

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN VIVERO FORESTAL

TOMO 1

Miguel Ángel Gualpa - Calva
Vilma Fernanda Noboa - Silva
Carlos Francisco Carpio - Coba



Establecimiento y manejo de un vivero forestal

© Autores

Miguel Ángel Gualpa - Calva
Docente de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo, Riobamba, Ecuador

Vilma Fernanda Noboa - Silva
Docente de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo, Riobamba, Ecuador

Carlos Francisco Carpio – Coba
Docente de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo, Riobamba, Ecuador



Casa Editora del Polo – CASEDELPO CIA. LTDA.

Departamento de Edición

Editado y distribuido por:

Editorial: Casa Editora del Polo

Sello Editorial: 978-9942-816

Manta, Manabí, Ecuador. 2019

Teléfono: (05) 6051775 / 0991871420

Web: www.casedelpo.com

ISBN: 978-9942-816-96-2

DOI: <https://doi.org/10.23857/978-9942-816-96-2>

© Primera edición

© Julio - 2022

Impreso en Ecuador

Revisión, Ortografía y Redacción:

Lic. Jessica Mero Vélez

Diseño de Portada:

Michael Josué Suárez-Espinar

Diagramación:

Ing. Edwin Alejandro Delgado-Veliz

Director Editorial:

Dra. Tibusay Milene Lamus-García

Todos los libros publicados por la Casa Editora del Polo, son sometidos previamente a un proceso de evaluación realizado por árbitros calificados. Este es un libro digital y físico, destinado únicamente al uso personal y colectivo en trabajos académicos de investigación, docencia y difusión del Conocimiento, donde se debe brindar crédito de manera adecuada a los autores.

© **Reservados todos los derechos.** Queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento, parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.

Comité Científico Académico

Dr. Lucio Noriero-Escalante
Universidad Autónoma de Chapingo, México

Dra. Yorkanda Masó-Dominico
Instituto Tecnológico de la Construcción, México

Dr. Juan Pedro Machado-Castillo
Universidad de Granma, Bayamo. M.N. Cuba

Dra. Fanny Miriam Sanabria-Boudri
Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle, Perú

Dra. Jennifer Quintero-Medina
Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín, Venezuela

Dr. Félix Colina-Ysea
Universidad SISE. Lima, Perú

Dr. Reinaldo Velasco
Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela

Dra. Lenys Piña-Ferrer
Universidad Rafael Bellosó Chacín, Maracaibo, Venezuela

Dr. José Javier Nuvaéz-Castillo
Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta,
Colombia

Constancia de Arbitraje

La Casa Editora del Polo, hace constar que este libro proviene de una investigación realizada por los autores, siendo sometido a un arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review), de contenido y forma por jurados especialistas. Además, se realizó una revisión del enfoque, paradigma y método investigativo; desde la matriz epistémica asumida por los autores, aplicándose las normas APA, Sexta Edición, proceso de anti plagio en línea Plagiarisma, garantizándose así la científicidad de la obra.

Comité Editorial

Abg. Néstor D. Suárez-Montes
Casa Editora del Polo (CASEDELPO)

Dra. Juana Cecilia-Ojeda
Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Dra. Maritza Berenguer-Gouarnaluses
Universidad Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba

Dr. Víctor Reinaldo Jama-Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone

Contenido

PRÓLOGO.....	19
--------------	----

INTRODUCCIÓN.....	23
-------------------	----

CAPITULO I	
REQUERIMIENTOS DE SITIO Y ÁREAS DE UN	
VIVERO.....	25

1.1. Vivero Forestal.....	27
---------------------------	----

1.1.1. Clasificación de los viveros.....	28
--	----

1.2. Selección del sitio.....	28
-------------------------------	----

1.2.1. Características del sitio.....	29
---------------------------------------	----

1.3. Áreas e infraestructuras que componen un vivero.....	34
--	----

1.3.1. Diseño e infraestructura del vivero.....	34
---	----

1.3.2. Área de almácigos.....	36
-------------------------------	----

1.3.3. Camas de repique.....	39
------------------------------	----

1.3.4. Área de producción.....	43
--------------------------------	----

1.3.5. Área del vivero.....	44
-----------------------------	----

1.3.6. Cálculo mediante fórmulas.....	45
---------------------------------------	----

1.4. Determinación de las necesidades.....	48
--	----

1.4.1. Necesidades de terreno.....	48
------------------------------------	----

1.4.2. Necesidad de agua.....	48
-------------------------------	----

1.4.3. Necesidades de semillas.....	48
-------------------------------------	----

1.4.4. Necesidades de sustratos.....	53
--------------------------------------	----

1.4.5. Necesidades de mano de obra.....	54
---	----

CAPITULO II

REPRODUCCIÓN DE PLANTAS EN VIVERO.....55

2.1. La reproducción sexual.....	57
2.1.1. Semilla.....	59
2.1.2. Áreas de recolección.....	59
2.1.3. Recolección del fruto.....	60
2.1.4. Métodos de recolección.....	64
2.1.5. Extracción de las semillas y limpieza.....	67
2.1.6. Almacenamiento de semillas	70
2.1.7. Condiciones de conservación.....	73
2.1.8. Tratamientos previos a la siembra.....	75
2.1.9. Factores del proceso de germinación.....	78
2.2. Análisis de calidad de la semilla.....	80
2.2.1. Valoración de la calidad de semilla.....	80
2.3. Técnicas de pre germinación.....	84
2.3.1. Tratamientos químicos.....	86
2.3.2. Tratamiento por inmersión en agua caliente.....	86
2.3.3. Tratamiento por inmersión en agua fría.....	87
2.3.4. Tratamiento por estratificación mecánica....	87
2.3.5. Corte y rotura.....	87
2.3.6. Remoción total de la cáscara.....	87
2.3.7. Tratamiento por estratificación en frio y húmedo.....	88
2.3.8. Tratamiento por estratificación en caliente - frío.....	88
2.3.9. Tratamiento por inmersión en agua fría.....	88

2.4. Factores que determinan la calidad de las semillas.....	89
2.4.1. Genuinidad (Propiedad de ser genuinas)...	90
2.4.2. Viabilidad o poder germinativo.....	90
2.4.3. Vigor.....	90
2.5. Factores que establecen su calidad antes y durante el almacenamiento.....	90
2.5.1. La sanidad.....	90
2.5.2. Los factores físicos.....	91
2.5.3. Los factores químicos.....	91
2.6. Sustratos.....	92
2.6.1. Generalidades.....	92
2.6.2. Componentes para la elaboración de sustratos	92
2.6.3. Fibra de coco	93
2.7. Preparación de sustratos y tipos de envases...	98
2.7.1. Preparación de sustratos.....	98
2.7.2. Tipos de envases.....	101
2.8. Tipos de semilleros.....	103
2.8.1. A nivel del suelo.....	103
2.8.2. Camas sobre nivel	103
2.8.3. La cama caliente.....	104
2.8.4. Cama Fría.....	105
2.8.5. Las cajas con luz fluorescente.....	106
2.8.6. Las cajas de multiplicación.....	106
2.9. Protección de semilleros y áreas de aclimatación.....	107
2.10. Técnicas de desinfección del sustrato.....	109

2.10.1. Solarización.....	110
2.10.2. Con agua hirviendo.....	111
2.10.3. Retostado del sustrato.....	111
2.10.4. Agentes de control biológico.....	112
2.10.5. Tratamientos químicos.....	113
2.10.6. Desinfección de semillas.....	116
2.10.7. Desinfección de utensilios.....	116
2.11. Siembra de la semilla.....	117
2.12. Profundidad de siembra.....	117
2.13. Densidad de siembra.....	117
2.14. Siembra en germinadores.....	118
2.14.1. En hileras.....	118
2.14.2. Al voleo.....	118
2.14.3. A golpes regulares	119
2.15. Manejo de la luz en la germinación.....	120
2.16. Repique.....	122

CAPITULO III

PROPAGACIÓN DE PLANTAS EN VIVERO.....123

3.1. La propagación vegetativa.....	125
3.1.1. Macropropagación vegetativa.....	125
3.1.2. Micropropagación vegetativa	136
3.1.3. Problemas de la propagación vegetativa....	137
3.1.4. Silvicultura clonal.....	138

CAPITULO IV

LABORES CULTURALES DENTRO DE UN

VIVERO.....141

4.1. Labores culturales asociadas al mantenimiento de plantas.....	143
4.1.1. Riego.....	143
4.1.2. Abonado.....	146
4.1.3. PODA.....	150
4.1.4. Deshierbe.....	151
4.2. Tratamientos fitosanitarios.....	151
4.2.1. Clasificación y remoción.....	153
4.3. Parámetros morfológicos que influyen en la calidad de planta, dentro de vivero.....	154
4.3.1. Parámetro morfológico.....	154
4.3.2. Atributos morfológicos de la planta.....	155
4.3.3. Índices morfológicos.....	156
4.3.4. Otros índices morfológicos.....	157
4.4. Índice de calidad de plantas a nivel de vivero.....	158
4.4.1. Indicadores de la calidad.....	161
4.4.2. Índice de Calidad de Dickson (IC).....	164
4.4.3. Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular (R PSA/PSR).....	166
4.4.4. Los sistemas de producción y su influencia en la calidad de planta.....	166
4.5. Fórmulas para determinar los índices de calidad.....	168

4.5.1. Índice de robustez o índice de esbeltez.....	168
4.5.2. Índice de calidad de Dickson	169
4.5.3. Índice de lignificación	169
4.5.4. Índice de proporcionalidad biométrica (IPB).....	169
4.6. Características fisiológicas a nivel de vivero.	170
4.6.1. Resistencia al frío.....	170
4.6.2. Potencial Hídrico.....	171
4.6.3. Potencial De Crecimiento Radical (Rgp).....	171
4.7. Determinación de la calidad de la planta a nivel de vivero.....	171
4.7.2. Atributos materiales	173
4.7.3. Atributos de respuesta.....	178
4.7.4. Características fisiológicas.....	180
4.7.5. Calidad de la planta.....	181
4.8. Sanidad vegetal en viveros.....	182
4.9. Recomendaciones generales.....	182
4.10. Problemas causados por agentes bióticos...	184
4.10.1. Arvenses.....	184
4.10.2. Enfermedades.....	186
4.10.3. Insectos.....	199
4.10.4. Vertebrados.....	209
4.11. Problemas causados por agentes abióticos	212
4.11.1. Problemas causados por las altas temperaturas.....	213
4.11.2. Problemas causados por las bajas temperaturas.....	214

4.11.3. Problemas causados por el mal manejo silvicultural.....	215
4.11.4. Problemas causados durante el manejo de la nutrición vegetal.....	216
4.12. Fallas en el control.....	218
4.12.1. Fallas en el control químico.....	219
4.12.2. Fallas en el control biológico.....	220
4.13. Buenas prácticas agrícolas.....	222
4.14. Camas biológicas para el manejo de los plaguicidas.....	224
BIBLIOGRAFÍA.....	229

PRÓLOGO

La presente obra es fruto de la recopilación de la experiencia de los autores a lo largo de su vida profesional y docente. En la producción forestal el tiempo es uno de los puntos críticos, y es por eso que la calidad de las plántulas que salgan del vivero para el trasplante es fundamental. Muchas veces se ha considerado a la propagación de plántulas en vivero como un escalón más, un escalón que no tiene mayor relevancia, sin embargo, el tiempo ha mostrado que es uno de los componentes más importantes en la producción forestal, ya que de esta etapa dependerá en gran medida la calidad y los costos de producción resultantes al final del proceso de producción. En esta obra se presentan una serie de recomendaciones, teóricas y prácticas, pensadas para asegurar el éxito en la implementación y manejo del vivero forestal

Gualpa M., Noboa V., Carpio C.

s



El desarrollo forestal en Ecuador debe basarse, en parte, en el establecimiento y manejo de plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento y alto valor comercial que permitan, en el mediano plazo, incrementar la participación de la actividad forestal en la economía del país. Así mismo es fundamental concretar acciones efectivas para ampliar el trabajo a nivel del terreno sobre la restauración de bosques, paisajes, sistemas agroforestales y arbolados urbanos aplicando sistemas, tratamientos y técnicas de una silvicultura tecnificada.

De acuerdo a lo expuesto, cada vez es mayor los requerimientos de plantas destinadas para la ejecución de proyectos de restauración forestal, reforestación, forestación y el establecimiento de arbolados urbanos, lo cual implica en primera instancia, disponer con plántulas con características que dependen de factores genéticos, fisiológicos y morfológicas, que garanticen un buen prendimiento y posterior desarrollo en el sitio definitivo. Por ello la propagación de plantas de óptima calidad tiene un efecto decisivo en la posterior formación y manejo del recurso forestal, asegurando una mayor resistencia a factores adversos (suelo, clima y plagas) y posibilita en conjunto con el medio, lograr resultados promisorios.

Producir plantas de calidad, implica dominar una serie de técnicas y principios fisiológicos básicos, los que, sin ser protocolos de producción, podrían ser utilizados por viveristas, estudiantes, técnicos forestales

y profesionales, para lograr un manejo eficiente de sus viveros, de producción aplicando los sistemas de propagación sexual y asexual.

Este libro consta de cuatro capítulos; el primero está enfocado a la caracterización de parámetros que posee un sitio para establecer la localización adecuada de un vivero y las áreas requeridas del mismo; el segundo analiza las técnicas de producción de plantas en forma técnica; el tercero analiza los parámetros de calidad de planta utilizados para su caracterización en condiciones de vivero; para finalmente en nuestro último capítulo, trata sobre la sanidad vegetal de plántulas, lo que influye en la calidad inicial de plántulas y su adaptación al sitio definitivo.



CAPITULO I

REQUERIMIENTOS DE SITIO Y ÁREAS DE UN VIVERO

El éxito en la producción de las plántulas depende en gran parte de un conocimiento previo de un vivero y los tipos de viveros mas la correcta elección del sitio para el vivero; para ello tomaremos en cuenta ciertas definiciones y una serie de aspectos o consideraciones.

1.1. Vivero Forestal

Es el lugar físico apropiado para la producción de plantas forestales, frutales y ornamentales cuyo destino será la repoblación y restauración forestal, huertos frutales y el equipamiento de jardines, parques y avenidas. En un vivero, las plantas deben poder desarrollarse vigorosas y en buen estado sanitario. Deben crecer en un espacio y en unas condiciones de suelo que las haga resistentes y capaces de adaptarse a los sitios definitivos de plantación. Otra definición señala que son los sitios destinados a la producción de plantas forestales, en donde se les proporciona un manejo técnico con base a sus requerimientos para obtener plantas de calidad y que su adaptación al ser trasladadas al lugar definitivo de plantación asegure un nivel alto de sobrevivencia.



Figura 1. Vivero forestal

1.1.1. Clasificación de los viveros

Generalmente los viveros forestales, de acuerdo con la permanencia y magnitud, se clasifican en viveros permanentes y viveros temporales.

1.1.1.1. Viveros permanentes: Son aquellos que producen grandes cantidades de plantas todos los años. Generalmente se establecen en los mejores sitios, cuya producción es diversa, y se realiza con la participación de personal especializado de duración ilimitada facilitando la mecanización de ciertas fases de producción.

1.1.1.2 Viveros temporales: llamados también volantes, son viveros pequeños que se establecen en el mismo lugar a realizar la plantación, por una temporada, cuya infraestructura es sencilla, se producen plantas adaptadas al sitio de plantación.

1.2. Selección del sitio

Previo a la elección del sitio para establecer la superficie de un vivero es el determinar la superficie cultivable requerida con base en la producción de plantas esperada en clase de plantas y en cantidad.

Los factores a tener en cuenta para determinar la calidad potencial de un sitio determinado para el establecimiento de un vivero son los factores de sitio, las instalaciones y las áreas de trabajo necesarias para la producción, crecimiento y desarrollo inicial de plántulas de la calidad requerida como aporte a los proyectos de forestación, reforestación, restauración forestal, y arbolado urbano. Así también se debe considerar un estudio de factibilidad integrado por los componentes: Mercado, técnico, ambiental, legal, administrativo y financiero.

1.2.1. Características del sitio

1.2.1.1. Superficie

Se debe tomar en cuenta los requerimientos actual y futuro de ampliación, rotación de la producción, y tener claro el tipo de planta a producir de acuerdo a los objetivos planteados para el establecimiento del vivero.

1.2.1.2. Ubicación

El establecimiento del vivero debe tener accesibilidad para facilitar el transporte, de preferencia con una proximidad a la plantación o zona a repoblar, así se evita el estrés que se puede causar tanto por el transporte de

plántulas como por las condiciones climáticas.

1.2.1.3. Suelos

Cuando la producción se realiza en platabandas o raíz desnuda la calidad del suelo influye de manera positiva, prefiriéndose suelos que tengan un buen contenido de nutrientes, con pH de 5,2 a 6,2, textura liviana y buen drenaje. Estas propiedades pueden ser mejoradas con la incorporación, de compost, arena, cal, riego y rotación de cultivos.

Además, se deben evitar suelos arenosos porque no retienen el agua ni los fertilizantes. También se deben evitar suelos muy arcillosos por ser compactos y porque no permiten la penetración de forma adecuada del agua. se debe buscar un terreno suelto (ni muy pesado, ni muy ligero) de preferencia franco arenoso proporciones más o menos semejantes de arena, limo y arcilla); un suelo con estas características texturales, con un buen porcentaje de material orgánico, posee buenas condiciones estructurales, permite el fácil enraizamiento de las plantas, se le trabaja sin gran esfuerzo, no se compacta y retiene la suficiente humedad. El suelo, debe tener, además, buen drenaje (ni muy rápido, ni muy lento), debe ser profundo y libre de piedras.

La fertilidad del suelo es requisito indispensable; el suelo de preferencia debe ser rico en fósforo, potasio, calcio, magnesio y tener niveles aceptables de boro, cloro, manganeso, zinc, aluminio, entre otros. Así se evita el

gasto en fertilizantes.

Si el suelo del sitio no es bueno, se debe considerar la localización de fuentes de tierra negra y arena no muy lejos del sitio para facilitar la preparación de semilleros y la mezcla de suelo para el llenado de envases.

1.2.1.3. Profundidad del suelo

La superficie cultivable de un vivero debe tener una profundidad de suelo no inferior a 25 cm, no debe contener rocas en proporción o tamaño, de tal forma que hagan imposible su mecanización aun cuando de momento no se prevea mecanizar las labores.

Hay que tener mucho cuidado al escoger el suelo, pues, en el afán de economizar agua, se puede caer en el error de instalar un vivero en lugares sujetos a inundaciones o con capa freática muy alta.

1.2.1.4. Agua

Debe haber disponibilidad de agua de calidad durante todo el año pues así se asegura el proceso fisiológico de nutrición y crecimiento de las plantas. La dotación de agua puede ser aplicada de forma manual o automatizada. En lo posible debe ser de baja alcalinidad o sea de reacción inferior a 7; no debe tener altas concentraciones de carbonato de calcio, magnesio, potasio, o de sulfatos de calcio; estas características serán determinadas mediante el análisis que practicará el personal de un laboratorio especializado. Una forma

práctica para determinar la presencia de carbonatos es hervir el agua y dejarla reposar en un recipiente; al cabo de unas cuantas horas se observarán los carbonatos, (polvo blanco) en el fondo del recipiente. Se utilizará agua limpia, sin semillas de arvenses y, lógicamente, libre de estructuras de hongos que causen enfermedades a las plantas (Ibáñez, 2014).

Otro de los parámetros a tomar en cuenta es la salinidad, si el agua de riego tiene un elevado contenido de sales, es preferible no utilizar sustratos de conductividad eléctrica elevada. Si son aguas salinas, el sustrato deberá mantenerse a tensiones bajas de columna de agua, para facilitar la absorción de las raíces. En este caso interesan sustratos con elevada capacidad de retención de agua, así como elevada aireación (Ibáñez, 2014).



Figura 2. Reservorio de agua en un vivero

1.2.1.5. Topografía

De preferencia el área debe ser plana con pendientes no mayor al 5%, así se reducen en partes los costos de establecimiento. Si no es posible contar con un terreno casi plano, se procederá a confeccionar terrazas, de esta manera se tendría una o más camas de repique o bancales en cada terraza, facilitando de esta manera el trabajo.



Figura 3. Topografía del área para un vivero forestal

1.2.1.6. Disponibilidad de productos, materiales y herramientas

Mientras más alejado esté el vivero de los centros de abastecimiento de materiales (fertilizantes, fungicidas, insecticidas, alambre, madera, ladrillos, plásticos, clavos,

grampas, entre otros.), equipo (Bomba de Mochila, niveles), herramientas (palanas, zapapicos, rastrillos, machetes, regaderas), útiles de oficina, entre otros, los costos aumentarán notablemente (Padilla, 1983).

1.2.1.7. Servicios básicos

Son las obras de infraestructuras necesarias para una vida saludable

Disponibilidad de energía eléctrica, teléfono e internet.

1.2.1.8. Peligro de factores climáticos extremos

Es fundamental que el área escogida no esté sujeta a la ocurrencia de fuertes corrientes de vientos, los que destruyen los brotes, ramillas, entre otros., y aumentan la evapotranspiración. Así mismo que el sitio no esté constantemente amenazado por heladas y granizadas, cuyos efectos perjudican al crecimiento y calidad de las plántulas. En caso de presentarse, en ciertas épocas, estos fenómenos, el vivero se debe proteger con cortinas rompevientos, y colocar sombras o tinglados a las plantas (Padilla, 1983).

1.3. Áreas e infraestructuras que componen un vivero

1.3.1. Diseño e infraestructura del vivero

Para garantizar una producción permanente y en óptimas condiciones es necesario tomar en cuenta la elaboración de planos considerando el tamaño del vivero

a implementar (Vásquez, 2001).

1.3.1.1. Elaboración de planos

Una vez ubicado el sitio para el vivero, se mide la superficie del terreno, se levanta y se dibuja un plano donde se diseña y distribuyen detalladamente las distintas áreas y partes constitutivas del mismo, a fin de que sean lo más funcionales posible. El diseño tiene correspondencia con el tipo de producción, la disponibilidad de recursos, equipo y técnicas que se emplearán (Vásquez, 2001).

1.3.1.2. Tamaño del vivero

El área o superficie del vivero está determinado por:

- La cantidad de plantas a producir por cosecha, teniendo en cuenta que se le debe agregar un 10% por posibles pérdidas.
- De las especies forestales que se demandan.
- Del tamaño requerido para las plántulas y el envase a utilizar determinan el tiempo de permanencia en el vivero
- De las técnicas de producción (tamaño y tipo de los envases, grado de mecanización o laboreo manual), entre otros.

Un vivero consta de un área para mezclar el sustrato y realizar el enmacetado, camas de germinación o

semilleros, camas de trasplante o de crecimiento, áreas de movilización por donde se produce el tránsito y circulación a través de caminos principales y secundarios. Las áreas destinadas para oficinas, viviendas, almacenes, galpones de maquinaria, de vehículos, el reservorio de agua, invernaderos, cuarto frío, estación meteorológica, cortinas rompevientos, entre otras, ocupan un espacio considerable en el vivero. Se estima que esta área puede alcanzar hasta el 25% del área ocupada por las camas de repique y almácigos (Vásquez, 2001).

Después de haber tomado en cuenta todas estas consideraciones, el cálculo del área se hará en forma práctica con el procedimiento siguiente:

Para el cálculo del área se pueden utilizar dos formas que se ilustran con dos ejemplos: una de ellas es el cálculo del área de semilleros y el área de trasplante, al que se le agrega un porcentaje que corresponde a la superficie que ocuparían las otras instalaciones, porcentaje que pueda fluctuar entre 20% y 40 % de la superficie calculada para semilleros y trasplante (Padilla, 1983).

1.3.2. Área de almácigos

Antes de calcular el área que ocupa las camas de semilleros se decide técnicamente el tiempo que permanecerán las plántulas en los almácigos, de esta manera se puede predecir cuántas veces se puede almacenar en una sola cama de almácigo durante una repoblación o meta planteada por año (Padilla, 1983).



Figura 4. Almácigos dentro de un invernadero y a campo abierto

Técnicamente no se recomienda almacenar de una sola vez toda la semilla; el almacenado tiene que ser escalonado de acuerdo al avance de los repicadores.



Figura 5. Siembra en líneas en un almácigo

Para lo cual se debe realizar el cálculo del área de almácigos:

Por cada cama de semillero, hay un área útil que es

donde se siembra y un área que es ocupada por calles y caminos, lo que indica que las plántulas que crecen en el almácigo ocupan un área útil y un área de circulación; entonces:

Un semillero de 10 m x 1,1 m = 11 m² de área útil, tendrá un área total de:

$$13 \text{ m} \times 1,1 \text{ m} + 1,05 \text{ m}$$

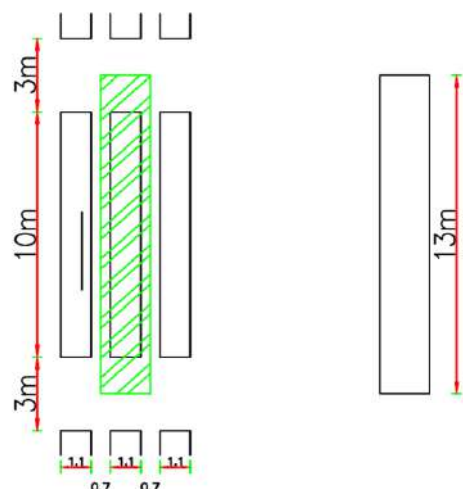


Figura 6. Esquema y dimensiones de almaciguera

La superficie que incluye el área útil mas las calles y caminos alrededor de un semillero se obtiene de:

$$13 \times 2,15 = 27,95 \text{ m}^2$$

En cada una de estos semilleros pueden crecer de

10,000 a 20,000 plántulas, dependiendo de la especie forestal.

Para producir 450,000 plántulas se necesitará alrededor de 500,000 plántulas, utilizando dos veces cada almaciguera.

$$250,000 \quad 20,000 = 12,5 \text{ almacigos}$$

$$12,5 \times 25 \text{ m}^2 = 312,5 \text{ m}^2$$

1.3.3. Camas de repique

1.3.3.1. Cálculo del área ocupada por las camas de repique para recipientes

En principio, hacemos el, cálculo sobre la base de dos camas ya que se intercala caminos y calles (Padilla, 1983).

El área útil ocupada por 2 camas de repique será 34,5 m² (17,25 m² cada una); en cambio, el área ocupada por caminos y calles será de 33,50 m² Entonces el área total ocupada por 2 camas de repique será:

$$36 \text{ m} \times 2,15 = 77,4 \text{ m}^2$$



Figura 7. Camas de repique

En una cama de las características del diagrama ocuparía 3,000 plantas en bolsas de 3x 6 pulgadas x 1; en el conjunto de 2 que ocupa nuestro cálculo, corresponde 6,000; entonces para 450,000 plantas, se requiere $500,000 / 6,000 = 83,33$. Si multiplicamos las 83,33 camas por el área ocupada por las dos camas se, tendría:

$$83,33 \times 77,4 = 6450 \text{ m}^2$$

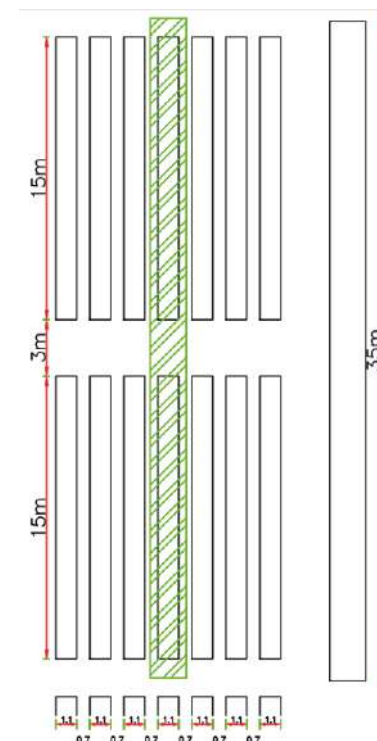


Figura 8. Diagrama camas de repique

1.3.3.2. Cálculo del área ocupada por las platabandas para la producción a raíz desnuda

El procedimiento sería el mismo que el seguido en el acápite anterior, sólo que la cama es más ancha:

Ancho: 1,20 m;

Largo: 50,00 m; la longitud varía

Caminos: 0,80 m de ancho

Calles: 4,00 m



Figura 9. Producción de plantas a raíz desnuda

La platabanda ocupa $50 \times 1,2 \text{ m} = 60 \text{ m}^2$

El área libre que compromete cada platabanda (calles y caminos) es 48 m^2 .

Entonces, el área ocupada por cada platabanda será 108 m^2 . ($54 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 108 \text{ m}^2$).



Figura 10. Diagrama producción de plantas a raíz desnuda

En esta cama, repicando a 20 cm entre líneas y 10 cm entre plantas entran 2,500 plantas.

Para producir 450,000 plántones se necesitará $450,000 / 2,500 = 180$ platabandas.

El área ocupada por las platabandas será $180 \times 108 \text{ m}^2 = 19,440 \text{ m}^2$.

1.3.4. Área de producción

Si al área ocupada por las camas de repique y almácigo se le agrega el área de calles y caminos se tendría:

- El caso de camas de repique para envases.
- Con almácigos en el suelo se tiene.

$$6,450 \text{ m}^2 + 312,5 \text{ m}^2 = 6,762.5 \text{ m}^2$$

(camas de repique) (almacigueras)

Aproximadamente 6,800 m²

- En caso de platabandas para raíz desnuda:

$$19,440 \text{ m}^2 + 312,5 \text{ m}^2 = 19,752 \text{ m}^2$$

(platabandas) (almácigos)

1.3.5. Área del vivero

Como dijimos, de acuerdo a la magnitud del vivero se considera hasta un 25% de esta área para infraestructura (Padilla, 1983).

Entonces el área del vivero será:

1º caso: 20% de 6,762.5 m² es 1,352.5

$$6,762.5 + 1,352.5 = 8,115.0 \text{ m}^2$$

2º caso: 20% de 19,752 es 3,950.4 m²,

Consideremos unos 3,500 m, luego:

$$19,752 + 3,000 = 22,752 \text{ m}^2$$

1.3.6. Cálculo mediante fórmulas

Utilizando ciertas fórmulas se puede calcular el, área del vivero, que se necesitará para plantar una superficie anual (S) en ha; de densidad “D” (Nº de árboles por ha), que se multiplicará por un factor de corrección (K_x), que toma en cuenta la selección masal y otras pérdidas que como hemos dicho, son normales en un vivero; este valor sería superior a 1; 1,2; 1,25; 1,3; que indica que hay que producir el 20, 25 ó 30% más para cubrir las perdidas (Padilla, 1983). De esta manera la superficie útil de repique (SUR) sería:

$$SUR = \frac{k \times S \times D}{r \times 10,000}$$

SUR = superficie útil de repique en ha

S= superficie anual de plantación (ha)

D= densidad de plantación: Nº de plantas por ha

r= densidad en el vivero (Nº de plantas por m² de cama de repique)

El producto de S x D x K es el Nº de plantas a producir.

Ejemplo: Se ha decidido en 1 año que produciremos 500, 000 plantas y la densidad en las camas de repique son 6,000 plántulas en dos camas de 15 x 1,10 m que ocupa un área total de 77,4 m².

Solución:

$$\text{Cálculo de } r = \frac{6,000}{77,4} = 78 \text{ plántulas/m}^2$$

$$SUR = \frac{500,000}{78 \times 10,000}$$

$$SUR = 6,410 \text{ m}^2$$

$$SUR = 0,641 \text{ ha}$$

Este resultado es semejante al obtenido en el procedimiento anterior.

Para calcular la superficie útil del almacigo (SUA), se utiliza la fórmula:

$$SUA = \frac{(K_1 \times S \times D)K_2}{d \times 10,000}$$

En la que:

SUA = superficie útil de almácigos (ha)

K = factor de corrección de almacigo que tendría que ser mayor que uno, si se consideran pérdidas por mortandad o por selección.

d = densidad de plántulas en el almacigo.

Como en un mismo almacigo se puede almacenar más de una vez, para una misma campaña, este cálculo sería

el que se aplique en forma más general.

Ejemplo: Para el mismo caso si se considera K Como 1,15, (K= 1,1) entran 20,000 plántulas en una cama de 10 m de largo que ocupa 25 m² (cama y caminos) se tiene:

$$\text{cálculo de } d = \frac{20,000}{25} = 800 \text{ plantulas } \times \text{ m}^2$$

Hemos visto que: K₁ x S x D = 450,000; entonces

$$SUA = \frac{(450,000)1,1}{800 \times 10,000} = \frac{495,000}{8'000,000}$$

$$SUA = 618,75 \text{ m}^2$$

$$SUA = 0.06 \text{ ha}$$

Si se almaciga dos veces en un solo almacigo, sería 0.6 ha.

La superficie total del vivero estará dada por la fórmula:

$$STV=(SUR+SUA) 1,25$$

$$STV=(0,78+0,12)1,25=1.125 \text{ ha ó}$$

$$(0,641+0,06)1,25=0,876 \text{ ha}$$

Según Padilla, (1983), se considera 1,25 porque el 25% corresponde a la infraestructura del vivero (casa, oficinas, almacenes, galpones, invernaderos, etc.).

1.4. Determinación de las necesidades

Antes de instalar el vivero hay que prever una serie de necesidades de material y humanas, de cuya satisfacción dependerá el éxito del vivero.

Analicemos las necesidades más urgentes:

1.4.1. Necesidades de terreno

La superficie del vivero, como ya hemos visto, está supeditada a las metas de producción, la cantidad de plantas a producir, Los sistemas de propagación a seguir (a raíz desnuda, en envases o cubetas) y la eficiencia del vivero (Padilla, 1983).

1.4.2. Necesidad de agua

La cantidad de agua necesaria para el riego depende de la especie a producir, del clima, de la naturaleza del suelo del vivero o de la naturaleza del substrato de repique (Padilla, 1983).

Para tener una idea clara de la cantidad de agua necesaria se calculará la cantidad que se necesite para producir un número fijo de plantas, 10,000 por ejemplo, agregando, como es de suponer, una cantidad considerable para el consumo humano, limpieza de ambientes, herramientas, etc.

1.4.3. Necesidades de semillas

El técnico o viverista puede, fácilmente, calcular la cantidad de semillas que necesita para producir las

plántulas para cubrir el área a reforestar, restaurar, enriquecer o satisfacer cierta demanda de plántulas (Padilla, 1983). Para el cálculo del número de semillas (Kg) requerida se debe considerar lo siguiente:

- La capacidad de germinación o poder germinativo de las semillas;
- Pureza de las semillas;
- Valor cultural (VC) = $\frac{\% \text{ de pureza} \times \% \text{ de germinación}}{100}$

Número de semillas por unidad de peso de semilla pura; así el *P. radiata*, tiene 22,000 semillas por kilogramo, el *Cordia alliodora*, tiene 30,000 semillas.

- El número de semillas viables por Kg, valor que remplaza a los cuatro valores anteriores y se obtiene analizando las semillas o multiplicando el VC. en decimales por el N° de semillas puras por Kg.
- El porcentaje de plántulas aptas para el repique, luego de la selección en el momento del repique;
- El factor de eficiencia del semillero (f), resultado del número de plantitas crecidas dividido entre el número teórico de plántulas que se estima obtener, de acuerdo al número de semillas viables.

$$f = \frac{N^{\circ} \text{ de plantulas obtenidas}}{N^{\circ} \text{ de semillas viables}}$$

Si el *A. acuminata* tiene 200,000 semillas por Kg con un 80% de pureza y 60% de germinación y se obtienen 100,000 plántulas ya que en el almácigo puede haber pérdida por ataques de plagas y/o enfermedades o por daños físicos; el factor será:

$$f = \frac{100,000}{0,48 \times 200.000}$$

$$f = 0,88 \cong 0,9$$

Con esta información se calcula los datos siguientes:

1.4.3.1. Número de plántulas repicadas por kilogramo de semillas

En referencia al número teórico de plántulas a obtener por kilo de semillas, se conoce también el factor de eficiencia; a este producto habrá que restarle un porcentaje de plántulas eliminadas en la selección al momento de repicar (plántulas mal conformadas, débiles, entre otras) (Padilla, 1983).

Número de plántulas repicadas= N° de semillas viables por Kg

por kg de semillas (n.p.r.) x f - número de plantas eliminadas

por selección.

Ejemplo: n.p.r= (200,000x 0,48 x 0,9) - 1,000

$$= 86,400 - 1,000$$

$$= 85,400 \text{ plántulas repicadas}$$

1.4.3.2. Número de plantones aptos para la plantación por Kg de semilla

En el proceso de producción, luego del repique, ocurre una serie de pérdidas por muerte de plantas, debido a daños por efecto de factores climáticos (heladas, sequía), entre otros. Estas pérdidas permiten estimar el factor “F” de eficiencia del vivero que estaría alrededor de 0,8 a 0,9, es decir, que cada 100 plántulas 80 ó 90 están listas para el sitio definitivo (Padilla, 1983).

Si a este número de plantones se resta las plantas eliminadas por selección, se tendría:

N° PAP = n.p.r. - bajas de producción - plantas eliminadas por selección

Donde:

N° PP = N° de plántulas aptas para plantación por kg de semillas.

n.p.r. = N° de plántulas repicadas por kg de semillas.

Bajas de producción = 1 a 5 % de n.p.r.

Plantas eliminadas por selección = se estima el 1 a 5 % de (n.p.r. debido a calidad de planta)

Ejemplo:

Cantidad de plantas por bajas de producción (5% de n.p.r.) = 4, 270

Entonces:

$$= 85,400 - 4, 270 = 81, 130 \text{ plantas}$$

Luego se toma en cuenta:

Cantidad de plantas eliminadas por selección (5% de 81, 130) = 4,056

$$= 85,400 - 4, 270 - 4,056$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ PP} = 77,074 \text{ plántulas}$$

Es decir que de las 200,000 semillas que se tiene por kg de semilla pura se han obtenido 77,074 plántulas de calidad para la plantación.

1.4.3.3. número de kilos de semilla a almacigar

– Como se conoce el número de plántulas necesarios para la plantación y el número de plantones obtenidos por kg de semillas, se tiene:

$$\text{Kg semilla} = \frac{\text{Plántulas requeridos para plantación}}{\text{Plántulas obtenidos por kg de semillas}}$$

Ejemplo.

$$\text{kg de semillas} = \frac{650,000}{77,074}$$

$$= 8, 433 \text{ kg de semilla}$$

$$= 8,4 \text{ kg de semilla de } A. \text{ acuminata}$$

1.4.4. Necesidades de sustratos

En los viveros donde se produce plantones para plantación a raíz desnuda se utiliza la tierra del vivero como sostén y sustrato de crecimiento. En este caso bastará agregar al suelo algunas enmiendas como: material orgánico, si falta materia orgánica o si la textura no es apropiada (es decir, si es muy arenoso o muy pesado), una determinada cantidad de arena para mejorar la textura pesada (Padilla, 1983).



Figura 11. Sustratos bajo cubierta y a campo abierto

El suelo de los viveros, empleados para producir plantones en envases, sirve para una o dos campañas, luego esta fuente de aprovisionamiento de tierra se agota, debido a que las plantas van a campo definitivo con el pan de tierra; en este caso es necesario prever el acarreo de tierra sola o tierra y material orgánico, para preparar las mezclas correspondientes acorde al sistema de propagación a utilizar en la producción de una determinada especie vegetal y la cantidad de plantas

requeridas (Padilla, 1983).

1.4.5. Necesidades de mano de obra

La conducción de un vivero, requiere de una cierta cantidad de personal, para realizar las labores que implica la producción de plantas. Un vivero de producción que tiene como meta un millón de plántulas necesitará como mínimo: un ingeniero, una secretaria a tiempo parcial, un técnico forestal, 2 o 3 encargados o su equivalente en obreros especializados, 12 obreros permanentes y una cantidad considerable de obreros eventuales para las épocas de mayor actividad: al momento de preparación de sustratos, envasado, repiques, control de malezas, fertilización, el control fitosanitario, la cosecha de plantas, entre otras (Padilla, 1983).



CAPITULO II

REPRODUCCIÓN DE PLANTAS EN VIVERO

Existe distintas técnicas que varían en dependencia del material inicial empleado y que, paralelamente, se toma en cuenta el tipo de planta a multiplicar, de su genética, de su fisiología, de la proporción de plantas a obtener, de los “detalles específicos que secundan a la multiplicación” que tengamos, camas de propagación, tratamientos pregerminativos, tratamientos hormonales, y de los medios específicos: sustratos, calor de fondo, sistemas de nebulización, ventilación, infraestructura técnica, entre otros (Boix, 2012).

La propagación de las plantas se realiza por medio de 2 formas primordiales: la reproducción sexual y la multiplicación vía asexual, que muestran distintas posibilidades según las capacidades y morfología de cada especie (Rocha, 1998). Por consiguiente, la función de cualquier técnica de producción de plantas es conservar un genotipo específico o una mezcla de genotipos, que reproduzca el tipo de planta que se está propagando.

2.1. La reproducción sexual

Es la propagación por medio de semillas, en la cual existe una recombinación genética de los progenitores, logrando así la posibilidad de una variabilidad entre las nuevas plantas (Hartmann y Kester, 1998). En la práctica, se fundamenta en la utilización de semillas, seleccionadas, clasificadas, y cosechadas correctamente, la provisión de semilla tendrá que ser regulada, para conservar la producción.



Figura 12. Semilla de *Genista monspessulana*

Una de las particularidades de la reproducción es la variación que puede existir entre la descendencia (grupo de plantas) de una misma planta madre. Esta variabilidad es primordial porque proporciona material genético que posibilita la adaptación continuada de una especie al lugar, y no obstante no es recomendable una vez que hablamos de multiplicar variedades debido a que no se puede mantener el control de esta variabilidad, perdiéndose entonces la valía del cultivar (Boix, 2012).

Se debe aspirar a obtener nuestra semilla. Generalmente todo vivero tendrá que tener una plantación de o plantas madre para la cosecha de las mismas. El contar con buenas semillas es fundamental para el productor, así sea que las haga el mismo o que las consiga de otras personas o entidades: es primordial

para el éxito de esta actividad (Boix, 2012).

2.1.1. Semilla

La semilla es el órgano (femenino) de las plantas con flores fecundado por un grano de polen (masculino), el cual se convertirá en un nuevo individuo.

2.1.2. Áreas de recolección

La planta madre puede seleccionarse de rodales suficientemente separados para evadir, o al menos reducir, la proliferación con polen de ejemplares no deseados, o bien realizando una selección más profunda. Así, se escogerán solamente individuos con rasgos externos que logren interesarnos y estableciendo huertos semilleros o plantaciones de plantas madre cultivadas para la producción de semillas, más que nada de las especies de las que se requieren mayores cantidades que permitan cumplir con la producción a mediana y gran escala (Boix, 2012). Es necesario seleccionar árboles individuales productores de semilla para mejorar la calidad de las plantas a producir con características específicas.

Tales como:

- Forma del tallo
- Ramificación
- Velocidad de crecimiento
- Resistencia a las enfermedades e insectos

2.1.3. Recolección del fruto

La recolección de los frutos tendrá que hacerse intentando encontrar el sistema más conveniente para cada especie. Las técnicas tienen la posibilidad de ser bastante variadas dadas las diferencias que hay referente al crecimiento en altura de los árboles, rasgos y tamaño de los frutos. Algunas veces se puede hacer a partir del suelo o subiendo hasta donde se hallan estos en el árbol.

Los frutos se cogen a mano, con tijeras o con rastrillos con bolsas acoladas para que caigan los frutos en ellas. A veces tienen la posibilidad de utilizarse pértigas u otros utensilios de mango extenso para manejarlos a partir del suelo. Es importante reconocer bien el instante de la maduración. Frecuentemente por el olor de los frutos, se puede saber si las semillas que tienen dentro han alcanzado su madurez, por su tamaño o por su aspecto externo que presenta cada fruto (Boix, 2012).

Los frutos se presentan en distintas formas, de acuerdo a cada especie; en conos, en drupas, cápsulas, en vainas, entre otros. Pero para ser recolectados deben estar maduros, la madurez se la reconoce por su color café, amarillento y cuando empiezan a abrirse para dejar salir las semillas en ciertos casos (Cárdenas et al., 2004):

Algunos indicadores que facilitan determinar si los frutos están maduros y si se encuentran en la época propicia para empezar la recolección son:

- Cambio de color. Es un buen indicador ya que los frutos al madurar suelen pasar de un color verde a diversos tonos de amarillo, café, gris o lila.
- La presencia de animales frugívoros en los árboles.
- El aumento de tamaño de los frutos en algunas especies.
- El endurecimiento del pericarpio (parte externa) en algunos frutos secos.
- Líneas. Antes de la dispersión, los frutos dehiscentes suelen presentar líneas por donde generalmente se abrirán. Por ejemplo, el cedro.
- Una consistencia blanda en los frutos carnosos, además del color. En este tipo de frutos el manejo debe realizarse con mayor cuidado ya que generalmente las semillas son recalcitrantes y pierden fácilmente la viabilidad al disminuir su contenido de humedad.
- Inicio de la caída de los frutos en el suelo.
- Presencia de hojas externas secas y secamiento del cuerpo de la planta.
- Facilidad de separación, consistencia (dureza), peso específico.
- Análisis químicos. Determinación de sólidos solubles totales, determinación de ácidos.
- Cálculos. Días transcurridos a partir de la floración,

periodo vegetativo establecido.

- Fisiología. Intensidad respiratoria (período climatérico).
- Partir el fruto en dos mitades y observar si el endosperma está blanco y firme y el embrión consistente y plenamente desarrollado.

A continuación, se presentan algunos factores que se deben tener en cuenta en el momento de la recolección de las semillas con el fin de garantizar buena calidad:

Genética. Por regla general, las semillas deben ser colectadas de los mejores árboles de una misma especie. Deben responder a características propias de la especie en cuanto a forma, tamaño, fuste, crecimiento y ramificación. En lo posible, se deben establecer rodales semilleros con un plan de manejo exclusivamente orientado para este fin, los cuales darían origen a fuentes semilleras con ciertas garantías. A largo plazo, se podrían establecer huertos semilleros con los descendientes de los mejores árboles de la región (Cárdenas et al., 2004).

Tamaño y sanidad de los frutos. Un mismo árbol produce frutos de diferentes tamaños. Los frutos pequeños tienen semillas con escasa sustancia de reserva o en su mayoría vanas, por lo tanto, si se mezclan con frutos medianos y grandes disminuye la calidad de las semillas. Además, los frutos que presentan signos de ataque de enfermedades o insectos deben ser desechados,

ya que pueden contagiar a los sanos y causar daños a todo el lote de semillas (Cárdenas et al., 2004).

Madurez. Se debe tener en cuenta la edad del árbol, como la madurez de los frutos y semillas. Los árboles muy jóvenes y muy viejos dan semillas con bajo porcentaje de germinación. Las semillas que provienen de frutos que no han alcanzado su madurez fisiológica presentan una germinación deficiente. Las semillas que provienen de árboles adultos tienen mejor viabilidad y por lo tanto son de mejor calidad (Cárdenas et al., 2004).

Los recolectores deben recibir adiestramiento y capacitación. El laboratorio es responsable únicamente de la calidad física de las semillas, los otros conceptos son responsabilidad de los propios productores, recolectores y usuarios. Para eludir la utilización de semillas de dudosa calidad, se tienen que tomar medidas correctivas a corto, mediano y extenso plazo, con la colaboración de las instituciones competentes, productores, recolectores, comerciantes y todos esos relacionados con el asunto de semillas forestales (Cárdenas et al., 2004).

Tabla 1. Estados y épocas convenientes de recolección de las semillas de algunas especies forestales en el Ecuador

Nombre común	Nombre Científico	Color de frutos	Época
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	verde - amarillento	agosto - octubre
Quishuar	<i>Buddleja pichinchensis</i>	amarillento a café claro	diciembre-febrero junio-agosto
Sacha capulí	<i>Vallea stipularis</i>	rosado, blancuzco	mayo - agosto

Yagual	<i>Polylepis incana</i>	amarillento a café	julio-septiembre diciembre-marzo
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	amarillento	julio-septiembre
Retama	<i>Spartium junceum</i>	amarillento a café	julio-agosto
Retamo liso	<i>Cytisus monspessolanus</i>	amarillento a café	junio- septiembre
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	amarillento a café	julio-septiembre noviembre-enero
Pino radiata	<i>Pinus radiata</i>	café	julio-septiembre
Ciprés	<i>Cupressus sp.</i>	amarillento a café	Julio-octubre
Acacia negra	<i>Acacia melanoxylon</i>	amarillento a café	diciembre-febrero, junio-septiembre
Mazamorro	<i>Aegiphila alba</i>	rojo intenso	abril-junio
Capulí	<i>Prunus serotina</i>	rojizo-negro	enero-marzo
Motilón	<i>Hyeronima sp.</i>	verde-amarillento	mayo-octubre
Nogal	<i>Juglans neotropica</i>	verde amarillento, casta- ño negruzco	junio-septiembre
Guaba	<i>Inga edulis</i>	verde intenso	abril-junio
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	marrón	junio-agosto
Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	rojizo	julio-septiembre
Arabisco	<i>Jacaranda copaia</i>	pardo o negruzca	julio-septiembre
Pigue	<i>Piptocoma discolor</i>	pardo oscuro	junio-agosto
Yumbinge	<i>Terminalia amazonia</i>	verde amarillento o anaranjado	julio-septiembre
Maní de árbol	<i>Caryodendron orinocense</i>	purpúreo o rojizo	agosto-noviembre
Yanzao	<i>Guarea kunthiana</i>	café a negruzco	julio-octubre

Fuente: Cárdenas et al., (2004)

2.1.4. Métodos de recolección

Una vez determinada la maduración de los frutos se procede a la recolección de las semillas. Los materiales y herramientas que se utilizan para la recolección son los siguientes: Binoculares, gafas, cascos, carpas,

escaleras, espolones de altura, ganchos, podadoras de bolsillo y aéreas, machetes, serruchos, cabos de manilla, plásticos, lonas o saquillos, fundas, calzado fuerte para proteger los tobillos, ropa adecuada (que no obstaculice el escalamiento) y botiquín para primeros auxilios (Cárdenas et al., 2004).

La recolección de los frutos o semillas es una actividad importante y debe hacerse con bastante cuidado ya que de ella también depende la calidad de las mismas. Deberán tomarse en cuenta factores como el tipo de bosque, la topografía, la altura del árbol, el clima, el tipo de fruto. Además, se debe contar con el equipo necesario (Cárdenas et al., 2004).

2.1.4.1. Recolección en el piso

Este método es recomendable para especies que tienen frutos grandes e indehiscentes que al caer al suelo no se dañan, como por ejemplo el nogal (*Juglans neotropica*). Este método se emplea después de que el fruto haya caído al suelo ya sea en forma natural o golpeando las ramas. Debe realizarse en forma oportuna antes que sean expuestos por mucho tiempo a plagas y enfermedades,

2.1.4.2. Acceso a la copa desde el piso

Este método se utiliza para árboles cuya altura permite al recolector coger los frutos desde el suelo en forma manual o con la ayuda de una podadora aérea. Por ejemplo, el yagual (*Polylepis racemosa*), el chachacomo

(*Escallonia myrtilloides*), algarrobo (*Prosopis juliflora*), el capulí (*Prunus serotina*), el quishuar (*Buddleja pichinchensis*) y el sachá capulí (*Vallea stipularis*).

2.1.4.3. Ascenso al árbol

Este método puede ser utilizado para especies que presentan individuos muy altos o cuyos frutos son atacados por insectos o depredadores como el romerillo (*Podocarpus oleifolius*), el pino (*Pinus patula*) y el ciprés (*Cupressus macrocarpa*). Hay varias formas de escalar árboles como:

- Espolones. Este método, es apropiado para la recolección de las semillas en árboles de fuste cilíndrico, lo cual facilita trepar y transportar el equipo, formado generalmente por un par de espuelas, un cinturón de seguridad, casco y guantes de cuero.
- Escaleras de tubos de aluminio. Si las ramas primarias no están demasiado altas, es un método efectivo.
- Cuerdas. Este método es muy práctico, liviano y no causa daño al árbol. El equipo básico está conformado por una cuerda trenzada, un descendedor, un par de ascendedores, arnés, cintas de nylon, mosquetones, casco, gafas y guantes. Además, no se debe pasar por alto llevar las fundas necesarias para almacenar los frutos.
- Método de la Bicicleta. Es un aparato parecido

a los que utilizaban los operadores de las empresas eléctricas para subir los postes de luz, se puede utilizar para escalar los árboles de eucalipto.

- Uso de una plataforma hidráulica sobre un vehículo.
- Uso de una red para el acceso a la copa.

En casos extremos donde no hay otra forma de recolectar, especialmente en bosques naturales o donde se está explotando la especie deseada, el recolector puede aprovechar las semillas de los árboles apeados. En la recolección de los frutos y las semillas es necesario hacer una estimación de la producción probable por árbol y por superficie, y evaluar la calidad de la cosecha, determinando si es económicamente favorable o no, realizar la recolección. Para cada especie la producción probable se clasifica en categorías que indican si el monto de la cosecha es muy bueno, medio, regular, malo o nulo, basándose en la floración o en la presencia de frutos (Cárdenas et al., 2004).

2.1.5. Extracción de las semillas y limpieza

Esta fase comprende cada una de las operaciones que se realizan con los frutos y las semillas hasta que al final se obtiene semilla y se deja lista para ser almacenada o sembrada. Estas operaciones varían según los rasgos de los frutos. Tienen la posibilidad de hacer manualmente o con utensilios bastante básicos, si la proporción de semilla es pequeña, sin embargo, sí es necesario obtener

mayores cantidades para producción a gran escala, se debe utilizar instrumentos y técnicas apropiadas. En varios casos tienen la posibilidad de guardar tal como se recolectan, pero en otros es correcto someterlos a una limpieza ligera para remover ramas, trozos de frutos y otras impurezas, que después van a complicar su almacenaje (Boix, 2012).

Las alternativas de extracción varían conforme el tipo de fruto, ya sean carnosos o secos. En los frutos carnosos, como las bayas (uvas), drupas (capulí, arupo, molle), pomos (manzanas) o frutos diversos (moras), debemos sacar la pulpa con rapidez para evadir la descomposición y daños a la semilla. Esto se hace macerando los frutos en agua una vez que han empezado a reblandecerse e inician la pudrición. En aquel instante las piezas carnosas están flotando, con ello tienen la posibilidad de separar con facilidad. Además, se puede hacer colocándolos en un cesto de alambre y lavándolos con agua a presión alta (Boix, 2012).

Las semillas, una vez separadas de la pulpa, se dejan secar superficialmente hasta que no se apelmacen, y más adelante se almacenan o se siembran. Si se trata de pequeñas cantidades de frutos, se emplean métodos manuales más rápidos como abrir con un cuchillo y vaciar las semillas a mano.

La dehiscencia de los frutos es distinta según las especies, puesto que a medida que muchas coníferas

(araucarias, pinos, cipreses) abren sus conos para dejar salir las semillas, otras como los cedros, no liberan las semillas hasta que no se desintegra la cápsula. Además, varias frondosas se comportan de manera parecida, puesto que, al secarse sus frutos, dichos se abren para que salgan las semillas (eucaliptos, acacias, retamas, entre otras).

Los frutos secos dehiscentes, una vez que maduran, están cerrados hasta que su contenido de humedad desciende lo suficiente para que la apertura ocurra. Después se criban los residuos de cápsulas secas que tienen la posibilidad de permanecer mezclados con la semilla.

En algunas ocasiones se emplean como semillas los frutos de la misma forma que se recolectan, sin más que someterlos a una limpieza manual. Una vez extraídas las semillas y que se hayan dejado secar hasta un contenido de humedad recomendable para eludir su deterioro, se tienen que limpiar hasta conseguir un nivel de pureza alto.

Los métodos empleados para limpiar las semillas, dependen tanto de la especie como de sus distintivos. Otras veces solo hace falta un aventado o cribado para disponer de semilla limpia, y en algunas ocasiones se aplican métodos por flotación para seleccionar las semillas buenas de las vanas y de las impurezas (Boix, 2012).

2.1.6. Almacenamiento de semillas

En general, la época en que se obtiene la semilla no es a veces la más adecuada para su siembra, bien ya sea porque las condiciones climáticas no son las apropiadas para una buena germinación, bien pues algunas veces se trata de especies veceras (únicamente generan cosechas numerosas cada cierto número de años) y como resultado, se requiere recolectar semillas en cantidades en los años de buena cosecha para contar con reservas a lo largo de los años en que esta es poca o nula.

La duración del almacenamiento y conservación es variable según el tipo de semilla. Las condiciones de almacenamiento deberán ser tales que la viabilidad de las mismas no sufra daños durante el periodo de almacenaje, y que la facultad germinativa sea la misma que presentaban en el inicio del mismo (Boix, 2012).

La duración de la capacidad de germinación depende del tipo de semilla: ciertas especies tienen semillas de vida corta, solo unos cuantos días, meses o como mucho un año, por ejemplo, las semillas de *Populus sp.*, *Baccharis latifolia*, *Alnus acuminata*, *Cinchona pubescens*, *Buddleja incana*, *Escallonia resinosa*, *Juglans neotropica*



Figura 13. Semillas de *Alnus acuminata* y *Buddleja incana*

Otro conjunto de semillas tiene la posibilidad de considerarse como una duración de vida intermedia, que son las que continúan viables por periodos de 3 a 25 años, cuando se almacena con baja humedad y preferentemente a baja temperatura; a este conjunto pertenecen las semillas de la mayor parte de los árboles. Las semillas que son de la vida extensa, entre 15 a 100

años o más, poseen generalmente las cubiertas duras e impermeables al agua. A este grupo corresponden las semillas de leguminosas como *Acacia melanoxylon*, *Acacia farnesiana*, y también las de algunas especies de *Pinus* (Boix, 2012).

El almacenamiento es una estrategia muy utilizada que permite la conservación de las semillas.

Las semillas se clasifican en dos grupos de acuerdo con su capacidad de almacenamiento en Recalcitrantes y ortodoxas,

2.1.6.1. Recalcitrantes

se caracterizan porque no toleran el secado, pueden ser llevadas a los 20 a 30 % de contenido de humedad, y en general no soportan almacenaje en frío, estas semillas pierden rápidamente su capacidad de germinar, como ejemplos se tiene el *Quercus humboldtii*, roble; *Mircianthes leucoxila*, arrayán, *Inga edulis*, guamo, virolas y muchas otras (Trujillo, 2004).

2.1.6.2 Ortodoxas

Son tolerantes al secado y pueden llevarse a 5 a 10 % de contenido de humedad y se pueden almacenar por debajo de 10 °C por mucho tiempo, ejemplos como *Albizia guachapele*, el iguá; *Cedrela montana*, cedro; acacias, *Ceiba pentandra*, ceiba, pinos y eucaliptos entre otras muchas (Trujillo, 2004).

El propósito fundamental del almacenamiento consiste en asegurar la disponibilidad de semillas viables en el momento que lo demanden los programas de forestación y reforestación, entre otros.

Las semillas se deterioran desde el mismo momento en que se forman, su conservación depende del manejo, las técnicas de recolección, procesamiento, y manipulación durante y después del almacenamiento. En muchos casos no fallan las técnicas de almacenamiento, si no los métodos integrales de pos cosecha, dado que ninguna técnica de almacenamiento puede revivir una semilla muerta (Trujillo, 2004).

De acuerdo a la Red Agroforestal Ecuatoriana ([RAFE], 1997) el objetivo del almacenamiento es conservar las semillas el mayor tiempo posible con una buena viabilidad. Por regla general, las semillas bien secas se conservan en recipientes herméticos y es fundamental aplicar algún fungicida e insecticida en polvo, y se mantienen en un sitio fresco. La viabilidad de la semilla se duplica por cada 5°C de disminución de la temperatura; lo mejor es disponer de una cámara fría o de un refrigerador a 4 a 5 °C.

2.1.7. Condiciones de conservación

Según Boix, (2012), las condiciones de conservación son aquellas que mantienen la viabilidad de las semillas de forma que ralentizan la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar al embrión. Estas condiciones son:

2.1.7.1 Contenido de humedad

Las semillas de vida corta pierden viabilidad si el contenido de humedad se vuelve bajo; por ejemplo, las semillas de los cítricos y las semillas de *Acer saccharinum* pierden viabilidad cuando el contenido de humedad se reduce al 30%.

Las semillas de vida mediana, las de la mayor parte de las especies, deben estar secas para sobrevivir largos periodos de almacenamiento. Un contenido de humedad del 4 al 6% es favorable, y aun puede ser un poco más elevado si se reduce la temperatura.

Sin embargo, si el contenido de humedad baja demasiado se puede reducir la tasa de germinación, y lo mismo ocurre si existen variaciones de la humedad durante el almacenamiento.

Para un almacenamiento largo, la utilización de recipientes, sellados y resistentes a la humedad es ventajosa, sobre todo si va acompañada de un contenido bajo de humedad en las semillas.

2.1.7.2 Temperatura

La temperatura reducida prolonga la vida durante el periodo de conservación de las semillas y, en general, puede contrarrestar el efecto adverso del contenido alto de humedad.

Por otra parte, las semillas almacenadas a baja

temperatura, pero con una humedad relativa elevada, pueden perder viabilidad con rapidez cuando se cambian a una temperatura más alta.

2.1.7.3 Atmósfera de almacenamiento

Los procedimientos para cambiar la atmósfera son crear un vacío, aumentado el contenido de dióxido de carbono, o reemplazando el oxígeno por nitrógeno u otros gases. Se han notado algunos beneficios en semillas de vida corta de algunas plantas tropicales, aunque no se han demostrado grandes diferencias, comparando estos procedimientos con otros buenos métodos de almacenamiento (Boix, 2012).

2.1.8. Tratamientos previos a la siembra

Son los tratamientos previos a la siembra que se deben de dar a algunas semillas que, aunque están perfectamente sanas y no prestan daños externos, se siembran recién recolectadas y en condiciones óptimas de germinación, y sin embargo no nacen. La causa de esta mala germinación, que no tiene nada que ver con su viabilidad, ni con una mala manipulación durante su extracción o durante su almacenaje, es un fenómeno que se llama: Letargo y que las semillas que lo presentan (debido a alguna característica interna o externa), necesiten un tratamiento especial y anterior a la siembra para que se pueda garantizar su germinación de forma rápida y uniforme (Boix, 2012).

Este proceso de germinación, mediante el cual una

semilla, en estado de vida latente, entra en actividad y se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta, no se desencadena hasta que no se cumplen tres condiciones.

2.1.8.1 Semilla viable

La semilla debe ser viable.

2.1.8.2. Las condiciones internas de la semilla

Deben ser favorables, esto es, deben de haber desaparecido las barreras físicas o químicas, o lo que es lo mismo, deben haber superado de algún modo la latencia interna.

2.1.8.3. Condiciones ambientales de la semilla

La semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas, con aporte suficiente de agua, oxígeno y a una temperatura adecuada.

Para el viverista es muy importante conocer cuáles son las características y causas que originan el letargo y promueven, por tanto, la inhibición de la germinación.

El viverista debe también conocer los diferentes tratamientos para vencerlo (romper el letargo) y conseguir su objetivo: eliminarlo previamente, y así, cuando sea sembrada la semilla, su germinación será posible (Boix, 2012).

El carácter durmiente de las semillas puede expresarse de dos formas: una es la dormición impuesta, en la

que las semillas no germinan porque las condiciones ambientales no son las favorables para ello, este fenómeno se denomina quiescencia, y la otra forma es intrínseca a la propia semilla, se trata de una dormición innata u orgánica debido a la cual la semilla no germina aun puesta en condiciones ambientales adecuadas para la germinación óptima, a esta circunstancia nos referiremos cuando hablemos de semilla durmiente

Se consideran tres tipos de dormición o letargo innato: exógeno, endógeno y mixto:

En el letargo exógeno las causas pueden ser físicas, mecánicas y químicas.

- El letargo físico es debido a la impermeabilidad de las cubiertas al agua y a los gases, es frecuente en las leguminosas.
- El letargo mecánico es debido a la resistencia de las cubiertas al crecimiento del embrión, no es muy frecuente.
- El letargo químico se debe a la existencia de sustancias inhibitoras en el pericarpio y se ha observado más frecuentemente en especies tropicales y subtropicales.

En el letargo endógeno las causas pueden ser fisiológicas, mecanismos de inhibición fisiológicas de la germinación, morfológicas, inmadurez del embrión, y morfo fisiológicas.

El letargo mixto se produce cuando existe dormición endógena y exógena al mismo tiempo.

En muchas especies las semillas no germinan tras la diseminación, pero lo hacen bajo condiciones naturales transcurrido un tiempo de sobre maduración, que suele tener lugar en condiciones de sequedad. Por el contrario, hay otras especies que hubieran germinado recién diseminadas si se hubieran encontrado bajo condiciones favorables, pero no sometidas a ellas en el momento adecuado, han perdido aparentemente su capacidad de germinación (Boix, 2012).

Este fenómeno se denomina dormición secundaria.

2.1.9. Factores del proceso de germinación

Se requiere de la concurrencia de varios factores para que el embrión contenido en la semilla reinicie su desarrollo.

Este proceso ocurre si las condiciones ambientales: Luz, humedad, oxígeno, temperatura, y sustrato son propicios.

En condiciones de vivero el agua necesaria para el inicio y desarrollo normal de la germinación es suministrada por el riego. Durante la germinación, el sustrato debe permanecer húmedo, pero sin excesos, si se interrumpe la humedad, la radícula o la semilla puede morir. La luz hace parte del medio ambiente del vivero, amerita ser regulada de acuerdo con la especie.

Bajo condiciones corrientes las semillas, se siembran a una profundidad determinada y germinan de manera normal; el sustrato utilizado en los germinadores no es totalmente impermeable a la luz y permite que esta llegue hasta la semilla (Trujillo, 2004).

La temperatura debe ser similar a la del hábitat de la especie y el promedio del vivero, sin embargo, se puede regular con invernaderos, especialmente para lograr un aumento y mejorar las condiciones de producción o simular la temperatura del medio natural de la especie. La temperatura ideal corresponde a un nivel igual o superior al hábitat natural de las especies, así las especies de zonas bajas o cálida requieren una mayor temperatura que aquellas de zonas altas o frías (Trujillo, 2004).

El oxígeno esta siempre presente, es necesario para la respiración (producción de energía), pero se facilita cuando el sustrato es sumamente poroso, dado que está presente en las propiedades del suelo.

El sustrato es el medio de arraigo de las semillas, es fundamental que esté libre de patógenos y lo suficientemente suelto como para permitir un fácil desarrollo de la raicilla, que tenga capacidad de retención de agua, de fácil manejo y bajo costo (Trujillo, 2004).

2.2. Análisis de calidad de la semilla

2.2.1. Valoración de la calidad de semilla

2.2.1.1 Calidad física

- Pureza

Por cada especie se toman 3 muestras (semillas + impurezas), se separan las impurezas (semillas de otras especies, materia inerte, restos vegetales, entre otras) y se consigue el peso de semillas puras. Para establecer la pureza en porcentaje se aplica la siguiente ecuación (Ordóñez et al., 2004):

$$P(\%) = \frac{PS}{PT} \times 100$$

Donde:

P = pureza (%)

PS = peso de semillas puras (g)

PT = peso total de la muestra (g)

- Contenido de humedad

Se toman tres muestras de tamaño conocido por especie y se pesan. Posteriormente, se secan a 103°C en la estufa, durante 16-17 horas y se registra el nuevo peso (Ps). El contenido de humedad de cada muestra se calcula con la siguiente ecuación y se expresa en porcentaje (Ordóñez et al., 2004):

Para la determinación del contenido de humedad el

ensayo debe realizarse sobre tres muestras dependiendo del diámetro del recipiente usado: si es menor de 8 cm de diámetro 4 a 5 g y de 8 cm de diámetro o más 10 g.

$$CHmi = \frac{Pi - Ps}{Pi} \times 100$$

Donde:

CHmi = contenido de humedad en la muestra i (%)

Ps = peso seco de la muestra (g)

Pi = peso inicial de la muestra (g)

El cálculo del contenido de humedad final se obtiene de la media aritmética del contenido de humedad de las tres muestras seleccionadas.

$$CHm = \frac{CHm1 + CHm2 + CHm3}{3}$$

Donde:

CHmi = contenido en humedad de la muestra i (%)

CHm = contenido en humedad promedio (%)

2.2.1.2 Número de semillas por kilogramo

Se establece al aplicar el siguiente proceso:

- Se toma el peso de 5 muestras de 100 semillas secas de cada especie, se calcula el peso promedio (g) de las 5 muestras.

- Obtener el 10% del valor promedio de la muestra.
- Para ello, de las 5 muestras pesadas, a la de mayor peso se le resta la de menor peso (g). Luego se compara el valor obtenido frente al 10% del valor promedio de la muestra reportado, mismo que debe ser menor para ser confiable. Si el valor de las diferencias de la muestra de mayor peso con respecto a la de menor peso, hubiera sido mayor que el valor obtenido en el 10% del promedio, la prueba tendría que repetirse o tendrían que considerar mayor número de muestras, para lograr una evaluación representativa.
- Si el resultado es aceptable se multiplica el peso total de las semillas por 2, para obtener el peso de 1,000 semillas.
- Para expresar el número de semillas por kilogramo, se emplea la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ semillas por kg} = \frac{1000 \text{ semillas} \times 1000 \text{ g}}{\text{Peso promedio (g) de 1000 semillas}}$$

2.2.1.3 Calidad fisiológica

Con la muestra de semillas empleada para la determinación de la calidad física se establece la calidad fisiológica en el vivero y en el laboratorio.

2.2.1.4 Porcentaje de germinación

Por cada especie se toman 100 semillas, se parten al azar en cuatro cajas Petri o submuestras de 25 semillas cada

una y se identifica cada caja (número de muestra, fecha de prueba, especie). Se colocan las semillas en bandejas esterilizadas humedecidas con agua destilada esterilizada, después se colocan en la cámara de germinación a 22 °C con 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad. Se contabilizan las semillas germinadas por día en cada muestra lo que representará el porcentaje de germinación diario y con este valor promedio acumulado (al término de la germinación de cada especie, aproximadamente 40 días), se calculará el porcentaje de germinación final (Ordóñez et al., 2004):

$$PG = \frac{n^{\circ}TSG}{n^{\circ}TSS} \times 100$$

Donde:

PG = % de germinación

n° TSG = Número total de semillas germinadas

n° TSS = Número total de semillas sembradas

Número de días a la germinación inicial

Se contabiliza el número de días transcurridos desde la siembra hasta el inicio de la germinación. Se expresa esta variable en número de días (Ordóñez et al., 2004).

2.2.1.5 Número de semillas viables por kilogramo

Se establece con los datos de los porcentajes de pureza, germinación de cada especie y con el número

de semillas por kilogramo. Se aplica la siguiente expresión:

$$X = PP * PG * N$$

Donde:

X = número de semillas viables/kg

PP = Porcentaje de pureza de las semillas %

PG = porcentaje de germinación %

N = número de semillas/kg

Estudio de tipo sanitario: Corresponde realizar un cultivo de hongos con una muestra idónea de semillas para revisar si las capas exteriores de las mismas tienen dentro cualquier tipo patógeno para la semilla o para la futura plántula. Para los casos positivos corresponde hacer la desinfección correspondiente (Ordóñez et al., 2004).

2.3. Técnicas de pre germinación

Para la germinación de las semillas son imprescindibles tres requisitos: a) Que la semilla se encuentre en un ambiente, cuyas condiciones de humedad, sustrato, disponibilidad de oxígeno, y temperatura sean propicias, b) Que el embrión esté vivo y tenga la capacidad de germinar y c) Que sean superadas las condiciones que impiden la germinación, lo cual se logra regularmente con los tratamientos pregerminativos. En muchos casos la incapacidad de la semilla para germinar, se debe a la impermeabilidad de la cubierta, o a la presencia de

inhibidores o condiciones bioquímicas, o morfológicas en general. Los tratamientos pregerminativos incluyen procesos que favorecen la permeabilidad de la cubierta de la semilla a la entrada de agua y oxígeno (Trujillo, 2004).

Efectos:

- Estimulan germinación
- Rompen latencia física o fisiológica
- Producen plántulas homogéneas en menor tiempo
- Reducen costos
- Evita riesgos
- Optimiza el uso de insumos
- Evita la pérdida de semillas

Con el objeto de garantizar la propagación vía semillas de ciertas especies vegetales, lo que importa es la germinación del lote empleado, independientemente de su potencia germinativa, lo que importa es que ocurra de la forma más simultánea posible para obtener poblaciones homogéneas, por lo que es necesario usar tratamientos que estimulen la germinación o que traten de superar el letargo o dormición (Villena, 2003). Dentro de ello, se tiene como alternativas, los siguientes tratamientos pregerminativos:

El letargo exógeno físico se supera mediante:

2.3.1. Tratamientos químicos

No se utilizan frecuentemente por el costo de los químicos y el peligro de manipulación. Sin embargo, el más común consiste en remojar las semillas, por un tiempo determinado, en ácido sulfúrico diluido y otros, y después enjuagarlas con agua e inmersión en agua para remover los inhibidores y ablandar los tegumentos duros de las semillas (*Prunus serotina*, capulí, se debe colocar las semillas por 8 horas en agua oxigenada).

2.3.2. Tratamiento por inmersión en agua caliente

Consiste en sumergir las semillas en agua a temperaturas de entre 75 y 100 °C, en un volumen de agua de 5 a 10 veces el tamaño de las semillas. Se deja enfriar el agua o se cambia por agua fría después de 30 segundos. En ningún momento se deja el agua sobre el fuego (*Caesalpinia spinosa*, guarango, colocar las semillas entre en agua caliente entre 75 y 85 °C).



Figura 14. Semillas de *Caesalpinia spinosa*

2.3.3. Tratamiento por inmersión en agua fría

Se sumergen las semillas en agua a temperatura cercana a la del ambiente entre 24 y 48 horas (*Hesperomeles ferruginea*, manzano a 48 horas).

2.3.4. Tratamiento por estratificación mecánica

Se realiza un lijado con productos abrasivos, utilizando las maquinas adecuadas, y variando la dureza del abrasivo y el tiempo de aplicación para tratar de que el efecto mecánico sea lo más suave posible y que no se produzcan daños en el embrión. Puede ser un cilindro tapizado de papel de lija, hasta que las semillas pierdan el brillo y su aspecto sea completamente poroso (*Enterolobium cyclocarpum*, guanacaste)

El letargo exógeno mecánico se trata mediante la extracción: directa del embrión, destruyendo las cubiertas que lo protegen. Es una operación muy lenta, pues generalmente se debe de actuar semilla a semilla.

2.3.5. Corte y rotura.

Se corta una esquina de la cáscara sin dañar el embrión para que penetre el agua. Rotura total del endocarpio (*Olea europea*, olivo)

2.3.6. Remoción total de la cáscara

Es necesario o útil roturar completamente la cáscara
Ejemplo: nueces

El letargo exógeno químico se supera mediante:

2.3.7. Tratamiento por estratificación en frío y húmedo

Se mezclan las semillas con material inerte humedecido (arena, turba, vermiculita) y se conservan en una cámara frigorífica a temperatura de unos 4 °C durante un tiempo de alrededor de 60 a 90 días, lo que permite que sucedan cambios fisiológicos en el embrión y se produzca su maduración.

2.3.8. Tratamiento por estratificación en caliente - frío

Es similar al anterior, con la variante de hacer una conservación de uno a tres meses con temperaturas de unos 30 °C por el día y de 20 °C por la noche; para pasar a continuación durante 1-3 meses a una temperatura constante de 2-4 °C.

2.3.9. Tratamiento por inmersión en agua fría

En casos de dormición poco acusada un simple lavado con agua a temperatura ambiente puede hacer desaparecer las sustancias inhibidoras. Con la inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas (*Clusia multiflora*, incienso).

En general y para las semillas de muchas plantas, en un periodo de condiciones cálido-húmedas de varios meses, seguido por un periodo de temperaturas bajas, es un tratamiento muy efectivo.

Para los letargos endógenos, y especialmente los

morfológicos, son eficaces las estratificaciones descritas. En casos complejos de letargo endógeno fisiológico se aplican tratamientos hormonales con giberelinas y citoquinonas (*Schinus molle*, molle, colocar en solución de ácido giberélico al 0,5 %) (Rivas, 2017).

2.4. Factores que determinan la calidad de las semillas

La calidad de la semilla es máxima una vez que esta alcanza su madurez fisiológica en la planta y esto pasa al tiempo que llega a su más alto contenido de materia seca. Como la finalidad de la semilla es la reproducción de la especie vegetal, los factores que determinan su calidad tienen que ver con su potencial de supervivencia y/o de propagación. Estos factores son la viabilidad, el vigor, la madurez, el contenido de humedad, la carencia de daños mecánicos, los ataques de hongos e insectos, el tamaño, la apariencia, entre otros., y se refieren a la semilla como unidad específica. No obstante, si nos referimos al lote de semillas, que en la práctica es más relevante, se debe adicionar a dichos factores otros como la existencia de semillas de malas hierbas o de otras plantas cultivadas, o de materias extrañas que tienen la posibilidad de incidir en la uniformidad de la descendencia a través de todo el lote (Boix, 2012).

Los parámetros intrínsecos de la semilla que definen su calidad son:

2.4.1. Genuinidad (Propiedad de ser genuinas).

El lote de semillas debe responder a la especie y cultivar deseados.

2.4.2. Viabilidad o poder germinativo

Las semillas deben ser capaces de germinar y desarrollar una plántula normal en condiciones favorables de siembra.

2.4.3. Vigor

Representa la capacidad de las semillas para producir plántulas que emerjan de forma rápida y uniforme en una gama amplia de condiciones.

El deterioro de la calidad de la semilla puede producirse a y/o luego de la cosecha, dependiendo de las propiedades genéticas de la especie, de la historia pre cosecha del cultivo, así como de su composición y estructura química (Boix, 2012).

2.5. Factores que establecen su calidad antes y durante el almacenamiento

La pureza físico-botánica, que está determinada por la presencia de materia inerte, semillas extrañas, semillas dañadas, pureza genética (peso de 1000 semillas).

2.5.1. La sanidad

Está determinada por el porcentaje de semillas infectadas por microorganismos, principalmente fúngicos.

Los insectos y microorganismos pueden provocar graves daños, llegando incluso a ocasionar serios problemas en su valor agrícola, forestal y comercial.

2.5.2. Los factores físicos

Climáticos (humedad de la semilla, húmeda relativa, lluvia, temperatura), y/o el manejo de las semillas.

2.5.3. Los factores químicos

El oxígeno y el dióxido de carbono, que están relacionados con el volumen y porosidad de las semillas almacenadas, así como con los procesos de respiración.

Existen diferentes métodos que permiten evaluar la calidad de las semillas (test de viabilidad, ensayos de pre germinación, velocidad de la misma, peso estimado de 1000 semillas, entre otros.), así como identificar los problemas que pueden afectarlas (Boix, 2012).

Así pues, nuestros objetivos, conocidos los parámetros que definen la calidad de nuestra semilla y los factores que pueden influir en ella, en definitiva, para llevar a cabo el “control de calidad”, serán:

- Solucionar los problemas que afectan directamente a la calidad de la semilla.
- Alcanzar un determinado nivel de calidad.
- Mantener esa calidad alcanzada.

2.6. Sustratos

2.6.1. Generalidades

Para asegurar una adecuada y económica producción de un vivero forestal, el sustrato debe tener una acidez apta para la especie vegetal a propagar, con textura liviana y bien drenada, que permita trabajar en períodos de riegos o humedad; es favorable la presencia de alto contenido de nutrientes y de materia orgánica, pero que cualquiera de estas propiedades puede mejorarse fácilmente utilizando correctas labores culturales; por ejemplo la incorporación de compost, arena, cal y riego (Montenegro, 1999).

Además, de lo expuesto, el sustrato debe ser un buen soporte mecánico de las raíces de las plantas, permitiendo, por un lado, una buena distribución de aquellas, sin deformaciones, y por otro, garantizando la permanencia del cepellón en el momento de la plantación. Por último, debemos pensar en que se consumen volúmenes muy grandes y por ello su coste unitario debe ser bajo.

2.6.2. Componentes para la elaboración de sustratos

El número de materiales de los que se dispone para la adquisición y preparación de sustratos es enorme y a veces su disponibilidad es dependiente de cada región, zona o lugar de producción (Boix, 2012).

2.6.2.1 Turba

Es materia orgánica vegetal disgregada y parcialmente descompuesta. Es un material de grandes cualidades y base para cualquier sustrato. Tiene un alto contenido en humus. La turba natural es caída, tiene un buen nivel de retención de agua y aireación y sobre todo es inerte, al no llevar semillas viables de especies espontáneas. Su estructura inestable y su alta capacidad de intercambio catiónico interfieren en la nutrición vegetal. En el caso de la turba rubia (más ácida, con pH entre 3 y 5) suele ser mejor que la negra, pues tiene mayor aireación y contenido bajo en sales solubles (Boix, 2012).

2.6.3. Fibra de coco

Es también un posible componente vegetal en la preparación de sustratos. Es el revestimiento fibroso del fruto del cocotero, que puede separarse y picarse para su mezcla.

2.6.3.1. Residuos forestales

Los residuos de poda, los restos de hojas, la corteza y en general cualquier residuo forestal, puede aprovecharse una vez triturado y sin más preocupación, como componente de la elaboración de sustratos. Como es lógico, sus características analíticas pueden ser muy variables según su procedencia, pero su alto nivel de materia orgánica y en ocasiones su bajo coste, lo hacen con frecuencia una materia prima muy utilizable (Boix, 2012).

2.6.3.2. Compost

Son compuestos elaborados a partir de residuos orgánicos animales o vegetales y también a partir de residuos urbanos procedentes de las instalaciones de depuración de aguas, tratados, fermentados en forma controlada y aerobia, y triturados posteriormente una vez terminado el proceso, que se denomina “compostización” y que se realiza en pequeñas instalaciones domésticas y en ocasiones, en grandes instalaciones industriales. Aunque su composición es muy variable, en función del material de partida, en general los “compost” tienen un alto contenido en materia orgánica (> 30 %) pero bajo nivel en nutrientes minerales. Al final del proceso de compostización y una vez triturado y cribado, el material es de color marrón oscuro, casi pulverulento, seco, estable e inodoro (Boix, 2012).

2.6.3.3. Mantillos

Son también el resultado de la fermentación natural durante bastante tiempo de montones de residuos vegetales y estiércoles animales, que una vez acaba la fermentación y enfriado el material, se dejan secar y se trituran para utilizarlo bien como enmienda orgánica o bien como componente para sustratos artificiales. Cuando la materia prima original son las hojas y residuos solo vegetales, el producto final se llama “mantillo de hojas” y por su alto nivel de materia orgánica, pasa por ser uno de los mejores componentes posibles de los sustratos.

Igual que hemos indicado en el caso de los “compost”, el mantillo también debería ser pulverulento, seco, sin olor y sin residuos vegetales u orgánicos apreciables a simple vista (Boix, 2012).

2.6.3.4. Tierra Volcánica

Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo (Anovas & Díaz, 2006).

2.6.3.5. Arenas y gravas

Las arenas y gravas proceden de distintos orígenes y diferentes granulometrías y tamaños en su caso, son también componentes utilizados con frecuencia en la elaboración de sustratos, aunque al no ser orgánicos, se emplean más bien para mejorar la aireación y la permeabilidad del producto final. Es conveniente que las arenas sean de grano grueso y sin salinidad, por lo que no pueden emplearse ni arenas de playa ni las de cantera en las que se detecten sales (Boix, 2012).

2.6.3.6. Picón

Es un tipo de carbón obtenido de la leña y residuos forestales por combustión incompleta anaerobia, que se presenta en forma pulverulenta o granular, muy poroso y que no puede utilizarse en la mezcla de los sustratos en pequeñas dosis (Boix, 2012).

2.6.3.7. Perlita y vermiculita

Son componentes minerales muy empleados en los sustratos, teniendo cada uno características distintas que hay que conocer bien antes de su uso. La perlita en su forma natural es una roca volcánica que a altas temperaturas se expande dando un producto ligero, estéril, de pH 7 a 7,5 muy útil para airear el sustrato. La vermiculita es un mineral con estructura laminar que, tras un proceso de alta temperatura, se expande, dando un producto con buena capacidad de intercambio de iones, o sea, de retener nutrientes; también tienen buena aireación y aporta en cierta cuantía potasio y magnesio. Son de función similar a la de la arena y las gravas, y mejoran la aireación, la porosidad y la permeabilidad del sustrato final, con la ventaja de ser completamente inertes (Boix, 2012).

2.6.3.8. Otros componentes

Otros múltiples materiales orgánicos e inorgánicos se pueden emplear en las mezclas para preparar nuevos sustratos.

Residuos vegetales, subproductos agrícolas, algunos materiales plásticos y muchos otros son utilizados siempre que sean baratos y estén disponibles en cantidad apreciable, ya que, por lo general, los volúmenes del sustrato que se manejan son grandes.

Al ser los sustratos más frecuentes, mezclas de los componentes que hemos indicado, sus características finales dependen de los porcentajes en los que cada una forma parte de la mezcla. Así, la estabilidad estructural, la densidad del sustrato y la aireación van a depender fundamentalmente de los componentes vegetales que empleemos, de su “compostización” y de su granulometría, mientras que la capacidad de retención de agua y la porosidad del sustrato final, están muy condicionadas por los porcentajes añadidos de los componentes minerales (arenas, gravas, etc.) o de los transformados.

En muchos sustratos artificiales el porcentaje de materia orgánica total puede llegar al 70-75%, aunque lo normal sería valores del 40-45%. En cuanto al valor del pH, en la mayoría de los sustratos oscila alrededor del 5,5 (Boix, 2012).

El contenido de nutrientes minerales es muy variable, no solo por depender de los componentes de partida de la mezcla, sino también por la facilidad de corrección de estos contenidos mediante la adición a la mezcla de distintos fertilizantes.

2.7. Preparación de sustratos y tipos de envases

2.7.1. Preparación de sustratos

En la práctica, casi nunca se utiliza como sustrato un único material. Generalmente, los sustratos comerciales consisten en mezclas de materiales distintos en diversas proporciones.

El sustrato debe tener una acidez apta para la especie a cultivar, con textura liviana y un drenaje adecuado, que permita trabajar en períodos de riego y humedad. La utilización de sustratos esterilizados depende de la susceptibilidad de la especie a producir, almácigos, propagación vegetativa y otras. La forma química de esterilización de sustratos será de acuerdo a la cantidad de suelo a utilizar; en almácigos pequeños se puede hervir el suelo o utilizar helio esterilización, para grandes volúmenes se aplicarán productos químicos, o la desinfección con productos biológicos (Trujillo, 2004).

Uno de los aspectos a tener en cuenta en la elaboración del medio de cultivo que se haya previsto emplear, es que la mezcla quede lo más homogénea posible. El proceso de mezclado es uno de los pasos más importantes en la preparación de la mayoría de los sustratos comerciales.



Figura 15. Mezcla manual de sustratos

De tal forma, que la mejor calidad de todos los componentes de un sustrato, queda minimizada o anulada si ha habido una buena mezcla. En cantidades pequeñas, esta mezcla debe hacerse de forma manual; pero cuando se trata de cantidades importantes, entonces la mezcla debe hacerse en una mezcladora mecánica, aportando los diferentes componentes triturados a la granulometría deseada y removiendo continuamente la masa hasta conseguir un resultado completamente homogéneo, considerando las leyes de las mezclas (Trujillo, 2004).

Un parámetro esencial a tener en cuenta en la elección de un sustrato (mezcla final), es la regularidad de sus

características. La gestión del riego y de la fertilización está íntimamente ligada al tipo de sustrato, y no es cuestión de que el viverista tenga que comprobar, en cada entrega del mismo o para cada mezcla que realice, su composición (Trujillo, 2004).

Definidas las características de diferentes sustratos, en función de sus particularidades, utilizaremos unos u otros o en distintas mezclas y proporciones, según sea su aplicación, en los diferentes cultivos del vivero: producción de panta temporal, de interior, de exterior, de ciclo corto o largo, en semillero, en enraizamiento, según tipo de planta, entre otras.



Figura 16. Propagación mediante esquejes de Pinus radiata

La preparación de sustratos, así como la operación de llenado de envases en ciertos casos por asuntos de comodidad debe de ser bajo un techo para prevenir de las lluvias o insolación consiguiendo de esta manera aumentar el rendimiento.



Figura 17. Llenado manual y mecanizado de fundas y cubetas

2.7.2. Tipos de envases

2.7.2.1. Fundas

El enmacetado se ha venido realizando en fundas plásticas de color negro y el tamaño depende del tiempo de permanencia en el vivero hasta el establecimiento definitivo (Jara y Ordóñez, 1999). Se ha usado las siguientes dimensiones:

8 x 15 cm y por 0,06 micras de espesor

10x 18 cm y por 0,06 micras de espesor

El llenado de fundas con el sustrato se realiza a través de un embudo, y se compacta la tierra con ligeros golpes sobre una base, presionando desde la parte superior con un mango de madera a medida que se va llenando la funda.

2.7.2.1. Containers

Son cubetas de plástico de 40 cavidades utilizadas para especies exóticas y de 24 cavidades utilizadas para las plantas nativas, aunque también hay otras de diferentes dimensiones y rendimientos.



Figura 18. Llenado manual de cubetas con sustrato preparado

2.8. Tipos de semilleros

Las camas de propagación en general deben estar construidas de modo que faciliten la realización de las tareas de limpieza, riegos, control fitosanitario, trasplante, entre otras actividades de manejo.

Se pueden establecer semilleros:

2.8.1. A nivel del suelo

Si las camas están a nivel de suelo, se complica la defensa de plagas, aumenta el peligro de inundaciones y daños por animales, cuyas actividades de manejo, pueden ser operaciones fatigosas, se debe utilizar considerando el lugar del vivero, época del año, fase de crecimiento de la especie vegetal y protección de semillero disponible (Boix (2012)

2.8.2. Camas sobre nivel

Son elaboradas a 0,80 o 1 m del suelo, están formadas por estructuras cómodas que permiten tener un dominio permanente sobre el material de propagación utilizado, facilitando las actividades de mantenimiento.



Figura 19. Cama de multiplicación



Figura 20. Cama de germinación sobre nivel dentro de un invernadero

2.8.3. La cama caliente

Es una cajonera o marco enorme de madera, o un recipiente de plástico, con una tapa incluida de cierre ajustado si esta al aire libre, sin tapa en ciertos casos si está en un invernadero, o micro túnel, pero en todos

los casos se suministra calor al sustrato por medio de resistencias eléctricas, con conductos de aire caliente o tubos con agua caliente colocados abajo del mismo. La profundidad de las camas debe ser suficiente para contener, pudiendo ser entre 10 a 15 cm para el medio de enraizamiento. Se debe brindar la atención requerida al sombreado y a la ventilación, así como a la regulación de temperatura y humedad (Boix , 2012)

Es fundamental evitar la desecación del material vegetal durante todo el periodo de preparación y fases iniciales de su desarrollo. Pues las camas calientes se emplean para acelerar la germinación de las semillas.

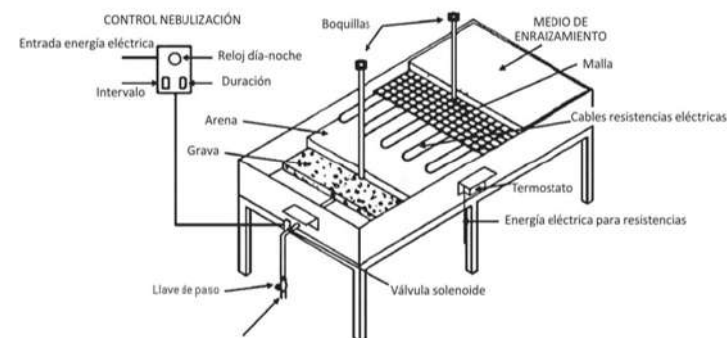


Figura 21. Esquema de cama de multiplicación con calor de fondo por resistencias eléctricas

Fuente: Boix (2012)

2.8.4. Cama Fría

Es idéntica a la de una cama caliente, excepto que no tiene dispositivos para proporcionar calor artificial. Las

camas frías se pueden utilizar para el endurecimiento o acondicionamiento de plántulas antes de pasarlos a los surcos del vivero o a las macetas, pero también y, sobre todo, para la multiplicación de plantas, cuando ya no es necesario el calor artificial y es suficiente solo el calor del sol (Boix, 2012).



Figura 22. Cama fría dentro de un invernadero

2.8.5. Las cajas con luz fluorescente

Se usan en la etapa de crecimiento de plantas jóvenes de muchas especies que crecen mejor debajo de esta clase de luz artificial. También, estas cajas proporcionan suficiente luz para la obtención de nuevas plantas a partir de la siembra de semillas (Boix, 2012).

2.8.6. Las cajas de multiplicación

Son aquellos recipientes de poca profundidad, de manejo fácil, de no mucho tamaño ni peso, de madera, de plástico, de metal, con agujeros para drenaje en el fondo. Son útiles para poner a germinar semillas ya que permiten mover las plantas jóvenes con facilidad de uno

a otro, según se requiera (Boix, 2012).

2.9. Protección de semilleros y áreas de aclimatación

En general, cuando las camas de germinación están bajo cubierta, la protección añadida es menor. Pero, en cualquier caso, se recomienda siempre protección contra las altas y bajas temperaturas, así como contra la insolación, la sequía y el viento.



Figura 23. Germinación de plántulas dentro de invernaderos



Figura 24. Protección de plántulas repicadas con zarán y cortinas forestales

Para ello se utiliza se usa instalaciones como invernaderos, túneles de plástico, coberturas de paja dentro de los cuales se ubican, las camas de germinación, semilleros, almácigos, para la siembra de especies delicadas y que requieren cuidados especiales en sus primeras semanas. En otros casos pueden estar a la intemperie, pero en algunos casos y según las zonas, después de la siembra, se colocan listones de madera o una estructura metálica a lo largo de las mismas para mantener su forma y servir de apoyo para cubiertas de vidrio, cañas, polietileno transparente, geotextiles, pantallas térmicas o mallas de sombra (Boix, 2012).



Figura 25. Camas de germinación dentro de invernadero

Para evitar encharcamientos deben construirse rutas de evacuación y efectuar orificios de drenaje en las

camas de multiplicación, para asegurarse de que el agua excesiva se libera totalmente. Debemos utilizar para estas camas sustratos y mezclas de sustratos que no produzcan pudrición por falta o por lenta percolación, y que, por otro lado, no requieran riegos continuos. A veces, es necesario ensayar distintas mezclas hasta obtener el sustrato ideal a nuestra situación: el que procure mejor drenaje, tenga menor peso y mayor fertilidad (Boix, 2012).

2.10. Técnicas de desinfección del sustrato

Para prevenir los problemas fitosanitarios en los sustratos a los que puede conducir la presencia de agentes como malezas, nemátodos, insectos hongos y bacterias. Es común utilizar tratamientos químicos, biológicos y físicos (Pina, 2009).

En la actualidad una parte de los viveros elaboran sus semilleros con sustratos artificiales nuevos, cuyos componentes son estériles (perlita, vermiculita) o poco contaminados por proceder de zonas frías (turbas), por lo que, generalmente, no es precisa la desinfección, caso contrario, es decir, en suelos normalmente cultivados, es conveniente la desinfección para evitar todo tipo de patógenos perjudiciales: hongos, nemátodos, arvenses (Pina, 2009).

Una desinfección adecuada requiere que se realice sobre cada elemento que concurre en el semillero: semillas, sustratos, aperos, recipientes, entre otros.

Se debe realizar la desinfección del suelo mediante técnicas adecuadas tales como la solarización, tratamiento térmico, biológico o químico con sustancias autorizadas por la entidad competente.

2.10.1. Solarización

La solarización se hace cubriendo el suelo húmedo con una lámina de plástico de 40 a 50 u, de preferencia en verano. En ocasiones se puede añadir materia orgánica. De esta forma se consigue aumentar la temperatura del suelo hasta más de 40 °C a 20 cm de profundidad, con lo cual no tienen la posibilidad de soportar durante mucho tiempo la mayor parte de patógenos mencionados (Trujillo, 2004).

Es la técnica de cubrimiento del suelo con polietileno, para disminuir por efectos térmicos las poblaciones de patógenos y malezas en los primeros centímetros del suelo. Los rayos solares actúan como un agente letal para el control de microorganismos.

Las cubiertas plásticas permiten el paso de la mayoría de la radiación solar, reducen la convección del calor y la evaporación del agua del suelo y como resultado la formación de pequeñas gotas de agua sobre la superficie interna, se reduce también la pérdida desde el suelo de la radiación (Trujillo, 2004).

La desinfección se basa en un proceso físico que alterna altas y bajas temperaturas. La humedad del sustrato juega un papel fundamental debido a que en

las horas de mayor temperatura genera vapor y en las de menor lleva a cabo el proceso de condensación, generándose un proceso de pasteurización continua.

Se trata de un proceso hidrotérmico, es decir que requiere de agua para transferir al máximo el calor a los organismos del suelo, por esto, se debe regar hasta que se sature el sustrato.

Existen limitantes como que el calentamiento por acción del sol del suelo depende de los factores climáticos, radiación solar, temperatura, humedad y velocidad del aire; además de las propiedades térmicas del suelo determinadas por el calor, la humedad y la textura y de la capacidad del plástico (Trujillo, 2004).

2.10.2. Con agua hirviendo

Verter sobre cada m² de almácigo 10 litros de agua hirviendo. Si se usa este método hay que asegurarse de que el agua tenga la mayor temperatura posible (si no está caliente, no mata microorganismos) y que su distribución sobre el sustrato sea uniforme.

Para mayor seguridad se volverá a regar con agua hirviendo, unas dos veces más, los días siguientes.

2.10.3. Retostado del sustrato

Colocar sustrato seco en un recipiente metálico y someter a la acción del fuego. Se deberá remover continuamente el sustrato para que tome más o menos una temperatura uniforme de 70 - 80 °C. Esto se hará

aproximadamente durante dos o tres horas.

2.10.4. Agentes de control biológico

El control biológico consiste en el empleo de organismos antagonistas y ha sido ampliamente estudiado durante las últimas décadas como alternativa a la aplicación de los pesticidas para el control de patógenos. La eficacia de los agentes de control biológico varía bajo diferentes condiciones de cultivo y su aplicación no ha sido muy satisfactoria en suelos con alta biodiversidad, pero su uso se considera de interés para la recuperación de aquellos suelos afectados por el uso intensivo de agroquímicos que tienen baja o nula biodiversidad.

Según Hoitink y Boehm (1999) el control biológico de amplio espectro requiere de la introducción o presencia de fuentes edáficas de nutrientes orgánicos en el suelo para alimento de los agentes de biocontrol. El nivel de descomposición de la materia orgánica afecta de forma crítica a la tasa microbiana, poblaciones y a la actividad de los agentes de biocontrol. Competición, antibiosis, parasitismo y la resistencia inducida se ven todas afectadas. Las enmiendas orgánicas como estiércoles en verde, estiércoles estables y el compost sirven como fuente de nutrientes e incluso puede ofrecer una oportunidad para introducir y establecer en el suelo agentes de biocontrol específicos. La cantidad y calidad de la materia orgánica son críticas para la supervivencia y eficacia de los agentes de biocontrol (Zanón, 2009).

El uso de *Trichoderma* spp. ha causado un notable impacto en el sector agrícola mediante la expresión de sus propiedades principales, tales como una estable colonización de la raíz, el endofitismo, el micoparasitismo, la competencia por nutrientes, la antibiosis y la inducción de resistencia en las plantas (Lorito & Woo, 2015).

2.10.5. Tratamientos químicos

Los productos químicos más utilizados incluyen formol, basamid, entre otros varios.

2.10.5.1. Formol

Elimina algunas semillas de malezas, pero no es totalmente confiable para eliminar nemátodos e insectos. Se basa en la aplicación de un L de formol al 20% de concentración por metro cuadrado de germinador de 10 centímetros de profundidad. Después se cubre con plástico por 5 días, al cabo de los cuales se retira para que se ventile y evapore, el sustrato no debería usarse hasta que haya desaparecido el olor, diariamente se debe remover y regar para promover la evaporación del producto (Trujillo, 2004).

2.10.5.2 Basamid granulado (Dazomet 98%)

Es un eficaz desinfectante y desinfestante de suelos y sustratos; elimina hongos, bacterias y nemátodos; controla insectos y malezas. Se lo utiliza en semilleros, bancos de enraizamiento, camas de siembra, en invernaderos, así como en cultivos a campo abierto; también en césped,

campos deportivos y en la producción de setas u hongos comestibles (Vademécum Agrícola, 2020).

La temperatura y humedad del suelo influyen en la transformación del dazomet en MITC y su penetración se ve favorecida por la presencia de suelos con estructura fina, libre de terrones. La solarización por la cobertura plástica y el aumento de la temperatura del suelo, mejoran los niveles de eficiencia, siendo determinante la concentración que se alcance de ingredientes activos en el suelo, así como del tiempo de exposición de los organismos problema a los gases.

Tabla 2. Instrucciones de uso de Basamid granulado: tiempo referencia

1	Preparar el suelo como para sembrar	2-3 semanas antes del tratamiento
2	Mantener el suelo húmedo (60-70% de la capacidad de retención de agua)	Por lo menos 1-2 semanas antes del tratamiento
3	Distribuir BASAMID GRANULADO sobre la superficie del suelo	
4	Incorporarlo inmediatamente.	
5	Cubrir con una lámina plástica	
6	Según la temperatura del suelo (que deberá ser superior a los 6° C medidos a 10 cm de profundidad) dejar actuar suficiente tiempo para permitir su desinfección	
7	Destapar la superficie tratada retirando la lámina plástica y roturar el suelo hasta la profundidad de incorporación (no roturar a profundidades mayores)	4-25 días después del tratamiento
8	Dejar ventilar el suelo y permitir la mineralización de las sustancias activas	3-10 días según la temperatura
9	Realizar una prueba de germinación	2-3 días

10	Sembrar o plantar	
----	-------------------	--

Desinfección del suelo: Se recomienda entre 30 a 60 g/m² a una profundidad de 20 cm de sustrato.

2.10.5.3. Captan

Es un fungicida protectante y erradicante que combate diversas enfermedades causadas por hongos habitantes del suelo y foliares. Se obtiene un efectivo control cuando se aplica a niveles bajos de infección. Puede ser aplicado en campo abierto y en cultivos bajo invernadero; como desinfectante del suelo, semilleros, viveros y en forma foliar para la prevención del complejo de enfermedades indicadas (Vademécum Agrícola, 2020).

Formulación y Concentración: Gránulos dispersables en agua que contiene 800 g/kg de CAPTAN® 80% DF-EQ por kilogramo de producto comercial.

Modo de empleo: Mezclar la cantidad de CAPTAN recomendada con una pequeña cantidad de agua hasta formar una pasta homogénea y colocar en el tanque de aspersión conteniendo la mitad de agua recomendada, agitar y luego completar con agua el volumen necesario, volver a agitar y la mezcla estará lista para ser aplicada.

El tiempo de espera para reingresar al área tratada es de 48 horas sin embargo si requiere ingresar antes de este período de tiempo es necesario usar todo el equipo de protección personal.

Desinfección del suelo: Disolver de 0.08 a 1 kg de

CAPTAN 80 DF-EQ para aplicación en drench.

2.10.5.4 Carboxim + Captan

Es el resultado de la mezcla de un fungicida sistémico (Carboxin) y un fungicida protectante (Captan) que controla y previene el desarrollo de enfermedades causadas por hongos que atacan las semillas (granos y material vegetativo) y plántulas; estimula el crecimiento y vigor de los cultivos en sus primeras etapas, aumentando los rendimientos de las cosechas (Vademécum Agrícola, 2020).

Tratamiento en el campo o en el almacigo: Aplicar 5 kg del producto/Ha, dirigiendo la aplicación a la base de las plantas; usar el más alto volumen de agua posible, de preferencia usar una boquilla gruesa a fin de que el producto escurra y pueda penetrar en los primeros centímetros del suelo.

Tratamiento de la semilla. En un cilindro que contenga 100 L de agua, agregar 500 g de producto; en esta solución sumergir las semillas durante unos cuantos minutos.

2.10.6. Desinfección de semillas

Las semillas comerciales suelen tratarlas con productos fungicidas como Captan TMTD, y o insecticidas como carbosulfan o clorpirifos.

2.10.7. Desinfección de utensilios

Las bandejas de siembra y macetas reutilizadas

tienen que lavarse con agua limpia y cepillarse (existen máquinas para ello). A continuación, se desinfectan con fungicidas de amplio espectro: sulfato de cobre 5%, lejía concentrada 2-5%. También se debe desinfectar, en su caso, las áreas sobre las cuales se sitúa las bandejas y macetas.

2.11. Siembra de la semilla

Cuando se considera la siembra se consideran dos variables: profundidad y la densidad de siembra.

2.12. Profundidad de siembra

La semilla se debe sembrar lo más superficial posible, pero lo suficientemente profunda, como para que el riego no la destape y para que al emerger a la superficie no gaste demasiada energía. Si queda muy superficial es resecada por el aire y el sol (Trujillo, 2004).

2.13. Densidad de siembra

Representa el número de semillas sembradas por unidad de área. Generalmente es con base a un metro cuadrado. La densidad está relacionada con el tamaño de la semilla en forma inversamente proporcional, lo cual significa que, a mayor tamaño de semilla, será menor la densidad de siembra y viceversa. Las densidades son variables para cada especie y oscilan entre 500 a más 7000 semillas por metro cuadrado.

El desarrollo de hongos se ve favorecido con una siembra de alta densidad y además, existe mayor

competencia entre las plántulas por agua, nutrientes y espacio para el desarrollo de sus raíces.

Es posible utilizar altas densidades y optimizar el área de un vivero si se tiene seguridad de los antecedentes sanitarios y una buena experiencia en la producción. Un ataque se propaga más rápidamente si se tiene una alta densidad de siembra (Trujillo, 2004).

2.14. Siembra en germinadores

Es necesaria para muchas especies dado que exige el trasplante, acción que promueve la formación de una mayor masa radical, lo que garantiza un mayor prendimiento en campo. Para realizar la siembra primeramente se debe proceder a una nivelación del sustrato, luego se procede a la siembra que puede ser en hileras o al voleo (Trujillo, 2004).

2.14.1. En hileras

Cuando se colocan en una misma línea o surco. Las semillas se pueden sembrar una por una a chorro continuo. Para este caso con la superficie nivelada se hacen surcos con una profundidad que permita el cubrimiento de la semilla. La distancia entre líneas puede variar entre 2 y 10 cm dependiendo del ancho de la semilla (Trujillo, 2004).

2.14.2. Al voleo

Se disemina la semilla manualmente en los germinadores manteniendo un ritmo ordenado. Se debe

cuidar la uniformidad para evitar una densidad no deseada y mala distribución.

Para este tipo de siembra, y cuando el tamaño de la semilla lo permite, es posible utilizar recipientes que tengan tapa de lata, en la que se hacen pequeños orificios para permitir la salida de las semillas. Una parte de las semillas se mezcla con dos partes de arena fina (seca) en el interior del envase y se usa a modo de salero (Trujillo, 2004).



Figura 26. Siembra al voleo de Buddlejia incana, Quishuar

2.14.3. A golpes regulares

Las semillas son colocadas en bandejas de alvéolos o envases individuales para plantas. A veces se coloca más de una semilla por golpe para compensar una baja germinación. Cuando se hace de forma manual se utiliza ciertos utensilios para facilitar la operación. Existen máquinas para la siembra en bandejas de alvéolos que son muy utilizados en ciertas empresas que se dedican a la producción de plántulas a gran escala (Trujillo, 2004).



Figura 27. Siembra por golpe de *Pinus radiata*, Pino

2.15. Manejo de la luz en la germinación

La luz tiene una indiscutible participación en el crecimiento y desarrollo de la planta. Pero la luz no solo interviene en este proceso. Diferentes longitudes de onda son capturadas por la planta por intermedio de distintos pigmentos y participan activamente en múltiples procesos del crecimiento en diferentes etapas de desarrollo, desde la fertilización del óvulo hasta su muerte. En las semillas la luz es indispensable para promover la germinación en muchas especies. Para el caso de la germinación, el pigmento encargado de recibir la longitud de onda de la luz y convertirlos en procesos que favorecen la germinación, es el fitocromo (Trujillo, 2004).

Para algunas especies las penumbras o plena

exposición más apropiadas para promover la germinación y el desarrollo inicial. Muchas de las respuestas encontradas, simulan condiciones naturales dentro del bosque; en las primeras etapas las plántulas están sometidas a bajas intensidades de luz debido a la intercepción de la luz por las ramas del mismo bosque, de tal manera que ecológicamente, están condicionadas a diversas intensidades de sombra que varían por especie.

La cobertura en el germinador se puede aplicar con diferentes materiales, sin embargo, se debe preferir el uso de mallas sombra; este material regula la intensidad de luz homogenizándola a través de toda el área, no es hospedero de plagas y enfermedades y pulveriza el agua de aguaceros fuertes. Su costo de instalación es en promedio un poco más alto, pero compensa por su utilización a largo plazo y facilidad de instalación, además de tener más usos en el proceso de producción (Trujillo, 2004).



Figura 28. Manejo de luz durante la fase de germinación

2.16. Repique

Según Guevara y Villacrés (1999), indican que cuando las plantas han alcanzado un tamaño promedio de 5 cm y 9 cm de altura y tienen sus primeras hojas verdaderas se procede a realizar el repique que consiste en transplantar a la planta a un lugar con mayor espacio y en suelos mucho más nutritivos. Si las plantas tienen raíces de más de 6 cm es necesario podarlas (de preferencia con tijeras) antes de su repique. Es mejor repicar en días frescos o con lluvias.



Figura 29. Actividad de repique de plántulas de *Pinus radiata*, pino



CAPITULO III

PROPAGACIÓN DE PLANTAS EN VIVERO

3.1. La propagación vegetativa

La propagación clonal o asexual de especies forestales es una herramienta que usa partes de la planta como raíces y tallos o por semillas apomícticas, para multiplicarla (Cruz Rosero, Morante Carriel and Acosta Anzules, 2008). Con la propagación vegetativa se busca el desarrollo de plantas por medio de tejidos diferenciados (Valera and Garay, 2017).

La propagación vegetativa se viene utilizando muy intensamente desde 1800 para multiplicar plantas forestales, frutales y ornamentales, para producir plantas de manera masiva (Iglesias, Prieto and Alarcón, 1996).

Con la propagación vegetativa se puede desarrollar mejoramiento genético trabajando bajo los principios de constancia genética y de constancia fisiológica (Valera and Garay, 2017).

3.1.1. Macropropagación vegetativa

La macropropagación vegetativa ha sido utilizada desde tiempos inmemorables, permite multiplicar las características deseables de individuos seleccionados en tiempos relativamente cortos (Vásquez *et al.*, 1997), aquí encontramos la multiplicación por acodos, estacas, injertos y el manejo de brotes.

Tabla 3. Macropropagación de algunas especies forestales

Dificultad propagación	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Método
Fácil a muy Fácil	Teca	<i>Tectona grandis</i>	E
	Melina	<i>Gmelina arborea</i>	E
	Apamate	<i>Tabebuia rosea</i>	I
	Cedro amargo	<i>Cedrela odorata</i>	I
Moderadamente fácil	Pardillo Blanco	<i>Cordia alliodora</i>	I, E
	Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>	E, A
	Pinos	<i>P. oocarpa, P. patula, P. radiata</i>	I, A
	Mijao	<i>Anacardium excelsum</i>	E, A
		<i>E. camaldulensis, E. grandis, E. tereticornis,</i>	I, E
	Eucaliptos	<i>E. urophylla, E. x urograndis</i>	I, E
Difícil a muy difícil	Pino rojo	<i>Podocarpus oleifolius</i>	E
	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	I, E
No propagables	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	
	Samán	<i>Pithecellobium saman</i>	
	Caro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	
	Roble	<i>Platysmiciun sp</i>	
	Vera	<i>Bulnesia arborea</i>	

E: Estaca; I: Injerto; A: Acodo

Fuente: Valera and Garay (2017)

3.1.1.1. Acodo

Con el acodo se trata de enraizar una parte de la planta que aún está unida a la planta madre, la cual se separa después de que se observa el desarrollo de raíces adventicias (Valera and Garay, 2017). Puede haber complicaciones al momento de aplicar la técnica por lo

que no es muy utilizada, aunque se recomienda en casos en que la enjertación o la producción por estacas han fallado (Iglesias, Prieto and Alarcón, 1996).

Existen el acodo aéreo y el acodo por tierra, en ambos casos suelen usarse enraizantes para asegurar el éxito del procedimiento (INATEC, 2016).

Para el acodado Reyes Quiñones (2015), recomienda el siguiente procedimiento:

- Escoger una rama lo más parecida a la rama original; se va a trabajar en los últimos 15 centímetros de la misma.
- Se hace un anillado por debajo de un nudo, con la ayuda de un cuchillo, con separación de 2 – 3 cm entre los cortes; en algunas plantas no hay como implementar el anillo completo por lo que hay que hacer un corte de media savia.
- En un papel de aluminio de 13 cm x 20 cm hay que colocar el sustrato que puede ser musgo o fibra de coco que debe estar a capacidad de campo, luego con los dedos lo colocamos alrededor del anillado.
- Finalmente aseguramos el paquete de aluminio, con una cinta adhesiva o cinta plástica, para que no se caiga.
- Una vez que observemos la aparición de raíces hay que cortar, para llevar al trasplante.

Hay que tener mucho cuidado al momento de hacer la separación de la planta madre, debido que muchas veces la nueva plántula muere debido a que las nuevas raíces suelen estar débiles, por lo que es recomendable colocarlas en un sustrato blando hasta que se adapten antes de llevarlas al sustrato definitivo (Iglesias, Prieto and Alarcón, 1996).

Entre las limitantes tenemos que se pueden hacer un número limitado de acodos por plantas, y que no se puede trabajar con ramas demasiado gruesas o que no se puede trabajar con plantas muy grandes.

3.1.1.2. Estaca

Este método de propagación vegetativa es uno de los más utilizados para multiplicar plantas forestales, frutales y arbustos ornamentales; debido a que con pocas plantas pueden obtenerse rápidamente, a bajo costo y de manera sencilla gran cantidad de plántulas (Iglesias, Prieto and Alarcón, 1996).

La estaca o esqueje es una parte de la planta que podemos obtener de las ramas, las raíces, o las hojas, a partir de las cuáles vamos a inducir la producción de raíces (Valera and Garay, 2017).

En el caso de las ramas es recomendable que tengan por los menos cuatro nudos (Reyes Quiñones, 2015). Las estacas deben ser tomadas de secciones jóvenes de ramas en crecimiento; ramas de más de dos años no son

adecuadas para ser utilizadas para hacer estacas ya que demoran mucho tiempo en hacer raíces (INATEC, 2016). Es recomendable que las estacas no vengan de árboles muy viejos, aunque se ha visto que eso dependerá de la especie que se quiera propagar (Valera and Garay, 2017). Es deseable que las ramas con las que se va trabajar hayan estado expuestas a los rayos solares, esto se ha visto que ayuda al enraizamiento (INATEC, 2016). Las estacas deben ser obtenidas cuando la planta se encuentre en etapa vegetativa, nunca en floración o fructificación.



Figura 30. Vista de una estaca de Cucarda

Hay propagación de estacas de madera dura, se trabaja con las ramas; estacas de madera semidura, en donde se trabaja con hojas anchas o madera semi madura; estacas de madera suave, en las que se deben dejar unas cuantas hojas ; estacas herbáceas, se trabaja

con hojas o flores; estacas de hoja para algunas especies; estacas de raíz en donde se utilizan raíces carnosas; estacas de cactus a partir de esquejes (Reyes Quiñones, 2015).

Según INATEC (2016) el procedimiento es el siguiente:

- Se toma una parte de la rama que este en crecimiento.
- Las ramas deben ser de entre 10 y 15 cm, deben presentar 3-4 nudos con yemas.
- El corte se hace abajo del nudo y es en cuña.
- Las estacas recién cortadas deben ser colocadas en un envase con agua para mantener la humedad.
- Deben colocarse de manera vertical en el sustrato.

Antes de colocar las estacas en el sustrato se les añade la fitohormona en la parte basal, luego hay que evitar por 24 horas el riego directo (Valera and Garay, 2017).

Las estacas deben colocarse en fundas grandes que tengan por lo menos un diámetro de 10 cm y un largo de por lo menos 20 cm, para que las raíces tengan suficiente espacio para desarrollarse (Iglesias, Prieto and Alarcón, 1996).

3.1.1.3. Injerto

El injerto es un método de propagación de plantas que consiste en unir una planta a otra formando un

individuo independiente (INATEC, 2016), perpetuando los caracteres genéticos de las mismas (Iglesias, Prieto and Alarcón, 1996). Hay registros de que los chinos ya conocían esta práctica desde el 1000 AC (Reyes Quiñones, 2015). La una planta proveerá el sistema radicular y el soporte, se le conoce como patrón; y la otra planta provee la púa o injerto, que constituye la parte que nos interesa que se desarrolle (Valera and Garay, 2017).



Figura 31. Injerto tipo hendidura en *Pinus* sp.

Dentro de las ventajas de la propagación por injerto Iglesias, Prieto and Alarcón (1996) y el INATEC (2016), mencionan:

- Propagar plantas con la misma calidad.
- Se pueden obtener plantas de menos tamaño que facilitan labores agrosilviculturales.
- Facilita la multiplicación de especies que por otro método no pueden ser propagadas.
- Es una alternativa para rejuvenecer árboles que nos interesa que se desarrollen.
- Replicar características genéticas que ayuden a mejorar la variedad.
- Multiplicar especies que están en peligro de extinción y que por semilla puede ser un proceso muy complicado o muy largo.

Entre las desventajas de la propagación por injertos Iglesias, Prieto and Alarcón (1996), mencionan:

- La posibilidad de incompatibilidad entre la púa y el patrón.
- Que este método de propagación resulta más caro que la producción por estacas.

Para la injertación es necesario contar con una navaja, una tijera de podar, cinta adhesiva, bandas de caucho, bandas de plástico, hilo de algodón, y material de protección para sellar las uniones (Iglesias, Prieto and Alarcón, 1996). Valera and Garay (2017) también consideran que la habilidad del injertador es importante.

Para patrones se escogen de plantas que presenten las mejores características deseadas, con raíces bien desarrolladas, adaptada a las condiciones en las que se van a desarrollar, libres de plagas y enfermedades, se toman de entre plantas de 1-3 años (INATEC, 2016).

Dentro de los tipos de injertos conocidos tenemos: la T invertida o escudete, el injerto de púa, el injerto tipo parche, el injerto de aproximación, el injerto de puente (Reyes Quiñones, 2015), injerto de hendidura, de astilla (DFM, 2016).

Entre las plantas frutales en las que se puede aplicar la propagación por injerto tenemos: aguacate, cítricos, guayaba, mango, macadamia; entre las especies forestales tenemos: Caoba, Eucaliptus, Pinus.

Según DFM (2016), el injerto tipo hendidura se recomienda utilizar cuando la púa y el patrón tiene un diámetro similar, la púa no debe tener menos de un año, el procedimiento recomendado es el siguiente:

- Cortar el patrón a la altura requerida, y luego hacer en el centro una hendidura de por lo menos 6 cm de largo.
- Cortar la púa en diagonal, en ambos lados
- Introducir la púa en el patrón de tal manera que los cambiums de ambas partes queden en contacto.
- Fijar con la cinta plástica y encerar con pasta

para injertar, que también deberá ser colocada en la punta de la púa.

- No hay que quitar la cinta hasta que observemos que hayan brotados yemas y estas alcancen los 5-10 cm.
- Si se mantiene mucho tiempo el encintado puede haber problemas de estrangulamiento

Según Reyes Quiñones (2015), síntomas de la incompatibilidad entre el patrón y la púa son:

- Amarillamiento de las hojas, o caída de estas.
- Malformaciones en la zona de unión del injerto
- Necrosis de tejidos en el área cercana a la púa
- Escaso o nulo crecimiento vegetativo
- Muerte prematura de la planta

3.1.1.4. Manejo de rebrotes

Es un método de propagación que se ha utilizado principalmente con plantas latifoliadas, que puede aplicarse en plantaciones cosechadas por primera vez, en donde se utilizan brotes de yemas latentes o adventicias (Daniel, Helms and Baker, 1982).

Según Valera and Garay (2017), el procedimiento a seguir es el siguiente:

- Trabajar con árboles con un DAP superior a los 10 cm, el corte se hace a una altura de tocón de 13 cm.

- Hay que prestar atención a los tocones para evaluar la calidad y cantidad de los brotes.
- Cuando el rebrote alcance un cierto tamaño, se van cortando los rebrotes, dejando un líder, a partir del cual se formará el nuevo árbol.
- Luego se procede a elaborar las estacas, tratando de mantener dos o cuatro hojas seccionadas por la mitad.
- Finalmente, la estaca se lleva al sustrato, luego de aplicarle el enraizador y una solución anti fúngica.

Dentro de las desventajas del manejo de rebrotes (Daniel, Helms and Baker, 1982), mencionan las siguientes:

- El método está limitado a especies con alta capacidad de rebrote.
- Los rebrotes son susceptibles a las heladas en su etapa inicial.
- Si la calidad genética de los árboles de donde se toman los brotes es pobre, la calidad de las plantas generadas de los brotes será pobre.

3.1.1.5. Fitohormonas y uso de enraizadores en la propagación vegetativa

El mecanismo de regulación que permite la comunicación química que facilita la coordinación de las actividades al interior de las células está a cargo de las hormonas, que se pueden sintetizar en cualquier órgano

de la planta (Azcón-Bieto and Talón, 2008).

Al momento de hacer el corte es importante tomar en cuenta la ubicación de la parte vegetal que vamos a multiplicar, ya que de esto dependerá el contenido de hormona natural que esta contenga (Curtis, 2007).

Como enraizadores suelen usarse fitohormonas para estimular el crecimiento de raíces adventicias en acodos, brotes, estacas (Segura, 2000). Entre las fitohormonas usadas en los viveros podemos mencionar al ácido indolbutírico (AIB) ácido indolacético (AIA) en dosis que van del 0,1% al 1% (Valera and Garay, 2017), también puede usarse ácido naftalenacético (ANA) (Reyes Quiñones, 2015).

Al momento de aplicar fitohormonas sintéticas es importante considerar la sensibilidad de la especie, la dosis, la oportunidad de aplicación, la condición de la planta (Alcantara-Cortes *et al.*, 2019).

3.1.2. Micropropagación vegetativa

La micropropagación se apoya en la propagación *in vitro*, ha sido desarrollada para más de mil especies (Gutiérrez, Ortiz and Molina, 2005).

El cultivo de tejidos *in vitro* se da en un frasco de vidrio, en condiciones de asepsia, empleando fitohormonas y soluciones nutritivas para dar origen a diferentes sistemas de tejidos, a partir de una parte de la planta (Reyes Quiñones *et al.*, 2015).

En el proceso de micropropagación se ha utilizado a la organogénesis que requiere una serie de fases para la producción de individuos: selección y desinfección del material vegetal, establecimiento de las secciones en condiciones *in vitro*, multiplicación y elongación de los brotes, el enraizamiento y la aclimatación en el invernadero (Gutiérrez, Ortiz and Molina, 2005).

Según (Butcher and Ingram, 1976), dentro de los tipos de cultivos encontramos:

- Cultivo de callos
- Cultivo de órganos
- Cultivos en suspensión
- Cultivo de embriones

3.1.3. Problemas de la propagación vegetativa

La propagación vegetativa no es posible realizar para todas las especies, así tenemos que el estado fenológico tiene influencia, se ha observado que la madurez de los árboles dificulta la tarea (Iglesias, Prieto and Alarcón, 1996).

Hay especies que muestran más vigor cuando se propagan a partir de semillas que cuando se reproducen de manera asexual (Landis *et al.*, 1990).

Cuando se hacen los injertos puede haber problemas de incompatibilidad vegetativa produciéndose un rechazo de la púa por parte del patrón (Valera and

Garay, 2017).

Para la micropropagación se necesita de equipos especializados (Landis *et al.*, 1990).

La estructura de las plantas puede afectar la propagación vegetativa, esto puede afectar la movilización de las auxinas (Valera and Garay, 2017).

La reproducción vegetativa puede alterar la resistencia a enfermedades y la estabilidad que las poblaciones tienen, con la reproducción sexual (Gutiérrez and Chung, 1994).

3.1.4. Silvicultura clonal

La silvicultura clonal es el uso de genotipos con caracteres deseados multiplicados a través de técnicas de macropropagación y micropropagación (Gutiérrez, Chung and Ipinza, 1994).

Libby (1983) mencionó algunas ventajas de la silvicultura clonal:

- Reducción de los problemas de endogamia en las plantaciones
- Selección de clones que permitan mayor producción de madera al producir menos flores y frutos.
- Disminución de la variabilidad genética en las plantaciones

- Obtención de mezclas de clones de especies que en condiciones normales no se darían.
- Conseguir un puente entre el mejoramiento sexual y la producción en cada nueva generación
- Obtención de clones para condiciones particulares



CAPITULO IV

LABORES CULTURALES DENTRO DE UN VIVERO

Dentro de la producción en vivero, las actividades vinculadas al mantenimiento y cuidado durante todas las etapas de la producción de una planta (desde la siembra hasta la cosecha) se denominan labores culturales, cuyo objetivo es obtener plantas de calidad y optimizar la producción.

Estas labores culturales que se aplican en viveros y centros de jardinería son las mismas que se realizan en otras actividades agrarias como en fruticultura, horticultura, olivicultura, etc. Sin embargo, al ser una actividad diferente, se han ido adaptando a sus necesidades y no necesitan estar tan tecnificadas como en otros sectores, puesto que, por lo general, la planta se produce y se le da rápida salida comercial sin tener que realizar técnicas de cultivos necesarias en el crecimiento de estas. Dentro de este tipo de labores culturales destacan las asociadas a la producción de las plantas (repicado, aclareo, aviverado, etc.) y a su mantenimiento (riego, abonado, poda, etc.) (Oblaré, 2015).

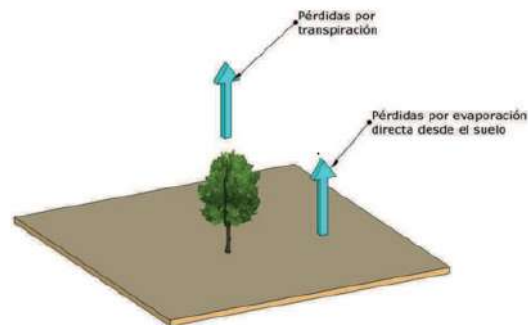
4.1. Labores culturales asociadas al mantenimiento de plantas

4.1.1. Riego

El agua es un elemento imprescindible para la vida de las plantas, constituyendo entre el 80 y el 90% de su materia, es utilizada como elemento de disolución, transporte de los nutrientes y en uno de los procesos fisiológicos más importantes, la transpiración (Benavides,

2000).

Las pérdidas de agua en el suelo según (Fuster, 2018) se producen por: Transpiración, ya que una pequeña parte del agua que es absorbida por las raíces es retenida y utilizada en los procesos de crecimiento y fotosíntesis mientras que la gran mayoría pasa a través de la planta y se pierde por transpiración a la atmósfera, refrigerando así a la planta y por evaporación, ya que desde el suelo se produce una evaporación a la atmósfera (Imagen 1).



Esquema: Necesidades de agua de las plantas

Figura 32. Necesidad de agua en las plantas

En los viveros se emplea mucho el riego de apoyo con manguera y pistola regulable.

- **Riego por pie** se usa cuando el cultivo está en caballones en las eras, haciendo circular el agua por el pie de las mismas y llegando a la planta de forma lateral. Este tipo de riego tiene la ventaja económica de la construcción de los caballones, que es barato. Pero tiene en contra que consume mucha agua y favorece la

aparición de malas hierbas. Se suele aplicar en cultivos de árboles. Cuando los árboles son jóvenes los aportes de agua deben ser más frecuentes, espaciándose según la planta desarrolla un sistema radicular más profundo y alcanza la capa freática del suelo (Oblaré, 2015).

- Una variante del sistema anterior es **a manta**, inundando completamente la era. Es sencillo y económico, pero además del gasto enorme en agua, compacta el suelo crea costras superficiales y trae semillas de malas hierbas (Oblaré, 2015).

- **Riego por aspersión** es el más usado. Presenta varias ventajas: precisión en el aporte de agua según necesidades del cultivo, evita la compactación del suelo, requiere poca mano de obra para funcionar (ninguna si está programado con un temporizador), no favorece la aparición de malas hierbas y se puede aprovechar para aplicar abonos y fitosanitarios. Por contra necesita equipos de bombeo, tuberías de distribución y emisores (aspersores y difusores), que suponen inversión inicial y un posterior coste de mantenimiento (Oblaré, 2015).

- **Riego por goteo** riego por goteo o riego localizado consiste en la aplicación de agua a una zona restringida del suelo que habitualmente ocupan las raíces, a través de orificios emisores o goteros, en los que el gasto es muy pequeño y solo se moja un pequeño entorno de cada punto de emisión. Entre sus ventajas se encuentran el importante ahorro de agua, mano de obra, abonos y

productos fitosanitarios que supone, también posee la capacidad de adaptarse a muchos tipos de terrenos y puede utilizar aguas de peor calidad. Está adaptado a los cultivos bajo plásticos, de los cuales aumenta la producción, mejora la calidad y adelanta las cosechas, permite simultanear con otras labores en suelo seco y no altera la estructura del suelo (Oblaré, 2015).

- **Riego por inundación**, este sistema de riego en viveros y centros de jardinería consiste en inundar un recinto en el que se encuentran las plantas en contenedores para que se mantengan humedecidas durante un periodo determinado, normalmente durante el periodo de aviverado (Oblaré, 2015).



Riego de apoyo con manguera y aspersión en era de cultivo, (Fotos Pixabay).

Figura 33. Riego de apoyo con manguera y aspersión en era de cultivo

4.1.2. Abonado

Estos aportes se realizan para compensar la extracción de nutrientes que realiza la planta cada temporada para crecer. Si el ciclo de cultivo en suelo es más corto, se aprovechará el momento de extracción de las plantas

para analizar el suelo y volver a realizar abonados de fondo y enmiendas en el terreno (Benavides, 2020).

Al igual que cualquier ser vivo, las plantas necesitan de una serie de nutrientes esenciales para crecer y desarrollarse. Dieciséis nutrientes se reconocen como esenciales para el crecimiento de las plantas: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B) y cloro (Cl) (Oblaré, 2015).

Estos son necesarios por tres razones: las plantas no pueden completar su ciclo vital sin ellos, ningún elemento puede sustituir a otros y cada elemento ejerce su efecto directamente sobre el crecimiento o el metabolismo (Benavides, 200).

El abonado o la fertilización es una técnica de cultivo que consiste en aportar los nutrientes esenciales no minerales a la planta para su crecimiento y desarrollo de forma artificial en forma de abono. Las formas físicas de aplicarlos son mediante enmiendas orgánicas y abonos minerales (Oblaré, 2015).

4.1.2.1. Tipos de abonado

En viveros y centros de jardinería, las formas más comunes de aplicar los abonos son mediante abonados en cubierta, de fondo o en fertirriego. Las formas físicas de aplicarlos son mediante enmiendas orgánicas y

abonos minerales.

Enmiendas orgánicas: La característica más importante de estos abonos es que mantienen y estabilizan la estructura del suelo y son la forma de aportar nutrientes al suelo más natural para la planta, ya que se liberan lentamente a medida que la planta los necesita.



Abono verde de gramíneas

Figura 34. Abono verde de gramíneas

Abonos minerales: Son un producto natural, orgánico, inorgánico o de síntesis, que contiene al menos uno de los elementos nutritivos en forma asimilable. Se caracterizan por la riqueza del elemento nutritivo y por las unidades fertilizantes (UF) que contienen (Oblaré, 2015).

Los tipos de abonos minerales son el

- Abono simple,
- compuesto y el complejo.

Tabla 4. Abonos usados en viveros

Abonos de liberación lenta	Abonos de liberación controlada
Estos no se aprovechan directamente por la planta, tiene que sufrir una transformación en el sustrato o en el suelo para ser absorbidos. Su transformación es paulatina dependiendo de la temperatura, y se va poniendo poco a poco a disposición de las plantas	Estos se presentan en forma de cápsula con una cubierta. En su interior se encuentra el abono, que es de absorción inmediata pero la cubierta no deja salir el contenido de golpe, se libera según la humedad del sustrato. Su duración suele ser de 3-6 meses.

Fuente: (Fuster, 2018)

Al evaluar el efecto de dos fertilizantes químicos en el comportamiento de las plantas de *Pinus radiata* D. Don, se determinó que la asimilación de nutrientes en cuanto a la calidad vegetativa con fertilizantes solubles (T2=IR de 6,24), llegan a ser altamente efectivo en comparación a fertilizantes granulares, T1=(6,56) y suelos o sustratos utilizados en esta etapa de vivero (IR=7,56). Pudiendo decirse que la disponibilidad de nutrientes mediante fertirrigación con abonos químicos solubles brinda mayor accesibilidad de nutrientes para las raíces.

Los cultivos en maceta o contenedor necesitan ser abonados en tres etapas de su vida en el vivero (Benavides, 2020):

- En la fase inicial cuando inician el crecimiento, dirigido a formar un buen sistema radicular.

- Durante la fase de crecimiento y desarrollo, dirigido a la parte aérea, brotes y tallos.
- Y un último aporte de endurecimiento antes de poner la planta a la venta.

Hay que tener en cuenta que el abuso abonos minerales tienen consecuencias negativas sobre los microorganismos del suelo, además de contaminar capas freáticas. El compost en cambio sí se puede usar con más frecuencia, dado su origen orgánico (Benavides, 2020).

4.1.3. PODA

La poda es una actividad de tipo manual a través de la cual se eliminan ramas rotas, muertas, enfermas o sobrantes con el objetivo de sanear las plantas e ir formando un porte equilibrado. En el caso de las plantas ubicadas en los patios o zonas de aclimatación de los viveros suele requerirse una poda de raíces para evitar que se fijen al suelo o a su vez entre plantas.

En el caso de la propagación asexual o vegetativa resulta necesario el cortar las ramas u hojas para que la porción vegetal concentre toda su actividad fisiológica en la formación de raíces como primera opción.

La poda es una técnica caracterizada por modificar la forma natural de la vegetación, vigorizar el desarrollo de las ramas con el fin de darles forma, conseguir la máxima productividad y renovar parte o la totalidad de

la planta (Benavides, 2020).

4.1.4. Deshierbe

El deshierbe consiste en retirar plantas no deseadas, conocidas como malezas, las cuales pueden ocasionar problemas en la producción al competir con las plantas objetivo de nuestra producción por nutrientes, sol y agua, muchas veces incluso atraen agentes vectores de plagas y enfermedades.

Por lo general esta actividad se la realiza de manera manual cuando acaba de germinar o es de tamaño pequeño, es sencillo hacerlo ya que las raíces no se encuentran desarrolladas ni fijadas en el suelo completamente.

El tamizaje de la mezcla de sustrato es una actividad importante ya que es el primer filtro para evitar la presencia de semillas de especies que no se van a propagar.

Guevara y Villacrés. (1999), manifiestan que las malezas deberán ser erradicadas antes de que se desarrollen y perjudiquen. Es aconsejable hacer el deshierbe en intervalos de 3 - 4 semanas, la operación debe ejecutarse a mano.

4.2. Tratamientos fitosanitarios

El mejor tratamiento fitosanitario es la prevención. Es mejor invertir en tener plantas sanas en el vivero que gastar en productos químicos de forma preventiva

o cuando los daños son presentes y obligan a desechar partidas enteras de planta. El primer paso consiste en dar las mejores condiciones de crecimiento a las plantas, mantenerlas sanas, en buenas condiciones de luz, temperatura, agua y nutrientes, esto las hará más resistentes frente a plagas y enfermedades (Fuster, 2018).

Otro tratamiento tipo preventivo es el realizar una correcta desinfección de las herramientas e insumos utilizados. Se puede emplear agua caliente, solarización, vaporización, cal, vitavax 300, terraclor, captan, entre otros para desinfectar las camas, el sustrato, las herramientas, las semillas, según sea el caso.

Tabla 5 Principales productos químicos para control de enfermedades a nivel de vivero

Ingrediente activo	Agente a controlar	Dosis g/m ²
Benomilo	Fusarium	2
Etridiazol	Pythium	10
Metalaxyl		3
Himexazol		1
Propamocarb		10
Iprodiona	Rhizoctonia	2
Quintoceno		10
Mepronil		1

Fuente: Modificado de Fuster, 2018

Si ya se han detectado daños, se debe realizar la aplicación de tratamientos fitosanitarios químicos y

también los basados en la lucha biológica. El método más efectivo es hacer seguimiento con la colocación de trampas en invernaderos y zonas de cultivo para detectar el nivel de agentes patógenos y aplicar los tratamientos a tiempo (Fuster, 2018).

El mejor control es la prevención controlando:

- Ventilación.
- Disminuir la humedad.
- Evitar altas concentraciones de nitrógeno.
- Disminuir la densidad de las plantas.
- Evitar altas temperaturas.
- Evitar sombra excesiva.

4.2.1. Clasificación y remoción

Según Jara y Ordóñez (1999), indican que se hace tomando en cuenta su coloración, crecimiento y robustez. Se realiza una primera clasificación a los 3 meses después de repicadas y otra a los 6 meses. En cuanto a la remoción se realiza dependiendo de la cantidad de raíces que presentan las plantas, generalmente al año, además para lograr una lignificación adecuada.

Antes de llevarse al sitio definitivo de plantación, las plántulas se clasifican por sanidad y tamaño y se procede al embalaje y despacho. Durante todos los movimientos, la planta debe estar protegida contra el sol y el viento,

a fin de evitar que se mueran por pérdidas de humedad (Guevara, y Villacrés 1999),

4.3. Parámetros morfológicos que influyen en la calidad de planta, dentro de vivero.

La calidad morfológica de una planta hace referencia a un conjunto de caracteres tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa sobre la forma y estructura de la planta o alguna de sus partes. La mayoría se pueden caracterizar a simple vista o con mediciones muy sencillas. (Salvador, s.f.)

Los atributos de tipo cualitativo se refieren a aspectos como la presencia de daños o heridas en las plantas, deformaciones radicales y tallos múltiples, entre otros. Los caracteres morfológicos de naturaleza cuantitativa que habitualmente son empleados en el control de calidad de los lotes de plantas o en estudios científicos, son el tamaño de la planta o alguna de sus partes y la proporción entre ellas. (Salvador, s.f.)

El éxito de los programas de reforestación depende principalmente de la calidad de la planta que se produce en los viveros, la cual puede asegurar una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo en plantación cuando llegan a establecerse en el lugar definitivo. (Salvador, s.f.)

4.3.1. Parámetro morfológico

La existencia de factores microclimáticos específicos del

lugar de plantación y potencialmente perjudiciales para la misma, la competencia vegetal, los daños producidos por animales, el uso de procedimientos de plantación incorrectos, o el empleo de planta fisiológicamente inadecuada. Los viveros forestales tratan de producir planta de la mayor calidad de la forma más eficiente posible, desde un punto de vista económico. Esto implica la definición de la planta de calidad, así como la mejor manera de evaluarla, aspectos ambos que siguen siendo objeto de continuo debate e investigación. (BIRCHLER, et al., 1998)

4.3.2. Atributos morfológicos de la planta

- **Diámetro del tallo (“calibre”):** El diámetro del tallo se mide comúnmente utilizando un pequeño vernier, en el cuello de la raíz, donde el tallo se une al sistema radical. El diámetro del cuello de la raíz, o diámetro del tallo, se reporta siempre en milímetros (mm). Una gran cantidad de estudios muestran que el diámetro del tallo es el mejor predictor del desempeño de la plantación y, por lo tanto, de la calidad de la planta. (Gary, s.f.)

- **Altura del tallo:** La altura es la distancia desde el cuello de la raíz a la punta de la yema terminal. Comúnmente se reporta en milímetros o centímetros, está correlacionada con el número de acículas (agujas) en el tallo y es, por lo tanto, un buen estimador de la capacidad fotosintética y área de transpiración. (Gary, s.f.)

- **Cepellones “enredados”:** La producción que presenta cepellones “enredados” puede ser definida como las plantas que han crecido en exceso para el tamaño de su contenedor, lo que provoca un sistema radical enredado. Desde el punto de vista de calidad, esta condición reduce la supervivencia o crecimiento de la planta una vez establecida en campo. (Gary, s.f.)

4.3.3. Índices morfológicos

- **Relación parte aérea/parte radical:** Balance entre la parte transpirante y la parte absorbente, y se calcula habitualmente a partir de la relación de los pesos secos de cada una de las partes. Este parámetro puede ser de gran importancia cuando la plantación tiene lugar en estaciones difíciles, donde el factor más influyente sobre la supervivencia del primer año es una larga y cálida estación seca. (BIRCHLER, et al., 1998)

- **Cociente de esbeltez:** es la relación entre la altura de la planta (en cm) y su diámetro (en mm), siendo un indicador de la densidad de cultivo. Es un parámetro importante en las plantas en contenedor, donde se pueden desarrollar plantas ahiladas. (BIRCHLER, et al., 1998)

- **Índice de calidad de Dickson:** este índice integra a los dos anteriores y se calcula mediante la relación entre el peso seco total de la planta (g) y la suma de la esbeltez y la relación parte aérea/parte radical. Este índice se ha empleado con éxito para predecir el comportamiento en

campo de varias especies de coníferas. (BIRCHLER, et al., 1998)

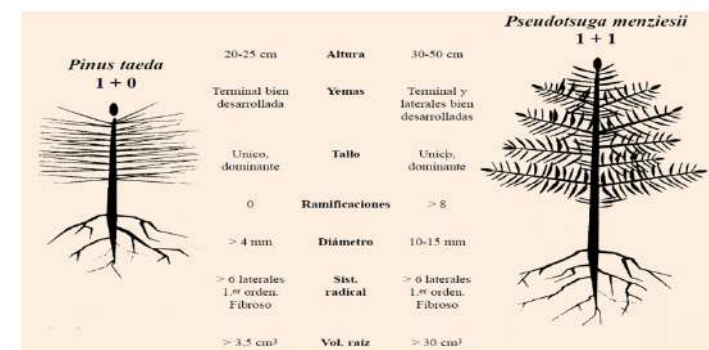


Figura 35. Parámetros morfológicos que definen las plantas ideales de *Pinus taeda* y *Pseudotsuga menziesii*

- **Balance hídrico en la planta:** Se trata de la expresión que relaciona el balance entre la parte aérea y la parte radical en el que interviene también el diámetro de cuello de la raíz como indicador del desarrollo de la planta.

4.3.4. Otros índices morfológicos

Diversos criterios morfológicos adicionales, tales como la biomasa, relación tallo-raíz, robustez y apariencia, han sido utilizados para describir una planta de calidad. (Gary, s.f.)

- **La biomasa:** Puede ser determinada usando los métodos del volumen o del peso seco. Tallos y raíces son comúnmente pesados de forma separada. El peso seco de estas plantas se determina limpiando sus tallos y

raíces, secándolos en un horno y finalmente procediendo a su pesaje. El volumen es determinado mediante el desplazamiento de agua. (Gary, s.f.)

- **El índice de robustez:** Se calcula dividiendo la altura del tallo (cm) entre el diámetro (mm). Este intenta generar la idea de la “robustez” (valor bajo), en contraste con la “esbeltez” (valor alto). Este índice ha encontrado un uso particular en la producción en contenedores, la cual puede llegar a tener crecimientos altos y delgados cuando se crece a altas densidades y/o bajo condiciones de escasa luminosidad. (Gary, s.f.)

- **El color, forma y daño:** Deben también considerarse cuando se evalúa la calidad morfológica. El color del follaje es un indicador genérico de la calidad de la planta, y puede variar por especies y época del año. Un follaje amarillento, café o verde pálido indica un bajo vigor y/o contenido de clorofila, que aquel follaje con un color verde oscuro. El follaje de algunas especies se torna morado durante la dormancia del invierno, pero esto no es considerado un diagnóstico. (Gary, s.f.)

4.4. Índice de calidad de plantas a nivel de vivero

En los viveros forestales, los insumos y los tratamientos aplicados a las plantas son variables, pues dependen de la disponibilidad que se tenga de recursos económicos, tecnológicos y humanos, lo que ha propiciado diferencias entre los sistemas de producción que, a su vez, están relacionados con la ubicación geográfica y

el clima. (Gutiérrez, *et al.* 2010)

Sin embargo, la planta que ahí se maneja debe ajustarse a los estándares que favorezcan su establecimiento y desarrollo en el campo. La calidad de la planta está determinada tanto por factores genéticos, fisiológicos y morfológicos, como por las labores culturales que reciben. (Gutiérrez, *et al.* 2010)

Uno de los principales problemas que enfrentamos durante la producción de especies forestales, es la baja calidad que presentan las plantas luego de ser trasladadas del vivero al sitio final de plantación, es por ello que la etapa de crecimiento en vivero es considerada una etapa clave en la obtención de ejemplares de calidad y resistencia, para medir estos factores actualmente disponemos de diferentes índices medibles en las plantas, cuyo objetivo es establecer parámetros en los cuáles nuestras plantas sean consideradas aptas para su plantación y de esta manera nosevitamos gastos innecesarios en cuanto a transporte y manejo de plantas enfermas en el sitio final de establecimiento de nuestras plantas (Muñoz, *et al.*, 2015).

Los factores que han limitado el éxito de las plantaciones, en las que la que la supervivencia se estima en 37.8 %, son el uso inadecuado de especies, la mala o nula preparación del terreno, la falta de seguimiento, de protección y, en gran parte, la deficiente

calidad de la planta. En consecuencia, el costo para el logro de la plantación aumenta, si se tiene en cuenta los recursos adicionales para reponer un porcentaje elevado de planta, el éxito de los programas de reforestación depende principalmente de la calidad de la planta que se produce en los viveros. (Sáenz, *et al.*, 2014).

La cual puede asegurar una mayor probabilidad de sobrevivir y desarrollarse a partir de su establecimiento en el lugar definitivo, pues está determinada por los caracteres genéticos, fisiológicos y morfológicos que actúan de forma conjunta con el medio ambiente. (Sáenz, *et al.*, 2014)

La clasificación de calidad de planta se realiza con base en variables morfológicas y fisiológicas, entre las primeras se incluye la altura, el diámetro basal del tallo o del collar, tamaño, forma y volumen del sistema radical, así como la relación altura/diámetro del collar, la relación tallo/raíz, la presencia de yema terminal y micorrizas, el color del follaje y la sanidad, el peso seco de los tallos, el follaje y la raíz. (Sáenz, *et al.*, 2014)

En los atributos fisiológicos se consideran: resistencia al frío, días para que la yema principal inicie su crecimiento, índice de mitosis, potencial hídrico, contenido nutricional y de carbohidratos, tolerancia a sequía, fotosíntesis neta, micorrización y capacidad de emisión de nuevas raíces. (Sáenz, *et al.*, 2014)

4.4.1. Indicadores de la calidad

Las plantas utilizadas en actividades de forestación no solo deben poseer un origen genético acorde al objetivo de la plantación y las condiciones del sitio en que serán establecidas, también deben cumplir con condiciones mínimas de calidad, entendida ésta como el conjunto de atributos que permitan garantizar su capacidad para establecerse y crecer exitosamente en terreno. (Quiroz, *et al.*, 2009)

Exceptuando las características genéticas, que quedan determinadas al momento de seleccionar la semilla, la calidad de las plantas está determinada en gran medida por su cultivo en vivero. Efectivamente, los atributos morfológicos, fisiológicos y sanitarios que condicionan la calidad de las plantas pueden ser manipulados durante la viverización, de modo que esta fase resulta fundamental para obtener plantas que exhiban un satisfactorio desempeño en terreno. (Quiroz, *et al.*, 2009)

La experiencia señala que las plantas con distintos atributos morfológicos y fisiológicos tienen diferentes comportamientos según los factores limitantes que el sitio presente. (Quiroz, *et al.*, 2009)

La morfología no dice todo respecto de la calidad de una planta. La condición nutricional de las mismas, medida a través de la concentración foliar de nutrientes, está muy relacionada con el comportamiento que éstas

puedan exhibir en terreno. En síntesis, la combinación de parámetros o atributos morfológicos y fisiológicos determinan la calidad de la planta, el éxito en su establecimiento y su posterior desarrollo en terreno. (Quiroz, *et al.*, 2009)

No obstante, los atributos morfológicos, pueden correlacionarse exitosamente con la supervivencia y el crecimiento inicial en terreno de muchas especies de uso forestal, señalándose que mientras más grande es la planta, mayor es su potencialidad de supervivencia. Por esta razón se consideran parámetros adecuados para evaluar la calidad de las plantas. A continuación, se señalan algunos atributos morfológicos e Índices de calidad, medibles al final de la temporada de producción en vivero de plantas nativas, que permitirán caracterizar en forma cuantitativa la calidad de la planta. (Quiroz, *et al.*, 2009)

4.4.1.1. Diámetro de cuello (DAC)

El diámetro a la altura de cuello es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta. Esta variable se expresa generalmente en milímetros (mm), mientras mayor es el diámetro y el peso fresco de una planta, mejor será la calidad de ella. (Quiroz, *et al.*, 2009)

4.4.1.2. Altura

La variable altura se relaciona con su capacidad fotosintética y su superficie de transpiración, las plantas más altas pueden lidiar mejor con la vegetación competidora, aunque esto implica una buena salud fisiológica y un sistema radicular adecuado. Esta variable se expresa generalmente en centímetros (cm). (Quiroz, *et al.*, 2009)

4.4.1.3. Razón altura/diámetro (A/D)

La Razón Altura/Diámetro, o Índice de Esbeltez (IE), es el cociente o razón entre la altura (cm) y el DAC (mm) (ALT/DAC), este índice relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma (Toral, 1997). Valores entre 5 y 10 indican una mejor calidad de planta, valores sobre 10, indican una planta muy alta, respecto al DAC, por su parte valores menores a 5, indican una planta de poca altura respecto al DAC. También es usada la relación inversa DAC (mm) y altura (mm) (DAC/ ALT), el rango óptimo de este índice varía entre 1/100 y 1/50, dependiendo de la especie. (Quiroz, *et al.*, 2009)

4.4.1.4. Razón tallo/raíz (T/R)

La Razón Tallo/Raíz, o Índice Tallo/Raíz (ITR), se define como la razón entre el peso seco de la parte aérea (tallo y hojas) y el peso de la raíz. Determina el balance entre la superficie transpirante y la superficie

absorbente de la planta, en general se exige que, lavada la planta y seca, el peso de la parte aérea no llegue a doblar al de la raíz. Generalmente, mientras más estrecha es la relación tallo/raíz (cercana a 1), mayor es la posibilidad de supervivencia en sitios secos. (Quiroz, *et al.*, 2009)

4.4.1.5. Volumen de raíz

El volumen de raíz está dado fundamentalmente por el número de raíces laterales, la fibrosidad y la longitud del sistema radicular. Un mayor número de raíces laterales y una mayor longitud de estas y de la raíz principal puede significar un aumento en la estabilidad de la planta y una mejor capacidad exploratoria de la parte superior e inferior del suelo para mantener el estado hídrico. Por su parte, una mayor fibrosidad conduce a una mayor capacidad de absorción y a un mayor contacto suelo-raíz. (Quiroz, *et al.*, 2009)

4.4.2. Índice de Calidad de Dickson (IC)

Este Índice integra la relación entre la masa seca total de la planta (g) y la suma del Índice de esbeltez (IE) y la relación parte seca aérea/parte seca radical o Índice de Tallo-Raíz (ITR). Este Índice expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar plantas de menor altura, pero con mayor vigor. (Quiroz, *et al.*, 2009)

Así mismo, Quiroz, et al (2009) menciona que: “Este índice integra la relación entre la masa seca total de la planta (g) y la suma del índice de esbeltez y la relación parte seca aérea/ parte seca radical o índice de tallo-raíz.

4.4.2.1. Índice de robustez

Es la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm); es un indicador de la resistencia de la planta a la desecación por el viento, de la supervivencia y del crecimiento potencial en sitios secos y su valor debe ser menor a seis. Un valor inferior indica una mejor calidad de la planta, arbolitos más robustos, bajos y gruesos es son más aptos para sitios con limitación de humedad; valores superiores a seis sugieren una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados. (Sáenz, *et al.*, 2014)

4.4.2.2. Relación altura del tallo

Longitud de la raíz principal (AT:LR). Predice el éxito de la plantación. Debe existir equilibrio y proporción entre la parte aérea y el sistema radical de la planta. La relación 1:1 favorece altas tasas de supervivencia en los sitios de plantación sin limitantes ambientales; en sitios con problemas de humedad se sugiere utilizar brinzales con relaciones de 0.5:1 a 1:1; mientras que en sitios sin esta situación las relaciones

pueden ser de 1.5:1 a 2.5:1. Se recomienda que los viveristas y plantadores establezcan la relación deseada en función de las especies y características del sitio de plantación. (Sáenz, *et al.*, 2014)

4.4.3. Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular (R PSA/PSR).

La producción de biomasa es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero. Una relación igual a uno, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea; al contrario, si el valor es mayor a uno, la biomasa aérea es mayor que la subterránea. (Sáenz, *et al.*, 2014)

4.4.3.1. Índice de lignificación.

Es una medida que expresa el grado de pre acondicionamiento o endurecimiento de las plantas, en el cual se pretende estimular el crecimiento radical y reducir el crecimiento en altura, promoviendo la aparición de la yema apical e iniciar mecanismos de resistencia a sequías y bajas temperaturas, lo cual se logra sometiendo a la planta a períodos de estrés hídrico. (Manzanilla, 2013)

4.4.4. Los sistemas de producción y su influencia en la calidad de planta

En los programas de reforestación la fase de vivero es determinante, ya que un apropiado manejo

técnico permite producir planta con los atributos morfológicos y fisiológicos requeridos que garanticen su establecimiento en campo, de esta manera, desde hace muchos años se han venido generando diversas técnicas y métodos de producción de planta que aseguren la alta calidad de planta y con ello mayores posibilidades de sobrevivencia en campo. (Manzanilla, 2013)

Cada sistema tiene su impacto sobre la calidad de la planta; sin embargo, desde hace poco más de dos décadas la producción de planta se hace principalmente en charolas de polietileno con el fin de mejorar la calidad de planta, tener mayores rendimientos y lograr beneficios económicos. (Manzanilla, 2013)

Una planta producida en charola o envase rígido tiene un desarrollo rápido, y al crecer en un ambiente controlado, se logra manejar apropiadamente los patrones de calidad de planta en sus diferentes etapas de siembra, crecimiento, endurecimiento y cosecha. Los atributos de calidad de planta están definidos por el germoplasma utilizado, el ambiente de producción y la tecnología utilizada, pero principalmente el sistema de producción utilizado en vivero es el factor que influye sobre la calidad de planta a través de los siguientes aspectos: (Manzanilla, 2013)

- Tratamientos pre-germinativos
- Tipo y tamaño del envase

- Sustratos de crecimiento
- Siembra
- Fertilización
- Riegos
- Densidad de siembra en el almácigo
- Micorrizas
- Condiciones ambientales del vivero (temperatura, humedad, luz)
 - Cuidados y manejo de la planta (plagas y enfermedades, podas, fase de endurecimiento, carga y transporte de la planta)

4.5. Fórmulas para determinar los índices de calidad

4.5.1. Índice de robustez o índice de esbeltez

Mide la relación existente entre la altura de la planta, expresada en cm, y el diámetro del tallo, expresado en mm, lo cual refleja, en cierta medida, la capacidad de la planta para tolerar daños físicos; ofrece una buena medida de la calidad, tanto en plantas a raíz desnuda como en contenedores. Valores de este índice menores a seis son recomendables. (Pineda, 2004)

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}}$$

4.5.2. Índice de calidad de Dickson

Este índice, propuesto por Dixon (1960) se genera basándose en mediciones morfológicas que involucran biomasa, relación parte aérea/raíz, altura y diámetro.

$$ICD = \frac{\text{Masa seca total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Masa seca aérea (g)}}{\text{Masa seca raíz (g)}}}$$

Valores altos se relacionan con una mejor calidad de planta, este índice diferencia satisfactoriamente la potencial supervivencia de plantas de diferentes tamaños y edades. (Pineda, 2004)

4.5.3. Índice de lignificación

Es el porcentaje de peso seco con relación al contenido de agua en las plantas.

$$IL = \frac{\text{Masa total seca (g)}}{\text{Masa total húmeda (g)}}$$

4.5.4. Índice de proporcionalidad biométrica (IPB)

Esta proporción se caracteriza por reflejar el desarrollo de la planta en vivero.

$$IPB = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$$

4.6. Características fisiológicas a nivel de vivero

La calidad de la planta que se produce en los viveros, debe asegurar una mayor probabilidad de sobrevivir y desarrollarse a partir de su establecimiento en el lugar definitivo (Mas, 2003), pues está determinada por los caracteres genéticos, fisiológicos y morfológicos que actúan de forma conjunta con el medio ambiente (Ruano, 2003).

En los atributos fisiológicos se consideran: resistencia al frío, días para que la yema principal inicie su crecimiento, índice de mitosis, potencial hídrico, contenido nutricional y de carbohidratos, tolerancia a sequía, fotosíntesis neta, micorrización y capacidad de emisión de nuevas raíces (Prieto et al., 2003; Prieto et al., 2009).

4.6.1. Resistencia al frío

Este atributo es importante para los viveristas y los repobladores por dos razones: primero, por los graves daños que se producirían en el caso de exponer plantas no endurecidas a la helada (Warrington, Rook, 1980), y, en segundo lugar, para determinar indirectamente el estado de dormición y de resistencia al estrés de las plantas (Lavender, 1985). Esta información es importante para establecer temperaturas límite que determinen cuándo extraer y almacenar determinados lotes de plantas (Faulconer, 1988), ya que el éxito en las operaciones de reforestación será mayor cuando el

manejo se realice en los momentos de alta resistencia al estrés.

4.6.2. Potencial Hídrico

Existen numerosos períodos de tiempo en los que las plantas son especialmente sensibles al estrés hídrico: durante la elongación activa del tallo, durante los procesos de extracción del vivero y plantación, y una vez trasplantadas. Por ello, para obtener un óptimo crecimiento y desarrollo de la planta en vivero, al igual que una humedad adecuada para la plantación, es importante mantener el potencial hídrico de la planta por debajo de los límites de estrés durante la época de crecimiento, así como durante la extracción, selección, transporte y plantación (Lavender, Cleary, 1974)

4.6.3. Potencial De Crecimiento Radical (Rgp)

Este ensayo es una medida de la capacidad de la planta para producir rápidamente nuevas raíces en un ambiente favorable. La capacidad de producir nuevas raíces es un indicador del estado fisiológico actual (integridad funcional) y en determinados casos puede predecir la supervivencia y el vigor de la planta tras la plantación (Ritchie, Tanaka, 1990). (Birchler, 1998)

4.7. Determinación de la calidad de la planta a nivel de vivero.

La baja calidad de la planta producida en los viveros forestales de México es una de las causas del poco

éxito que se tiene en las plantaciones de restauración; esto ha provocado que, a nivel nacional, la tasa anual de sobrevivencia después de un año del transplante sea de alrededor de 50 %; cuyas principales causas de muerte son las fechas inadecuadas de plantación (36 %), sequías (18 %) y mala calidad de la planta (13 %); de igual manera, el pastoreo, la selección inapropiada de especies, incidencia de plagas y enfermedades, también contribuyen a la mortalidad de la planta (Magaña et al., 2007).

La producción de planta en vivero es el proceso por el cual se le dan a la semilla los cuidados y tratamientos necesarios para su buena germinación y para que la planta crezca adecuadamente, con la finalidad de que se logren altas tasas de sobrevivencia y se favorezca su desarrollo al plantarla en campo. Las prácticas de manejo en vivero se reflejan en la calidad de la planta producida, la cual debe tener una serie de atributos morfológicos y fisiológicos, que le den la capacidad de adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación (Rodríguez, 2008).

Durante el ciclo de propagación de planta en vivero se realizan diversas operaciones de cultivo que permiten al viverista manipular algunas de las condiciones ambientales y acciones de manejo, que influyen en la morfología y la fisiología de la planta (Bierchler et al., 1998). En la determinación de la calidad de la planta se utilizan parámetros morfológicos y fisiológicos. (Gomes

et al., 2002)

4.7.1. Calidad de planta a nivel de vivero

La calidad de planta incluye una serie de características morfológicas y fisiológicas que dificultan su evaluación en conjunto; sin embargo, existen algunos procedimientos empíricos para determinar dicha calidad con base en sólo algunas características, agrupa los procedimientos o criterios existentes para evaluar la calidad de la planta en dos categorías: 1) atributos materiales y 2) atributos de respuesta. (Pineda, 2004).

Los primeros incluyen características morfológicas y fisiológicas medibles directamente en las plantas, como altura, arquitectura y diámetro del tallo, estado nutricional, reserva de carbohidratos, índice mitótico y balance hídrico, entre otros; mientras que los segundos someten a la planta a condiciones particulares de prueba y mide su desempeño en términos de las características de interés, como crecimiento de raíces o tolerancia al estrés. (Pineda, 2004)

4.7.2. Atributos materiales

• Criterios morfológicos

Según Thompson (1984), la morfología es la forma o estructura de un organismo o cualquiera de sus partes, cuya evaluación podría incluir un número cuantioso de mediciones potenciales, desde altura hasta el número de estomas.

- **Altura**

Es la característica morfológica más fácil de evaluar en una plántula y tiene poco valor como indicador único de la calidad de planta, hasta que se combina con el diámetro o la arquitectura del tallo; se desconoce la relación directa entre la altura del tallo y la supervivencia en campo. La altura de la planta deberá de considerar al sitio a plantar en función de la vegetación herbácea o arbustiva con la que deberá de competir, pero se considera aceptable para coníferas un rango entre 15 y 25 cm. (Pineda, 2004)

- **Diámetro**

Es la medición morfológica más usada para evaluar calidad de planta. Este refleja la resistencia de las plantas y el tamaño del sistema radical y se ha encontrado que está positivamente relacionado con la cantidad de sustancias de reserva. South y Mexal (1984) encontraron que plantas con diámetros de tallo mayores a 4 cm lograron supervivencias de hasta 80%, pero la relación supervivencia / diámetro se vio afectada por la masa radical. Según Rowan (1986), a mayor diámetro, mayor presencia de raíces laterales primarias y, por tanto, aumento en la supervivencia. En cada caso, el diámetro de plántula más adecuado para cada especie deberá considerar sus características morfológicas de crecimiento.

- **Arquitectura de la raíz**

Se refiere a la orientación espacial del sistema radical (extensión y configuración de varios componentes). Plántulas con sistemas radicales grandes favorecen la absorción de agua y nutrientes, manteniendo un adecuado balance hídrico. (Pineda, 2004)

Rowan (1983) indica que, en general, un buen sistema radical deberá ser abundante y bien ramificado y con raíces laterales en crecimiento. Las plantas con un mayor volumen de raíz logran tolerar adecuadamente el estrés hídrico al momento del trasplante al campo.

- **Arquitectura del tallo**

Es la manera en la cual el tallo y sus ramas se desarrollan y el rumbo en el cual se distribuye el follaje. La arquitectura del tallo en una planta de calidad deberá ser apropiada al tamaño del sistema radical, y el número de hojas deberá maximizar la absorción de luz solar, pero minimizar el gasto transpiratorio. (Pineda, 2004)

- **Peso o biomasa total**

Se utiliza como una medida del tamaño global de la planta. Se ha demostrado que plantas de mayor tamaño (biomasa), tienen un mejor desempeño que las plantas pequeñas, independientemente de la especie y tipo de planta, especialmente cuando no se realizan prácticas de preparación del terreno de plantación. Las plantas de

menor tamaño pueden tener ventajas en supervivencia ante la falta de agua o una alta demanda transpiratoria, debido a la menor área foliar y consumo de agua asociados con ellas; la biomasa total no tiene sentido si la planta no mantiene un balance adecuado entre sus componentes de la parte aérea y del sistema radical. (Pineda, 2004)

- **Índices morfológicos**

La evaluación de la supervivencia a través de variables morfológicas, como algunas de las mencionadas en párrafos anteriores, no ofrecen por sí solas la confiabilidad suficiente para predecir el comportamiento en campo de un lote de plantación. Por ello, la utilización de índices que involucran una combinación de varias características morfológicas, genera un indicador conveniente del comportamiento en campo a largo plazo. Los índices morfológicos más utilizados como indicadores de calidad de la planta son la relación parte aérea / raíz, el índice de esbeltez y el índice de calidad de Dixon. (Pineda, 2004)

- **Relación parte aérea / raíz**

Se expresa con base en el peso seco de ambas partes, y establece el balance entre el consumo de agua por el follaje y la capacidad de absorción por parte de la raíz; se recomienda que el cociente no sea mayor a 2.5, sobre todo para plantaciones en sitios con problemas de disponibilidad de agua. (Pineda, 2004)

- **Relaciones hídricas**

El agua es uno de los factores de mayor importancia en la fisiología vegetal; además de ser un solvente de gases y nutrientes, es un reactivo de muchos procesos bioquímicos. El balance hídrico refleja el equilibrio entre la velocidad de absorción de agua y la velocidad de supervivencia ante la falta de agua o una alta demanda transpiratoria, debido a la menor área foliar y consumo de agua asociados con ellas; la biomasa total no tiene sentido si la planta no mantiene un balance adecuado entre sus componentes de la parte aérea y del sistema radical. (Sánchez, 2012)

- **Carbohidratos**

Los carbohidratos son los productos directos de la fotosíntesis y constituyen más del 75% de la biomasa total de la planta. Evidencias recientes sugieren que el crecimiento de las raíces, en especies de coníferas, depende de los fotoasimilados producidos en ese momento y no de las reservas almacenadas en la raíz, lo cual permite postular que la función principal de las reservas de carbohidratos en la planta es permitir el funcionamiento de los tejidos en condiciones de estrés; en otras palabras, dichas reservas proporcionan la energía necesaria para las actividades metabólicas de las plantas cuando no existe suficiente producción de carbohidratos en las hojas. La determinación de almidón y los azúcares solubles totales pueden dar una idea aproximada del

“status” dentro de la planta; con estas rápidas y sencillas pruebas es posible reducir la excesiva mortalidad en campo, destinando aquellas con mayor contenido de reservas a sitios con condiciones más desfavorables. (Sánchez, 2012)

- **Estado de la yema terminal**

La suspensión en la actividad de los meristemas apicales es un mecanismo que han desarrollado las especies adaptadas a cambios climáticos estacionales, para tolerar condiciones ambientales desfavorables. La latencia de la yema es de gran importancia para la calidad de planta, ya que para producir una planta vigorosa en vivero es necesario que su ciclo estacional de crecimiento esté acoplado a las condiciones ambientales naturales; por otro lado, el proceso de reducción de la actividad meristemática se asocia con un aumento en la tolerancia de la planta al estrés ocasionado por diversos factores, alcanzando la máxima tolerancia durante la etapa de latencia profunda. (Sánchez, 2012)

4.7.3. Atributos de respuesta

Existen pruebas utilizadas para la evaluación en forma operativa del desempeño o respuesta funcional de las plantas producidas en vivero. Entre las más importantes se destacan la Prueba de Potencial de Crecimiento de Raíz, y la Prueba de Resistencia a Estrés o Tolerancia a la Deshidratación. (Sánchez, 2012)

- **Prueba de potencial de crecimiento de la raíz**

El potencial de crecimiento de raíz (PCR) se define como la capacidad de las plántulas para hacer crecer sus raíces cuando se colocan en un ambiente favorable. Actualmente, muchas organizaciones públicas y privadas en el mundo usan la prueba rutinariamente para evaluar los lotes de planta antes de la plantación; esta prueba es sencilla y económica en su implementación y generalmente, proporciona resultados consistentes. (Sánchez, 2012)

La prueba se basa en el uso del crecimiento de la raíz como una medida del grado fisiológico, ya que una baja supervivencia en campo después de la plantación corresponde a una débil respuesta en las pruebas de PCR. (Sánchez, 2012)

- **Prueba de resistencia a estrés (tolerancia a la deshidratación)**

El término de tolerancia a la tensión o al estrés es utilizado para indicar la capacidad de una planta para sobrevivir a uno o varios factores desfavorables y continuar creciendo y desarrollándose en ese medio. Los principales tipos de estrés a que se someten las plantas en vivero son:

a) la deshidratación por un inadecuado suministro de agua o por exceso de calor;

b) desecamiento de la raíz en el momento del

levantamiento o del transplante;

c) daño mecánico aéreo (tallo, hojas) por mal manejo;

d) competencia interespecífica por mal manejo de densidad. (Sánchez, 2012)

La prueba se basa en el supuesto de que es posible la simulación de los diferentes factores de estrés a que se enfrenta la planta durante el período de su establecimiento en el terreno. A pesar de su sencillez, no existe suficiente información sobre su capacidad para predecir el desempeño de la planta en condiciones de campo. (Sánchez, 2012).

4.7.4. Características fisiológicas

Si los nutrimentos no están disponibles cuando la planta los necesita, su crecimiento y productividad son afectados negativamente. Cada especie tiene requerimientos nutrimentales particulares, que le permitirán un crecimiento y un vigor óptimo. Estos cambian de acuerdo al crecimiento de las plantas y su desarrollo (Timmer y Armstrong, 1987 citados por Birchler et al., 1998).

Cada vivero debiera producir plantas con niveles óptimos, si toma en cuenta que existe una relación positiva, muy clara, entre el nitrógeno y el fósforo aportados, de forma que un aumento en el aporte del primero debe ir acompañado de un incremento del segundo (Landis, 1985).

El crecimiento de las plantas depende de los niveles de nutrimentos que le pueden suministrar el sustrato y los que se le adicionan. Por ello es importante conocer el nivel óptimo de los diferentes elementos en las especies evaluadas, ya que la aplicación de N en altas dosis induce al crecimiento acelerado de la planta, no así su calidad (Mc Laren, s.f. citado por Prodefo SEFUNCO, 1997).

4.7.5. Calidad de la planta

La altura de la planta es un buen predictor de sus dimensiones futuras en campo; aunque no lo es para la supervivencia. Se considera un indicador insuficiente, y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su utilidad real; sin embargo, es importante cuando las condiciones del sitio de plantación son adversas, respecto a la vegetación herbácea y arbustiva, ya que es conveniente considerar que tenga una altura suficiente que le permita competir adecuadamente (Mexal y Landis, 1990).

El diámetro es la característica de calidad más importante, que permite predecir la supervivencia de la planta en campo y definir la robustez del tallo, por lo que se asocia con el vigor y la supervivencia de la plantación. Se cita en la literatura que plantas con diámetro mayor a 5 mm, son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, pero esto varía de acuerdo a las especies (Mexal y Landis, 1990).

4.8. Sanidad vegetal en viveros

Un punto crítico en la producción forestal es el tiempo que las plantas de interés demoran en desarrollarse, pasan algunos años en la plantación antes de que la madera pueda ser aprovechada; esto también causa que los problemas que puedan tener las plantas demoren en manifestarse o en ser identificados.

Debido a esto es importante que las plantas que salgan del vivero, sean plantas de calidad, libres de patógenos o daños producidos por otras plagas.

4.9. Recomendaciones generales

El manejo fitosanitario que se aplicará en el vivero debe ser sitio específico, para lo cual es importante conocer las características del sitio en donde se encuentra el vivero: las variables ambientales del área; el histórico de las plagas y enfermedades reportadas para el lugar; el paisaje del área circundante al área de producción.

También es importante darnos cuenta, que muchas de las medidas preventivas que se pueden tomar para evitar problemas fitosanitarios, son de sentido común, lamentablemente no se las implementa oportunamente.

En el vivero la bioseguridad debería ser lo más importante a considerar, y para esto sería importante que existan dos áreas bien delimitadas: un área comercial y un área de producción. En el área comercial se atenderá a los visitantes y clientes; mientras que el área de producción debe ser una zona restringida a la

que deberían acceder únicamente el personal del vivero.

También sería recomendable contar en el perímetro del vivero con una barrera rompe vientos (Maradiaga, 2017), formada por vegetación arbustiva o árboles para impedir que el viento arrastre al interior del área de producción insectos, propágulos de patógenos y semillas de arvenses.

Como parte de la bioseguridad, a la entrada de las dos áreas antes mencionadas, es necesario ubicar alfombrillas a base de esponja, un pediluvio o baños de pies con desinfectante en cada punto de entrada, esto para impedir el ingreso de patógenos que puedan afectar a las plantas que están en producción.

La recomendación del INIA (2020) para la elaboración de un pediluvio es que este puede ser de madera, aluminio o plástico; las dimensiones podrían ser de 55 cm de largo x 40 cm de ancho y 10 cm de alto; como desinfectante se podría utilizar una solución de 1 L de agua + 3,5 mL de amonio cuaternario o agua + hipoclorito de sodio al 4% (4 mL de lejía) o cal apagada. El desinfectante debería ser reemplazado cada cierto tiempo.

La estrategia que sugerimos implementar para enfrentar los problemas fitosanitarios al interior del vivero, es la del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), en donde el muestreo periódico y la capacitación del personal del vivero son pilares fundamentales para el éxito.

4.10. Problemas causados por agentes bióticos

Cuando nos referimos a agentes bióticos, hablamos de seres vivos, la gran mayoría de ellos portan a nuestro bienestar, sin embargo, hay una pequeña fracción de organismos que pueden causar alguna afectación a las plantas que tratamos de producir en el vivero.

4.10.1. Arvenses

4.10.1.1 Manejo de las arvenses

En relación a las arvenses, al interior y en el área circundante al vivero, debe haber tolerancia cero, ya que estas actuarán como malezas sirviendo de hospederas para plagas y enfermedades.

La primera vez que se eliminen las arvenses se podría hacer un control químico, para lo que sería recomendable utilizar un herbicida sistémico para asegurarnos de que el producto llegue a todas las partes de las plantas que queremos eliminar. Es importante constatar el estado fenológico de las plantas a las que vamos a aplicar el agroquímico, si se encuentran en floración o fructificación lo primero que se deberá hacer es un control manual de las arvenses para eliminar esas estructuras de la planta, de lo contrario la aplicación del herbicida fallará; al día siguiente de haber realizado el control manual se podría hacer la aplicación de producto sistémico. Una semana después se podrá ver los efectos del agroquímico.

Para evitar que se vuelvan a establecer arvenses y

para reducir el gasto en el manejo de malezas, lo que se recomienda es colocar un acolchado o mulching en los caminos al interior del vivero y en el área circundante. Para esta actividad se pueden utilizar una gran variedad de materiales orgánicos tales como astillas de madera, restos de corteza, subproductos de la palma o del café; también se puede optar por material inorgánico como piedra o grava. En caso de utilizar material orgánico este debe estar envejecido antes de poder utilizarlo.



Figura 36. Mulch utilizado en los caminos al interior del vivero para evitar el crecimiento de arvenses

El uso del mulching en los caminos reducirá el problema para las arvenses, y también será beneficioso para el manejo de los patógenos ya que reducirá la evaporación haciendo que la humedad sea más baja.

4.10.2. Enfermedades

4.10.2.1 Manejo de las enfermedades

Podemos observar que hay muchas medidas preventivas que podemos tomar para evitar que los patógenos se establezcan, relacionadas con la conducta del personal, desinfección del sustrato, desinfección de las bandejas, desinfección de las herramientas, desinfección de las semillas, eliminación de arvenses, manejo del agua.

En la Tabla 6 se pueden observar varios productos que pueden usarse para labores de desinfección en los viveros.

Tabla 6. Varios desinfectantes que puede usarse en el vivero

Ingrediente activo	Cloro Blanqueador	Amonio cuaternario	Peróxido de hidrogeno	Dióxido de cloro	Alcohol 70%
Para desinfectar herramientas	No	Si	Si	No	Si
Para desinfectar semilleros, macetas	Si	No	No	No	No
Para desinfectar mesones	No	Si	Si	Si	No
Necesario enjuagar	Si	No	No	No	No
Volatilidad	Alta	Intermedia	Baja	Alta	Intermedia
Penetra la madera	Intermedio	No	No	Intermedio	No

Modificado de la tabla ejemplos de desinfectantes para el uso en el invernadero (Rodríguez, no date).

4.10.2.2 Relacionadas con la conducta del personal

Antes del ingreso al área de producción es indispensable que el personal se lave bien las manos con agua y jabón, para de esta manera evitar el ingreso de patógenos. Ningún alimento debe ser ingresado al área de producción, menos aún si es un vegetal fresco que no ha pasado por ningún tipo de procesamiento.

Es importante que el personal que labore en el vivero tenga un entrenamiento adecuado, en manejo silvicultural y fitosanitario, para que al momento en el que realice los muestreos pueda reconocer los síntomas y signos de enfermedades producidas por patógenos (bacterias, hongos, virus), y daños provocados por los insectos, otros invertebrados o vertebrados.

4.10.2.3 Desinfección del sustrato

Años atrás para la desinfección de suelos o sustratos se utilizaba el bromuro de metilo con lo que se conseguía una total esterilización del medio. El producto no se prohibió por su toxicidad sino porque se determinó que tenía responsabilidad en el apareamiento de un agujero en la capa de ozono razón por la que fue prohibido a nivel mundial después del Protocolo de Montreal.

Para la desinfección del sustrato lo podemos usar métodos físicos, biológicos, y químicos.

Dentro de los métodos físicos podemos usar la solarización y el agua caliente. En la solarización

la energía solar es un componente importante. La solarización implica la destrucción térmica de propágulos, generación de gases tóxicos por la presencia de la materia orgánica que haya en el sustrato y cambios en las poblaciones microbianas (Gamliel and Stapleton, 1993).

El sustrato a tratar debe ser humedecido y se lo debe cubrir con una lámina de polietileno transparente de cristal (de 20 a 25 micrones), ya que permite una buena transmisión de la radiación, con lo que se busca alcanzar temperaturas de por lo menos 50 °C pasado el mediodía; el sustrato debe pasar en estas condiciones por lo menos 30 días (García and Ramos, 2013). Adicionalmente si hay materia orgánica se podría producir fermentación. No es recomendable utilizar polietilenos de colores, ni de color negro; esta última absorbe un alto porcentaje de radiación, haciendo que se caliente la cubierta y no el suelo. La solarización es un método barato, efectivo seguro que no contamina, cuya única limitante es la radiación solar.

Para la desinfección con agua caliente, colocamos el sustrato en costales pequeños y los sumergimos en agua que debe mantener los 80 °C, los dejamos allí por un período de entre 30 y 40 minutos (Rodríguez, 2010).

Para la desinfección de sustratos por medio biológicos, se ha visto buenos resultados al hacer una combinación de la solarización con *Trichoderma harzianum*, como

agente biológico (Ramírez *et al.*, 2003).

Para la desinfección química se puede utilizar Metam sodio o Dazomet, el sustrato debe ser humedecido y se lo debe cubrir con polietileno lo más herméticamente que podamos por un período de 5 a 7 días; todo el tratamiento puede tener una duración de 15 o 20 días (García and Ramos, 2013).

Dentro de la desinfección química también se puede considerar la utilización de una mezcla de 5 Kg de Sulfato de cobre y 25 Kg de cal por 6 m³ de sustrato o suelo (Estrella, 2002). Otra forma de desinfección química consistiría en la utilización de ¼ de cal o ceniza por metro cuadrado de sustrato (Rodríguez, 2010).

4.10.2.4 Desinfección de las bandejas

Dentro de los métodos utilizados para desinfectar o esterilizar las bandejas podemos emplear:

- Agua hirviendo
- Vapor de agua
- Clorinado

Los dos primeros no se recomiendan debido a que, aunque son efectivos para eliminar a los patógenos con el tiempo pueden deformar o deteriorar las bandejas que por lo general suelen ser de plástico, material que es sensible a las altas temperaturas.

Para el método del clorinado, lo primero que se debe hacer es lavar bien las bandejas con un detergente o jabón y un cepillo, para eliminar todos los restos de materia orgánica que podrían alterar el efecto del desinfectante

Cuando se usa el cloro para la desinfección el producto más recomendado es el hipoclorito de calcio al 65% que son los granos de cloro usado para la potabilización del agua. Se sugiere utilizar 62 gramos de hipoclorito de calcio al 65% / 200 L (equivale a una concentración de cloro de 200 ppm).

Para la mezcla del clorinado se usa de preferencia agua potable o agua de pozo que esté limpia; será necesario medir el pH y si es necesario habrá que corregir para llegar a un pH de 6,5 – 6,0.

En un tanque de 200 L sumergimos las bandejas por un lapso de diez minutos; la solución preparada nos servirá para 300 bandejas, luego hay que cambiar la mezcla. Si no realizáramos el lavado previo de las bandejas, la solución nos serviría para menos bandejas.

4.10.2.5 Desinfección de las herramientas

Es necesario desinfectar cuchillos, tijeras y otras herramientas usadas en el vivero. Para esta labor se pueden usar cualquiera de los productos que aparecen en la Tabla 1.

La desinfección de las herramientas se puede hacer con Alcohol 70% o superior, Dióxido de Cloro 5% a 0,1cc

i.a./L, Hipoclorito a 1 gr i.a./L o Permanganato de Potasio a 2,5 gr/L (Donoso and AGVF, 2011).

Es necesario hacer esto al iniciar el trabajo, periódicamente cuando se están haciendo las labores, y al final de la actividad. Esto puede ser particularmente importante para evitar problemas con bacterias o virus.

4.10.2.6 Desinfección de la semilla y de material para la propagación asexual

La desinfección de la semilla o material usado para la propagación sexual es muy importante, principalmente para prevenir enfermedades provocadas por patógenos, como por ejemplo el Damping off.

La desinfección del material usado para la propagación puede hacerse por medios biológicos, físicos o químicos (Arriagada, 2000), cuando no se realiza esta práctica las pérdidas y los controles posteriores pueden resultar costosos (Maude, 1985).

Para la desinfección por medios biológicos del material usado para la propagación se puede usar *Trichoderma hamatum* (Arriagada, 2000), *Agrobacterium radiobacter*, raza AK- 84 (Agarwal and Sinclair, 1987), *Bacillus subtilis* y *Streptomyces griseoviridis* (Tomlin, 1997).

Como medio físico para la desinfección se utiliza principalmente el calor (Vergara, Obrador and Arancibia, 1969), con el que hay que tener mucho cuidado cuidando los puntos letales de la parte vegetal

que queremos desinfectar y el patógeno (Arriagada, 2000). Mientras más altas sean las temperaturas que se apliquen menor deberá de ser el tiempo de exposición, además la temperatura que se aplique será específica para la especie a la que se aplique, así por ejemplo para semilla de aguacate se recomienda una temperatura de 50 °C durante 30 minutos (Estrella, 2002).

Con respecto a la desinfección química del material usado para la propagación Arriagada (2000), menciona que considera que es el método más barato, efectivo y seguro para controlar patógenos en semilla. Este tratamiento puede ser efectivo para controlar infecciones profundas que han penetrado al tejido de las semillas (Maude, 1985). Para la eliminación de patógenos se pueden usar Thiram a razón de 280 g. / 100 kg de semillas o Captan 175 g. / 100 kg de semillas (Contrera, Ruiz and López, 2020).

Así también para la desinfección química el departamento de Extensión agrícola de la Universidad del Estado de Luisiana (Lewis Ivey *et al.*, 2017), recomienda usar 1 L de lejía de cloro al 6% en 4,75 L de agua potable, luego sugiere añadir dos gotas de detergente (como el usado para lavar platos); sugieren sumergir 1 lb de semilla en 3,75 L de la solución desinfectante preparada y agitar por un minuto, esto hay que hacer para cada lote de semilla; posteriormente hay que lavar las semillas en agua por 5 minutos, para retirar todo el desinfectante; finalmente hay que desparramar las semillas en toallas

de papel limpias para que se sequen.

4.10.2.7 Eliminación de las arvenses

Las arvenses pueden ser hospederas de patógenos que afecten a las plantas que están en producción, así como también pueden ayudar a elevar la humedad al interior del vivero ayudando a crear las condiciones necesarias para el desarrollo de hongos y bacterias patógenas.

La presencia de semillas de arvenses tampoco es deseada en el sustrato, ya que las plántulas que se desarrollen en las bandejas o en las fundas podrían competir por agua y nutrientes con las plantas que se están en producción, haciendo que su desarrollo se retrase.

Del manejo de las arvenses en el vivero y en el sustrato se ha tratado en secciones anteriores.

4.10.2.8 Manejo del agua

El vivero forestal utiliza abundante calidad de agua, que debe ser de calidad, libre de contaminantes, fitopatógenos, iones tóxicos o sales (Gutiérrez García *et al.*, 2016).

Los viveros que producen en contenedor que usan agua de riego de fuentes superficiales, como pozas (fig. 4.2.16), lagos, o ríos, pueden tener problemas con malas hierbas, hongos fitopatógenos, musgos, algas o hepáticas (Baker y Matkin, 1978).

Frecuentemente se deberían hacer análisis del agua utilizada por el vivero (Brambilla, Daorden and Babbit, 2012). En el análisis del agua se debe considerar una evaluación de la salinidad, pH, conductividad eléctrica y la presencia de fitopatógenos (Landis *et al.*, 1990).

La salinidad, la conductividad eléctrica y el pH del agua pueden ser importantes para modificar las condiciones del sustrato, y por tanto, afectar la eficiencia en que la planta aprovecha el agua y los nutrientes minerales, recursos que finalmente determinarán el buen estado en el que se encuentre la planta.

El agua superficial que llega de tierras de cultivos u otros viveros puede contener microorganismos como *Phytophthora* y *Pythium*, causantes del Damping off (Whitcomb, 1984). Los microorganismos patógenos encontrados en el agua de riego se pueden manejar con tratamientos de cloración.

El pH del agua de riego también es importante principalmente cuando tratamos de evitar problemas de Damping off, el pH debería estar entre 5,5 y 7, un pH básico favorece el desarrollo de la enfermedad (Hall, 2003).

Por otra parte, debe evitarse el sobrieriego o dejar mojadas las hojas de las plantas para evitar el surgimiento de problemas de patógenos; así también es importante constatar que en la zona de producción haya un buen drenaje del agua para evitar la formación de charcos

que pueden aportar al incremento de la humedad en el área del vivero.

También es importante considerar que el agua es el vehículo de transporte que se usa al momento de hacer las mezclas con la mayoría de los plaguicidas utilizados al momento de hacer las aplicaciones para el manejo de plagas y enfermedades. En el caso de los insecticidas se recomienda que este ligeramente ácido, mientras que en el caso de los fungicidas se sugiere que el pH más bien se acerque a la neutralidad, pero en ningún caso es bueno que el pH sea básico.

4.10.2.9 Principales enfermedades

Aquí es importante tener en cuenta que para evitar problemas de patógenos es importante contar con un programa de muestreo permanente, ya que la prevención es la mejor estrategia para prevenir daños, y para esto es necesario contar con personal debidamente entrenado

4.10.2.10 Damping off

El Damping off es principal problema generado por patógenos al que se enfrentan las plantas en los viveros. El Damping off es una enfermedad relacionada más frecuentemente con *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp. and *Phytophthora* spp. (Lamichhane *et al.*, 2017). Condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son suelos poco drenados, con poca aireación, con alta humedad en el suelo, temperaturas

moderadas y una alta densidad de plántulas (Rosa, 2016).

Hay varios factores que van a influir en la intensidad del ataque del damping off como son: la agresividad del patógeno, la susceptibilidad del hospedero, el riego, pH del suelo, la nutrición, la densidad de siembra, el manejo de los residuos (Lamichhane *et al.*, 2017).

La enfermedad puede presentar síntomas de pre emergencia o post emergencia (Barbuy, Rodríguez and Cordes, 2019). Cuando el ataque ocurre en la preemergencia la semilla se ablanda, se pudre y finalmente no germina (Lamichhane *et al.*, 2017).

Para el control del Damping off se recomiendan medidas preventivas como realizar labores de desinfección de sustrato, semillas y bandejas, así como el control de arvenses. Así como también cuidar que exista un buen drenaje en el vivero, evitar el sobre riego, y cuidar el sustrato no tenga un pH básico para lo que se puede utilizar ácido sulfúrico o sulfuro de amonio como correctores.

En caso de que las medidas preventivas hayan sido superadas y veamos que el damping off se ha hecho presente en la pos emergencia, antes de aplicar control químico con fines curativos es necesario hacer una identificación fitopatológica para determinar exactamente el patógeno que está causando el problema ya que no todos los hongos son afectados por un solo

ingrediente activo.

Dentro del control químico los fungicidas más utilizados encontramos al Captan que funciona contra el damping off común; el benomyl and thiophanate methyl que funciona contra *Fusarium* y *Rhizoctonia* spp; el etridiazole and metalaxyl que funciona contra *Phytophthora* and *Pythium* spp.; el mancozeb y maneb que funcionan contra *Fusarium* and *Phythium* spp. (Lamichhane *et al.*, 2017).

4.10.2.11 Roya

La roya no puede vivir sin un hospedero vivo, es un parásito obligado. Es fácil reconocerla por la presencia de esporas de una coloración amarillo brillante.

La enfermedad producir desarrollo de hábito arbustivo, pérdida de dominancia apical, una reducción del crecimiento y hasta la muerte de la planta (Simato, 2014).

Requiere presencia de agua sobre los tejidos, por lo que días con lluvias continuas son ideales para disparar el problema, temperaturas inferiores a 30 °C, siendo ideal los 23°C.

Dentro de las recomendaciones para el manejo preventivo de la enfermedad tenemos el mantener la limpieza al interior y en el área circundante del vivero, eliminación de las arvenses, adecuado manejo de la humedad y la temperatura y buen manejo de la nutrición

vegetal.

Una vez que sea presentado la enfermedad, para el control se puede usar Azoxystrobin u oxiclóruo de cobre,

4.10.2.12 Bacteriosis

El problema va a ser causado principalmente por *Xanthomonas* sp. y *Pseudomonas* spp. Difícil de detectar, a menos de que se presenten exudados bacterianos

Las manchas producidas por las bacterias pueden ser húmedas al inicio, posteriormente se vuelven marrones debido a la muerte de los tejidos. El ingreso de las bacterias a las plantas puede darse por aberturas naturales, como las estomas, y aquí podría ser importante el agua, por lo que se sugiere mantener secas las hojas.

Las bacteriosis pueden ser difíciles de controlar por su elevada tasa reproductiva de las bacterias y la baja cantidad de ingredientes activos que se pueden utilizar como: antibióticos, productos de acción biológica y sales cúpricas (Donoso and AGVF, 2011).

Dentro de las medidas preventivas se recomienda hacer un buen manejo del riego, adecuar el vivero para que exista una buena ventilación, realizar una fertilización equilibrada, eliminar los restos vegetales ya que pueden ser fuente de contaminación y realizar labores de desinfección (bandejas, tubetas y herramientas).

4.10.3. Insectos

4.10.3.1. Manejo de los insectos

Al igual que con los patógenos es necesario establecer un programa de muestreo permanente, así como personal entrenado para identificar problemas en el momento en que se empiecen a presentar. La eliminación de arvenses también es importante para evitar que estas sirvan de hospedero de las plagas.

Es importante conocer que por el tipo de daño producido en la planta podemos hablar de dos grupos de insectos, los que van a provocar daños a nivel del follaje y los que van a provocar daños a nivel del suelo o cuello del tallo de la planta (Quiroz *et al.*, 2009).

A nivel del follaje el daño puede ser producido por chicharras, mosca blanca y pulgones (Hemiptera); minadores (Diptera); saltamontes (Orthoptera); hormigas (Hymenoptera). En cambio con respecto al daño producido a nivel del suelo y tallo los más importantes son los gusanos cortadores (Lepidoptera) (Cibrián, García and Macías, 2008). Para el control de estos insectos cuando se convierten en plagas, se utilizan principalmente métodos biológicos y químicos (Quiroz *et al.*, 2009).

4.10.3.1.1. Cigarritas

Estos individuos pertenecen al orden Hemiptera, familia Cicadellidae, son insectos que tiene un parto

bucal picador chupador y se alimenta de la savia de la planta. Se encuentran en regiones templadas como en regiones tropicales (Knight, 2010). Presentan cuerpo delgado, con un tamaño que va de los 2- 20 mm, tienen una o más filas de espinas pequeñas en las tibias de la parte posterior, pueden presentar colores vistosos (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018).

La mayoría de cigarritas pueden tener una generación al año, menos común es encontrar especies que presentan dos o tres generaciones (Triplehorn and Johnson, 2005). Son hemimetábolos, las ninfas (estadios inmaduros) son muy parecidas a los adultos, excepto porque son más pequeñas, no pueden volar y no tienen desarrollado el aparato reproductor.



Figura 37. Vista de un Cicadellidae

Pueden producir un daño mecánico al momento de alimentarse, al ovipositar deformando los brotes (Cibrián,

García and Macías, 2008) y pueden ser también vectores de enfermedades (Triplehorn and Johnson, 2005).

Para el control químico se puede utilizar Acefate, Malation a dosis de 1 gr / L de agua; Diclorvos 100 ml/100 L de agua; Endosulfan a dosis de 250 cc/ 100 L de agua; imidacloprid 350 gr / L de agua (Cibrián, García and Macías, 2008). Como control alternativo se podría utilizar caolín que ha mostrado buenos resultados en el control de Cicadellidae (Tacoli *et al.*, 2017). Dentro del control biológico se podrían usar entomopatógenos, pero se ha visto que es importante que cuando se haga su aplicación haya baja radiación y alta humedad (Cibrián, García and Macías, 2008).

4.10.3.1.2. Mosca blanca

Son insectos que presentan metamorfosis incompleta, el adulto y la ninfa se alimentan de la savia, los encontramos en el envés del follaje (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018). Son insectos pequeños de no más de 2 – 3 mm de longitud, los adultos presentan alas cubiertas con una especie de polvo blanco ceroso (Triplehorn and Johnson, 2005). Los estadios inmaduros son sésiles o aparecen moviéndose de forma muy lenta, generalmente aparecen cubiertos por un polvo blanco similar al de los adultos (Cibrián, García and Macías, 2008). Son polívoros que se alimentan de una gran cantidad de familias de plantas, lo que dificulta su control (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018).

En viveros puede atacar a algunas especies forestales, así como también a algunas solanáceas ornamentales (Cibrián, García and Macías, 2008).

El control se lo hace principalmente por medios químicos (Fenik, Tankiewicz and Biziuk, 2011). Al ser un insecto picado chupador se recomienda el uso de productos sistémicos como el Amitrz, Imidacloprid o Piriproxifen, en mezcla con aceites minerales, la aplicación se hace dirigida al envés de las hojas (Cibrián, García and Macías, 2008).

Dentro del control biológico, los entomopatogenos que se podrían usar, encontramos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Murillo-Cuevas *et al.*, 2020) y *Verticillium lecanii* (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018). Así también, es importante conocer que dentro de sus enemigos naturales encontramos individuos de las familias: Aphelinidae, Braconidae, Chrysopidae, Coccinellidae y Syrphidae (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018).

4.10.3.1.3. Minadores

Hay varias familias de insectos minadores de hojas, una de ellas de Gracillariidae (Cibrián, García and Macías, 2008); esta es una familia ampliamente distribuida en el mundo (Heppner, 1991).

Según la forma de la mina realizada por la larva se puede determinar el género, las que tienen forma de

serpentin corresponden a Phyllocnistis, son comunes en los trópicos atacando a los cedros y a los cítricos (Cibrián, García and Macías, 2008). Phyllocnistis citrella, es una plaga originaria de Asia tropical, cuya presencia fue reportada en América desde 1993, se sabe que ya está presente en Ecuador (Valarezo C., Cañarte Bermúdez. and Navarrete Cedeño, 2004).

Se ha recomendado que se la considere un plagas de importancia en viveros y plantaciones jóvenes debido a que puede causar un 30% de pérdidas (Jacas, 1998). Condiciones óptimas para su desarrollo son temperaturas superiores a los 25 °C y humedad de 70% (Valarezo C., Cañarte Bermúdez. and Navarrete Cedeño, 2004).

Para el control se recomiendan insecticidas sistémicos como la Abamectina, la Cyromazina, el Diazinon y el Diflubenzuron (Cibrián, García and Macías, 2008).

A nivel mundial se considera al control biológico como una importante herramienta para mantener controladas las poblaciones de *Phyllocnistis citrella* recomendándose trabajar con reguladores nativos (depredadores, parasitoides nativos), lo que en Ecuador ha venido estudiando INIAP desde hace muchos años atrás (Valarezo C., Cañarte Bermúdez. and Navarrete Cedeño, 2004). Dentro de los parasitoides *Ageniaspis citrícola*, *Galeopsomyia* sp. y *Elasmus tischeriae* se han registrado para Ecuador (Bermúdez *et al.*, 2004).

Dentro de los productos alternativos, citrolina y el

nim han mostrado buenos resultados en el control del *Phyllocnistis citrella* y no causan efectos negativos en la población de los parasitoides (Bautista *et al.*, 1998).

4.10.3.1.4. Saltamontes

Se caracterizan por la presencia de patas posteriores de tipo saltador, son insectos terrestres, diurnos o nocturnos, ampliamente distribuidos en todos los ecosistemas (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018).

Los saltamontes tiene metamorfosis incompleta (Hemimetábolos), Las ninfas son similares a los adultos, pero carecen de alas (Cibrián, García and Macías, 2008), en la etapa inmadura puede presentar 5- 7 estadios ninfales (Marino Perez, Fontana and Buzzetti, 2011). Los adultos y las ninfas son de hábitos gregarios (Marino Perez, Fontana and Buzzetti, 2011), presentan aparato bucal masticador y son fitófagos (Cibrián, García and Macías, 2008), 7 a 8 saltamontes / m² en un área de 4 ha consumen la misma cantidad de pasto que una vaca al día (Capinera and Sechrist, 1982). Algunas especies pueden producen sonidos al frotar un parte del cuerpo con otras (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018).



Figura 38. Vista de un saltamonte adulto

Dentro del control preventivo se recomienza realizar el control de arvenses, para evitar que sirvan de hospederos de esta plaga (Cibrián, García and Macías, 2008).

El control de esta plaga se realiza principalmente por medios químicos, pudiendo utilizarse productos químicos sintéticos de contacto.

Para el control se pueden armar cebos envenenados a base de bagazo de manzana, salvado de cebada, salvado de trigo, maíz; mezclado con un insecticida sintético; a una proporción de 1,5 kg/ha. (Barrientos-Lozano and Almaguer-Sierra, 2009).

Dentro del control biológico se puede usar *Metarhizium anisopliae acridum* que se recomienda aplicar cuando la población está en el estado ninfal (Cibrián, García and

Macías, 2008).

4.10.3.1.5. Hormigas

Las hormigas pertenecen al orden Hymenoptera, familia Formicidae, forman parte importante de la cadena trófica, además de cumplir con varios roles en la naturaleza como carroñeros, depredadores, dispersores de semillas, herbívoros y reciclando materia orgánica (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018). Es uno de los grupos más conocidos y exitosos dentro de los insectos, se encuentran en casi todos los hábitats terrestres (Triplehorn and Johnson, 2005), constituyen la tercera parte del total de la biomasa animal (López-Riquelme and Ramón, 2010).

Generalmente presentan colores oscuros, antenas acodadas, con el primer y a veces segundo segmento del abdomen estrecho y con un bulto (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018).

Son insectos sociales que presentan castas: reina, machos, obreras y soldados (Cibrián, García and Macías, 2008). El crecimiento de dos partes del cuerpo en diferentes grados de desarrollo de tal manera que terminan en diferentes tiempos determina que los adultos de un mismo sexo tengan diferentes tamaños, formas o proporciones corporales, esto se conoce como crecimiento alométrico y es importante en la implementación de la división del trabajo que encontramos en las hormigas (López-Riquelme and Ramón, 2010). Las hormigas

producen una gran cantidad de secreciones exócrinas que son importantes para la comunicación química: ataque, defensa y comunicación entre los individuos (Triplehorn and Johnson, 2005).

Dentro de los géneros de Formicidae que pueden despertar preocupación en el sector agro-forestal encontramos *Acromyrmex*, *Atta* y *Solenopsis* (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018). Los dos primeros están en el grupo de las hormigas cortadoras y el último en de las picadoras.

En cuanto a las métodos que se pueden utilizar para controlar hormigas, Marquez-Luna (1996) menciona que el control químico y el incendio del nido no son métodos eficientes, mientras que la inundación del nido podría funcionar en lugares en donde haya abundante agua.

Uno de los métodos que mejor se ha visto que funciona para controlar hormigas es el uso de cebos a base de Sulfuramida aplicados sobre las líneas de forrajeo y en la boca de los hormigueros; la dosis recomendada es de 15 gramos por metro (Cibrián, García and Macías, 2008).

Dentro del control biológico se observaron que aplicaciones en el nido de una mezcla de *Monilia* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus flavus*, *Mucor* sp., y *Rhizopus* sp. o de una mezcla de *A. flavus* y *Penicillium* sp., se alcanzó un buen control de las hormigas cortadoras del género *Atta* (Serratos Tejeda *et al.*, 2017).

Una vez eliminados los nidos viejos, periódicamente hay que muestrear el área en búsqueda de nidos nuevos, se los reconoce por la presencia de un cono de 5 cm de altura, este se puede eliminar de manera mecánica con la ayuda de una pala (Cibrián, García and Macías, 2008).

4.10.3.1.6. Gusanos cortadores

Agrotis sp. pertenece a Lepidoptera, familia Noctuidae, tienen metamorfosis completa (Holometabolos), son los estadios inmaduras los que causan daños en las plantas (Triplehorn and Johnson, 2005). Es una género ampliamente distribuido en el mundo, en los estadios superiores pueden alcanzar los 50 mm de longitud (Lezcano, Bernal and Hurtado, 2004). Las larvas son de una coloración gris o café, que puede hacer que se confundan con el suelo, al ser molestados pueden adoptar con su cuerpo la forma de una C (Cibrián, García and Macías, 2008). Los adultos se alimentan de frutos caídos, néctar, secreciones de árboles entre otros, son activos en la noche por lo que la luz los atrae (Zumbado-Arrieta and Azofeifa-Jiménez, 2018).

Tienen actividad nocturna, la larva se alimentan del tallo de plantas que están germinando, son polívoros debido a que se alimentan de varias especies vegetales y son bastante voraces (Cibrián, García and Macías, 2008).

Para disminuir la población de adultos de esta plaga se puede utilizar trampas de luz. Se recomienda utilizarla cuando hay luna creciente, nunca en luna llena. Esta

trampa cuenta con una manta blanca extendida que se la cuelga para reflejar la luz de una lámpara que se colocará en la parte superior y al centro de la tela y que se conecta a una fuente de electricidad (Luna, 2005).

Una vez detectados los primeros signos de ataque de la plaga se recomienda hacer una aplicación de Deltametrina dirigida a los orificios, pasillos y suelo que se encuentra alrededor de las plantas (Cibrián, García and Macías, 2008).

Dentro del control biológico se puede utilizar *Bacillus thuringiensis* para controlar al estadio inmaduro de esta plaga (Nava-Pérez *et al.*, 2012).

4.10.4. Vertebrados

4.10.4.1. Manejo de las aves

Dentro de los vertebrados son las aves las que podrían causar el mayor daño en los viveros.

Las aves pueden causar los siguientes problemas:

- Consumo de semillas
- Pisoteo en el área de producción
- Diseminación de semillas o partes de arvenses
- Pueden ser vectores de patógenos vegetales



Figura 39. Los pájaros pueden ser de los vertebrados más problemáticos en un vivero forestal

Para el control se pueden utilizar CDs que ya no se utilicen, cintas de casetes o cintas iridiscentes, hélices de madera o cinc, espantapájaros, disuasorios de sonido y plantas cebo. Las cuatro primeras deben rotarse, ya que las aves aprenden a reconocer el artilugio haciendo que pierdan eficacia al poco tiempo; las dos últimas no tienen ese problema.

Los CDs y las cintas de casetes o cintas iridiscentes se colocan esparcidos en el perímetro y al interior del vivero. Los CD ejercen un efecto visual en las aves mientras que las cintas tienen un efecto visual y auditivo. Las cintas se las fija a estacas que podrían tener más de 1,5 metros de

alto, van producir ruidos que asustan a las aves.

Las hélices de madera o cinc también van a ejercer un efecto visual y auditivo en las aves, adicionalmente, también podrían servir para ahuyentar vampiros.



Figura 40. Espantapajaros en un predio agrícola

El espantapájaros se lo construye utilizando ropa usada, y se lo podría ubicar en la parte central del vivero.

Los disuasorios de sonido, funcionan con la grabación de una llamada de socorro de un ave seguida por la voz de un ave rapaz, esto se emite a través de parlantes y podría

funcionar en conjunto con sensores de movimiento.

Finalmente, como planta cebo, en la región andina de Ecuador se podría utilizar al nabo silvestre, esto lo han venido haciendo con éxito los productores quinueros en la provincia de Chimborazo.

4.10.4.2. Manejo de los roedores

Los problemas causados por los roedores pueden ser pasajeros. El ataque se puede producir en las bodegas en donde se almacenen semillas. El mejor control para esta plaga es de tipo preventivo: orden, control de arvenses, eliminación de residuos, limpieza de canales de riego. Si en la bodega se cuenta con electricidad, una opción es colocar repelentes de roedores ultrasónicos, siempre y cuando los roedores aún no se hayan instalado en el interior.

Cuando se observen señales de su presencia (fecas, huellas o rastro de su alimentación) al interior del sitio de almacenamiento, se puede usar control mecánico en donde se utilizarán trampas de golpe o control químico en donde se emplearán rodenticidas como: Bromadiolona al 0,005% o Brodifacouma al 0,005%.

4.11. Problemas causados por agentes abióticos

Cuando nos referimos a agentes abióticos, nos enfocamos a factores que no están relacionados con los seres vivos como son: las altas o las bajas temperaturas, el mal manejo silvicultural o las deficiencias vinculadas

con la nutrición vegetal.

4.11.1. Problemas causados por las altas temperaturas

El estrés provocado por las altas temperaturas en el ambiente puede ser un riesgo para la producción de plantas en el mundo (Hall, 2001). Las temperaturas muy altas generan cambios en las plantas como: modificaciones en la permeabilidad de la membrana, reducción de la conductancia estomática, reducción en el tamaño de las células, modificaciones en el tamaño de los vasos del xilema, aumento en la densidad de tricomas y estomas (Wahid *et al.*, 2007).

Otro problema causado por las altas temperaturas es la quemadura de sol, en la que se observa daños en la base de los árboles, esto ocurre por un calentamiento del floema que causan engrosamiento en la zona superior a donde se produce la lesión (Cibrián, García and Macías, 2008).

En las áreas afectadas aparecerán lesiones que pueden ser puntos de ingreso de patógenos que pueden provocar la muerte de las plantas.

Para manejar este problema se podría usar malla saran o polisombra, para evitar la exposición directa a los rayos solares. Estas mallas por lo general son de polietileno de varios colores y pueden proporcionar diferentes porcentajes de sombra (35%, 50%, 65%, 80%), que dependerá de la necesidad que se tenga.

4.11.2. Problemas causados por las bajas temperaturas

El principal problema se presenta cuando se produce una bajada rápida y abrupta de la temperatura. La helada se produce cuando en el suelo y el área circundante la temperatura se similar o menor al punto de congelación del agua (Rosenberg, Blad and Verma, 1983).

Cuando el agua se congela se forman cristales, y son estos los que rompen la membrana y pared de las células vegetales, y se finalmente se verán afectados los tejidos.

El daño que se produzca en la planta dependerá de la especie, estado fenológico, temperatura mínima alcanzada, tiempo de exposición y pre acondicionamiento de la planta (Barrales Domínguez *et al.*, 2002)

Hubo un estudio realizado por Mollá Morales *et al.* (2003), en donde analizaron la influencia de la localización del vivero sobre la resistencia a la helada de *Quercus ilex*; encontraron que es importante que el vivero este ubicado en la zona en donde se va a hacer el trasplante final de las plantas. Así encontraron que las plantas que fueron producidas en una zona con heladas las plantas presentaban una alta vigorosidad, presentaban una alta capacidad de enraizamiento y tenían una buena capacidad de sobrevivencia en el campo.

Una de las recomendaciones para el manejo de las heladas es proporcionar potasio a las plantas antes de que se presenten las heladas para promover endurecimiento.

Hay otros daños que provocados cuando las temperaturas están entre los 0 y 10°C que no matan a la planta, pero que pueden provocar un desbalance fisiológico en las plantas (Barrales Domínguez *et al.*, 2002).

4.11.3. Problemas causados por el mal manejo silvicultural

Uno de los principales problemas causados por mal manejo silvicultural que se puede encontrar en los viveros forestales es el de la raíz torcida, también conocido como “la cola de cochino”. Se observa que la raíz aparece como enredada o enroscada, esto puede provocar un estrangulamiento de las raíces haciendo que la planta crezca lentamente y en casos extremos luego de cierto tiempo hasta la muerte de los individuos (Cibrián, García and Macías, 2008). Esto puede ocurrir en cualquier ambiente y con cualquier especie.

Este problema es causado cuando no se utilizan los envases adecuados (fundas, bandejas) para la especie que se están manejando o cuando no se lleva a trasplante a tiempo a las plantas.

Para evitar este problema:

- Es importante entrenar al personal a cargo de la zona de producción del vivero.
- Es importante tener claro que el envase que se use, así como el tiempo que la plántula pase en el

envase antes del trasplante, deben estar acorde con la especie que se quiera trabajar.

- Cuando se vaya a trabajar con una especie nueva es necesario hacer una buena revisión bibliográfica para estar bien informado acerca del manejo que debo realizar.

4.11.4. Problemas causados durante el manejo de la nutrición vegetal

Aquí es importante referirnos al sustrato. Contrario a lo que pensamos la materia orgánica no siempre tiene la misma respuesta con todas las especies forestales, unas especies responden bien mientras que en otras se ha observado una reducción en el porcentaje de germinación (propagación sexual) o prendimiento (propagación asexual).

El uso de la corteza como parte del sustrato en viveros forestales puede acarrear algunos problemas: cuando no hay una buena desinfección, puede ser fuente de propagación de propágulos, como por ejemplo del *Fusarium* sp.; cuando se la utiliza en solitario hay problema por el gran desbalance en la relación C/N, que no ayudaría a que microorganismos como *Trichoderma* sp. puedan establecerse o que los nutrientes puedan ser aprovechados eficientemente por las plantas.

En cuanto a la nutrición vegetal propiamente dicha debemos mencionar que es necesario proporcionar a la planta lo que necesita en el momento apropiado. Así

tenemos que un elemento es esencial cuando es requerido para algún proceso vital y no puede ser reemplazado por otro (Epstein and Bloom, 2005). Sin embargo, vemos que en silvicultura el momento de aplicación es importante a considerar:

- En la fase vivero no es recomendable la aplicación de nitrógeno pues este elemento puede ser utilizado como un recurso por los hongos causantes del Damping off.
- En la fase de establecimiento hay una mayor necesidad de fósforo
- En la fase de crecimiento, para que este se de una forma más rápida hay una mayor necesidad de nitrógeno.
- En la fase de rustificación hay una mayor necesidad de potasio

Cuando se realizan aplicaciones de fertilizantes es probable causar daños al follaje o a las raíces, en ambos casos vamos a ver síntomas foliares. Esto se debe a que los fertilizantes son sales.

Químicamente, los fertilizantes son sales, por lo que pueden causar daño por sales al follaje o a las raíces de las plántulas; aunque la quema de la raíz por fertilizantes es común, los síntomas normalmente se expresan como síntomas foliares. Cando se aplica fertilizante granular en los contenedores se puede causar afectación al follaje

(Sutherland and van Eerden, 1980) o cuando se hace una aplicación foliar que tiene una alta concentración de sales y no se hace un enjuague posterior con agua.

Sutherland *et al.* (1982), menciona que la quema por fertilizantes es el problema abiótico más común en de las plántulas en los viveros; esta quema foliar puede crear las condiciones para el ataque de *Botrytis* sp.

Para evitar estos problemas se recomienda:

- Que el sustrato se encuentre a capacidad de campo luego de la fertilización.
- Usar sustratos que tengan una buena porosidad y una elevada capacidad de intercambio catiónico que permitan la lixiviación.
- Preferir utilizar fertilizantes líquidos antes que fertilizantes secos.
- Hacer varias aplicaciones de fertilizantes líquidos diluidos, en lugar de unas cuantas aplicaciones de fertilizante concentrado.
- Después de usar un fertilizante foliar enjuagar el follaje con agua limpia.

4.12. Fallas en el control

La mayoría de las fallas en el control de las plagas y enfermedades no se deben a que el organismo no sea eficiente o que el producto sea defectuoso, sino se debe a que no fueron bien empleados.

4.12.1. Fallas en el control químico

Con respecto a los productos químicos es importante considerar:

- Controlar el pH del agua es muy importante y pos veces considerado, de esto dependerá el tiempo en que el producto estará activo después de la aplicación.
- En caso de hacer mezcla de productos es importante leer la etiqueta de los productos que se van a utilizar, y seguir las recomendaciones del laboratorio. Si no hay esas recomendaciones, es importante hacer la mezcla en un envase pequeño para observar cómo se comportan los productos y comprobar si hay compatibilidad entre los mismos.
- Con los productos de contacto hay que tener claro que van a actuar o proteger lo que toquen por lo que es importante que la planta quede completamente mojada después de la aplicación.
- Es importante llevar un control del tiempo de vida de las boquillas. Este tiempo está directamente relacionado con el material del que están hechas. Las boquillas de latón tienen menos tiempo de vida que las de plástico; las boquillas de plástico duran menos que las de acero inoxidable, y estas duran menos que las de cerámica.
- Las boquillas gastadas son causa de un mojado poco homogéneo y como resultado se puede registrar un

control poco eficiente de las plagas o enfermedades. A veces para tratar de corregir esto no vemos obligados a gastar más producto de lo recomendado en caso de que la boquilla hubiera estado en buen estado.

- Hacer las aplicaciones en contra de la corriente de aire causa un mal mojado de la planta y puede provocar un efecto de deriva que puede ser muy peligroso en caso de utilización de herbicidas.

- Tomar en cuenta la velocidad del viento al momento de la aplicación también es recomendable

- Es importante considerar la presencia de lluvias al momento de hacer control fitosanitario. En el caso de los productos sistémicos estos requieren por lo menos tres horas para poder ingresar a la planta. En el caso de los productos de contacto estos se lavarán después de la lluvia, por lo que si es necesario hay que considerar trabajar con coadyuvantes.

4.12.2. Fallas en el control biológico

El principal problema con los productos biológicos es que no consideramos que estamos trabajando con seres vivos, y los queremos manejar como si fueran productos sintéticos.

Lo ideal es hacer una buena bioprospección del lugar en el que se quieren utilizar entomopatógenos para encontrar microorganismos del lugar que ya están adaptados a las condiciones del lugar: temperatura,

humedad, pH del suelo, biodiversidad existente. Es probable que microorganismos que funcionaron bien en la región costa no funcionen bien en la región sierra, y esto está relacionado con la adaptabilidad de los organismos.

Los encargados de la multiplicación de los entomopatógenos muchas veces olvidan llevar a cabo labores periódicas de control de calidad, cuidando de esta manera que el nivel de efectividad de los patógenos se mantenga alto.

Al momento de la aplicación considerar:

- Que haya humedad en las plantas en las que se va a realizar la aplicación, a menos de que el entomopatógeno venga formulado con algún aceite que permita mantener la humedad de las conidias.

- El pH del agua que se utiliza como vehículo de los microorganismos, es aquí también importante, por lo que hay que evitar aguas duras o con pH alcalino.

- La hora de aplicación es otro factor a considerar, es recomendable hacerlo en la tarde, evitando los rayos del sol.

- Los entomopatógenos funcionan como los productos sintéticos de contacto, por lo que debe haber un buen mojado de las plantas para asegurar una buena protección.

4.13. Buenas prácticas agrícolas

Según Reyes Quiñones *et al.* (2015), dentro de las buenas prácticas que deben ser adoptadas por técnicos y productores durante el manejo fitosanitario en un vivero encontramos:

- La utilización del control químico como la última alternativa
- Siempre utilizar la dosificación de los agroquímicos recomendada por los laboratorios
- La utilización de plaguicidas registrados ante la autoridad competente del país.
- Es necesario la utilización de equipo de protección personal según las recomendaciones del plaguicida que se va a utilizar: botas, traje impermeable, delantal, gafas, guantes, máscara facial con protección respiratoria con uno o dos filtros.
- Respetar el período de reingreso para evitar para cuidar la salud de los técnicos o productores.
- Almacenar los plaguicidas en lugares preparados para tal efecto, resguardados, con buena ventilación, separados de otros insumos, de manera ordenada y resguardados de la intemperie para impedir contaminación del ambiente.
- Es necesario calibrar los equipos antes de una aplicación, para evitar un control deficiente o desperdicio

del producto utilizado.



Figura 41. Equipo de protección personal

Varias organizaciones, entre ellas Crop Life Latin America, promueven la aplicación del triple lavado que consiste en añadir agua hasta la cuarta parte del envase, cerrarlo y agitarlo por un período no menor de 30 segundos, luego verter el contenido en el tanque de fumigación, dejando que se escurra por treinta segundos; esto es necesario repetir tres veces, posteriormente se recomienda perforar el envase para que no pueda ser reutilizado. Finalmente hay que depositarlo en la basura,

aunque lo ideal fuera que los Gobiernos Autónomos Descentralizados tengan implementados programas de acopio para una eliminación más segura de estos productos.

4.14. Camas biológicas para el manejo de los plaguicidas

El propósito de la cama biológica es manejar los remanentes de los plaguicidas que quedan en las bombas después de la aplicación y que durante el lavado, o manejar los derrames que podrían ocurrir al momento del llenado de los tanques, y que podrían llegar a fuentes de agua (Torstensson and Castillo, 1997).

Hay de varios tipos, pero uno estándar consiste en hacer un agujero de 60 cm de profundidad por un metro de largo, colocando en la base arcilla, luego paja o restos de cultivos anteriores, suelo, turba y finalmente en la parte superior una capa de césped. El diseño de la cama dependerá de la carga de plaguicida que se manejará en la cama (Guerra, 2020).

La degradación de los plaguicidas se lleva a cabo gracias a la presencia de microorganismos que los vamos a encontrar como parte de los restos de cultivos anteriores que añadimos a la mezcla, estos van a ser principalmente hongos descomponedores de la lignina (Elorza, 2020).

A continuación, se indican los cálculos que se deben realizar para el diseño de la cama biológica:

El diseño de la cama se hace en base a las necesidades del lugar en donde va a estar ubicada. Vamos a preparar una cama biológica para un vivero en donde se hacen dos aplicaciones de plaguicidas a la semana, durante treinta semanas al año. Se estima para que lavar un tanque de veinte litros se ocupan aproximadamente cinco litros de agua.

Primero se calcula el volumen de agua contaminada total que se va a generar al año

Volumen total = (Volumen agua contaminada) x (Frecuencia de aplicación por semana) x (Tiempo de aplicación)

Volumen total = (5 litros) x (2 veces) x (30 semanas)

Volumen total = 400 litros de agua contaminada

Volumen total = (m³) = (300 L) * (1 m³/1000 L)

Volumen total = (m³) = 0,3 m³ de agua contaminada

Una vez que sabemos la capacidad de carga que se va a manejar en la cama procedemos a calcular las dimensiones que la cama debe tener. La profundidad siempre deberá ser de 0,6 m.

Relación biomasa: efluente (2:1)

Volumen = (Ancho) x (largo) x (profundidad)

Volumen cama rectangular = 2Vt (m³) = A (m) x L (m) x P (m)

$$2Vt / (A) \times (P) = L$$

$$2 (0,3 \text{ m}^3) / (1,0 \text{ m} \times 0,6\text{m}) = L$$

$$0,6 / 0,6 = L$$

$$1,0 \text{ metros} = L$$

Al final los cálculos nos muestran que para la capacidad de carga de $0,3 \text{ m}^3$ de agua contaminada que va a manejar el vivero durante un año se requiere de una cama que tenga las siguientes dimensiones: un metro de ancho, un metro de largo y sesenta centímetros de profundidad.

GLOSARIO

Área para mezclar el sustrato y realizar el enmacetado.

Es la superficie destinada para tamizar los diferentes componentes del sustrato y luego se realiza las mezclas correspondientes y se procede al enfundado.

Área de trasplante o repique. Es el lugar donde las plantas permanecen desde el tiempo en que las plantas son repicadas hasta alcanzar el tamaño adecuado para ser plantadas. Generalmente también es una estructura destinada a proporcionar una ligera protección al cultivo, sobre todo de sombreado, mediante una cubierta de malla.

Camas de semillero. Son superficies de 1m de ancho, el largo dependerá de la cantidad de plantas que se desea producir y el sistema de siembra. También puede consistir en una caja de pequeño tamaño, o una cajonera de mayor longitud con tapa inclinada.

Caminos principales. Son áreas de 1 ancho de 3 a 4 metros para el ingreso de maquinaria o el movimiento de vehículos para el despacho de plantas.

Caminos internos. Son pasadizos de 40 a 50 cm entre las camas de repique y trasplante.

Cama caliente. Lleva calor proporcionado artificialmente debajo del sustrato.

Cama fría. Es idéntica a la anterior, pero sin dispositivos que generen calor artificial.

Cuarto frío. Es un recinto diseñado para disminuir la temperatura del producto que está en su interior para ello utilizan un sistema de refrigeración a compresión.

Fundas. Son recipientes de color negro con perforaciones en la base y el tamaño depende del tiempo de permanencia de las plántulas en el vivero hasta el establecimiento definitivo.

Invernadero. Es en general una superficie de cultivo cubierta de forma que se puedan controlar en ella las variables climáticas. Se utilizan para semilleros y para las primeras fases del cultivo en las plantas.

Reservorio de agua. Es una instalación que se utiliza para garantizar una permanente disponibilidad de líquido en los lugares y el momento que se requiera.

BIBLIOGRAFÍA

- Agarwal, V.K. and Sinclair, J.B. (1987) Principles of seed pathology. Boca Ratón, Florida, USA.: CRC Press. Inc.
- Anovas, F., & Díaz, J. (2006). Cultivos Sin suelo. Curso Superior de Especialización. España: Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. p. 121.
- Arriagada, V. (2000) Semillas, inspección, análisis, tratamiento y legislación Semillas, inspección, análisis, tratamiento y legislación. Santiago, Chile: IICA.
- Barbuy, M.V., Rodríguez, A.V. and Cordes, G.. (2019) CAIDA DE ALMACIGOS “DAMPING OFF” EN GARBANZO. Córdoba, Argentina: INTA.
- Barrales Domínguez, J.S. et al. (2002) ‘RELACIONES TÉRMICAS EN EL SISTEMA SUELO-PLANTA-ATMÓSFERA DURANTE LA INCIDENCIA DEL FENÓMENO DE ENFRIAMIENTO O HELADA’, Revista Fitotecnia Mexicana, 25(3), pp. 289–297.
- Barrientos-Lozano, L. and Almaguer-Sierra, P. (2009) ‘Manejo sustentable de chapulines (Orthoptera: Acridoidea) en México’, Vedalia, 13(2), pp. 51–56.
- Bautista, N. et al. (1998) ‘Mortalidad de *Phyllocnistis citrella* con un aceite mineral y nim.’, Manejo Integrado de Plagas, 29, pp. 29–33.

- Bermúdez, E.C. et al. (2004) 'Phyllocnistis citrella (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in citrus in Ecuador', Florida Entomologist, 87(1), pp. 10–17.
- Birchler, T., Rose, R., Royo, A. & Pardos, M., 1998. La planta ideal. En: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. Madrid - España: CIFOR-INIA, pp. 114-116.
- Boix, E. (2012). Operaciones básicas de producción y mantenimiento de plantas en viveros y centros de jardinería. España: Ediciones Paraninfo.
- Brambilla, L., Daorden, M.E. and Babbitt, S. (2012) Buenas prácticas agrícolas para viveros. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Cano P., A. 1998. Tamaño y calidad de planta de *Pinus greggii* Engelm. en dos sistemas de producción en vivero. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. 83 p <https://pedrovillar.web.uah.es/PDF/Texto%20publicado.pdf> ; <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/184.pdf>
- Cárdenas, F., Ordóñez, L., Muenala, R & Zaruma, J. (2004). Capítulo II-En: Manejo de semillas forestales nativas de la Sierra ecuatoriana y Norte del Perú. EcoPar-Fosefor-Samiri. Quito, Ecuador.
- Cibrián, D., García, D.S. and Macías, B. (2008)

Manual identificación y manejo de plagas y enfermedades en viveros forestales. Jalisco, México. Available at: CONAFOR.

- Contrera, L.A., Ruiz, E.D. and López, E.M. (2020) 'INCIDENCIA DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN SEMILLAS DE LAPACHO SOMETIDAS A TRATAMIENTOS QUÍMICOS Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE PLÁNTULAS', El Surco, 6, pp. 34–44.
- Donoso, E. and AGVF, A.G. de V.F. de C. (2011) Manual manejo de bacteriosis en vivero. Santiago, Chile: Subdepartamento Vigilancia y Control Oficial Agrícola, SAG.
- Epstein, E. and Bloom, A.J. (2005) Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Sunderland, UK: Sinauer Assoc. Inc.
- Estrella, L. (2002) Guía Técnica del Cultivo del Aguacate, Programa Nacional de frutas. Available at: http://repiica.iica.int/docs/B0218e/B0218e_21.html.
- Fenik, J., Tankiewicz, M. and Biziuk, M. (2011) 'Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables', Trends in Analytical Chemistry, 30(6), pp. 814–826.
- Fuster Roig, M. (2018) Producción de plantas y tepes en viveros. Madrid: Bubok Publishing S.L. Disponible en: eLibro (Accedido: 22 06 2022)

- Gamliel, A. and Stapleton, J.J. (1993) 'Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues.', *Phytopathology*, 83(9), pp. 899–905.
- García, M.D.L.A. and Ramos, S. (2013) *Guía Fitosanitaria para viveros forestales. Prevención, identificación y control de las enfermedades y plagas mas comunes en viveros de eucalipto* Instituto Nacional de Tecnología. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Concordia.
- Gary, R. T. L., s.f. *Manual de Viveros para la Producción de Especies forestales en Contenedo*. [En línea]
Available at: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v1n2/v1n2a11.pdf>
[Último acceso: 15 06 2022].
- Guerra, V. (2020) 'Camas biológicas: una herramienta versátil y proactiva para el uso adecuado de fitosanitarios', *RIA*, 46(2), pp. 140–144.
- Guevara, M; y Villacrés, M. (1999). *Producción de Plántulas en Viveros*. Quito: Fundación Forestal Juan Manuel Durini. Nota Técnica N°7.
- GutiérrezGarcía, J.V.etal.(2016)'Diagnósticodela calidaddelaguaenlosviverosforestalesdeMéxico', *Revista*

- Electrónica Nova Scientia*, 8(1), pp. 123–139. Available at: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000100123&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6360342.
- Gutiérrez, G., Muñoz, J., Sánchez, A., Rodríguez, J., Ruiz, A., García, J. (2010). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado de colima. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1 (2), 135– 45.
 - Hall, A.E. (2001) *Crop responses to environment*. Boca Raton, Florida, U.S.A.: CRC press.
 - Hall, K. (2003) *Manual on nursery practices*. Hall, K. Kingston, Jamaica: Forestry Department Ministry of Agriculture.
 - Hartmann y Kester, (1998). *Propagación de plantas*. México: Continental
 - Heppner, J.B. (1991) 'Faunal regions and the diversity of Lepidoptera', *Tropical Lipidoptera*, 2(1), pp. 1-85.
 - Hoitink, H., & Boehm, M. (1999). Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substratedependent phenomenon. *Annual Review of Phytopathology*, 37, 427–446. doi:10.1146/annurev.phyto.37.1.427.
 - Ibáñez, J. (2014). *Botánica agronómica, forestal y*

de jardín. Madrid: Síntesis

- INIA, I. nacional de investigación agraria (2020) Pediluvios portátiles: Guía para su implementación, Ministerio de Agricultura y riego. Available at: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/669089/PEDILUVIOS_PORTÁTILES_GUÍA_PARA_SU_IMPLEMENTACIÓN.pdf.
- Jacas, J.A. (1998) 'El minador de las hojas de los cítricos: situación actual', Revista internacional de cítricos Levante Agrícola, 37(343), pp. 157–159.
- Jara, L., & Ordóñez, G. (1999). Curso de Manejo de Semillas y Viveros Forestales. Santo Domingo de los Colorados: PROFAFOR
- Knight, W.J. (2010) Leafhoppers (Cicadellidae) of the Pacific. An annotated systematic checklist of the leafhoppers recorded in the Pacific region during the period 1758 – 2000. Available at: <http://www.tymbal.org/publicat/KnightCatalogue.pdf>.
- Lamichhane, J.R. et al. (2017) 'Integrated management of damping-off diseases. A review', Agronomy for Sustainable Development, 37(2), 1–2, 37(2), pp. 1–25.
- Landis, T.D. et al. (1990) Containers and Growing Media, Vol. 2, The Container Tree Nursery Manual. Agric. Handbk. 674. Washington, DC, U.S.: Department of Agriculture, Forest Service.

- Lewis Ivey, M.L. et al. (2017) Desinfección de semillas de plantas hortícolas: las mejores prácticas para garantizar la inocuidad de los alimentos en granjas. Available at: <https://www.lsuagcenter.com/~media/system/1/b/6/c/1b6ce6720de9342cfb18a4c37d71430e/pub3447-span-vegetableseedsanitationpdf.pdf>.
- Lezcano, J.A., Bernal, J. and Hurtado, M. (2004) 'EFICACIA BIOLÓGICA DE INSECTICIDAS SOBRE LARVAS DE GUSANOS CORTADORES *Agrotis ipsilon* (LEPIDÓPTERA: NOCTUIDAE) EN PAPA (*Solanum tuberosum*) EN CERRO PUNT', Ciencia Agropecuaria, 16, pp. 97–108.
- López-Riquelme, G.O. and Ramón, F. (2010) 'El mundo feliz de las hormigas', TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 13(1), pp. 35–48.
- Lorito, M., & Woo, S. L. (2015). Trichoderma: A multi-purpose tool for integrated pest management. En B. Lugtenberg (Ed.), Principles of plant-microbe interactions: Microbes for sustainable agriculture (pp. 345–353). Cham, Alemania: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-08575-3_36.
- Luna, J.M. (2005) 'Técnicas de colecta y preservación de insectos', Boletín sociedad entomológica Aragonesa, 37, pp. 385–408.
- Magaña T., O., M. Venegas L., C. M. Castillo, C. P. Lozano, C. Hernández G. y B. Gamás Z. (2007).

Evaluación externa de los apoyos de reforestación, obras y prácticas de conservación de suelos y sanidad forestal. Ejercicio Fiscal 2006. Universidad Autónoma Chapingo-Gerencia de Servicios Profesionales. http://148.223.105.188:2222/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=20#divEvaluaciones5. (18 de diciembre de 2012).

- Maradiaga, R. (2017) Manual técnico para el manejo de viveros certificados de aguacate. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Unión Europea. Available at: <https://repositorio.iica.int/bitstream/e/117079152e=AECD24E33B2E4579FBD51848DC5CD534?sequence=1>.

- Marinas Benavides, M. I. (2020) Operaciones básicas en viveros y centros de jardinería. MF0520. España: Editorial Tutor Formación. Disponible en: eLibro (Accedido: 15 06 2022)

- Marino Perez, R., Fontana, P. and Buzzetti, F.M. (2011) Identificación de plagas de chapulín en el norte-centro de México. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.

- Marquez-Luna (1996) 'Las hormigas' arrieras', *Atta* spp.(Hymenoptera: Formicidae) de México', *Dugesiana*, 3(1), pp. 33-45.

- Maude, R.B. (1985) 'Erradicative seed treatment', *Seed Science and Technology*, 11, pp. 907-920.

- Mendoza, H., Reyes, C., Vega, A., Marino, B., Palomino, M. Ocañas, F. (2016). Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel. (encino) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 12 (1), 46-52.

- Mexal, J. G. and T. D. Landis. (1990). Target seedling concepts: height and diameter. In: Rose, R. S., J. Campbell y T. D. Landis (eds.). Target seedling imposium Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. General Technical Report R. M-200. USDA Forest Service. Roserburg, OR, USA. pp. 17-36 .

- Mollá Morales, S. et al. (2003) 'Influencia de la localización del vivero sobre la resistencia a la helada y el desarrollo en campo de *Quercus ilex* spp. ballota L.', *Ciencia técnica*, (74), pp. 23-30.

- Montenegro, F. (1999). *El Pinus radiata* en el Ecuador. Quito: Fundación Forestal Juan Manuel Durini. Nota Técnica N°2.

- Murillo-Cuevas, F.D. et al. (2020) 'Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en la producción de hortalizas', *Biotecnia*, 22(1), pp. 39-47.

- Nava-Pérez, E. et al. (2012) 'Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas', *Ra Ximhai*, 8(3), pp. 17-29.

- Oblaré Torres, J. L. (2015) Operaciones básicas en viveros y centros de jardinería (MF0520_1). Antequera, Málaga: IC Editorial. Disponible en: eLibro (Accedido: 15 06 2022)
- Ordoñez, L.; Cárdenas, F.; Flores, F.; Prado, L. (2004). El Mejoramiento Genético Forestal– En: Manejo de Semillas Forestales Nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú. Corporación para la investigación, capacitación y apoyo técnico para el manejo sustentable de los ecosistemas tropicales (ECOPAR), Programa Andino de Fomento de Semillas Forestales (FOSEFOR), Samiri. Quito, EC. 14 p.
- Padilla, S. (1983). Manual del viverista. Perú. Línea de capacitación y extensión forestal del CICAFOR.
- Pina, J. (2009). Propagación de plantas. España: Editorial de la UPV
- Quiroz, I., García, E., González, M., Chung, P., Guevara, H. (2009). Vivero forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. INFOR Sede Bio-Bio, Concepción, Chile
- Ramírez, I.S. et al. (2003) ‘Estudios del biocontrol de hongos del suelo con *Trichoderma harzianum* y la combinación de la solarización en el clavel (*Dianthus barbatus*)’, Fitosanidad, 7(4), pp. 23–25.
- Red Agroforestal Ecuatoriana [RAFE]. (1997). La Reproducción de los Árboles. Proyecto Gran Sumaco.

Quito: Efecto Gráfico. Fascículo 10.

- Reyes Quiñones, J. et al. (2015) Guía de buenas prácticas agrícolas– BPA y de manejo de vivero –BPM. Santo Domingo, República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CED).
- Rivas, J. (2017). Guía ilustrada de especies agrodiversas en el Ecuador. Cuenca: Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Rocha, G. (1998). Manual de propagación de plantas. Buenos Aires, Argentina: Ateneo.
- Rodríguez, L. (no date) Saneamiento en el invernadero: qué se debe hacer para evitar la transmisión de enfermedades en hortalizas, Michigan State University Extension. Available at: <https://www.canr.msu.edu/uploads/files/aabi/ghsp.pdf>.
- Rodríguez, R. (2010) Manual de Prácticas de Viveros Forestales. Pachuca Hidalgo, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Rosa, E. (2016) Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate. Puerto Rico: Estación Experimental Agrícola.
- Rosenberg, N.J., Blad, B.L. and Verma, S.B. (1983) Microclimate, the Biological Environment. 2a Ed. U.S.A.: John Wiley & Sons.
- Sáenz, J., Muñoz, H., Pérez, C., Rueda, A.,

Hernández, J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero” Morelia”, estado de Michoacán. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5 (26), 98-111.

- Salvador, P. V., s.f. Centro Nacional de Mejora Forestal “El Serranillo”. [En línea]

Available at: <https://pedrovillar.web.uah.es/PDF/Texto%20publicado.pdf>

[Último acceso: 15 06 2022].

- Serratos Tejeda, C. et al. (2017) ‘Alternativa Agroecológica para el Manejo de *Atta mexicana* en Puebla, México’, *Southwestern entomologist*, 42(1), pp. 261–273. doi:<http://dx.doi.org/10.3958/059.042.0123>.

- Simato, S. (2014) *Roya del Eucalipto*, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Reconocimiento a campo de plagas y enfermedades forestales, Cartilla No. 33. Available at: [http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos/compartidos/Cartilla 33.pdf](http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos/compartidos/Cartilla%2033.pdf).

- Sutherland, J.R. et al. (1982) ‘Sirococcus blight not seed-borne on serotinous lodgepole pine’, *Canadian Forestry Service Research Notes*, 2(3), pp. 20–21.

- Sutherland, J.R. and van Eerden, E. (1980) *Diseases and Insect Pests in British Columbia Forest Nurseries*. Canada: B.C. Min. For. Can. For. Serv. Joint Rep. No. 12.

- Tacoli, F. et al. (2017) ‘Efficacy and mode of action of kaolin in the control of *Empoasca vitis* and *Zygina rhamni* (Hemiptera: Cicadellidae) in vineyards’, *Journal of economic entomology*, 110(3), pp. 1164–1178.

- Tomlin, C.D.S. (1997) *The Pesticide Manual. A World Compendium*. United Kingdom: British Crop Protection Council.

- Torstensson, L. and Castillo, M. (1997) ‘Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillages from agricultural spraying equipment’, *Pesticide Outlook.*, 8, pp. 24–27.

- Triplehorn, C.A. and Johnson, N.F. (2005) *Borror and DeLong’s Introduction to the Study of Insects*. 7th editio. United State of America: Pacific Grove: Brooks Cole.

- Trujillo, E. 2004. *Manual de Árboles*. Investigaciones Forestales N° 44. Bogotá-Colombia: El semillero.

- *Vademécum Agrícola* (2020). Quito, Ecuador: Edifarm y Compañía

- Valarezo C., O., Cañarte Bermúdez., E. and Navarrete Cedeño, J.B. (2004) *Distribución, bioecología y manejo de *Phyllocnistis citrella* stainton en Ecuador*. Portoviejo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Departamento Nacional de Protección Vegetal, Sección Entomología. (Manual no. 62).

- Vásquez, A. (2001). *Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia*. Ibagué: Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal.
- Vergara, A., Obrador, J. and Arancibia, F. (1969) *Tratamiento de semillas*. Santiago, Chile: INIA, Estación Experimental La Platina.
- Villena, E. (2003). *Técnico en forestación: y conservación del medio ambiente*. Madrid, España: Cultural.
- Wahid, A. et al. (2007) 'Heat tolerance in plants: an overview', *Environmental and experimental botany*, 61(3), pp. 199–223. doi:10.1016/j.envexpbot.2007.05.011.
- Whitcomb, C.E. (1984) *Plant production in containers*. Stillwater, OK, U.S.: Lacebark Publications.
- Zanón, M. (2009). *Efecto de la biofumigación y biosolarización en el control de agentes fitopatógenos*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.
- Zumbado-Arrieta, M. and Azofeifa-Jiménez, D. (2018) *Insectos de importancia agrícola. Guía Básica de Entomología*. Heredia, Costa Rica: Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO).