precocidad en la brotación de sus yemas (12 días) comparado con el cacao nacional (16 días).

Imán (2019) afirma que el cultivo del cacao tiene dos tipos de reproducción, por cruce sexual, que es el que da origen a la semilla o por cruce asexual a través de estacas, acodos y yemas. La reproducción asexual se realiza mediante la injertación; de esta manera se logra precocidad, uniformidad, calidad y alta productividad.

Según Mora y Gamboa (2010) la injertación se realiza cuando el tallo alcanza el grosor de un lápiz y a 20cm de altura. Es importante hacer una selección de plantas de donde se tomarán las yemas para injertar. Estas plantas madres deben tener ciertas características como, producir frutas de tipo deseado según al mercado a que está destinada la producción, y productor regular de flores y frutos. Los arbolitos patrones deben estar en pleno crecimiento y disponer de una adecuada humedad en el substrato. Las púas o varetas a injertar deben poseer una yema terminal. Luego de la operación del injerto debe protegerse con papel aluminio para evitar la desecación del material durante 15 días.

Medina y Perdomo (2013) mencionan que es fundamental que el cambium, que es la capa de células que tapiza el interior de la corteza y la parte externa de la madera del patrón y del injerto, coincidan y estén en contacto. De lo contrario, el injerto no prenderá.

De la gran gama de métodos de injertos que pueden utilizarse (**Fod and Agricultura Organization of the United Nations** [FAO], 2005), las más eficientes en nuestras

condiciones y más usados son: El enchape lateral; y el escudete de T-invertida. Asimismo, las restricciones son: La injertación, es una técnica que requiere mano de obra especializada. Si la planta madre (proveedor de yemas) tiene alguna enfermedad a simple vista, existe el riesgo de contaminar las futuras plantas. Algunas especies de frutales son muy difíciles de injertar. Otras especies se reproducen más fácilmente por semilla o vainas (higo, pitahaya), hijos (piña) o raíces (FAO, 2005).

Ordúz (2003) sobre las fases de propagación del árbol frutal de los cítricos indica: el semillero se debe desinfectar para evitar problemas con enfermedades, el mejor sustrato es la arena o un sustrato con textura liviana. La semilla para los patrones se toma de frutos completamente maduros provenientes de árboles sanos y vigorosos. La semilla se lava y se deja secar a la sombra. Para obtener la mejor germinación se debe sembrar después de extraídas.

Valentini y Arroyo (2003) clasifican y describen diferentes tipos de injerto:

Injerto de yema en T o en escudete, utilizados en especies de follaje caduco (durazno, ciruelo), como perenne(cítricos).

Injerto de parche (en nogal y olivo) se efectúa cortando o levantando del patrón una porción de corteza, generalmente de forma rectangular (2-3cm de ancho), que se reemplaza por una parte análoga de corteza del injerto provista de por lo menos una yema.

Injerto de chip (en vid, cítricos y durazno) con una entalladura en el portainjerto.

Villalta y Vásquez (2015) sostienen que uno de los problemas que enfrentan los productores de mango es el crecimiento rápido y excesivo de los árboles, incluso injertados. Evaluaron el potencial enanizante de cinco variedades de mango aplicando la técnica del interinjerto; para reducir el tamaño de las plantas en fase de vivero, y que éstas expresen la misma característica en campo definitivo.

En la fase de campo evaluaron varetas de mangos con características enanizantes. Las variables evaluadas fueron: Altura de portainjerto e injerto en cm, diámetro de portainjerto e injerto en cm, número de hojas de portainjerto e injerto, porcentaje de prendimiento del injerto, días a prendimiento, peso seco en g, clorofila, área foliar en cm² y peso específico de la hoja en g/cm².

Recomiendan “realizar evaluaciones en fase de campo, para ver el verdadero resultado del potencial enanizante en los árboles plantados, y el comportamiento de producción y adaptación, evaluando variables apropiadas, para dar un criterio adecuado en la propagación comercial”.

Casierra-Posada y Guzmán (2009) sostienen que el uso de portainjertos enanizantes o del injerto intermedio serían prácticas viables para disminuir la altura de las plantas; evaluaron el efecto de dos genotipos criollos de mango, Hilacha y Arauca, comúnmente utilizados como portainjertos e injertos intermedios, sobre los parámetros que determinan la calidad de fruta de los cultivares comerciales Irwin, Tommy Atkins y Davis-Haden.

Maldonado et al. (2010) mencionan que el portainjerto puede obtenerse por vía vegetativa (patrón clonal) o a partir de semilla (patrón franco) entre los patrones francos del palto que se utilizan están los cultivares mexicano, topa topa y Nabal. El mexicano es el principal portainjerto debido a que presenta alta capacidad de germinación, adecuado vigor, una gran uniformidad en vivero y existe una gran disponibilidad de semillas en el mercado. Algunos de los portainjertos clonales utilizados son: patrón Duke 7, patrón toro canyon, patrón Borchard, patrón Thomas y patrón merensky o Dusa.

Según Torres (2017) los patrones de palto o portainjertos recomendados son criollo mexicano y topa topa. Asimismo, la variedad es Hass y fuerte.

Castillo et al (2014) sostienen que si bien se les reconoce a los portainjertos francos (obtenidos de semilla de la misma especie) muchas características y su aptitud para el cultivo del duraznero, la bibliografía remarca en mayor o menor medida su susceptibilidad a la falta de oxígeno en el suelo (asfixia radicular).

Pina (2006) afirma que el patrón determina el control del crecimiento, la tolerancia a diversos suelos, compatibilidad del injerto, el aporte y balance de nutrientes, calidad de los frutos y eficiencia de la cosecha. La búsqueda y utilización de portainjertos alternativos requiere la elección de aquellos que se adapten a las condiciones del suelo, y que posean una buena afinidad con la variedad que se vaya a injertar sin plantear problemas de compatibilidad.

Retournard y Prat Jean (2008) indican que los métodos de injerto habituales pueden clasificarse en tres grupos: Injertos de yema, púa y aproximación.

El cacao nativo se caracteriza por su fino sabor y aroma pronunciado, adaptado a las condiciones de clima y suelo, la cual alberga una gran variabilidad de esta especie en el banco de germoplasma de la región para aprovechar sus características diferentes e incluso superiores a los producidos tradicionalmente en el país. Evaluado todo ello en la injertación, aprovechando la reserva de plantas madres productivas, identificadas en la región, para la obtención de yemas, utilizados en la multiplicación asexual de frutales como cacao, palto, mango y cítricos.

IMPORTANCIA DEL INJERTO EN PLANTAS

La injertación es de gran importancia para fruticultores, viveristas y productores en general. Al lograr precocidad, uniformidad, calidad y alta productividad con dicha técnica, haciendo frente a la gran variabilidad genética que presenta el árbol frutal al entrar en producción.

Es relevante realizar investigación dentro de fisiología vegetal, ya que es importante la función de los tejidos en el proceso del injerto, para sentar las bases de los conocimientos modernos sobre el injerto. El injerto es una técnica de propagación asexual vegetativa artificial conocida desde la antigüedad.

El presente documento constituye una compilación en un manual básico de injertos dirigido para cultivos de hortalizas, frutales y en general todo árbol en producción. Esta simplificado en base a experiencia de campo. Es una contribución práctica donde se muestra algunas formas fáciles de injertación, ayudando al pequeño y mediano productor; y que el uso de porta injertos es fundamental en algunas especies de hortalizas y frutales, así como también conceptos útiles en base a experiencia y sugerencias prácticas que sirven para el manejo de cultivo.

Hacer comprender que plantas madres (yema) y soporte (patrón obtenido por semilla) forman un nuevo individuo luego de soldado la unión entre ambos, mediante la técnica de propagación vegetativa o asexual, específicamente del injerto; para después comprobar y aprobar la afinidad y compatibilidad entre distintos frutales que podamos utilizar, para que el injerto tenga éxito. No podemos injertar cualquier púa en cualquier frutal que nosotros queramos. En general todas las plantas deberán ser injertadas, porque existe lo que se llama variabilidad genética, la revisión de la literatura nos menciona que el 80% de frutos es incierto para el productor, viverista o productor de plantas, si se siembra por semilla botánica. Es por ello que se utiliza plantas madres ya identificadas con ciertas características de rendimiento y calidad de fruto para obtener yemas. Los mejores portainjertos serán siempre el árbol franco nacido de semilla que podamos tener en el huerto.

Cuando se habla de árboles frutales es importante saber que generalmente están formados por dos partes diferentes. Una es la raíz, a la que se le conoce como porta injerto o patrón, y la otra es la variedad, que en este caso es la que proporciona la fruta. Ambas partes se encuentran unidas por el injerto.

Por regla general, la compatibilidad exitosa va ser con las especies de árboles del mismo género, pero aun siendo del mismo género no son compatibles con las demás especies del

género. Los injertos de árboles de distinta familia, aunque a veces pueden llegar a brotar, son rápidamente rechazados por el patrón.

Resaltar los tipos de injertos claves y sencillos para plantineras locales, tipos de porta injertos más usados y procedimiento. Definir con claridad el objetivo de la injertación para elegir el injerto más apropiado. Elegir el material a injertar en el momento adecuado. Procurar íntimo contacto entre el cambium de variedad y patrón. Mantener en buen estado las herramientas y respetar las normas de seguridad.

I. PROPAGACIÓN VEGETATIVA

A. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las plantas producen semillas, pero otras no y sin embargo no siempre las que tienen semillas, se reproducen o multiplican con facilidad. Por ello se utiliza la multiplicación asexual o vegetativa, que es el proceso por el cual las plantas producen nuevos organismos a partir de tallos, hojas y raíces; ya sea mediante fragmentación o división de sus estructuras, es decir, una sola célula puede dar origen a una planta con todas sus estructuras y características genéticas. Debido a la totipotencialidad o potencialidad celular, donde tejidos diferenciados retoman la actividad meristemática.

B. INJERTO

El injerto, es la operación de unión entre un segmento de planta provista de yemas con otra planta que será el soporte, hasta llegar a convertirse en una sola planta con las características generales de la primera de ellas. El injerto es considerado como un método de propagación muy utilizado en especies leñosas, principalmente en fruticultura y muchas especies ornamentales, porque gracias a él, logramos conservar las características de una variedad de fruta o flor determinada, unido todo ello al vigor, porte y resistencia a enfermedades de otra planta afín a la anterior (de buen sistema radicular).

La injertación es un método de multiplicación o propagación vegetativa que consiste en soldar uno o más segmentos de la variedad o cultivar que se desea reproducir en una planta de la misma especie o de una especie afín, con el objetivo de obtener un nuevo individuo.

La técnica del injerto consiste en fusionar a una planta con raíces (llamada patrón) y una parte de otra planta (llamada yema o injerto). El injerto se va a desarrollar sobre el patrón que le sirve de soporte. En la producción frutícola uno de los aspectos más importantes es la calidad del patrón. Un patrón sano y vigoroso permitirá que se desarrollen arboles con alta productividad en un horizonte de larga vida.

El método o técnica consiste en la unión compatible y afín de dos o más partes de vegetales diferentes (pero con tejidos vivos) para formar una sola. Ocurre en la naturaleza, se ha utilizado como método de propagación desde muchos años atrás y se puede realizar tanto en plantas herbáceas como leñosas. Se usa en frutales y algunas ornamentales como rosas, cucarda, cactus. En sistemas de producción intensiva en invernaderos, se emplean los injertos en especies hortícolas como berenjena, zapallo, pepinillo, tomate, utilizando patrones resistentes a enfermedades producidas por hongos, frecuente en invernaderos, como marchitez (*Fusarium*, *Verticillium* y bacteriosis).

Injertar posibilita combinar las cualidades del injerto y las del portainjerto para producir una planta o árbol frutal que muestre excelentes rendimientos y alta calidad de fruto.

II. OBJETIVOS DE INJERTACIÓN

- Utilizar la propagación de plantas, perpetuando clones y variedades que no se pueden mantener con facilidad por estacas, acodos y otros métodos de propagación, aplicando distintos tipos de injerto, para obtener beneficios y ventajas de la producción agrícola o agroforestal, contribuyendo a la seguridad alimentaria de la humanidad o cadena productiva.
- Producir en cantidad y calidad especies frutales en sistemas agroforestales para las familias de agricultores en las comunidades interculturales de desarrollo rural.
- Orientar de manera didáctica y práctica sobre propagación y manejo de métodos y técnicas en diferentes tipos de injertos.
- Sustituir las técnicas comunes de reproducción vegetativa por métodos del injerto.
- Dotar a la variedad seleccionada de un aparato radical adaptado a las características del terreno.
- Superar la incompatibilidad.
- Producir variedades distintas en una misma planta, obviando la escasez de terreno y favoreciendo la polinización cruzada.
- Reducir el vigor vegetativo que, en las plantas, en general, y en los frutales, en particular, es inversamente proporcional a la floración. Un exceso vigor reduce la producción y retrasa su inicio.
- Revigorizar el sistema radical, enriqueciéndolo.
- Restablecer la circulación de la savia en el tallo y en las ramas, obstruida por traumas o por la incompleta soldadura del injerto.
- Realizar la unión o extensión del cambium entre yema o copa y porta injerto o patrón, favoreciendo su aplicación.
- Propagar rápida y masiva una variedad sin perder sus características. Como método de sustitución de otras técnicas de reproducción vegetativa y como expresión de las personas por su gusto por la naturaleza.
- Superar problemas del desarrollo radicular.
- Controlar el vigor de la planta al usar patrones enanizantes.
- Rejuvenecer árboles en etapa de senectud.
- Reformar la estructura aérea del árbol después de un evento negativo (heladas o sequías).

A. OTROS MOTIVOS PARA INJERTAR

Los injertos ya sea de púa o de yema sirven para diferentes propósitos, como los siguientes:

- Obtener los beneficios de ciertos patrones o pie de planta.

- Cambiar los cultivares de plantas ya establecidas.
- Acelerar la madurez reproductiva de selecciones de plántulas, obtenidas en los programas de hibridación.
- Obtener formas especiales de crecimiento de las plantas.
- Reparar partes dañadas de los árboles.
- Estudiar enfermedades de plantas en análisis fitopatológicos.
- Estudiar la formación de callo que puede estar regulada por la cantidad de hidratos de carbono de reserva de la púa.

III. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INJERTACIÓN

La relación entre patrón e injerto tiene efectos positivos y negativos. Las características de la planta injertada difieren de las plantas por separado.

A. VENTAJAS DE LA PROPAGACIÓN POR INJERTOS

- Hacer un manejo y reproducir clones que no se propagan con facilidad por estacas o cualquier otro método vegetativo. Ejm: almendro, duraznero, palto, mango.
- Conseguir determinadas ventajas de los portainjertos, como rusticidad, vigor, resistencia a enfermedades radiculares, tolerancia a sales, suelos de pobre textura. Ejemplos de patrones: Duraznero Nemaguard resistente a los nemátodos *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus vulnus*; palto de raza mexicana (*P. americana var. drymifolia*) resistente al frío y parcialmente resistente a *Phytophthora cinnamomi*; membrillero tolerante a sales, suelos pobres y pedregosos; naranjo dulce (*Citrus sinensis*) resistente al virus de la tristeza pero susceptible a la gomosis (*Phytophthora spp*); naranjo agrio (*C. aurantium*) vigoroso, rústico, resistente a gomosis pero susceptible al virus de la tristeza; mandarina Cleopatra (*Citrus reticulata*), resistente a gomosis, tolerante a sales y resistente a tristeza, pero susceptible a *Phytophthora parasitica*.
- Innovar o renovar la copa de árboles injertados por otras variedades. Ya sea porque los cultivares injertados dejan de ser comerciales, muestran poca adaptación, son variedades tardías, producen bajos rendimientos.
- Inducir precocidad, disminuyendo el tiempo desde la siembra en campo definitivo hasta la cosecha. Ejm: cítricos (de 5 a 3 años), lúcumo (de 9 a 5 años), chirimoya (de 7 a 4 años).
- Conseguir formas especiales de crecimiento de las plantas. Ejm: uso de portainjertos de mata poco alta en manzano, injertos de especies diferentes en cactus, injertar variedades de rosa de diferentes colores o diferentes especies de cítricos en un mismo portainjerto.

- Evaluar el efecto de virus en distintas especies (técnica de indexación o catalogación de virus). Ejm: cítricos.
- Conservar clones que no producen semilla o no se reproducen por estacas.
- Posibilita establecer en corto tiempo una plantación con fines comerciales.
- Posibilita remover árboles viejos.
- Posibilita reproducir árboles frutales con alta productividad y calidad de frutos.
- Posibilita estandarizar y homogenizar la época de producción frutícola.
- Permite la propagación de variedades que no están bien adaptadas a las condiciones edáficas o tienen sistemas radicales débiles, injertándolas en portainjertos vigorosos.
- Posibilita a una planta (patrón), otra variedad o especie diferente, aportando cada una de ellas sus propias características.
- Propagarse una planta madre con las mismas características y potenciales de producción.
- Disminuir el periodo juvenil de la planta, entrando en producción antes que las no injertadas.
- Permite las labores culturales.

B. DESVENTAJAS DE LA PROPAGACIÓN POR INJERTOS

La incompatibilidad se presenta en diversas etapas del injerto. Este problema se muestra a nivel del punto de unión del injerto-patrón siendo la principal manifestación un estrangulamiento conocido como cuello de botella, el cual es ocasionado por la obstrucción del xilema y floema disminuyendo la circulación normal de los nutrientes edáficos. La incompatibilidad influye negativamente en la composición genética de cada individuo y las manifestaciones son las siguientes:

- En el momento que no se tiene éxito en la unión de la yema y el patrón.
- En el momento que se presentan muertes prematuras.
- En el tiempo que hay desarrollo deficiente del injerto o no se presenta el desarrollo esperado.
- En el momento que la diferencia entre el crecimiento del patrón y el injerto o del injerto con respecto al patrón, es marcadamente desproporcionada.
- En el momento que se manifiesta el cuello de botella.
- En el momento existe una separación de diámetro menor que el diámetro tanto del patrón como de la yema.

IV. TIPOS DE REPRODUCCIÓN EN PLANTAS

En los cultivos existen dos tipos de reproducción, por cruzamiento sexual, que es el que da origen a la semilla o por cruce asexual a través de segmentos, esquejes, estacas, acodos y yemas.

En el caso de los árboles frutales, existen dos medios o métodos de propagación de las plantas y son: la sexual y la asexual. En la primera se utilizan las semillas contenidas en los frutos y en la segunda se realiza por procesos especiales, sin el empleo de semillas, por lo general ésta última es la más usada por los productores ya que garantiza la preservación de las características específicas de cada especie vegetal (árbol).

A continuación, una descripción detallada de los dos métodos de propagación que la naturaleza ha puesto a nuestra disposición.

A. REPRODUCCIÓN SEXUAL

La diversidad genética de la especie se conserva mediante la reproducción sexual. Las plantas manifiestan mayor vigor híbrido bajo este método de propagación, este método permite su manejo y producción con facilidad. Se efectúa una selección en campo de las semillas de las mejores plantas, con buena producción de frutos, sin plagas ni enfermedades. La reproducción sexual tiene la desventaja de que solamente el 50% de todos los árboles logran dar buenas cosechas.

La reproducción sexual o por semilla, es aquella en cuyo proceso se produce el apareamiento o la unión de dos células (gametos), uno masculino y otro femenino, en las plantas este hecho se realiza en las flores, es conocido también como la polinización.

Los mecanismos de reproducción sexual en las plantas más especializadas los encontramos en las fanerógamas (con flores y semillas) y dentro de éstas en las angiospermas (con semillas encerradas en hojas modificadas llamados carpelos). En las flores de las plantas, se encuentran los órganos reproductores sexuales. Por ello es importante distinguir las plantas monoicas y dioicas.

- a) Una planta es monoica, cuando contiene el órgano sexual masculino y femenino en la misma planta, a conocer:
 - Si los órganos femeninos están separados de los masculinos en flores individuales, se dice que es una planta “Monoica unisexual”. Ej. El maíz.
 - Si los órganos masculinos y femeninos están contenidos dentro de una misma flor, se dice que es una planta “Monoica hermafrodita” (constituyen la mayor parte de las plantas superiores). Ej. La naranja.
- b) Una planta es dioica (palabra griega que significa dos hogares) cuando las flores masculinas y femeninas no están en la misma planta, sino en especies de plantas separadas. Ej. La planta de acebo.

La fecundación es la unión de las células sexuales (gametos) masculina y femenina; en las flores se realiza mediante la polinización, es decir:

- Cuando la polinización se realiza en la misma flor se llama autogámica o auto polinización (no es adecuado por tener poca variación genética).
- Si la polinización se realiza por el paso del polen de una flor a otra, se llama alogámica o polinización cruzada. Pueden ser: Geitonogamia (cuando el polen procede de otra flor de la misma planta); y Xenogamia (cuando el polen procede de otra flor, de otra planta de la misma especie).
- La polinización cruzada es la que aporta una mayor ventaja, ya que permite una alta variabilidad genética y semillas de alta calidad. Entonces, conociendo la estructura de una flor se puede realizar cruzamientos o Hibridaciones y crear una variedad de plantas que la naturaleza no produce por sí misma.
- A la flor madre se le quita todos los estambres y a la flor padre cuando el polen esté listo se le lleva hacia la flor madre y se deposita en el estigma para que se fecunde, luego, se cubre con plástico transparente durante 10 días.

- **PROCEDIMIENTO EN LA REPRODUCCIÓN SEXUAL DE LAS PLANTAS**

Se inicia con la elección de las semillas, ésta se realiza eligiendo el árbol que posee mejores características, y dentro de éste a los mejores frutos. El fruto tiene que ser maduro, poco antes de caer a la tierra. Hay que tener en cuenta que las semillas tienen un tiempo límite, durante el cual mantienen su capacidad germinativa, pasado este plazo la semilla deja de ser viable. Esta capacidad germinativa varía entre especies; se han encontrado semillas en yacimientos arqueológicos que datan de miles de años, cuando fueron sembradas todavía germinaron sin problemas.

El poder germinativo de una semilla viene determinado por el grosor de la vaina, poco contenido de agua y la presencia de almidón como sustancias alimenticias de reserva. En el caso de las plantas frutales, la capacidad germinativa se mantiene por un tiempo más modesto, que puede variar entre un año (melocotonero) a dieciocho meses (níspero), por eso es recomendable sembrar lo más antes posible.

Luego, es la multiplicación sexual de plantas (siembra), requiere de una preparación del terreno (viveros o almácigos), donde la planta crece hasta su trasplante definitivo. Es conveniente disponer el vivero, de manera que el sol no llegue directamente sobre las pequeñas plantas, para ello se puede colocar un cobertizo de malla.

Existen tres sistemas de proceder a la siembra: por voleo, chorrillo y golpe.

- El sistema por voleo consiste en esparcir las semillas con la mano en todos los sentidos sobre el vivero, luego se cubren éstas con una mezcla fina de tierra y humus; se cuida que cuando nazcan las plantas éstas no estén muy juntas.
 - La siembra a chorrillo se realiza practicando pequeños surcos sobre los cuales se dejan las semillas a intervalos regulares, para después cubrir con tierra y pasar el rodillo.
 - La siembra a golpe es parecida a la anterior con la diferencia que en lugar de surcos se practican pequeños hoyos, unos tras otros en línea recta, en ellos se depositan dos o tres semillas, luego se cubre con tierra y se apisona con una azadilla.
- En los sistemas de siembra hay que tener cuidado de la profundidad a la que deben quedar las semillas, las más grandes deben quedar a mayor profundidad que las pequeñas (aproximadamente de 3 a 5 veces el tamaño de las semillas, como una regla general).
- Después, es el trasplante de las plantas, ya sea al sitio definitivo o a viveros más espaciados donde permanecerán hasta que adquieran el tamaño necesario.

B. REPRODUCCIÓN ASEJUAL POR INJERTOS

Es otra forma de propagación vegetal la cual se realiza mediante las técnicas de injertación; logrando precosidad, uniformidad, calidad y alta productividad.

Con la injertación una porción de tejido procedente de una planta (la variedad o injerto), se suelda sobre otra especie ya asentada (patrón, portainjerto o pie). Las yemas al ser implantadas, se activan y se desarrollan, formando la parte aérea del nuevo árbol; por lo tanto, sus características son semejantes a la planta madre de la que se extrajeron. La injertación puede realizarse en vivero o campo definitivo. Las ramas de donde se obtendrán las yemas deben presentar un color marrón oscuro o claro en el caso del cacao.

La reproducción asexual por injertos ofrece ventajas a los agricultores, es decir:

- Mejorar la conservación de las características deseadas de la planta madre.
- Crear nuevas variedades a partir de varetas seleccionadas.
- Menos tiempo para la floración y la producción del fruto.
- Dotar de un buen sistema radical a una planta que la hubiese perdido.
- Aportar nutrientes suficientes a plantas que carecen de las mismas, como por ejemplo los cactus.
- El rejuvenecimiento de la plantación
- Evaluar las enfermedades virósicas.

La propagación vegetativa o asexual, utiliza partes de la planta (raíces, tallos, hojas), distintas a la semilla.

Con la propagación vegetativa, obtenemos plantas exactamente iguales a las progenies, con toda sus cualidades y defectos; no hay variabilidad genética (o muy poca). Existe la propagación natural (hecho por la planta misma) y la propagación artificial (de origen antrópico).

C. PROPAGACIÓN VEGETATIVA NATURAL

Se presenta en los siguientes casos:

- Hijuelos y vástagos. Son plantines que aparecen en la base de la planta y que va reemplazando cuando muere la planta madre Ej. Plátano, palmeras.
- Estolones y bulbos. Muchas plantas ornamentales de gran belleza se reproducen por este medio. Algunos bulbos los llamamos cormos, no están cubiertas de escamas, sino de hojas secas. Ej. Dalia, gladiolos, tulipanes.
- Rizomas. Son raíces que se desarrollan horizontalmente y presentan yemas susceptibles a dividirse. Ej. Orquídeas.

D. PROPAGACIÓN VEGETATIVA ARTIFICIAL

Ocurre por intervención antrópica, pudiendo ser:

Por Estaca. Consiste en pedazos de tallo, rama, raíz u hoja, se separa de la planta madre y se coloca en condiciones favorables para producir raíces y tallos a partir de los cuales se puede desarrollar una nueva planta. La rama puede ser de 20 a 60 cm de tamaño.

Por Acodo. Consiste en que una planta al tocar el suelo sus ramas, desarrolla raíces, que se puede cortar después para formar una nueva planta. Es un método lento y puede ser de varias formas: Jalando la rama hasta que toque el suelo (fresa, vid), practicando incisiones en un árbol para llevar tierra a esta altura (maceta temporal, ejemplo el ficus) la maceta y la tierra se sujetan muy bien a la rama.

Por Injertos. Consiste en soldar sobre una planta con raíces, llamada pie; una porción de otra planta rama o yema, llamada injerto (vareta). Y existen tres tipos de injertos básicamente: por aproximación, yema y de púa o estaca.

Un injerto (vareta con yemas) se selecciona por las siguientes características:

- Es resistente a plagas y enfermedades.
- Por la calidad de los frutos y otros productos de la planta.
- La rapidez de producción en épocas diferentes del patrón.
- Rendimientos altos.

El patrón o pie, se selecciona por las siguientes cualidades:

- Por el vigor y desarrollo de raíces.
- Es resistente a plagas y enfermedades.
- Por la adaptación a las condiciones edáficas.

E. ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL INJERTO

Injertación es el arte de unir entre sí dos porciones de tejido vegetal vivo de tal manera que crezcan y se desarrollen como una sola planta. Cualquier técnica que se logre este objetivo puede considerarse como un método de injerto, existe literatura de procedimientos de injerto.

El injerto de yema es similar al injerto común, se reduce en tamaño de manera que contenga una sola yema.

La púa o injerto es un pequeño trozo de rama separado de la planta madre que contiene varias yemas en reposo y que cuando se une con el portainjerto, forma la porción superior del injerto.

El portainjerto es la parte inferior del injerto que se desarrolla a formar el sistema radicular. Procede de semilla, de una estaca enraizada o de una planta acodada. Cuando el injerto se hace en la parte alta de un árbol, como en el injerto de copa, el patrón puede consistir en las raíces, el tronco y las ramas.

El portainjerto intermedio, es un segmento o porción de tallo, insertado mediante dos uniones de injerto, entre la púa y el patrón.

• FORMACIÓN DE LA UNIÓN DE INJERTO

En forma sucinta, la cicatrización de una unión de injertos es como sigue.

- El tejido recién cortado de la pluma del injerto, con capacidad de actividad meristemática, se coloca en contacto seguro, y coincidan, con el tejido similar recién cortado del patrón, de manera que las regiones cambiales se unan.
- Las capas externas expuestas de células de la región cambial tanto de la púa como del patrón producen células de parénquima, formando lo que se llama tejido **callo**.
- Algunas células de este callo de nueva formación, se diferencian en nuevas células cambiales.
- Estas nuevas células cambiales producen nuevo tejido vascular, xilema hacia el interior y floema hacia el exterior, estableciendo así conexión vascular entre el injerto y el patrón. Una condición para el éxito de la unión de injerto.
- La cicatrización de una unión de injerto se forma por completo mediante células que se desarrollan después de que se ha efectuado la injertación.

- En la unión de injerto no existe una mezcla de contenidos celulares. Las células producidas por el patrón y la pluma yemera conservan cada una de ellas su propia identidad.
- Establecimiento de un contacto por estrecho de la región cambial del patrón y de la púa en condiciones ambientales favorables.
- Entrelazamiento de células de parénquima (tejido de callo) por el patrón y el injerto.
- Nuevo xilema y floema a partir del nuevo cámbium vascular producido en el puente de callo.

La cicatrización del injerto es similar a la cicatrización de una herida. Otros factores a tener en consideración para ello son:

- La temperatura y la humedad estimulan la actividad de las células expuestas.
- Se diferencian las células parenquimatosas y producen un nuevo cambium.
- Se produce nuevo tejido vascular, xilema y floema, estableciendo la conexión vascular entre el patrón e injerto.
- Se forma nuevos órganos, nuevo crecimiento a partir del meristemo terminal presente en la yema.
- La unión en el injerto se realiza sólo después de haberse formado nuevas células.

V. REQUERIMIENTOS PARA LA INJERTACIÓN EN FRUTALES

A. PRODUCCIÓN DE PLANTONES PARA USO COMO PORTAINJERTOS

Para la producción de portainjertos de cítricos, mango, palto y otros frutales, debemos contar con una infraestructura apropiada de invernadero y buenas prácticas de manejo agronómico al momento de sembrar. En seguida se detallan las condiciones adecuadas recomendadas por Imán (2019):

a. *Instalación del vivero*

▪ *Ubicación*

Para instalar un vivero se debe tener en consideración:

- Tener una fuente de recurso hídrico cercano al vivero.
- Acceso libre para el transporte de plantas, insumos y materiales.
- Cerca de la superficie de terreno definitivo.
- Alejado de animales domésticos.
- Con una pendiente máxima de 5 %.
- No tener árboles altos alrededor.

▪ ***Construcción del vivero***

Su construcción se realiza con madera, malla Raschel 80 %, con techo corredizo, erigido para que las plantas estén en condiciones de ser trasplantadas a campo definitivo y reciban los rayos solares progresivamente hasta quedar a pleno sol, ello para endurecer las raíces y favorecer la adaptación.

▪ ***Sustrato***

El sustrato utilizado, es una mezcla de 2:1:1 (tierra negra: mantillo: gallinaza descompuesta y seca). Es importante tamizar el sustrato.

▪ ***Llenado y acomodo de bolsas***

Las bolsas utilizadas deben ser negras de polietileno, de 30 cm de alto, 10 cm de diámetro y 0.20 mm de espesor, con pliegues en el fondo y con perforaciones a los lados.

▪ ***Obtención de semillas***

En el cultivo del cacao se seleccionan plantas de cacao nativo (IMC-67 de preferencia), se eligen mazorcas sanas y maduras que no presenten plagas ni enfermedades; se extraen las semillas y se procede a descartar las semillas de los extremos de mazorca. Las semillas son lavadas con abundante agua, no siendo indispensable retirar el mucílago adherido; todas las semillas de la parte central de la mazorca pueden ser utilizadas para la propagación.

Una vez lavadas, se inicia la desinfección con fungicida al 2 %, para luego esparcir las semillas sobre una manta bajo sombra para que se oreen.

▪ ***Germinación de semillas***

La viabilidad de las semillas de cacao es corta, no mayor de 3 días; por lo tanto, es conveniente utilizarlas inmediatamente después de ser extraídas de la mazorca. Antes de llevar las semillas a las bolsas, es necesario ponerlas a germinar, una práctica muy sencilla consiste en esparcirlas sobre hojas de plátano, cubriéndolas con plástico de polietileno, la cual actúa como abrigo aumentando la temperatura y acelerando la germinación de las semillas. La radícula de las semillas, en el caso de uso de hojas de plátano, empieza a aparecer a las 24 horas, cuando alcanzan una longitud de 3 mm, se procede a realizar la siembra en las bolsas.

- ***Siembra***

La siembra de las semillas debe efectuarse en el centro de las bolsas en forma vertical a 1.0 cm de la superficie, ligeramente enterradas, colocando la radícula o punto blanco hacia abajo y cubriendo con tierra el extremo superior de la semilla; se debe aplicar inmediatamente un riego para que la semilla tenga condiciones tanto de humedad como de temperatura y se facilite la emergencia de la plántula en el vivero.

Las plántulas emergen entre los 7 y 15 días, encontrándose en la etapa de cabeza de fósforo, en esta etapa debe hacerse la resiembra en las bolsas donde no hubo emergencia de plántulas, las plántulas se mantienen en vivero hasta que se considere apropiado su trasplante a campo.

- b. Manejo de plantones en el vivero***

- ***Riegos***

Esta labor debe ser frecuente, cada 2 o 3 días, dependiendo de las condiciones de precipitación. Es conveniente regar en las primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde.

- ***Selección de plantones***

Esta labor se efectúa al momento del trasplante a campo definitivo, separándolos por vigor y tamaño, descartando plantones débiles o raquíticos.

- ***Control de malezas***

Se efectúa manualmente en forma permanente, evitando la competencia por luz, agua y nutrientes, con otras especies.

- ***Control fitosanitario***

De ser necesario, para el control de plagas y enfermedades, se recomienda la aplicación de insecticidas orgánicos, o repelentes orgánicos como el tabaco a razón de 1 g de hoja seca y picada por litro de agua puesta en maceración por 3 días.

- ***Abonamiento***

De ser necesario, se debe abonar las plantas con una solución nitrogenada, después del segundo mes y cuando las plantas presenten una coloración verde pálida. Se puede aplicar urea al 0.5 % (50 g de urea en 10 litros de agua), en intervalos de 30 días. También se deben aplicar abonos foliares, especialmente en aquellos plantones que presenten deficiencias de elementos menores, como Fe y Zn.

- ***Regulación de la sombra del vivero***

La sombra del vivero se empieza a retirar gradualmente a los 5 meses de edad, el primer día una hora, el segundo día 2 horas y así sucesivamente, hasta quedar a pleno sol.

- c. ***Establecimiento de patrones en campo definitivo***

- ***Apertura de hoyos***

Las dimensiones de los hoyos para los patrones tienen 0.30 m de largo x 0.30 m de ancho x 0.40 m de profundidad. Al hacer los hoyos se separa la tierra superficial de los primeros 10 cm para mezclar con la gallinaza.

- ***Abonamiento de fondo***

Se aplican 200 g de roca fosfórica al fondo del hoyo y a los lados del mismo y se mezclan 2 kg de gallinaza con la tierra de los primeros 10 cm que se separó al cavarlo, esta mezcla servirá para rellenar el hoyo al momento del trasplante.

- ***Trasplante de patrones***

Consiste en trasladar los plantones del vivero para ser sembrados en campo definitivo, para ello las hojas terminales deben estar completamente maduras y a punto de emitir nuevas hojas. Antes de trasplantar se presiona la bolsa por los lados a fin de que la tierra forme un terrón, luego se corta por un costado y se abre la bolsa para retirar la planta. Se coloca la planta en el centro del hoyo y se rellena los lados con la mezcla de tierra superficial y gallinaza, presionando para que no queden bolsas de aire que permitan la acumulación de agua y favoreciendo tanto, el contacto de las raíces con el suelo como el rápido arraigamiento de las plantas.

B. PARTES DE UN INJERTO

- **PATRÓN, PIE O PORTAINJERTO**

Es la parte inferior de la planta injertada cuya función es desarrollar el sistema radicular. El portainjerto puede haber sido propagado por semilla botánica o por estaca o acodo, pero es preferible la propagación por semilla botánica, debido al mejor desarrollo radical, frente a la propagación vegetativa. En una planta adulta, el portainjerto es poco visible ya que mayormente comprende sólo las raíces y una pequeña porción de tallo; pero en algunos lugares se acostumbra hacer el injerto de copa un poco alto, como en el Palto.

El portainjerto es seleccionado en base a las siguientes condiciones:

- Buen vigor y desarrollo de raíces, tolerancia a plagas y enfermedades, adaptación a las condiciones edáficas, tales como: salinidad, ph, fertilidad, textura, estructura del suelo. Una vez que el injerto este prendido, patrón e injerto van a crecer y a desarrollarse como una sola planta, pero conservando sus propiedades características.

• **LA COPA O INJERTO**

Se origina de una yema o pluma que se ha injertado sobre el portainjerto y que con el crecimiento forma la copa de la planta injertada. Se recolectan las yemas al momento de injertación y deben ser tomadas de plantas madres cuya producción ya haya sido probada y que esté libre de enfermedades (por hongos, virus) que puedan ser transmitidas al portainjerto o soporte de la planta.

El injerto o copa se selecciona por las siguientes características:

- Proviene de una planta madre que presenta altos rendimientos
- Produce frutos de excelente calidad comercial
- Precoz en cuanto a inicio de producción
- Tolerante a plagas y enfermedades fungosas
- Porte de la planta (buena formación de copa en proyección uniforme al suelo)

• **PUENTE O PATRÓN INTERMEDIO**

Es una parte de tallo injertado por su base al patrón y luego sobre cuya parte superior del segmento puente se injerta generalmente una vara yemera. Es un doble injerto o puente que puede tener por finalidad: superar la incompatibilidad entre un portainjerto y la yema o pluma a injertar. Ejm: Al injerto de manzana Ana de Israel se le debe colocar un puente intermedio (manzano San Antonio) con el patrón membrillero (*C. oblonga*), de lo contrario el injerto no se logra; controlar el vigor del portainjerto en relación al vigor de la planta injertada. Ejm: Patrón vigoroso y puente enanizante, inducirán el crecimiento de una planta compacta, acortando su crecimiento. La misma variedad injertada con un puente intermedio será más precoz que con un injerto común. También aprovechar ventajas del patrón intermedio como resistencia a bajas temperaturas o enfermedades, cuando ni el portainjerto ni el injerto la poseen.

C. EFECTOS DEL PATRON SOBRE EL INJERTO

Tamaño, hábito de crecimiento

- Uno de los efectos más importantes del patrón es el control del tamaño y por un cambio en la forma del árbol.
- En manzanos se ha obtenido una gama completa de tamaños de árbol, desde enanos hasta muy grandes, al injertar una variedad en patrones distintos.
- Estos portainjertos se clasificaron en: Enanos, semienanos, vigorosos y muy vigorosos.
- al emplear portainjertos enanizantes se requieren buenas condiciones edáficas y de cultivo para obtener un resultado favorable.
- Los efectos enanizantes de un patrón van asociado con alteraciones de la forma normal del árbol frutal. Una forma baja y dispersa se ilustra con injertos del manzano McIntosh en patrón apomíctico semiachaparrante de *Malus sikkimensis*. Posiblemente se deban a cambios en las concentraciones de ciertas hormonas (auxinas, giberelinas) en el árbol.

Fructificación

- El portainjerto empleado puede influir en la precocidad de la fructificación, la formación de las yemas fructíferas, el cuajado de los frutos y en el rendimiento de un árbol. En general, la precocidad de la fructificación está relacionada con los patrones enanizantes y la lentitud en el inicio de la fructificación con portainjertos vigorosos.

Tamaño, Calidad y Madurez del Fruto

Ejem; tomate / *Datura stramonium* (resistente a nematodos); tomate/ tabaco (tomate con nicotina). Washington navel /naranja agrio (frutos más grandes), Washington navel/ limón dulce (frutos pequeños); Naranja dulce, mandarina y toronja / naranja agrio (frutos lisos, piel delgada, jugosos y de buen almacenamiento). Naranja dulce, mandarina y toronja/ toronja (buen tamaño y calidad sólo si hay buena fertilización). Cítricos/ limón rugoso (frutos de piel gruesa, grandes de menor calidad, menos azúcares y ácidos).

- En el fruto del injerto no se presenta una transferencia de las características que tendría el portainjerto.
- Resistencia a bajas temperaturas. El limón rugoso y naranjo agrio son tolerantes a bajas temperaturas. La mandarina Cleopatra es susceptible a bajas temperaturas. Resistencia a bajas temperaturas invernales.
- Resistencia a distintas condiciones de suelo: patrones de almendro y cirolero mirabolano toleran exceso de boro más que patrón de cirolero mariana o de albaricoque. Algunos patrones son más tolerantes que otros a las condiciones adversas de suelo causadas por organismos como nematodos (*Meloidogyne sp.*) o el hongo de la raíz del roble (*Armillaria mellea*).

D. RELACIONES ENTRE PATRÓN E INJERTO

Combinar dos plantas diferentes en una sola planta por medio de injerto, en la cual una parte produce el follaje y la otra las raíces, produce patrones de crecimiento distintos de aquellos que hubieran tenido las partes componentes cultivadas por separado. Estos efectos son de gran valor hortícola y frutícola mientras que otros son perjudiciales.

Compatibilidad Genética Injerto-Patrón

- En especies relacionadas taxonómicamente (mismo género).
- Unión entre tejidos.
- Intimo contacto entre las partes, mediante el cambium.
- Coincidencia del cambium de ambas partes.
- Generación de callo a partir del cambium.
- Producción de nuevo tejido vascular.

Los efectos positivos y negativos de las características de la planta injertada difieren de las plantas por separado.

Incompatibilidad

Un síntoma de incompatibilidad en injertos hechos entre plantas, con una relación o parentesco lejano, es un porcentaje muy bajo de uniones con éxito.

Esta falta de capacidad de dos plantas para producir una unión exitosa en el injerto, puede presentarse después de muchos años de instalado el frutal.

Síntomas de incompatibilidad

- Deformidad en el punto de unión del injerto

- Lesiones mecánicas en la unión de los tejidos injertados, carencia de buenas conexiones vasculares, se manifiesta con el crecimiento del árbol frutal
- Amarillamiento del follaje al final de la estación de crecimiento, seguido de una defoliación temprana.
- Ausencia notable de crecimiento vegetativo, aparición de necrosis en tejidos periféricos de la púa. Poco vigor en comparación con otras plantas del mismo lote
- Muerte precoz del árbol, tanto en vivero frutícola como en campo definitivo
- Notables diferencias entre el crecimiento del patrón y el injerto
- En la unión del injerto presencia de tejido hipertrofiado, sobre o abajo de ella.
- Rompimiento en el punto de unión del injerto.

Tipos de incompatibilidad:

Incompatibilidad localizada

Depende del contacto entre el patrón e injerto, ausencia de una buena soldadura

- Unión débil, cambium no es continuo.
- Una alternativa frente a ello, es un injerto intermedio que sea mutuamente compatible.
- En el área de unión del injerto se desarrolla copioso tejido parenquimatosos, pero no tejidos diferenciados.
- Tejido vascular mal formado, discontinuado.
- Rompimiento en el punto de unión por falta de tejido diferenciado o falta de buenas conexiones vasculares.

Incompatibilidad traslocada

Cuando el flujo de savia que se trasloca por toda la planta en forma sistémica, es perjudicial para alguna de las partes.

- Pérdida de características del floema.
- Área necrótica en la corteza.
- Limitación del movimiento de carbohidratos en la unión (se acumula arriba del punto de unión del injerto)
- Se constituyen tejidos mal formados
- forma parte la incompatibilidad inducida por virus.

Causas de la incompatibilidad

- Distinción en la tasa de crecimiento del patrón e injerto.
- Distinciones fisiológicas y bioquímicas entre portainjerto e injerto. Ejemplo: traslocación de prunasina (membrillero) hacia el peral; ausencia de cambium en la zona del injerto; destrucción progresiva del floema; disminución de productos traslocados hacia la raíz; menos glúcidos en el membrillero origina destrucción del floema.
- Ausencia de lignificación en las paredes celulares, originan uniones débiles a lo largo de todo el tejido nuevo. Ejm; Peral/ membrillero; duraznero/cirolero
- Formación de excelentes conexiones de xilema, pero no de floema. Ejm: duraznero/cirolero, el portainjerto se agota y el injerto o copa muere. Ejm: membrillero poco exigente en frío / Manzano San Antonio o pero manzano/Manzano, mayor requerimiento de frío.

Clase de planta

Algunos vegetales son más difíciles de injertar que otros; aunque no intervenga en ello la incompatibilidad, una vez injertadas con éxito, esas plantas crecen muy bien con una unión perfecta. En el injerto de copa de manzanos y perales, se obtiene un buen porcentaje de uniones exitosas.

Muchas plantas que se injertan con facilidad, como el manzano, forman una goma de herida que sella los elementos de xilema expuestos luego de la injertación, evitando de esta forma la desecación excesiva y la histonecrosis.

Condiciones de temperatura, humedad y oxígeno durante y después de efectuado el injerto

En injertos de manzano, la temperatura a menos de 0°C o más de 40°C se forma poco o nada de callo. La injertación a intemperie a fines de primavera, cuando las temperaturas son excesivamente elevadas, a menudo falla.

Humedad: las células de parénquima que forman el importante tejido de callo son de pared delgada y delicada, sin provisión para tolerar la desecación, con una prolongada

exposición a aire secante se morirán. Será importante la presencia de una película de agua sobre la superficie en formación de callo.

Oxígeno: para la producción histológica de callo es necesaria la presencia de oxígeno en una unión de injerto. La división y el crecimiento acelerado de las células van acompañados de una respiración elevada, la cual requiere oxígeno.

Existen evidencias de que la luz inhibe el desarrollo de callo. Los cultivos *in vitro* de callo del cerezo negro (*Prunus serotina*) crecieron mucho más en la oscuridad que con luz.

Actividad de crecimiento del patrón

Las células del cámbium están en división activa, generando células jóvenes de pared delgada en ambos lados del cámbium.

El comienzo de la actividad cambial en la primavera resulta del inicio de la actividad de las yemas que empiezan a crecer, se detecta la actividad cambial debajo de cada yema en desarrollo, con una onda de reactividad cambial que se extiende hacia las ramas y el tronco. Este estímulo se debe a la producción de auxinas y giberelinas que se origina en las yemas en expansión.

Cuando el portainjerto está fisiológicamente hiperactivo (con presión excesiva de las raíces) o hipoactivo (sin crecimiento de las raíces), se debe usar alguna forma de injerto de costado, en la cual la copa del portainjerto no se elimina desde el principio.

Relación de las sustancias de crecimiento con la cicatrización de la unión de injerto.

En la evaluación de cultivos de tejidos se encontró que existe una relación definida entre la producción de callo (imprescindible para la cicatrización del injerto) y la aplicación de concentraciones de ciertas sustancias reguladoras del crecimiento, específicamente auxina; el ácido abscísico estimula también la producción de callo, en especial cuando se aplica a los ejidos en combinación con auxina.

Polaridad en el Injerto

En todas las operaciones de injertación se observa estrictamente la polaridad.

Al injertar dos segmentos de tallo entre sí, el extremo morfológicamente proximal de la púa se debe insertar en el extremo morfológicamente distal del patrón. En los injertos de yemas de T o de parche, la regla para la conservación de la polaridad correcta no es tan estricta. Las yemas se pueden injertar con la polaridad invertida y aun así forman uniones permanentes perfectamente satisfactorias.

Límites de Injerto

Para conseguir una unión de injerto exitosa se requiere de la coincidencia muy cercana de los tejidos cercanos a la capa de cámbium que producen callo, el injerto, por lo general, está limitada en las angiospermas a las dicotiledóneas, y en las gimnospermas a las coníferas. Ambas tienen una capa de cámbium vascular que se extiende como un tejido continuo entre el xilema y el floema.

Con anticipación a una operación de injerto, se debe determinar si las plantas que se van a juxtaponer tienen capacidad para unirse y producir una unión que tenga éxito.

Injertos dentro de un clon

Una púa puede volverse a injertar en la planta de que se obtuvo, y una púa de un clon puede injertarse en otra planta del mismo clon.

Injertos entre clones de una misma especie

En los árboles frutales y de nueces los distintos clones de una especie casi siempre se pueden injertar entre sí, sin problemas, produciendo árboles satisfactorios.

Injertos entre especies de un mismo género

La injertación entre la mayoría de las especies del género *Citrus* tiene éxito y se utilizan mucho a escala comercial, el ciruelo europeo, se pueden injertar comercialmente en patrón de duraznero.

Injertos entre géneros de la misma familia

Cuando las plantas que se van a injertar entre sí pertenecen a la misma familia, pero si son de géneros diferentes, las probabilidades que se logre una unión con éxito se reducen.

Injertos entre familias

En general se presenta la imposibilidad de éxito, al injertar entre sí plantas de familias botánicas distintas, pero se han reportado que en ciertas especies haberse logrado. Sin embargo, se trata de plantas herbáceas, de vida corta.

Efectos de cultivar sobre el patrón.

Frente a la atribución del patrón características enanizantes o de vigorización en una planta injertada, el efecto del injerto sobre el comportamiento de la planta compuesta, tiene bastante importancia como del patrón. El injerto, el patrón intermedio, el portainjerto y la unión misma del injerto, influyen en forma mutua y determinan el comportamiento general de la planta.

Efecto sobre el vigor del Patrón

Si un portainjerto débil se injerta con una variedad de crecimiento vigoroso, el crecimiento del patrón será estimulado de modo que se volverá más grande que si se hubiera dejado sin injertar. Inversamente, si una variedad débil se une a un patrón vigoroso, el crecimiento del patrón será menor de lo que pudiera haber sido sin ser injertado.

Efectos de un patrón intermedio sobre la púa y el patrón.

se ha usado comercialmente para la propagación de árboles enanos. Patrones intermedios de diversos cultivares de manzano insertados entre el patrón de manzano Malling y los cultivares Johathan o Deliciosos como injerto. La capacidad de ciertos patrones enanizantes, insertados entre una raíz y una copa.

Posibles mecanismos de la influencia recíproca entre patrón e injerto

Las influencias del patrón, son el resultado de efectos de translocación, que de la capacidad de absorción del sistema radical.

La uniformidad en los árboles que se producen sobre patrones propagados en forma vegetativa se debe a la uniformidad de los tallos de esos portainjertos, en tanto que la variación de los tallos en portainjertos obtenidos de semilla es responsable de la variación que se observa en el desarrollo del cultivar que se les injerta.

Los tres elementos genéticamente diferentes de una planta injertada, patrón, patrón intermedio y púa, interaccionan para influir en las respuestas de crecimiento, floración y fructificación de la planta compuesta, se pueden considerar tres factores: movimiento sistémico de nutrientes, translocación de nutrientes y agua y modificaciones en factores de crecimiento endógenos.

Momento biológico de las plantas

La soldadura sucede cuando las plantas se encuentran en la fase activa. En algunos injertos particulares practicados en la fase de quiescencia, la soldadura no se produce de inmediato, sino que las partes protegidas, se mantienen vitales en espera de la próxima estación favorable. Según la especie y la técnica elegida, el injerto se realizará entre el período vegetativo y la fase de descenso de la actividad de la planta.

E. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE LOS INJERTOS

El patrón está enraizado y se encarga de absorber el agua y las sustancias nutritivas, así como la síntesis de otras sustancias, como aminoácidos y sustancias necesarias para el crecimiento, mientras que la variedad injertada se encarga de realizar la fotosíntesis para conseguir la energía necesaria y de la fabricación de proteínas y hormonas.

La relación entre el patrón y la variedad injertada plantea numerosos problemas, porque tiene gran importancia económica para el fruticultor.

La fuerza de crecimiento del portainjerto y la de la variedad injertada, donde sin duda es mayor la influencia del portainjerto sobre la variedad injertada que al revés. La influencia del portainjerto es tanto más fuerte cuanto más largo es su tronco.

Las condiciones genéticas que influyen en los diferentes tipos de crecimiento de los patrones posibilitan a los especialistas en injertos, decidir con distintas separaciones entre árboles y distintas alturas de injerto.

Los portainjertos pueden influir también en la época de maduración, la calidad de los frutos (tamaño y pigmentación) y su posibilidad de almacenamiento.

La influencia del cultivar injertado sobre el crecimiento de las raíces del portainjerto no se traduce en el número y tamaño de las raíces, sino en su ramificación y profundidad.

Cuando se introduce un tercer segmento o injerto intermedio formador de tronco o de armazón, este tercer componente tiene también importancia en el comportamiento fisiológico de la combinación de portainjerto, injerto puente e injerto o variedad.

F. DESARROLLO DEL INJERTO

El injerto se considera logrado cuando se restablece la circulación de la savia entre el portainjerto y el injerto. Ello se logra con una perfecta soldadura.

El cambium vascular es un anillo celular localizado en los tejidos vasculares de la planta y que junto al cambium suberoso o felógeno son responsables del crecimiento en espesor.

Secuencia de injertación

1. Formación del *callo*, formado por células nuevas e indiferenciadas, producidas por ambas partes.
2. Diferenciación de algunas células, con producción de un nuevo anillo.
3. El nuevo anillo de cambio empieza a producir leño o xilema secundario hacia el interior.
4. Se restablece la anterior estructura regular de la planta, así como su circulación.
5. En particular, en los injertos de púa se reconstruye el anillo de cambio continuo; mientras que en los de yema, el tejido de cambio del portainjerto rodea el leño de la yema, en primer término, y más tarde se funden los dos tejidos de cambio.

Condiciones Indispensables para el éxito del Injerto

- Entre plantas botánicamente afines, es decir, entre especies y variedades del mismo género, o entre variedades y plantas silvestres de la misma especie.
- En plantas de distinto género, pero de la misma familia, como, por ejemplo, el peral y el membrillero, o el peral y el almendro, etc.
- Entre plantas de distintas familias, que sólo son afines en lo que respecta a las características exteriores y su comportamiento, por ejemplo, el níspero y el espino albar.
- Entre plantas de hoja perenne y plantas de hoja caduca, tales como el níspero japonés y el níspero común, y entre diversas plantas ornamentales.

Condiciones ambientales

La temperatura es el factor ambiental determinante en la rapidez de formación del callo. Cada especie necesita unas condiciones térmicas particulares.

Sin embargo, todas ellas realizan la soldadura a una temperatura entre 5 y 40°C. La temperatura ideal, que condiciona de forma positiva la rapidez de soldadura y aumenta la posibilidad de éxito del injerto, está comprendida entre los 20 y los 25°C.

Técnica de injerto

- El tipo de injerto debe ser el adecuado para la especie.

- Las porciones utilizadas deben ser idóneas y preparados con precisión.
- Hay que respetar la polaridad de la yema o de la púa. Estas se colocarán en el portainjerto con la misma orientación, es decir, con la parte apical dirigida hacia arriba y de forma vertical, no girada hacia abajo o inclinada.
- Las dos partes deben adherirse perfectamente y además es preferible que se sujete y se proteja el punto de injerto.

Síntomas y Consecuencias del fracaso del Injerto

Debido a una técnica errónea o a la incompatibilidad, puede observarse a los pocos días o en un período más largo. Cuando la causa reside en una incompatibilidad no absoluta, los síntomas se pueden manifestar en un período comprendido entre la estación siguiente y varios años después. Los síntomas del fracaso del injerto, con consecuencias son los siguientes:

- Simple hipertrofia en el punto de injerto.
- Debilitamiento grave o muerte de la parte aérea, e incluso del aparato radical, causadas por la dificultad o la obstrucción de la circulación de la savia.
- Degeneración de los tejidos en el punto de injerto, con producción de jugo y sustancias parecidas a la goma, que inhiben de forma gradual el paso de las sustancias nutritivas.
- Muerte del aparato radical, y más tarde, de la parte aérea, a causa de sustancias tóxicas transmitidas al portainjerto por el injerto incompatible.
- Deformaciones, enanismo, gigantismo del injerto, mala calidad del producto por escasa compatibilidad.
- Aparición de brote híbridos, con características intermedias entre el portainjerto y el injerto por incompatibilidad.

Relación Carbono / Nitrógeno

En los árboles jóvenes, recién plantados y bien atendidos, en condiciones normales, hay un claro y notable predominio del crecimiento vegetativo sobre la diferenciación.

1. Relación carbono/Nitrógeno baja corresponde a la etapa juvenil del árbol, en la cual el crecimiento vegetativo es muy grande y produce follaje muy vigoroso.
2. Relación C/N normal es la etapa que se llama de madurez y en la que existe un equilibrio o proporcional balance entre el crecimiento vegetativo y la diferenciación. La cantidad de ramas y hojas es la suficiente para asegurar una buena cosecha de frutas y para determinar reserva de nutrientes orgánicos.
3. Relación C/N alta. Se presenta en la etapa conocida como vejez. En ella la diferenciación floral es muy grande, existiendo una muy abundante floración

constituida en elevado porcentaje por elementos estériles, debido a una deficiente nutrición. El crecimiento vegetativo es muy reducido, completando una muy escasa y limitada superficie foliar, insuficiente para realizar el gran trabajo fotosintético necesario.

4. En general el ratio C/N o relación C/N del suelo indica el ratio entre el contenido en carbono y el contenido en nitrógeno que pueda tener un suelo. No es algo medible o un valor cuantitativo. Es un concepto adimensional como cualquiera otra ratio. Tener mucho contenido en nitrógeno frente a carbono en el suelo o viceversa reduce el potencial que podemos obtener de nuestros cultivos y es algo fácilmente corregible.
5. La prevalencia de la fase vegetativa o reproductiva con la relación carbono nitrógeno, lo que nos ofrece es predecir el desarrollo que pueda tener en la planta según la disponibilidad de nitrógeno o carbono que pueda tener el suelo.
6. Si tenemos una relación C/N o relación carbono nitrógeno alta, estamos diciendo que hay una prevalencia del contenido de carbono (carbohidratos) sobre el contenido en nitrógeno.
7. El nitrógeno, es el que garantiza el crecimiento vegetativo de la planta, pues a partir de él la planta es capaz de transformarlo en aminoácidos y éstos en proteínas (estructuras más complejas formadas por una cadena o agrupación de aminoácidos).
8. El valor medio de la relación C/N, se sitúa entre 8,5 y 11,5. Es un valor adimensional que evalúa la concentración del carbono frente al nitrógeno.
9. Un ejemplo de lo que sucede si los valores de la relación carbono nitrógeno o C/N se disparan o se quedan cortos son:

Relación C/N < 8,5: falta de energía. Alta liberación de nitrógeno mineral.

Relación C/N entre 8,5 y 11,5: suelo equilibrado. Control en la liberación de nitrógeno mineral y el contenido en carbono del suelo.

Relación C/N > 11,5: suelo con exceso de carbono y exceso de energía.

Según la etapa fisiológica en la que nos encontremos (y esto a menudo suele ocurrir en las primeras fases de desarrollo), la liberación de nitrógeno puede ser muy alta y de poco rendimiento, ya que no llegan a entrar en contacto las sustancias nitrogenadas con las raíces.

Afinidad entre el portainjerto e injerto

Es la aptitud que tienen las dos partes, de unirse. Con una buena afinidad, la unión es completa y desaparecen los puntos de contacto. En cambio, si ésta es mala, la cicatrización se hace tan lenta que el injerto muere por falta de alimentación.

La presencia de abultamientos tipo maceta sobre el portainjerto o viceversa, son índices de poca afinidad. En este caso es recomendable emplear el injerto puente o intermedios, utilizando, Pero Manzano.

Época de injertación

Varían con la especie, tipo de injerto, disponibilidad de yemas, climas. Por lo general, la mejor época para caducifolios es cuando el vegetal va a entrar en actividad, es decir, al inicio de la primavera.

VI. TÉCNICAS DE INJERTACIÓN

A. TIPOS DE INJERTOS

Los tipos de injertos con los que vamos a trabajar son principalmente de tres tipos: de aproximación, de yema y de púa.

a. Injerto por aproximación

Tal como su nombre lo señala, este tipo de injerto, consiste en fusionar dos plantas próximas, casi unidas lo más cerca posible entre ambas.

Esta clase de injerto se encarga de soldar dos ramas que están casi juntas y se hace a partir de dos plantas enteras.

Se da en los casos en que ambas partes de las plantas tienen el mismo grosor o espacio indicado para realizar la unión, es el injerto más fácil de realizar y es el que usan la mayoría de los viveristas para darle mayor robustez a las plantas ornamentales, sobre todo.

Este tipo de injerto es un poco diferente de los otros porque el injerto de la planta paterna no se corta hasta después de que el injerto se ha prendido, son muy simples y se distinguen sobre todo en que el injerto y el patrón permanecen adheridos a los árboles que los sostienen hasta que la unión esté segura.

El tiempo más favorable para ejecutar es durante la primavera, sobre todo, en el momento de la ascensión de la savia. Se pueden hacer también con gran éxito, durante una parte del verano mientras aparecen los brotes herbáceos.

Las condiciones para que el injerto de aproximación tenga éxito son:

- El patrón y la vareta deberán estar plantadas cerca una de la otra.
- La unión de maceta al árbol fijo, en caso de que estén separadas las partes, es decir patrón y vareta (variedad a injertar).

b. *El injerto de aproximación en sí*

Dentro de los injertos de aproximación en sí, el más típico es el de empalme, que consiste en:

- El injerto más simple es un injertado natural ayudado.
- Practicar un rebaje en cada rama, quitando unos centímetros de corteza con un poco de madera las partes quitadas deben ser iguales y a la misma altura.
- Unir encajando perfectamente las partes quitadas, la clave está en que queden en contacto el cambium del patrón y el cambium de la vareta (injerto) si el contacto es muy poco o nulo, entonces el injerto fracasa.
- Atar y cubrir todo con cinta o cera de injertar.
- Una vez producida la unión entre las dos partes se debe cortar por encima de la unión la planta que no queremos que forme el tronco y las ramas, para que aporte solamente con sus raíces.
- Dejar a veces con dos pies (dos sistemas radiculares) para dar mayor vigor al injerto o también se puede cortar el pie de la planta injertada por debajo del injerto.
- Hacer estos injertos con la mimosa (Acacia de albata) con otra acacia que sea resistente a la caliza, en pinos.

c. *El injerto de aproximación en lengüeta o injerto inglés*

El injerto inglés tiene las siguientes características:

- Es el injerto que se hace en tallos finos de 2 cm de diámetro como máximo (0,5-1,5 cm es normal).
- Es preferible que el patrón y la vareta tengan el mismo diámetro, si la vareta es considerablemente más delgada que el patrón, la vareta (púa) se debe colocar desplazada a un lado, no en el centro, de modo que coincida el cambium de ambos.
- Se puede hacer a mediados o finales del invierno, es decir, cuando la vareta (púa) aún esté en reposo (sin hojas).
- La vareta (púa) se prepara a partir de una ramita de 1 año de edad, cortando un trozo de 7 a 12 cm de longitud y un diámetro máximo de 2 cm, que lleve 2 ó 3 yemas en la estaquilla de la vareta.
- Se hace un corte en bisel, tanto en el patrón como en la vareta a injertar, sobre ese mismo corte, se da otro corte a ambos, logrando las lengüetas.
- Patrón y vareta-injerto se ensamblan por las lengüetas, debiendo quedar en contacto el cambium de ambos. Esto es crucial.

- Luego, se amarra bien con cinta de injertar y se encera todo para protegerlo de la desecación.
- No se debe desatar hasta que las yemas hayan brotado y midan unos 10 ó 15 cm. Mantener la atadura más tiempo, perjudica, estrangulando al injerto por dificultar el paso de la savia.

d. Injertos de yema

Es uno de los injertos más utilizados y produce un porcentaje muy elevado de éxitos. Dentro de este tipo de injertos de yema se puede diferenciar diferentes formas de injertar, tales como:

- **DE ESCUDETE, EN T NORMAL Y T INVERTIDA**
- En forma de T. Llamada también de escudete, sobre la corteza del patrón se realiza un corte donde se acopla la yema cortada de la vareta y se amarra con cinta de injertar (plástico transparente).
- Injertos que se hace introduciendo entre el líber y la albura del patrón una yema con parte de la corteza a que está unida, cortada está en forma de escudo. Esta técnica se practica cuando se introduce o inserta la yema extraída de una vareta (variedad) en el tallo (tronco) del patrón.
- Se pueden practicar este tipo de injerto a principios de primavera y en otoño. Se denomina de esta forma porque el injerto está compuesto de una placa en forma de escudete de la corteza que lleva en su parte central una yema.
- El patrón se prepara haciendo una incisión en “T” sobre la corteza, luego insertando en su interior el escudete con yema extraído de la vareta. Es necesario que quede atado firmemente para que el injerto funcione.
- Es particularmente utilizado para ramas jóvenes de 1 a 3 años de edad, de corteza delgada, lisa y tierna (portainjerto).
- Para asegurar su éxito las yemas deben ser previamente acondicionadas dos a tres semanas antes, anillando en el árbol y removiendo todas las hojas, menos 3 ó 4 en el ápice de la vareta (rama).
- Es adecuado para frutales y rosales.
- Su limitación se encuentra en el grosor del tallo, siendo un buen método para tallos de entre 0,5 y 2,5 cm de diámetro, con una corteza que se separa con facilidad de la madera.

Proceso de injertado

- Se efectúa un corte en forma de “T” en la corteza de la planta patrón, procurando que el corte no llegue a penetrar en la madera y sólo afecte a la corteza.
- Las dimensiones del corte dependen del diámetro de la planta que servirá de patrón y del tamaño de la yema a injertar. La yema de la vareta debe ser proporcional al diámetro del tallo donde se va a injertar y debe encajar perfectamente dentro de la corteza abierta del patrón.
- Se abre la corteza a ambos lados del corte en el patrón. La corteza se debe separarse con facilidad, lo que indica la suficiente presencia de savia. Si no se separa con facilidad o se rompe, eso significa escasez de savia, por lo que no se debe realizarse el injerto en ese punto. Seguidamente se prepara la yema de la vareta.
- Para obtener la yema de la vareta (variedad a injertar) realizamos un corte por debajo de una yema de cualquier brote, realizando un movimiento deslizante de arriba hacia abajo, hasta sobrepasar a la yema en igual longitud que la que queda por debajo de ella. Luego se hace un corte horizontal por debajo de la yema y se desprende la yema de la vareta que podemos sujetarla por el tallo de la hoja (peciolo). La yema obtenida debe ser delgada sin tallo, para que encaje en la corte abierta en el patrón. El fragmento obtenido de yema obtenido tendrá la forma de un pequeño escudo de donde proviene su nombre de injerto de escudete.
- Se introduce la yema en el patrón, en la misma posición por la parte superior del corte en forma de “T” y presionando hacia abajo hasta que el escudete penetre totalmente, no debiendo sobresalir su extremo superior por encima del corte horizontal. Luego se aprieta hasta que queden unidos íntimamente el tallo del patrón y la yema injertada, cerrando la corteza a su alrededor.
- Para que no se abra la corteza y se seque la yema injertada, es necesario mantener cerrado el corte. Para ello se amarra con una cinta de injertar (plástico transparente) asegurando firmemente el injerto. Es importante enrollar de abajo hacia arriba, como si de un vendaje se tratara, para evitar el ingreso de agua cuando llueve o se riega, pero dejando al descubierto la yema.
- Al cabo de dos semanas el injerto debe dar señal de prendimiento, si se ha hecho en su momento y apropiadamente. Si se ha prendido comienza a hincharse, entonces conviene quitar el amarre de las cintas de injertar. Más adelante, cuando el injerto ha crecido y comienza a emitir brotes, hay que cortar el tallo del patrón por encima del injerto, de modo que la savia alimente al injerto y los nuevos tallos que crezcan de la variedad que hemos injertado.

- **TIPO PARCHÉ**

En forma de parche. Se hacen cuatro cortes hasta formar un rectángulo de una longitud aproximada a un tercio del diámetro del árbol y una profundidad suficiente como para llegar al fondo de la corteza. Se procede de la misma forma en el vástago y se acopla la corteza de éste al patrón, amarrando con una cinta de injertar.

Es un injerto lento y difícil que el injerto de yema en “T” pero se usa con éxito en especies de corteza gruesa como el nogal, en los que el injerto de “T” no se realiza.

Características del injerto de parche

- La mejor época para este tipo de injerto es a finales de verano o principios de otoño. También se puede realizarse en primavera, pero no es lo ideal. La corteza del patrón se tiene que despegar con facilidad y el árbol está en vegetación, fluyendo la savia.
- Se puede insertar con éxito en patrones de hasta 10 cm. de diámetro.

El procedimiento del injertado es:

- Se extrae del patrón un parche rectangular de corteza de unos 2,5 cm. de ancho.
- La rama de donde se extrae no deberá tener mucho más de 3 cm. de diámetro.
- La yema para injertar debe tener forma de parche rectangular, teniendo las mismas medidas que el recuadro abierto en el patrón, es decir de 2.5 cm. de ancho para que encaje perfectamente.
- Es importante sacar el parche con un pequeño núcleo de madera que debe quedar dentro de ella si se quiere lograr el prendimiento.
- Se debe insertar de inmediato, por lo que el patrón debe estar preparado previamente.
- El prendimiento del injerto depende del contacto preciso de los bordes de una y otra parte del parche.

- **TIPO ASTILLA O CHIP**

Injerto en chip. Es un injerto que se realiza con las viñas (uvas) de tres años. Con el corte oportuno se extirpa un trozo de tallo del patrón de modo que queden 1 ó 2 encastes laterales, donde se fija la yema extraída de la vareta, dotada de una porción de tallo en la parte inferior con la misma forma que la parte extirpada. Luego se asegura con cinta de injertar u otro fijador (rafia o cera).

Este método de injerto es especial para la vid (uvas), higueras y los ficus, pero también sirve para cualquier árbol o arbusto de madera blanda. También es un buen método para la palta y el mango.

Características del injerto chip

Este tipo de injerto se puede hacer en primavera, cuando el patrón y la vareta estén en pleno crecimiento.

- También se puede hacer durante el verano, pero en este caso, la yema injertada no se desarrolla hasta la primavera siguiente.

El procedimiento del injertado es:

- Primero se hace un corte pequeño en el patrón en forma de lengüeta de arriba hacia abajo.
- Después se hace un corte más arriba de unos 3 ó 4 centímetros, también en forma de lengüeta más alargada, cortando hasta llegar a la lengüeta inferior y quitando un trozo de corteza con un poco de madera.
- A continuación, se corta un escudete con un poco de madera que contenga una yema sin desarrollar y una hoja, la cual debe cortarse dejando el peciolo.
- El escudete debe ser de madera tierna del mismo tamaño, o sea, que aún no esté lignificada del todo.
- Debe tener la forma exacta del corte que hemos hecho antes al patrón.
- El peciolo de la hoja cortada nos sirve para manipular con facilidad el escudete, sin tocar la parte interna para no contaminar con bacterias y hongos al corte, lo cual haría fracasar el injerto.
- Luego se coloca el escudete en el corte del patrón, ajustándolo bien para que coincida el cambio.
- Seguidamente se ata el injerto con cinta plástica transparente. También se puede atar con rafia de injertar.
- El peciolo queda fuera para que la alimentación y confirmación del injerto. Los jugos del peciolo sirven en los primeros días como alimento e hidratación del escudete, el cual los reabsorbe para sobrevivir y saber si el injerto ha agarrado. Si al cabo de 15 días aproximadamente, el tocar el peciolo con el dedo, éste cede fácilmente y se desprende del escudete, dejando en él una marca bien verde y sana, quiere decir que el injerto a prendido. En cambio, si el injerto no tiene éxito, el peciolo cae con dificultad o se queda pegado al escudete.
- Una vez seguro de que el injerto ha prendido, se corta el patrón por encima del injerto. Hágalo cuando los brotes del injerto midan entre 10 a 15 centímetros.

e. Injerto de púa de varias yemas

• **HENDIDURA**

En este injerto el tronco del patrón se corta en horizontal por la parte superior y se le hace una hendidura vertical; en ella se inserta un vástago de unos 10 cm., cuya base se ha cortado en forma de púa o cuña.

Características del injerto de hendidura o púa

- Injerto más utilizado en árboles frutales
- Este tipo de injerto lo admiten muchos árboles de hoja caduca. Su mejor época de realización es desde mediados hasta finales de invierno.
- También se puede hacer en árboles y arbustos de hoja perenne, en este caso, desde finales de invierno hasta finales de primavera, usando púas con hojas y cubriendo el injerto con una bolsa de plástico transparente durante varias semanas, para evitar la deshidratación.
- Recomendable cuando el patrón y la púa (vareta) tienen el mismo diámetro, por ejemplo, entre 0,5 y 1,5 cm.
- Se realiza desde fines de junio a mediados de agosto.

El procedimiento del injertado es:

- Se corta el patrón con unas tijeras de podar a la altura deseada y se le hace un corte a lo largo por el centro de unos 6 cm de longitud.
- Si el patrón es de mayor diámetro que la púa, sólo pueden estar en contacto, por un lado.
- A la púa se le corta un bisel por ambos lados.
- Se introduce de tal manera que la corteza del patrón y de la estaca (vareta) se toquen para que el cambium de ambos elementos quede en contacto.
- Luego se ata la unión con cinta de injertar o rafia y se encera con pasta o cera para injertar. Es importante también colocar cera a la punta de la púa.
- No se puede desatar hasta que las yemas hayan brotado y midan de unos 5 a 10 cm. Mayor tiempo tampoco es bueno, porque puede quedar estrangulado al dificultar el paso de la savia.
- Este tipo de injerto lo admiten muchos árboles de hoja caduca. Su mejor época de realización es desde mediados hasta finales de invierno.
- También se puede hacer en árboles y arbustos de hoja perenne, en este caso, desde finales de invierno hasta finales de primavera, usando púas con hojas y

cubriendo el injerto con una bolsa de plástico transparente durante varias semanas, para evitar la deshidratación.

El injerto de doble hendidura

Es uno de los tipos de injerto más antiguos y de uso más amplio. Que presenta las siguientes características:

- Se utiliza para cambiar de variedad (olivo, vid, peral, manzano, etc.) o para rejuvenecer árboles. Resulta útil en especies de larga vida, como los manzanos, perales, pero en otras ocasiones es mejor arrancar y plantar árboles nuevos (jóvenes) que reinjertar la copa.
- Es válido para casi todos los árboles de hoja caduca (caducifolia). También se puede hacer en árboles y arbustos de hoja perenne, cambiando la púa por una ramita o esqueje con hojas y cubriendo el injerto con una bolsa transparente.
- Se practica sobre troncos de árboles pequeños de hasta 10 centímetros de diámetro, o ramas de árboles grandes.
- La mejor época va desde mediados hasta finales de invierno.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Primero se prepara dos púas haciéndoles un bisel por ambos lados.
- A la rama o tronco se le practica un corte recto y limpio, además longitudinal por el centro.
- Se insertan las dos púas en el tocón, una a cada lado de la hendidura.
- Las púas hay que ajustarlas bien de manera que las cortezas externas de ambas estacas (varetas) contacten y se alineen con la corteza del patrón, a fin de que los cambiums se fusionen (esto es de vital importancia).
- Luego se ata y se encera todo con pasta selladora, incluyendo los extremos de ambas estacas.
- Si se prenden las dos estacas (varetas) se puede conservar ambas, pero también dejar la mejor colocada o de crecimiento más vigoroso y a la otra darle una poda rigurosa, pero manteniéndola viva para que ayude a cicatrizar la zona del injerto. Más adelante se eliminará por la base la que no nos interese.
- No se debe desatar el injerto, hasta que las yemas hayan brotado y midan unos 5 ó 10 cm, dejar más tiempo tampoco es bueno, porque puede estrangular.

f. Lateral en cuña

Es adecuado para aquellas plantas que son demasiado grandes para practicar una hendidura simple, pero no lo suficiente como para realizar un injerto de doble hendidura o un injerto de corteza.

g. De Corona o corteza

- Injerto que se hace introduciendo una o más púas entre la corteza y la albura del tronco del patrón.
- Es un tipo de injerto fácil que tiene buen porcentaje de prendimiento. Se utiliza, entre otros posibles fines, para cambiar la variedad en olivo, cítricos, almendro. Sirve para cualquier árbol o arbusto de hoja perenne o caduca.

Características del injerto de corteza o corona

- El patrón puede tener de 3 a 30 cm de diámetro incluso más.
- Se hace en primavera (mediados de octubre), cuando la savia del cambium está activa, porque es necesario poder separar la corteza en el patrón, es decir que resbale fácilmente.
- La púa (vareta) se recolecta en invierno y se mantienen en el frigorífico. Antes de guardarlas, se deben mojar un poco, envolver en papel de cocina (servilleta) o de periódico y meter en una bolsa de plástico para evitar que se sequen.
- Si es un árbol de hoja perenne se recoge y se injerta directamente, sin guardar.
- Es muy similar al injerto de doble hendidura y se indica especialmente cuando púa y patrón tienen diferente grosor, aplicándose a ramas con un diámetro de 2.5 cm y superiores.
- En este tipo de injerto solamente se levanta la corteza, permitiendo que las capas de cambium del patrón y la púa entren en contacto (insertando las púas bajo la corteza del patrón).

Procedimiento:

- La púa debe tener de 2 a 3 yemas y de 10 a 12 cm de longitud.
- El patrón se corta con la tijera de podar o un serrucho, dependiendo del grosor, y con un cuchillo se le hace un corte vertical de unos 5 cm en la corteza.
- A la púa se le hace un corte en bisel, por un lado. Si es de hoja perenne se le cortan las hojas, excepto la superior, dejando el pecíolo.
- Se insertan dos púas (o más) por el lado biselado entre la corteza y la madera del patrón.
- El injerto debe quedar justo (en caso necesario se cuadra con la ayuda de un martillo).

- Una vez colocadas todas las púas, éstas deben quedar formando una especie de corona en la corteza. De ahí viene el nombre de “injerto de corona”.
- Se ata y encera todo el injerto con cera de injertar, incluyendo la parte superior de la estaquita (vareta).
- Si es un árbol de hoja perenne, se moja con agua limpia la púa y se cubre con una bolsa de plástico transparente. Esto mantiene el aire de alrededor húmedo. De no poner una bolsa, la ramita se secaría antes de que se hubiera formado la unión con el patrón. Pasado unos 15 ó 20 días, ya se puede retirar la bolsa, porque la unión se habrá verificado.
- Se espera a que los brotes de las yemas del injerto (púa) tengan unos 10 a 15 cm y luego se puede desatar el amarre.

h. Enchapado o injerto de chapa

Este injerto se debe a que el material vegetal de la vareta (diámetro) es más pequeño que el patrón, y el trabajo sólo puede hacerse cuando la piel del patrón (portainjerto) permite que sea separada fácilmente de la madera.

Procedimiento del injertado:

Primero se corta con el cuchillo de injertar la corteza del patrón en una zona liza y sin yemas, haciendo dos cortes horizontales unidos por un corte vertical en forma de “H” acostada.

Luego, con la ayuda del cuchillo de injertar se despega la corteza de la madera de cada lado como si abriésemos una ventana y se recorta un poco de corteza de cada lado en sentido vertical, para que luego se cubra completamente la chapa. El cambium, es la única parte del árbol que crecerá y deberá entrar en contacto con el cambium de la chapa.

- Se hacen dos cortes horizontales completos en la corteza de una rama de la vareta (variedad a injertar) rodeándola completamente, seguidos de otro corte vertical que unos ambos cortes.
- Posteriormente, con la ayuda del cuchillo se despega la corteza y se saca entera. Ésta será la “chapa” a injertar, que puede tener 1, 2 y hasta 3 yemas.
- A continuación, se coloca la chapa en la ventana abierta del patrón, con las dos partes de la corteza ya rebajadas, para que no cubran completamente la chapa.
- La chapa y la ventana del patrón deberán tener las mismas medidas.
- La corteza de la chapa, tanto en su parte superior como en su parte inferior, deben coincidir con la corteza de la ventana del patrón, para que haya una continuidad, una soldado el injerto.

i. Los métodos de aplicación en otras especies vegetales

Para que el injerto se la realice con éxito, debe tomarse en cuenta algunas medidas preventivas, como ser:

- Utilizar material vegetal sano
- Adquirir el material vegetal en viveros y semilleros autorizados.
- Evitar situar o trasplantar en el terreno patrones o plantas atacados o infectados por plagas y enfermedades.
- Evitar las siembras escalonadas, es decir, no iniciar siembras nuevas junto a cultivos en producción.
- Tomar todas las precauciones necesarias para evitar deterioros (contaminación con sustancias nocivas, contaminación con plagas y enfermedades, desecación, pérdida de la capacidad germinativa) en casos de almacenamiento. Y desinfectar antes de utilizar.

Injertos para cultivos hortícolas

En cultivos hortícolas, el fin primordial del injertado es obtener resistencia a enfermedades producidas por hongos del suelo para posibilitar el cultivo de las especies que se injertan en suelos infestados. Para la obtención de frutos con demanda en el mercado, sustituyendo la parte de la planta que es sensible al patógeno que se quiere combatir por otro tejido vegetal resistente o tolerante al mismo.

Se realiza injertos en plantas hortícolas para:

- Elevar la producción de cultivares de buena calidad.
- establecer una alternativa a la utilización de fitorreguladores para conseguir tamaño en ciertos frutos.

Las hortalizas, son aquellas plantas comestibles que se cultivan en huertos. De ellas se pueden aprovechar las raíces (zanahorias y rábanos), los bulbos (cebolla y el ajo), las flores e inflorescencias (coliflor y alcachofa), y frutos y semillas (pepino, berenjena y la calabaza).

En el caso de las hortalizas, sólo se realizan los injertos en la familia de las solanáceas, como el tomate, pimiento, berenjena; y en la familia de las cucurbitáceas, como el pepino, melón y sandía.

Tipos de injertos ideales para las hortalizas:

Este método es favorable cuando la temperatura esté entre 25 – 30 °C y la humedad relativa entre 80 – 90 %.

La siembra de la variedad se hará en bandejas con temperaturas de 20 – 22 °C, mientras que la del patrón se realizará con semilla pregerminada durante 24 – 48 horas en bandejas con temperatura de fondo de 24 – 26 °C.

Podría ser beneficioso al oscurecer con plástico negro durante 24 a 36 horas.

Cuando la vareta y el patrón ya constan de la primera hoja, se realizará el injerto haciendo una incisión en el patrón, justo debajo de los cotiledones y en el lado contrario de la primera hoja hasta el centro del tallo y hacia abajo, de 1 a 1.5 cm de longitud y en el melón comenzando 2 cm por debajo de la primera hoja verdadera y hacia arriba hasta el centro del tallo.

Injerto de aproximación en hortalizas

Después de haber sembrado la planta de donde se extraerá la pluma, a los 5 o 7 días sembrar el patrón, también en bandejas.

Injertar cuando en el patrón aparece la primera hoja verdadera, dejando solo dos cotiledones.

Para ello se realizará una incisión en el patrón comenzando por debajo de los cotiledones hacia debajo de 1 a 1,5 cm hasta la mitad del tallo.

Se eliminará la piel de la zona de soldadura de la vareta y se le realizará un corte comenzando 2 cm por debajo de los cotiledones.

Seguidamente, se ensamblará el injerto con una pinza o cinta y se mantendrá en una maceta de 10 cm de diámetro a 25 – 26 °C durante los primeros días y a partir de entonces lo mejor será levantar el sombreado y airear progresivamente.

Injerto de púa en Hendidura para hortalizas

Para realizar este método de injerto, se sembrará el patrón con la semilla pregerminada y la vareta (variedad) ambos en bandeja.

Se injertará cuando aparece la primera hoja verdadera en el injerto, cortando la variedad por debajo de los cotiledones a 1.5 cm y haciendo un bisel de 0.6 – 1 cm en cada extremo.

En el patrón se eliminará el brote y se realizará una hendidura de 1 – 1.5 cm, entre los cotiledones hasta el centro del tallo y hacia abajo.

Introduciendo la púa en la hendidura y la fijaremos mediante pinza o cinta y a partir de entonces se regará la maceta y se situará en un ambiente cálido, húmedo y ligeramente sombreado.

A la semana de haber efectuado este proceso se puede comenzar a airear.

Injerto de cuña en horticultura

En este método de injerto se preparará la planta como en el caso del injerto de perforación lateral y partir de ahí se seguirán los pasos siguientes:

- Decapitación del brote del patrón, realizándose un corte en el lado opuesto a la primera hoja de 1.5 cm hacia abajo desde la epidermis hasta la mitad del tallo.
- La vareta se cortará por debajo de los cotiledones aproximadamente 2 cm, eliminando la corteza a ambos lados.
- Se introduce la púa en el patrón y se sujeta con pinzas a una temperatura aproximada de 25 – 35 °C y a una humedad de 85 – 90 %.

j. Injertos para coníferas

Las coníferas son aquellas plantas de hojas lineales y persistentes que poseen además frutos cónicos, como el ciprés y el pino; su injerto, se efectúa, sobre todo, por carácter ornamental.

Una de las técnicas para el injerto de coníferas es la que se describe a continuación:

El injerto lateral en cuña

Este método de injerto cada vez que se aplica exclusivamente a coníferas, sigue los siguientes pasos:

- Los patrones de 2 años son seleccionados por el grosor, se podan las raíces y los brotes laterales del tallo y son removidos, así se obtiene un área del tallo limpia donde se va a realizar el injerto. Luego, son colocados en macetas de 10 cm de diámetro.
- Las plantas en macetas se colocan en un área abierta o bajo una estructura con sombra, durante un año más, con un control estricto de insectos y de enfermedades.
- Después del tercer año los patrones estarán disponibles para injertar durante el invierno. Por ejemplo, *Picea abies*, *Juniperus chinensis* “Hetzii”
- La época más común del año para utilizar este método de propagación es durante el invierno.

- Cada vareta debe ser un brote terminal con una yema terminal y por lo menos 3 yemas radiales adyacentes. Con la ayuda de tijeras podadoras, se debe extraer de la planta madre los vástagos con crecimiento del año, de 10 a 15 cm de largo.
- Hay casos en los que se requieren injertos o variedades ramificadas (como en el *Picea pungens* “Globosa”), en los que es necesario cortar madera de 2 años. Estas pueden llegar a tener un grosor mayor, por lo que hay que tener cuidado con la elección del patrón, en lo que se refiere al grosor, permitiendo así una mejor unión.
- Los injertos deben mantenerse en un lugar fresco y húmedo, desde el momento de recolección hasta el momento de injertar.
- Para el atado se utiliza una banda elástica o cinta de injertar.
- Comience en la parte superior del injerto haciendo la forma de una “X” para poder asegurarlo.
- Luego, forme una espiral para abajo dejando un espacio de unos 3 mm entre vuelta y vuelta. Y finalmente asegure con un medio nudo.

Injertos para cactus

El injerto de cactus busca lo mismo que en las demás especies: que la planta injertada crezca más rápido del promedio del que lo haría sobre el sustrato para poder obtener floraciones en menor tiempo y con ello conseguir de modo más rápido las semillas.

El injerto es el medio de subsistencia de ciertas formas de cactus como el *Gymnocalycium mijhanovichii* Hibotan, de coloración rojiza.

Por regla general, un cactus puede ser injertado en otro cactus, es decir dentro de las Cactáceas.

Es importante evitar errores al confundirse ya que existen numerosas plantas como las Euphorbiáceas, que son frecuentemente mal nombradas como cactus.

todas las especies pueden ser injertadas sobre un patrón.

Son buenas para injertar todas aquellas especies de difícil floración y de lento crecimiento.

Las plántulas de especies de las cuales se quieren obtener ejemplares adultos de la manera más rápida.

Como todos los métodos de propagación en las Cactáceas, su mejor época es la primavera y el verano.

Para poder injertar con éxito los cactus se deberá seguir los siguientes consejos:

- Es aconsejable que tanto el patrón como el injerto (vareta) estén en crecimiento, que se encuentren sanos y tengan un tamaño que permita la labor del injertado.

- El patrón se debe cortar en proporción al injerto que va a soportar, tanto en altura como en anchura, pensando que parte de él irá enterrado.
- De todas maneras, será mejor si el patrón ya se encuentra enraizado y creciendo.
- Siempre el patrón debe tener un diámetro algo mayor que la especie a injertar, proporcionará un soporte más estable y el injerto al crecer tendrá más superficie de contacto.
- Ambas piezas se deben unir, de tal manera que queden los haces vasculares superpuestos como mínimo en un punto.
- Es importante cruzar las circunferencias que forman los vasos para que interseccionen.
- En la mayoría de los casos a las dos semanas el injerto ya se ha establecido, pero se puede alargar o acortar este período, dependiendo en qué época se realice el injertado. Entonces, para que todo vaya perfecto, es importante colocar siempre el nuevo injerto a un lugar sombreado, y nunca se debe exponer al sol.

k. Injertos más utilizados

Púa apical: empalme inglés (de lengüeta)

Tiene mejores resultados cuando ambos materiales tienen el mismo diámetro.

- Primero se realiza un corte en bisel en ambos materiales (variedad y portainjerto) y luego un segundo corte para obtener la lengüeta.
- Se ensamblan las lengüetas, asegurando la unión de los cambiums.
- También se denomina a la inglesa en doble lengüeta.

Púa apical: empalme simple

- Es similar al empalme inglés, pero solo se realiza el primer corte en bisel.
- Es ideal para maderas que no son flexibles.
- No se necesita desprendimiento de corteza.
- Se conoce también a la inglesa simple.

Púa apical: Hendidura apical

- Se realiza en el centro del patrón un corte a lo largo, de tal manera de poder introducir la púa de la variedad.
- A la púa se le corta un bisel por ambos lados.
- Se introduce la púa, asegurando el contacto de los cambiums.

Púa lateral: empalme de costado

- El patrón puede tener un mayor diámetro que la púa que se injertará.
- Se realiza un corte que comprometa la corteza y madera en el patrón, dejando una especie de lengüeta.
- La púa se corta en bisel.

- Se introduce la púa en la lengüeta dejada en el patrón y se ata firmemente.

Púa lateral: injerto de aproximación.

- Las plantas tienen que estar plantadas muy cercanas.
- El tronco debe ser dúctil para permitir la aproximación entre ambos.
- Luego que el injerto está soldado, se corta la parte de arriba de la unión en el portainjerto y la parte de debajo de la unión en la variedad.

Injertos de yemas:

- El aspecto más crítico de la injertación es el corte de la yema, la cual consiste de una muy delgada tira de corteza y una astilla de madera bajo la yema, que debe ser cortada de una forma lisa y suave.

El proceso de cicatrización en el injerto de yema en T

- En el método de injerto de yema en T, la porción de la yema usualmente está formada por epidermis, capa de corcho, corteza, floema, cámbium y, con frecuencia, algo de tejido de xilema, a lo cual va adherida externamente una yema lateral, subtendida tal vez por un pecíolo. En el injerto de yema esa porción se coloca en el xilema y los cámbium expuestos del patrón.

El callo se origina casi por completo del tejido de patrón, principalmente de la superficie expuesta al cilindro de xilema.

La proliferación del callo continúa con rapidez durante dos a tres semanas, hasta que se llenan todos los huecos de aire internos. Entonces, el callo empieza a lignificarse y aparecen elementos traqueales aislados. La lignificación del callo se completa alrededor de unas 12 semanas de injertar.

Injerto de parche

- Es más complejo que la yema en T
- Es necesario que exista desprendimiento de corteza.
- El parche debe tener las mismas medidas que el recuadro dejado en el patrón.

Injerto de astilla o chip

- Es un poco más complejo que la yema en T por la ausencia de las aletas de corteza protectoras.
- En el patrón en un lugar entrenudo se remueve una astilla y se reemplaza con otra astilla que contenga una yema de la variedad.
- Ambas astillas deben tener las mismas dimensiones.

VII. MATERIALES PARA LA REALIZACIÓN DEL INJERTO

Cinta biodegradable

Se utiliza para proteger las yemas del injerto antes o después de ser injertadas.

Ligaduras

Son necesarias para lograr el sostenimiento firme del injerto con el portainjerto en precisa yuxtaposición. Así mismo, para proteger al injerto contra la penetración del agua de lluvia y la desecación.

Para este fin se usan diversos materiales como: cordel, rafia, jebe, alambre fino. En la actividad, lo más generalizado es el uso de cintas plásticas. Su ancho debe ser igual o un poco menor al diámetro del tronco del portainjerto y con elasticidad adecuada.

Cera:

Tiene la finalidad de evitar infecciones y desecación de las yemas. Este material se aplica con una pequeña brocha. La cera debe tener una temperatura de fusión baja, para evitar quemaduras, lo cual recién se observa al día siguiente de su aplicación.

cintas y ceras para injertos

Tanto las cintas como las ceras, son elementos que ayudan a fusionar y soldar el injerto que se practica. Las cintas (así como la rafia) son las encargadas de unir al patrón con el injerto (vareta) y las ceras son útiles para fusionar el injerto que hemos aplicado.

Entre las principales características que presentan tanto cintas como ceras, se describen a continuación.

Características de las Cintas

- Son cintas especiales forradas en su cara interna que se utilizan en aquellos injertos en los que no hay suficiente presión natural.
- En los casos en los que no se necesitan hacer mucha presión, también se puede emplear cinta adhesiva, como en el injerto de hendidura simple.
- Las cintas eléctricas y las cintas adhesivas gruesas también se usan.

Características de las Ceras

- Sirven para culminar la soldadura del injerto.
- Vienen en placas o en pastillas.
- Existen dos clases de ceras: frías y calientes. Una cera fría es normalmente usada para injertos caseros, se ablanda por el calor de la mano y luego se aplica fácilmente, mientras que las ceras calientes, pueden aplicarse a los injertos asegurándose de que la cera no esté demasiado caliente.

VIII. HERRAMIENTAS PARA LA REALIZACIÓN DEL INJERTO

En la reproducción vegetativa con la unión de dos o más partes de la planta mediante injertos simples y compuestos, de la parte aérea (variedad o cultivar) y parte radicular (portainjerto o patrón) necesitamos herramientas.

Las herramientas para injertar

En la tarea de injertar es importante aprender a reconocer las herramientas y su utilidad, porque nos ayudarán a efectuar apropiadamente la técnica del injertado.

- Cuchillos o navajas para injertar. Se utiliza cuchillo injertador de múltiples modelos y filo por ambos lados de la hoja. Importante mantenerla limpia y afilada. Son diseñados especialmente para ese propósito, solamente un lado de la hoja es biselada y se la debe mantener bien afilada para obtener un buen corte.
- Tijeras de cortar y de podar. Se deben mantener siempre limpias para evitar que el tejido celular de las plantas colapse. Tijera punta fina para la recolección de material con un corte limpio.
- Cintas y ceras para injertos. Se utilizan para sujetar el injerto al pie, hasta que se forme la unión.
- Ceras. Sirven para garantizar la unión a través de la unión del patrón con el injerto (yema de la varetta).
- Cinta para amarrar, impide la oxidación en los cortes y mantiene una adecuada humedad para favorecer la unión de los tejidos.
- Cooler, papel absorbente, desinfectante, afilador.
- Alfileres. Se utilizan para sujetar al injerto, deben estar esterilizados antes de usar.
- Macetas. Si es que va a hacer el proceso completo, éstas deberán ser adecuados al tamaño del injerto.
- Sustrato. Es muy útil y necesario, si se efectúa el proceso completo de injertado. Deberá ser más rico de lo normal para favorecer el crecimiento.

Consideraciones

El usar tijeras y navajas de marcas prestigiosas ayuda a realizar cortes de mejor calidad y con menor esfuerzo, disminuyendo los problemas de salud en las personas.

Es importante proteger las manos ya que se trabaja con herramientas con filo, de manera tal de evitar cortes, como guantes o dedales.

Cuchillos y navajas para injertar

Entre todas las herramientas necesarias para efectuar un injerto, los cuchillos y navajas ocupan un lugar preferencial. La cuchilla ha sido diseñada especialmente para cada tipo de injerto conocido, pero su uso debe contemplar algunas normas para no dañar a las plantas.

Es importante tomar en cuenta, que no es lo mismo que el corte se efectúe con un cuchillo o navaja cuyos filos se encuentran oxidados, sin filo, o con algún tipo de hongo imperceptible al ojo humano que actúe en alguna de las plantas que vamos a unir; utilizar un utensilio libre de gérmenes.

Por eso debemos aplicar algunas medidas para su uso:

- Conviene que los cuchillos y navajas que se utilizan estén bien afilados.
- Es mejor esterilizar ambos implementos (aquí también se pueden agregar las tijeras) para evitar la presencia de gérmenes. Sería importante dejarlos en agua con lejía por un día.
- Con los implementos se va a realizar una herida a la planta (porque el injerto no es un proceso natural) y es conveniente que evitemos cualquier infección.

Tipos de navajas

Entre las variedades de cuchillos, en el mercado para el uso de injertos, son los siguientes:

El cuchillo para injerto de frutales. Es una navaja con filo de 9,5 cm con apoyador, mango de madera de nogal para el sudor y separador de yemas de marfil plegable.

El cuchillo para injertos de yema. Es un cuchillo con separador en la parte superior de la cuchilla, especial para injertos en rosas, posee cachas finas de nogal y una cuchilla con filo unilateral.

El cuchillo para injertos de arbusto leñoso. Es una navaja de injertar plantas leñosas, tipo grosellas, espinos. Tiene un filo de 10,5 cm terminado en punta afilada, con un mango de madera ligeramente curvado para presionar fácilmente.

El cuchillo para injertos de viveros y jardines. Es una navaja multifuncional con un corte recto de 10 cm de filo y una protección interna del filo con goma.

El cuchillo para injertos de púa recto. Es una navaja para injertar, tiene un mango de madera anatómico ligeramente levantado en la parte inferior para poder hincar bien el patrón. Filo de 12 cm que es apropiado para injertar en púa.

Finalmente se tiene la podadera ligera para injertar. Posee un filo de 10.5 cm. Especial para viveros por su cuchilla estrecha y poco curvada. Un filo unilateral muy popular para los árboles.

La máquina de injertar

Es un instrumento usualmente empleado cuando el portainjerto y la vareta tienen la misma forma y tamaño en el punto del injerto, por lo que su uso para generar estaquillas (guiadas, rebanadas, planas) es crucial para acelerar la producción.

Toda máquina para injertar con algunas excepciones, se basa en el principio de la tijera y son para utilizar en aquellos injertos que se realizan cuando el portainjerto y la variedad se encuentran sin plantar, es decir, cuando se realizan sueltas.

La máquina de injertar generalmente se la utiliza para los cultivos de la vid (uva) porque las yemas de la vid están ampliamente separadas y en los brotes o sarmientos se presentan regulares, limpios y fuertes, casi siempre, generar estaquillas iguales es una tarea fácil, sobre todo, si se emplean estas máquinas para injertar. Pero la máquina de injertar no sirve para todos los cultivos.

Recuerde que, para emplear la máquina de injertar, debe preferirse que el portainjerto y la vareta coincidan casi completamente en sus características.

IX. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE INJERTACIÓN

El material a injertar debe ser elegido bajo las siguientes condiciones:

- Material sano, libre de enfermedades
- Con un buen desarrollo de yemas

GOSECHA DE MATERIAL VEGETAL:

- Horario: Antes de las 10 de la mañana, con bajas temperaturas y alta humedad relativa.
- Se le deben eliminar las hojas dejando sólo los peciolo.
- Se deben mantener en un lugar fresco y húmedo (con papel absorbente mojado y en un cooler).
- El material puede ser almacenado en condiciones de humedad y frío hasta por 1 semana.
- Si las yemas presentan un escaso desarrollo, se puede preparar la púa antes de su recolección, para esto una semana antes se cortan las yemas terminales, lográndose un mayor desarrollo de las laterales.

MATERIAL A INJERTAR

Con yemas desarrolladas, sin crecimiento apical activo, con cambium activo.

No elegir material muy tierno, con ausencia de yemas, o con crecimiento activo.

FECHAS DE INJERTACIÓN

En la producción de plantas nuevas en invernadero: todo el año, siempre que haya disponibilidad de material para injertar.

Al aire libre existen dos épocas tradicionales de injertación:

- En primavera, justo antes del inicio de brotación o posterior a dicha brotación.
- En otoño, momento en el cual las yemas quedan dormidas y brotarán en la primavera siguiente.

Importante conocer el ciclo fenológico de cada zona de cultivo.

X. INJERTOS Y PORTAINJERTOS EN FRUTICULTURA

Tabla 1. Patrones y e injertos

ESPECIE CULTIVADA	PATRÓN O PORTAINJERTO	INJERTO O COPA
CIRUELO	OKINAWA, MIRABOLANO	CEREZO, SANTA ROSA, HORVIN
DURAZNO	OKINAWA, NEMAWARD	CIRUELO, NECTARINA, BLANQUILLO
MANZANA	MEMBRILLO BLANCO, SAN ANTONIO, PERO MANZANO	ANA DE ISRAEL, WINTER BANANA, GALA, DELICIAS DE VISCAS, DELICIOS BERROSPI, HOOVER ROJA, HOOVER RAYADA
PERAL	MEMBRILLO	
PALTO	DUKE, TOPA-TOPA	FUERTE, HASS, NABAL, CHANCHAMAYO,
	MEJICANO	CHOQUETE.
CÍTRICOS	LIMÓN RUGOSO	LIMONERO: SUTIL, TAHITÍ.
	MANDARINA: CLEOPATRA, SUNKY.	MANDARINA: SATSUMA, KARA, KING, DANCY.
	NARANJO: DULCE, AGRIO, TRIFOLIADO	NARANJO: VALENCIA, WASHINGTON NAVEL
	TORONJA	TANGOR: MALVASIO, RÍO DE ORO (MURCOTT)
OLIVO	LIGURIA, LEGGINO, PENDOLINO	LIGURIA, LECCINO, PENDOLINO.
MANGO	CAMBODIANA, SAIGÓN, CHULUCANAS, CRIOLLOS	KENT, HADEN, CALIFORNIA TOMMY - ATKINS.
	MEMBRILLERO BLANCO	DELICIOUS DE VISCAS, ANA DE ISRAEL
MANZANO	MANZANO: CRIOLLO, EAST MALLING, SAN ANTONIO,	WINTER BANANA, PACHACAMAC, SAN ANTONIO, RICHARD (CHILENA)
PERAL	MEMBRILLERO, PERO CRIOLLO	CHACARILLA, PACKAN'S TRIUMPH (PERA DE AGUA), GIGANTE DE YUCAY
VID	RUPESTRIS, R99 DOG RIDGE	ITALIA BLANCA, QUEBRANTA, ALPHONSE LAVALLÉ BORGOÑA, THOMPSON SEEDLESS, FLAME SEEDLESS.

DURAZNERO	OKINAWA, NEMAGUARD, CRIOLLOS.	ABRIDOR, ULICANTE, FLORDASUN FLORDARED, FLORDABELLE, BLANQUILLO, ORO AZTECA, AMARILLO
PECANO	MUNICIÓN	MAHAM, STUART
MEMBRILLERO	BLANCO	LÚCUMA, BLANCO
CHIRIMOYO	CRÍOLLOS, GUANÁBANA, ANONAS	CUMBE, SAN MIGUEL, UBILON, GUAYACAYÁN, CONDEGANCHA

XI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Casierra-Posada, F. y Guzmán, J. (noviembre,2009).** *Efecto del portainjerto y del injerto intermedio sobre la calidad de fruta en mango (Mangifera indica L.)*. Agronomía Colombiana 27(3), 367-374.
- Castillo, A. et al (2014).** *Manual del duraznero. La planta y la cosecha.* (Boletín de Divulgación Técnica n.108). Montevideo, Uruguay: Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA.
- Flores, A. (2010).** *Manual agroclimático, para la realización de injertos en árboles frutales caducifolios de clima frío-templado, para principiantes.* Magdalena, Contreras, D.F. Mexico.
- Fod and Agricultura Organization of the United Nations. (2005).** *Técnicas de injertación en cultivos de frutas.* Centroamérica: Autor.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. (2005).** *Guía práctica: producción de plantas de cacao por injerto.* Cortés, Honduras: Autor.
- Guevara, A. (2011).** *Efecto de dos tipos de injerto de hendidura con tres tipos de vara yemera y con dos formas de protección en cacao (Theobroma cacao L.) en santa lucia –Aucayacu (Tesis de pregrado).* Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria.Peru.
- Imán, S. (2019).** *Manual de manejo agronómico del cultivo de contenido cacao nativo (Theobroma cacao L.) en la región Loreto. La Molina, Perú:* Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.
- Instituto de Investigación Agraria (2008).** *Propagación del mango*
- Maldonado, P. et al. (2010)** *El cultivo del palto.* (Boletín INIA n° 129). Santiago, Chile: Instituto de investigaciones agropecuarias.
- Medina, C. y Perdomo, A. (2013).** *Injertos de púa en frutales de hueso y pepita.* Tenerife, España: cabildo de Tenerife.
- Mora, J. y Gamboa, J. (2010).** *Guía para el cultivo de mango (Mangifera indica L.) en Costa Rica.* San José, Costa Rica: Instituto Nacional de innovación y transferencia tecnológica.

12. **Orduz, J.** (2003). *El cultivo de los cítricos*. Meta, Colombia: Programa de investigación regional-CORPOICA.
13. **Pina, A.** (2006). *Compatibilidad de injerto en frutales*. Aragón, España: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria.
14. **Retournard, D. y Prat Jean, Y.** (2008). *Injerto en todos los árboles*. Madrid, España: Omega.
15. **Torres, O.** (2017). *Como Injertar Palto o Aguacate Persea americana Mill*(manual). Perú.
16. **Valentini, G. Y Arroyo, L.** (2003) *La injertacion en frutales*. (Boletín de Divulgación Técnica n.14). Buenos Aires, Argentina: Instituto nacional de tecnología agropecuaria, INTA.
17. **Villalta, S. y Vázquez, O.** (2015). *Evaluación del potencial enanizante de cinco variedades de mango (Mangifera indica), bajo la técnica del interinjerto, en la producción de plantas de la variedad panades a nivel de vivero* (Tesis de pregrado), Universidad de el salvador, El salvador.

XII. GLOSARIO

Injerto. Parte de una planta con una o más yemas, que, aplicada al patrón, se suelda con él.

Cambium. Parte de la corteza de entre la corteza y el tejido leñoso de unas cuantas decimas de milímetro, de una consistencia viscosa que es en donde se inicia el intercambio de savias del patrón de injerto con la púa y es la clave para que se dé el injerto, la coincidencia de ambos cambiums es lo que hace posible el injerto.

Banco de germoplasma o banco de semillas: Es un lugar destinado a la conservación de la diversidad genética de uno o varios cultivos de sus especies relacionadas. En muchos casos no se conservan semillas sino otros propágulos, tales como tubérculos o raíces debido a que el cultivo en cuestión se multiplica asexualmente. El concepto se utiliza para localizar y preservar los recursos fitogenéticos (plantas) de interés para la agricultura

Vara yemera. rama de cítricos, cacao, palto con yemas para su propagación vegetativa.

Púa. Material vegetal herbáceo, semileñoso o leñoso, que contiene una o más yemas en su estructura, y que será usado como propágulo (material inicial de propagación).

Lignificación. Acto de acumular lignina, componente celulósico de la madera, en las paredes de la célula, provocando un aumento de volumen y de rigidez en ésta.

Callo. Grupo de células de tipo parénquima que se desarrollan sin características específicas o diferenciación, para contribuir a reparar cortes o heridas que se producen en cualquier parte de la planta.

Sistémico: Translocación en toda la planta.