

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“PRODUCCIÓN Y TRASPLANTE DE PLANTINES
DE HORTALIZAS”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

MARÍA CELESTINA LAURENTE PAICO

LIMA – PERÚ

2021

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación

(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

“PRODUCCIÓN Y TRASPLANTE DE PLANTINES DE HORTALIZAS”

MARÍA CELESTINA LAURENTE PAICO

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila
PRESIDENTE

.....
Dr. Juan Waldir Mendoza Cortez
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Isabel M. Montes Yarasca
MIEMBRO

.....
Mg. Sc. Sarita Maruja Moreno Llacza
MIEMBRO

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y por haberme dado salud para lograr mis objetivos y por su infinita bondad, amor y perdón.

A mis padres, por su constante sacrificio y apoyo en el desarrollo de mi vida personal y profesional y por ser ejemplos de humildad, generosidad y esfuerzo.

A mi abuelo, porque con su lucha me demostró que debemos pelear una batalla hasta el último momento.

A mi tío Pedro, por ser ejemplo de superación en mi vida y mi modelo a seguir. A él le debo tantas cosas y le estaré infinitamente agradecida.

AGRADECIMIENTOS

Mi especial agradecimiento a mi profesor guía Dr. Juan Waldir Mendoza Cortez, por su tiempo, orientación y consejos para el desarrollo de este trabajo.

A Guillermo, por su apoyo constante en el logro de mis metas y del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 La semilla y el proceso de germinación	3
3.2 Siembra directa frente al uso de plantines	4
3.3 Producción de plantines en almácigo	4
3.4 Factores que afectan la producción de plantines	5
3.4.1 Temperatura y humedad.....	5
3.4.2 Calidad de la semilla.....	8
3.4.3 Sustratos	9
3.4.4 Bandejas plantineras	17
3.4.5 Infraestructura	18
3.5 Proceso de trasplante	19
IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	23
4.1 Almácigo.....	23
4.1.1 Área de siembra.....	23
4.1.2 Casa malla o nave de cultivo.....	23
4.1.3 Zona o cámara de germinación.....	24
4.1.4 Zona de despacho	24
4.1.5 Zona de desinfección de materiales	24
4.2 Proceso de producción.....	25
4.2.1 Siembra	25
4.2.2 Cámara de germinación	28
4.2.3 Camas de cultivo	30
4.2.4 Fertirriego.....	30
4.2.5 Plan fitosanitario.....	33
4.2.6 Evaluación de germinación	34
4.2.7 Medidas fitosanitarias	35
4.2.8 Despacho de plantas.....	36

4.3 Trasplante.....	37
4.3.1 Acondicionamiento de los campos	38
4.3.2 Programa de trasplante.....	39
4.3.3 Proceso de trasplante	40
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1 Conclusiones	42
5.2 Recomendaciones	43
VI. BIBLIOGRAFÍA	44
VII. ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Temperaturas máximas y mínimas para la germinación de algunas especies de semillas.....	7
Tabla 2: Composición química de la cascarilla de arroz.....	10
Tabla 3: Análisis físico de la cascarilla de arroz	10
Tabla 4: Características químicas de la turba rubia y negra.....	11
Tabla 5: Propiedades físicas y químicas de la turba rubia y negra.....	12
Tabla 6: Propiedades físicas, físico-químicas y químicas de trece muestras de fibra de coco	13
Tabla 7: Características físicas de diferentes sustratos formulados a partir de materiales orgánicos mezclados con fibra de coco.	13
Tabla 8: Propiedades físicas de la lana de roca.	14
Tabla 9: Propiedades físicas de la perlita.....	15
Tabla 10: Tipos de bandejas comúnmente usadas para la producción de plantines ..	18
Tabla 11: Desinfectantes y concentraciones	25
Tabla 12: Evaluación de la germinación y de plantas útiles.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Germinación (media±ES) de 25 especies estudiadas en tres regímenes de temperatura en luz (barras blancas) y oscuridad permanente (barras negras)	6
Figura 2:	Relación entre la temperatura y la tasa de germinación de cuatro líneas de maní.....	7
Figura 3:	Infraestructura de soporte de bandejas.....	19
Figura 4:	Trasplante a raíz desnuda	21
Figura 5:	Trasplante en cepellón o cono	22
Figura 6:	Línea de siembra mecanizada	26
Figura 7:	Bandejas depósito de semillas y picos de succión.....	26
Figura 8:	Siembra manual	28
Figura 9:	Cámara de germinación	29
Figura 10:	Hipocótilo visible en una siembra de tomate	29
Figura 11:	Bandejas con capa de vermiculita en cama de cultivo.....	30
Figura 12:	Sistema de riego con nebulizadores tipo “foggers”.....	31
Figura 13:	Fertirriego en el invernadero	32
Figura 14:	Aparición de hojas verdaderas en coliflor (inicio de la fertilización)	32
Figura 15:	Aplicación de <i>Trichoderma</i> en aspersion.....	33
Figura 16:	1 ^{ra} lectura en tomate, a los 8 días después de la siembra	35
Figura 17:	2 ^{da} lectura en pimiento, a los 25 días después de la siembra	35
Figura 18:	Protocolo de ingreso a la casa malla (cambio de ropa).....	36
Figura 19:	Desinfección y despacho de plantas en carretas transportadoras	37
Figura 20:	Traslape de los bulbos de humedad después del machaco.....	38
Figura 21:	Características del plantin listo para ser trasplantado.....	39
Figura 22:	Trasplante de sandía	41
Figura 23:	Campo de sandía a los 4 días después del trasplante.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	50
Anexo 2:	51

PRESENTACIÓN

En el pasado y hasta la actualidad, el cultivo de hortalizas ha sido uno de los principales motores que ha dado un gran impulso a la agricultura y a la agroindustria peruana. En ese sentido, en los últimos años la producción de hortalizas ha seguido una creciente tecnificación, principalmente en la costa y en algunos valles interandinos. Pese a todo este avance, existen aún grandes desafíos para poder alcanzar el nivel de otros países que sobresalen en la producción de hortalizas.

Dentro de los factores que tienen relevada importancia dentro del proceso productivo de diversas hortalizas, destaca el uso de plantines de calidad, el cual influye en el rendimiento y consecuentemente sobre el ingreso de los productores, así como fue demostrado por diversos estudios realizados sobre el tema en diversas regiones del mundo. Así también, el uso de la tecnología para producir plantines de hortalizas, que van desde el uso de equipamientos para realizar la siembra mecanizada, el uso de contenedores como bandejas, el uso de diversos sustratos, así como la producción en invernaderos con el uso de riego tecnificado y el control de la luminosidad y temperatura, entre otros, ha traído diversos beneficios al productor, mejorando la competitividad en el sector hortícola.

Con base a lo expresado, el presente trabajo basado en mi experiencia profesional, busca brindar información sobre el proceso de la producción de plantines de hortalizas en la región Ica, principal región productora de diversos cultivos de exportación del Perú, describiendo cada uno de los procesos que van desde la planificación, logística, selección de insumos, preparación del sustrato para la siembra en almácigo, manejo agronómico (riego, fitosanidad y técnicas de producción), hasta el trasplante definitivo en campo.

Finalmente, cabe señalar que todas las funciones desarrolladas durante el proceso de producción de plantines que se describen en este trabajo, me permitieron poner en práctica los conocimientos adquiridos durante mi carrera universitaria, los cuales me sirvieron como base para poder desarrollarme de forma satisfactoria en dicha labor.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el uso de plantines para la producción de diversas hortalizas en el mundo ha tomado mucha importancia, debido a las ventajas comparativas que tiene su implantación en el proceso productivo de los cultivos.

Actualmente, en muchos países altamente tecnificados, la producción de plantines se caracteriza por ser una actividad altamente técnica, habiendo una creciente profesionalización de las empresas que se dedican a este rubro, los cuales actúan como proveedores de plantines de alto estándar genético, fisiológico y sanitario.

En el Perú, hay carencia de informaciones con relación a las empresas formales dedicadas a ofrecer el servicio de producción de plantines de alta calidad de acuerdo con las necesidades del agricultor, las cuales, en su mayoría, están ubicadas en la costa peruana y se dedican, principalmente, a la producción de plantines de espárrago, cebolla, lechuga, tomate, sandía y melón.

Por otro lado, es importante mencionar que la mayor oferta de variedades mejoradas y/o semillas híbridas en el mercado, a menudo de alto costo, contribuyeron a la consolidación del sistema de producción y trasplante de plantines en la producción comercial de hortalizas. En ese sentido, la formación de plantines constituye una de las etapas más importantes en el proceso productivo de la mayoría de hortalizas, el cual depende del desempeño final de las plantas en campo.

Así mismo, en el proceso de producción de plantines se deben considerar otros aspectos como el factor climático, nutrición, sustratos, recipientes, calidad del agua y manejo del riego, tratamientos culturales, control de plagas y enfermedades, edad para el trasplante, entre otros, siendo que la calidad de la semilla y los factores relacionados con el proceso germinativo y el consiguiente establecimiento de plantas merecen mucha atención. Por tanto, los insumos utilizados, el grado tecnológico y el manejo adoptado por la empresa serán determinantes para el éxito de esta etapa que precede a la producción de hortalizas en el campo.

II. OBJETIVO

- Describir el proceso productivo de plantines de diferentes hortalizas en la región Ica.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 La semilla y el proceso de germinación

La semilla es un óvulo maduro que se forma en el ovario, el cual se desarrolla para formar el fruto, entretanto, hay ocasiones en las que otras estructuras, además del ovario, participan en la formación del fruto (Saavedra, 2013). Esta estructura está constituida por un embrión y por compuestos de reserva (glúcidos, proteínas y lípidos), los cuales están rodeados por las cubiertas seminales (Bareke, 2018).

En términos generales, la germinación es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una nueva planta y, el cual, sigue una secuencia específica de eventos que incluyen la imbibición, activación enzimática, comienzo del crecimiento del embrión, ruptura del tegumento y emergencia de la plántula, todos los cuales están agrupados en tres fases bien diferenciadas (Doria, 2010; Saavedra, 2013; Bareke, 2018; Gebeyaw, 2020). En la Fase I, ocurre la absorción de agua (imbibición) que es un proceso netamente físico con una duración variable, según la especie. Seguidamente, hay una fase lenta o de retraso (Fase II), cuando la absorción de agua cae drásticamente y hay una activación generalizada del metabolismo de la semilla. Finalmente, en la Fase III, la absorción de agua vuelve a estar regulada tanto por las propiedades físicas de la semilla como por los procesos metabólicos que se están produciendo en la semilla, ocurriendo el crecimiento y emergencia de la radícula a través de las cubiertas seminales.

Así mismo, según Doria (2010), existen factores internos (la madurez de la semilla y viabilidad de la semilla) como externos (humedad, temperatura, oxígeno, dióxido de carbono) que afectan el proceso de la germinación.

3.2 Siembra directa frente al uso de plantines

Diversas especies hortícolas inician su ciclo productivo a través de la siembra tradicional o directa, en la que se coloca la semilla dentro del suelo y, a través del uso de plantines, los que luego son llevados al terreno definitivo, operación a la que se denomina trasplante (Ramoá, 2013).

La siembra directa es el proceso por el cual se coloca directamente la semilla en campo definitivo, por lo que generalmente se requiere de una mejor preparación de terreno. En este tipo de siembra, se utiliza un mayor número de semillas que el número ideal de plantas por hectárea (Ugás et al., 2000).

Por otro lado, cuando hablamos de plantines, nos estamos refiriendo a una plantita ya establecida, con hojas y un sistema radicular parcialmente desarrollado. Al trasplantar un plantin en campo, estamos adelantando en tiempo el cultivo, factor muy importante, sobre todo, para producciones anticipadas (Ramoá, 2013).

Entre las ventajas más importantes del uso de plantines se encuentran el ahorro de semillas, la uniformidad en el campo, la sanidad y precocidad de las plantas, el costo de oportunidad, se obtiene mayor estadística y datos más confiables, y se ahorra en gastos de cosecha y mantenimiento (León, 2013).

Los beneficios del uso de plantines para la producción comercial ya fueron verificados en muchos estudios en cultivos como pimiento (Leskovar & Canttlife, 1993), lechuga (Resende et al., 2003; Simões et al., 2015), berenjena (Costa et al., 2012) y pepino (Souza et al., 2020), verificándose aumentos en el rendimiento, así como en la obtención de productos de calidad.

3.3 Producción de plantines en almácigo

El término “almácigo” se refiere a espacios que están bajo condiciones semi controladas (temperatura y humedad), donde se realiza la producción y cuidado de plantines hasta que sean trasplantadas (Díaz et al., 2019). Por otro lado, Ramoá (2013) define el término “plantin”, como una planta pequeña ya establecida, con hojas y un sistema radicular en pleno desarrollo.

Un plantin de alta calidad proporciona un menor costo de plantación debido a la baja mortalidad y un retorno temprano de la inversión ya que tiene un crecimiento más rápido con reducción de la edad de rotación. Aunque no están establecidos estándares precisos, los

plantines se definen como de alta calidad cuando presentan ausencia de enfermedades o daños por plagas, capacidad de sobrevivir en ambientes desfavorables, sistema radicular bien desarrollado y con el área foliar adecuadamente desarrollada y sin presencia de defectos visuales (Baixauli & Aguilar, 20002).

Por otro lado, un plantin que ha sido producido de forma inadecuada puede comprometer todo el desarrollo futuro de la planta, aumentando su ciclo y, en muchos casos, causando pérdidas en la producción (Nascimento & Pereira, 2016).

3.4 Factores que afectan la producción de plantines

Dentro de los factores que se deben tomar en cuenta para producir un buen plantin, Díaz et al. (2019) mencionan la temperatura y humedad (del ambiente y sustrato), la calidad de la semilla, la calidad del sustrato, el manejo general (riego, fertilización y manejo fitosanitario), el tipo de bandeja y la infraestructura de soporte.

3.4.1 Temperatura y humedad

Probet (2000) señala que entre los factores ambientales que influyen en la germinación de la semilla y la velocidad con que ello ocurre, se pueden mencionar la humedad del sustrato, temperatura, luz, oxígeno y dióxido de carbono. Asimismo, Hadas (2004) afirma que la humedad y temperatura son los factores más determinantes en el proceso de germinación.

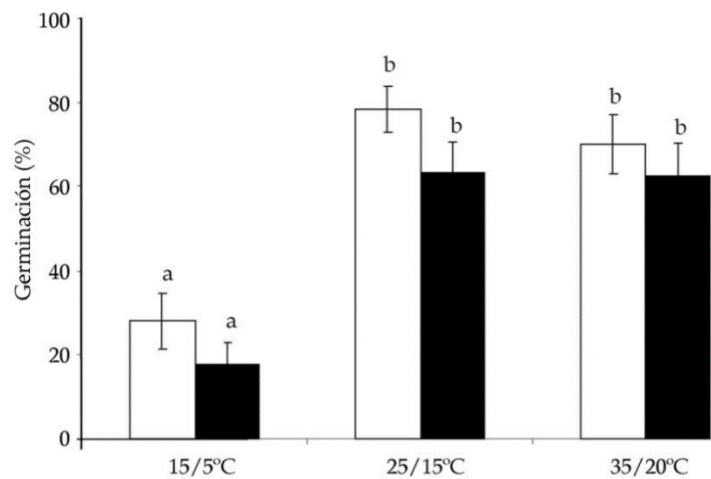
a) Temperatura

Es un factor muy importante en el manejo del ambiente dentro del invernadero, ya que influye en la totalidad de los fenómenos bioquímicos (fotosíntesis, respiración y transpiración) y tiene influencia en todos los procesos físicos y fisicoquímicos de la planta (permeabilidad celular, estabilidad enzimática, translocación de líquidos, etc.). Asimismo, la temperatura influye de forma fundamental en la realización de los diversos estadios del desarrollo de la planta como la germinación, floración, fructificación, etc. Para realizar un adecuado manejo de la temperatura se necesita conocer la especie cultivada con relación a sus necesidades y limitaciones (Maroto 2008; Fernández et al., 2014).

Según Maroto (2008), existen algunos conceptos importantes a entender relacionados a este factor: a) Cero de vegetación: es la temperatura por debajo de la cual la planta deja de crecer y desarrollarse; b) Temperaturas críticas: son aquellas mínimas o máximas por debajo o por encima de las cuales se pueden producir daños a las plantas cultivadas; y c) Temperatura

óptima: es aquella para la cual, a igualdad de los restantes factores del clima, el desarrollo y crecimiento de la planta se efectúa en la forma más ventajosa.

La temperatura afecta tanto la capacidad como la tasa de germinación. El efecto que tiene sobre la germinación estaría relacionado con las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla tras su rehidratación (Bewley & Black, 1994; Rajjou et al., 2012). Diversas investigaciones han verificado el efecto de este factor en diversos cultivos de importancia comercial (Wagenvoort & Bierhuizen, 1977; Machado Neto et al., 2006; Chitwood et al., 2016). En la Figura 1 se muestra el efecto de la temperatura y oscuridad en el proceso de la germinación de algunas especies.



Fuente: Funes et al. (2009)

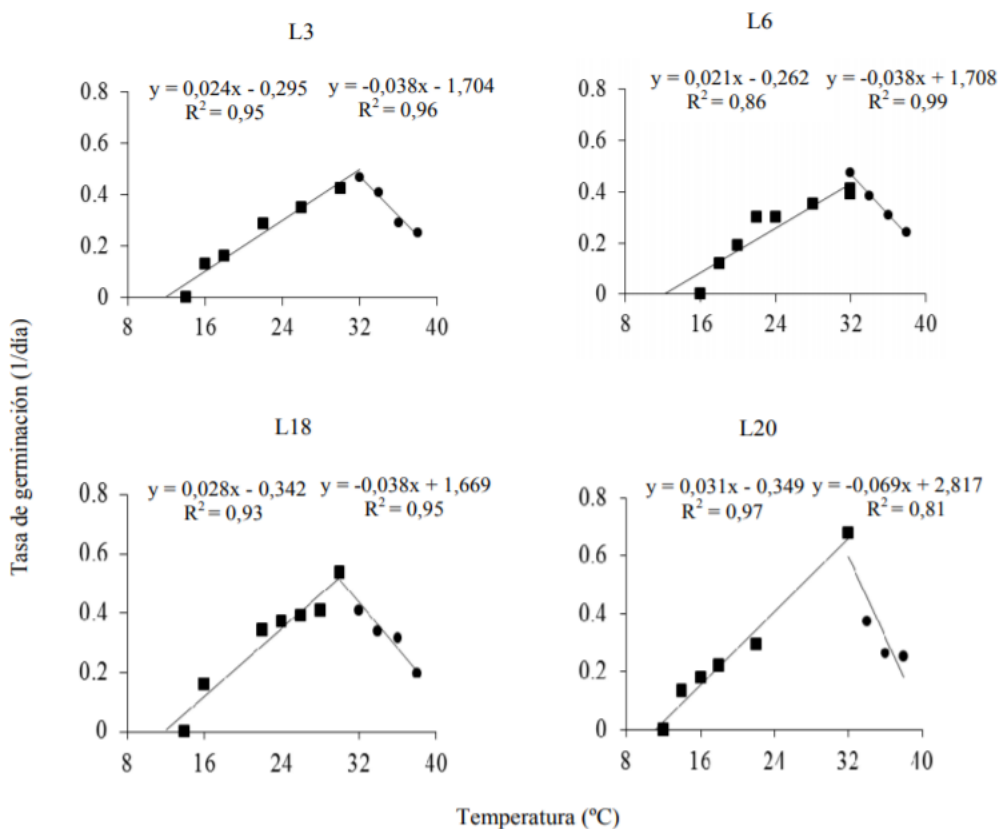
Figura 1. Germinación (media±ES) de 25 especies estudiadas en tres regímenes de temperatura en luz (barras blancas) y oscuridad permanente (barras negras)

Pita & Pérez (1998) mencionan que en toda especie se tiene un rango de temperaturas adecuadas dentro del cual se da el proceso de germinación. El rango queda definido por una temperatura máxima y mínima (Tabla 1), donde la temperatura dentro del intervalo se considera óptima. A pesar de que todas las semillas de una especie pueden germinar en un rango de temperaturas bastante amplias, el tiempo necesario para alcanzar el porcentaje máximo de germinación varía con la temperatura, es decir, la tasa de germinación depende de la temperatura (Bewley & Black, 1994). En la Figura 2 se muestra dicha relación para el cultivo de maní.

Tabla 1. Temperaturas máximas y mínimas para la germinación de algunas especies de semillas

Especies	Mínimo (°C)	Máximo (°C)
<i>Allium porrum</i>	7	23
<i>Apium graveolens</i> (cv. golden self-blanching)	10	15
<i>Brassica oleracea</i> (var. gemmifera)	4	42
<i>Dolichos biflorus</i>	6	42
<i>Gypsophila perfoliate</i>	2	40
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	9	35
<i>Lycopersicon esculentum</i> cv. top cross	12	36
<i>Silene gallica</i>	2	32

Fuente: Bewley & Black (1994)



Fuente: Caroca et al. (2016)

Figura 2. Relación entre la temperatura y la tasa de germinación de cuatro líneas de maní

b) Humedad

Por el término humedad, se entiende la cantidad de agua en forma de vapor que existe en la atmósfera. Algunos términos importantes para poder definir la humedad relativa del aire son: a) Humedad absoluta: es la cantidad de vapor de agua, expresada en gramos de vapor por metro cúbico de aire; b) Punto de saturación: cantidad máxima de vapor de agua que admite el aire a esa temperatura, cuando se alcanza este punto, el vapor de agua se condensa. c) Humedad relativa: es la cantidad de agua contenida en el aire, con respecto a la cantidad máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura (Fernández et al., 2014).

La entrada de agua a las semillas es un proceso físico que se produce por capilaridad a través de las cubiertas seminales. Para ello el agua debe encontrarse disponible, siendo poco relevante la cantidad de agua que la semilla pueda captar de la atmósfera circundante. La existencia de un exceso o déficit de agua impide, por regla general, la germinación de las semillas, o por lo menos afecta negativamente a los porcentajes finales de germinación. La situación de estrés hídrico es superada, en algunas especies, mediante el desarrollo de mecanismos adaptativos que les permiten establecerse en esas condiciones adversas (Pita & Pérez, 1998).

3.4.2 Calidad de la semilla

Di Benedetto (2004) afirma que la calidad de las semillas se relaciona específicamente con el vigor de estas. Semillas vigorosas, libres de enfermedades, mecánicamente sanas y que germinen rápidamente, desarrollan plántulas capaces de emerger bajo condiciones favorables o parcialmente desfavorables. El vigor es definido como la condición de la semilla que permite que la germinación se produzca rápida y uniformemente, permitiendo alcanzar un elevado “stand” de plantas.

FAO (2018) detalla los atributos que determinan el estado de calidad de las semillas, las cuales son: a) Pureza genética: es la naturaleza fiel al tipo de las semillas y si provienen de una variedad distinta; b) Pureza física: representa el grado de la limpieza de las semillas en términos de composición física una vez divididos en semillas puras, materia inerte, malezas y otras semillas de cultivos; c) Capacidad de germinación: es la indicación de la proporción de semillas vivas capaces de producir plántulas normales; d) Contenido de humedad: es el nivel de humedad de las semillas. El secado de la semilla hasta que tenga un contenido de humedad seguro es fundamental para mantener la germinación y la viabilidad de esta durante

el almacenamiento; e) Vigor de la semilla: definida por ISTA (1995) como la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y desempeño de la semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas; y f) Sanidad de las semillas: una indicación de si las semillas están libres de mohos u otras enfermedades transmitidas por las semillas y plagas de insectos.

3.4.3 Sustratos

Existen diversas definiciones con respecto al término “sustrato” que se aplica en la horticultura o producción viverística. Pastor (1999) señala que el sustrato es todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular. Así mismo, Cruz et al. (2013) señalan que un sustrato es todo material que puede proporcionar anclaje, oxígeno y agua suficiente para el óptimo desarrollo de estas, o en su caso nutrientes, requerimientos que puedan cubrirse con un solo material o en combinación con otros, los cuales deberán ser colocados en un contenedor.

Tipos de sustratos

Actualmente, existen en el mercado diferentes tipos de sustrato, los cuales pueden clasificarse en sustratos orgánicos e inorgánicos (Baixauli & Aguilar, 2002). Los primeros pueden ser de origen natural (turberas), subproductos de la actividad agrícola (fibra de coco, virutas de madera, paja de cereales, residuos de la industria del corcho, etc.), producto de síntesis (polímeros no biodegradables, como la espuma de poliuretano y el poliestireno expandido). En el caso de los sustratos inorgánicos, están los de origen natural, que no requieren de un proceso de manufacturación (lana de roca, fibra de vidrio, perlita, vermiculita, arcilla expandida, arlita, ladrillo troceado, etc.).

a) Sustratos orgánicos

- **Cascarilla de arroz**

En el proceso de la trilla del grano de arroz se obtiene como subproducto la cascarilla. De acuerdo con Quintero et al. (2011), la cascarilla es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición por su alto contenido de sílice, es liviano, tiene alta porosidad y baja capacidad de retención de humedad, su conductividad hidráulica es elevada, su pH es neutro, mientras que su conductividad eléctrica (CE) y su capacidad de intercambio catiónico (CIC)

son bajas. En las Tablas 2 y 3 se muestran los resultados de las caracterizaciones físicas y químicas de la cascarilla de arroz, subproducto de la trilla y quemado al 70%.

Tabla 2. Composición química de la cascarilla de arroz

Macronutrientes		Micronutrientes		Metales pesados	
-----g kg ⁻¹ -----					
C	77.2	Fe	0.49	Co	0
N	2.9	Mn	331.4	Pb	2.1
P	4.5	Cu	6.9	Cd	0
K	5.1	Zn	28.9	Cr	4.2
Ca	2.3	B	6.3	Hg	0.5
Mg	0.8			As	3.1
Na	Nd				

Fuente: Adaptado de Monsalve et al. (2021)

Tabla 3. Análisis físico de la cascarilla de arroz

Db	Da	TP	WRC		Tamaño de grano	
			0.33 KPa	>8	entre 2 y 8	<2
-----g cm ⁻³ -----		%	%	-----mm-----		
0.12	2.02	94	33.81	0.6	75.5	23.9

Fuente: Adaptado de Monsalve et al. (2021)

Nota: Db: densidad a granel, Da: densidad aparente, TP: Porosidad total, WRC: Capacidad de retención de agua.

- **Turba**

Castilla (2007) define la turba como material orgánico procedente de la descomposición de plantas pantanosas. Fuchsman (1980) afirma que este material suele estar libre de patógenos a pesar de su origen orgánico. Este material está compuesto principalmente por agua, donde la porción que no es agua (alrededor del 10-20%) es el residuo parcialmente descompuesto de plantas muertas y microorganismos en descomposición.

Schmilewski (2006) señala que se distinguen dos tipos de turba de acuerdo con su grado de descomposición o humificación. Además, define la humificación como el proceso a través del cual la materia orgánica pierde su estructura celular y de tejidos y se convierte en sustancia húmica de color pardo claro u oscuro, el cual coincide normalmente con la descomposición y mineralización.

La turba rubia o poco descompuesta, es un material de reacción ácida, pobre en minerales por estar muy lavados, conservan parcialmente sus estructuras y poseen un buen equilibrio entre el agua y aire, después del riego (Martínez & Roca, 2011). El color rubio de la turba corresponde al manto superior que puede ser de 1 a 2 m y el cual está formado por fibras largas y relativamente rígidas, siendo que a menudo se logra ver la estructura del musgo original (Domínguez, 2017).

Por otro lado, la turba negra o muy descompuesta se caracteriza porque está altamente humificada y siempre se encuentra por debajo de la turba poco o moderadamente modificada (Schmilewski, 2006), no tienen estructura y presentan menor aireación, sin embargo, son apropiadas para mezclas con materiales que mejoren sus propiedades deficientes (Martínez & Roca, 2011). En las Tablas 4 y 5 se muestran las características químicas y fisicoquímicas de estos dos tipos de turba.

Tabla 4. Características químicas de la turba rubia y negra

Índices	Turba negra	Turba rubia
Materia orgánica (%)	90	93
pH	6.5	6
Conductividad eléctrica (d Sm ⁻¹)	1.5	1.4
Nitrógeno total (%)	1.3	1.1
Calcio (%)	10	–
Fósforo (mg kg ⁻¹)	880	–
Potasio (mg kg ⁻¹)	166	–

Fuente: Herrera et al. (2003)

Tabla 5. Propiedades físicas y químicas de la turba rubia y negra

Propiedades	Turba rubia	Turba negra
Densidad aparente (g cm ⁻³)	0.06 - 0.1	0.3 - 0.5
Densidad real (g cm ⁻³)	1.35	1.65 - 1.85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 - 84
Capacidad de absorción de agua (g/100 g m.s.)	1.049	287
Aire (% volumen)	29	7.6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33.5	24
Agua de reserva (% volumen)	6.5	4.7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25.3	47.7
C.I.C. (meq/100 g)	110 - 130	250 o más

Fuente: Fernández et al. (2014)

- **Fibra de coco**

Este material se origina en el proceso industrial del desfibramiento del mesocarpo o cáscaras del fruto de coco (Muñoz, 2007; Villegas et al., 2017). Tras la extracción las fibras más largas son utilizadas para la fabricación de cuerdas, cepillos, etc., y las fibras cortas y el polvo de tejido medular como sustrato. La calidad depende del país en donde se produce, siendo que sus características físicas y químicas son óptimas para la producción de plantines (Baixauli & Aguilar, 2002). En la Tabla 6 se muestra las propiedades fisicoquímicas de trece muestras de fibra de coco.

Por lo general, a partir de la cáscara de coco, la médula de coco (también conocida como polvo de fibra de coco) y las virutas de fibra de coco (trozos) se fabrica el medio de crecimiento, sin utilizarse la fibra de coco en sí. Así mismo, la médula de coco puede ser combinado con turba de esfagno y agregados para producir diversos medios de crecimiento para favorecer la germinación de semillas (López, 2020). En la Tabla 7 se muestra las características físicas de diferentes sustratos comerciales que utilizan la fibra de coco como materia prima.

Tabla 6. Propiedades físicas, fisicoquímicas y químicas de trece muestras de fibra de coco

Propiedades	Fibra de coco	Valor Promedio
Densidad aparente (g cm ⁻³)	0.020-0.094	0.059
Espacio poroso total (%)	93.8-98.7	96.1
Capacidad de aireación (% vol.)	22.2-90.5	44.9
Agua fácilmente disponible (% vol.)	0.7-36.8	19.9
Agua de reserva (% vol.)	0.1-7.8	3.5
Capacidad de retención de agua (ml/L sustrato)	110-797	523
Contracción (% vol)	n.d.-28	14
pH (pasta saturada)	4.76-6.25	5.71
Conductividad eléctrica (extracto de saturación, dS m ⁻¹)	0.39-6.77	3.52
Capacidad de intercambio catiónico (meq./100 g)	31-97	61
Materia orgánica total (%)	88.6-95.7	93.8
Relación C/N	74-194	132

Fuente: Abad et al. (1997)

Tabla 7. Características físicas de diferentes sustratos formulados a partir de materiales orgánicos mezclados con fibra de coco

Tratamientos	Porosidad total (%)	Porosidad de aireación (%)	Retención de humedad (%)	Densidad aparente (Mg m⁻³)	Densidad de partículas (Mg m⁻³)
Pr	73.57	7.45	66.12	0.072	0.272
PrFc	75.23	8.31	66.91	0.07	0.282
BcFc	79.03	8.83	70.19	0.184	0.877
CcFc	74.8	8.66	66.14	0.177	0.702
PcFc	73.56	20.09	53.46	0.125	0.473
TrFc	67.72	7.62	60.15	0.077	0.238
LbFc	77.48	8.83	68.65	0.183	0.813
EcFc	72.1	8.49	63.56	0.183	0.655

Fuente: Puerta et al. (2012)

Nota: Promix® (Pr); fibra de coco (Fc); bagazo de caña (Bc); cachaza de caña (Cc); pulpa de café (Pc); turba de río (Tr); lombricompost (Lb); y estiércol de caprino (Ec)

- **Lana de roca**

La lana de roca se obtiene por la fundición de rocas calcáreas (60% de diabasa, 20% de piedra caliza y 20% de carbón de coque) en un horno a una temperatura de 1.600 °C. La masa fundida pasa por unas ruedas giratorias, de donde sale en forma de fibras de aproximadamente 0,005 mm. de grosor. En el proceso se añaden estabilizantes (resina fenólica bakelita) y mojanter. Posteriormente, la lana se comprime a una temperatura de 260°C y adquiere su forma, en donde se corta en tablas (Baixauli & Aguilar, 2002).

Como características generales de este material (Tabla 8), podemos mencionar que tiene una densidad aparente inferior a los 80 kg m⁻³ (facilita su transporte), puede retener hasta el 80% de su volumen en agua, posee una elevada porosidad (mayor del 90%), su pH puede variar entre 7 y 9.5 aunque con el tiempo tiende a la neutralidad, posee una escasa capacidad de tampón, por lo que exige un alto control de la solución nutritiva, además su capacidad de intercambio catiónico es prácticamente nula. Así mismo, no es del todo inerte, pudiendo aportar algunas pequeñas cantidades de hierro, magnesio, manganeso y sobre todo calcio (Castilla, 2007; Maroto, 2008).

Según Maroto (2008), la lana de roca ha sido ampliamente utilizada como sustrato en los últimos años, pero su dificultosa degradabilidad ha hecho replantearse su idoneidad en el ámbito de los cultivos hidropónicos, al menos en la forma en que se empleó en los años ochenta y gran parte de los noventa.

Tabla 8. Propiedades físicas de la lana de roca

Propiedades	Valores
Densidad aparente (g cm ⁻³)	0.09
Espacio poroso (%)	96.7
Material sólido (% volumen)	3.3
Aire (% volumen)	14.9
Agua fácilmente disponible + agua de reserva (% volumen)	77.8
Agua difícilmente disponible (% volumen)	4

Fuente: Fernández et al. (2014)

b) Sustratos inorgánicos

- **Perlita**

Maroto (2008) señala que este material es obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1000 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas, presentándose en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6.0 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg m⁻³. Posee una capacidad de retención del agua de hasta 5 veces su peso y una elevada porosidad, su capacidad de intercambio iónico es prácticamente nula (2 -5 meq/L) y su pH está cercano a la neutralidad y, se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc. El tamaño de partícula, que da lugar a los distintos tipos de perlita, siendo uno de los más comercializados el tipo B-12 (Tabla 9), que está formado por fracciones medias y gruesas junto con fracciones finas.

Conforme Baixauli & Aguilar (2002), el principal problema de la Perlita reside en su fragilidad mecánica, que degrada sus buenas características de porosidad y aireación al fragmentarse sus granos, aumentando la proporción de elementos finos.

Tabla 9. Propiedades físicas de la perlita

Propiedades físicas	Tamaño de partículas (mm)		
	0-1.5 B-6	0-5 B-12	3-5 A-13
Densidad aparente (kg m ⁻³)	50-60	105-125	100-120
Espacio poroso (%)	97.8	94.0	94.7
Material sólido (% volumen)	2.2	6.0	5.3
Aire (% volumen)	24.4	37.2	65.7
Agua fácilmente disponible (% volumen)	37.6	24.6	6.9
Agua de reserva (% volumen)	8.5	6.7	2.7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	27.3	25.5	19.4

Fuente: Fernández et al. (2014)

- **Vermiculita**

Se obtiene por la exfoliación de un tipo de micas sometido a temperaturas superiores a los 800 °C, presentándose con una densidad aparente de 90 a 140 kg m⁻³ y en escamas de 2-6 mm (Maroto, 2008). Según ese autor, este material puede retener 350 L de agua por m³ y tener buena capacidad de aireación, aunque con el paso del tiempo tiende a compactarse. Además, posee una elevada capacidad de intercambio iónico cifrable en 80-120 meq/L. Por otro lado, no puede decirse que sea inerte químicamente, puesto que puede contener hasta un 8% de potasio y hasta un 12 % de magnesio asimilable. Su pH suele estar comprendido entre 7.0 y 7.2, puede ser empleada en una o dos cosechas y su desinfección en ocasiones resulta problemática.

Villegas et al. (2017) señalan que existen diversos tamaños y densidades de este material, destinándose generalmente a la horticultura los tipos de 1 a 4 mm, ya que tienen gran capacidad de retención de agua dentro de los espacios interlaminares y también entre las partículas individuales. También indican que es un material muy ligero y adsorbe gran cantidad de nutrientes, y que su principal inconveniente radica en que se comprime muy fácilmente, tendiendo a colapsarse y disgregarse, perdiendo su estructura, situación no deseable para cultivos de ciclo largo, no así para la producción de plántulas.

Criterios para la elección del sustrato

Según Villegas et al. (2017), las características físicas deseables en un sustrato son tener elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, granulometría adecuada, baja densidad aparente y estructura estable. En cuanto a las características químicas, se requiere que tenga baja o suficiente capacidad de intercambio catiónico en función de la fertilización aportada, suficiente nivel de nutrientes asimilables, baja salinidad, elevada capacidad tampón, pH ligeramente ácido y mínima velocidad de descomposición. Además de las propiedades físicas y químicas, el sustrato debe estar exento de otros materiales y organismos como semillas de malezas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas, adicionalmente, debe tener un costo bajo, ser fácil de mezclar, fácil de desinfectar y tener resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

Así también, Castilla (2007) señala que se debe tener en cuenta los costos relacionados al transporte, siendo que la disponibilidad del sustrato en el ámbito local suele ser determinante en la elección. Así mismo, no hay que olvidar que la elección del sustrato debe estar de

acuerdo con el nivel tecnológico del invernadero, especialmente cuando se utiliza el sistema de fertirrigación.

En la actualidad, existen en el mercado una gran diversidad de sustratos comerciales (Santos et al., 2017), así como una cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época de siembra, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann & Kester, 2002). En ese sentido, Handreck & Black (1991) y Abad et al. (1996) afirman que muchos materiales pueden ser usados con éxito, puros o en mezcla, en la formulación de sustratos para la producción de plántulas de semillero.

Para que determinado sustrato se comporte de manera adecuada, con propiedades físicas y químicas óptimas, es necesario que tenga un correcto reparto y composición de las fases sólida, líquida y gaseosa, además es importante que el sustrato combine propiedades físicas y químicas favorables manteniéndolas inalteradas (Gallo & Viana, 2005).

3.4.4 Bandejas plantineras

Actualmente, los contenedores más utilizados para la producción de plantines de hortalizas son bandejas multicelulares con diferentes tamaños de celda, que determinarán el volumen de sustrato disponible para las raíces (Leskovar & Stoffela, 1995).

Lardizabal (2007) señala que, para la producción de plantines, primero se debe decidir qué bandeja se va a utilizar. En ese sentido, existen dos categorías de bandejas, las de corta vida que tienden a durar algunos años y, las de larga vida, que pueden durar más de 10 años.

Para obtener óptimos resultados usando plantines, es importante saber escoger el tamaño y características que se requiere y ver que la bandeja donde crecerán forme la planta según las condiciones edafoclimáticas que se tenga en el campo definitivo, donde finalmente se instalarán dichos plantines (León, 2013). La elección del tipo de bandeja depende del cultivo, del tipo de raíz que presenta, y de su permanencia en el vivero (Lardizabal, 2007). Por ejemplo, para la producción de plantines de cebolla y apio se usan bandejas de 288 celdas y para plantines de tomate, sandía y melón se utilizan las bandejas de 128 y 162 celdas.

NeSmith & Duval (1998) afirman que el número de celdas por bandeja ha aumentado más recientemente, como forma de obtener más plantines por m², pero limitando el volumen individual de cada uno de ellos y dificultando muchas veces, el desarrollo posterior de la planta por restricción del volumen de raíces. Los contenedores más grandes permiten un mayor volumen de raíces, aumentando el área de absorción de nutrientes.

En el mercado existen diferentes tipos de bandejas, de diferentes precios y de diferentes materiales. En la Tabla 10 se muestra algunos ejemplos de bandejas comúnmente usadas en la producción de diversas hortalizas.

Tabla 10. Tipos de bandejas comúnmente usadas para la producción de plantines

N° celdas	Disposición de celdas	Boca (mm)	Altura (mm)	Base (mm)	Agujero de drenaje (mm)	Volumen de celda (cc)
72 celdas	6x12	41	60	26	14	55
128 celdas	8x16	30	49	20	12	24
162 celdas	9x18	27	52	14	09	17
200 celdas	10x20	23	24	18	09	13
288 celdas	12x24	19	25	12	09	06

Fuente: Litec, soluciones para la agricultura

3.4.5 Infraestructura

Las almacigueras son el lugar donde se producen los plantines, por tanto se debe proporcionar el medio adecuado para un correcto desarrollo de los mismos, considerando los siguientes aspectos: buena posición de las bandejas, que permitan una buena distribución y uniformidad del riego y aplicaciones sanitarias; proporcionar al cultivo las condiciones que necesita para una buena germinación y desarrollo como temperatura, humedad, luminosidad, etc.; facilitar las labores agronómicas y el despacho de plantas a campo; y facilitar la desinfección de los ambientes y materiales, a fin de mantener condiciones inocuas de producción. Generalmente es imposible reunir todas las condiciones ideales para la producción de plantines, por lo que se debe realizar un balance de las ventajas y desventajas para elegir los factores determinantes (Díaz et al., 2019).

Con relación a las camas de cultivo, Díaz et al. (2019) señala que estas deben ser de material no absorbente y convenientemente tratadas para evitar la contaminación, estar suficientemente elevadas (mínimo 60 cm sobre el nivel de la superficie del suelo) para evitar contaminaciones por salpicaduras y mejorar las condiciones de trabajo de los operarios y, permitir el correcto escurrimiento del agua (Figura 3).



Fuente: Díaz et al. (2019)

Figura 3. Infraestructura de soporte de bandejas

3.5 Proceso de trasplante

Es un método de siembra indirecto, en el cual se llevan plantines que han crecido inicialmente en semilleros o almácigos para luego llevarlas al campo definitivo (SAG, 2006). Es una técnica muy difundida en sistemas hortícolas intensivos, debido a la mejor planificación de siembras, crecimiento y ganancia de tiempo, por llevar a campo plantas con estructuras preformadas (Ullé, 1998).

En este proceso intervienen gran cantidad de factores que tienen que ver con las etapas iniciales, que van desde la formación de la joven plántula, como la mezcla de sustratos; la morfología propia del sistema radicular, el cual puede inducir mayor proporción de raíces basales sobre laterales; y la condición de fertilidad del suelo y el estado nutricional del plantín antes del trasplante (Leskovar & Stoffella, 1995; Ullé, 1998). Otro factor importante según Liptay (1998) es el agua, el cual es considerado el principal regulador del crecimiento del plantin, pudiendo su aplicación excesiva, favorecer un crecimiento desproporcionado de la parte aérea con relación a la raíz. En ese sentido, una de las técnicas de adaptación del plantin para su trasplante a campo, consiste en alternar ciclos de falta de agua y rehumedecimiento, provocando un moderado estrés hídrico, antes del trasplante.

Dentro de las recomendaciones a tener en cuenta al momento de realizar el trasplante está lo relacionado al horario, el cual debe ser realizado en periodos matutinos cuando aún no calienta el sol. Así mismo, según al momento de colocar las plántulas en el surco se debe tener cuidado de que las raíces no deben tener espacios con aire, sino que deben quedarse completamente extendidas y en completo contacto con el suelo y, una vez realizado ese procedimiento, deberá proporcionarse el riego respectivo (Campos, 1971).

3.5.1 Tipos de trasplante

Trasplante a raíz desnuda

Cuando se extraen las plántulas a raíz desnuda, se ocasionan rupturas en las raicillas durante dicho proceso (Figura 4). Al romperse dichas raicillas, se produce un estrés denominado “shock” de trasplante (debido al deterioro de las raíces, producido por el arranque de las plantas del almácigo) que trae como consecuencia futura una reducción del crecimiento y desarrollo del plantin (Díaz et al., 2019).

En este tipo de trasplante, cuando las raíces se quedan sin tierra, hay serio peligro de deshidratación de la planta, especialmente si tiene hojas y el tiempo es seco, soleado y ventoso, ocasionando un rápido marchitamiento. Por tanto, no se puede realizar en cualquier momento, sino siempre con el tiempo húmedo y poco soleado. Dentro de los manejos a tomar en cuenta cuando se hace este tipo de trasplante está el riego, el cual deberá ser abundantemente justo después de realizar este proceso, manteniendo el suelo húmedo durante las siguientes semanas, hasta verificarse que la planta haya prendido (MundoHuerto.com).



Fuente: Mundo ecológico

Figura 4. Trasplante a raíz desnuda

Trasplante con cepellón o cono

El cepellón o cono es el volumen de tierra que rodea a las raíces cuando el plantín está creciendo y es sacado de un contenedor como las bandejas (MundoHuerto.com, 2021). En esta, las raíces sostienen la tierra formando un bloque que mantiene la forma del contenedor y el cual no se deshace (Figura 5). Este método de trasplante consiste en extraer el cepellón de la maceta o bandeja original para luego pasarlo a campo definitivo. Es ventajoso realizar este procedimiento porque se evita el “shock” de trasplante, lográndose un adelanto en la producción, además de evitarse las enfermedades que ingresan por las raíces dañadas (Díaz et al., 2019). Otra ventaja importante de este tipo de trasplante es que se puede realizar en cualquier momento, puesto que las plantas se pueden mantener unos cuantos días sólo con el cepellón (Mundohuerto.com, 2021).

Por otro lado, se debe tener en cuenta que el cepellón debe estar húmedo antes del trasplante para que se mantenga agregado y no se desmenuce, y se dará unos golpes con la mano en el contenedor para que se desprenda más fácilmente (Díaz et al., 2019).



Fuente: Mundo ecológico

Figura 5. Trasplante en cepellón o cono

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

Actualmente, en la agricultura cada vez más se emplea la tecnología con la finalidad de mejorar y optimizar diferentes procesos productivos, con el objetivo de aumentar su eficiencia y mejorar la productividad de los cultivos.

La producción de plantines destinada para la producción de semillas se enfoca principalmente en dar las condiciones óptimas para el desarrollo de la plántula, como el tipo de bandeja para un desarrollo óptimo de raíces y en la mantención de su calidad fitosanitaria.

A continuación, se detalla la experiencia laboral con relación al proceso de producción de plantines en las condiciones de la costa peruana.

4.1 Almacigo

La producción de plantines se lleva a cabo en el almacigo o vivero, el cual debe contar con zonas específicas para cada parte del proceso y con los equipos y herramientas necesarias.

4.1.1 Área de siembra

En este lugar se realiza la preparación del sustrato, llenado de bandejas y siembra. Debe ser un ambiente iluminado, que cuente con mesas para soporte de las bandejas, si la siembra es manual. También se debe contar con una fuente de agua de calidad para regar las bandejas, después de realizada la siembra.

4.1.2 Casa malla o nave de cultivo

En este ambiente se encuentran las camas de cultivo, donde permanecerán las bandejas hasta su despacho. Su tamaño varía en función a la cantidad y al tipo de bandejas que se requiere colocar en cada cama. Las naves tienen 25 m de largo y 10 m de ancho y están cubiertas por malla antiáfida de 50% mesh. El techo es a dos aguas para la caída de agua en épocas de lluvia

Las camas tienen 20 m de largo por 1.5 m de ancho y están a 1.0 m sobre el suelo. Su base es de alambre galvanizado, a modo de hileras, distanciados a 10 cm. En la parte basal se colocan caballetes de metal, separados cada 1.5 m, como soporte. En 01 nave se tienen 5 camas de cultivo.

El suelo donde están ubicadas las naves está cubierto por grava mediana, para facilitar la infiltración del agua de riego, evitar encharcamientos y disminuir las condiciones ideales para el desarrollo de fitopatógenos.

4.1.3 Zona o cámara de germinación

La cámara de germinación es un ambiente oscuro, ideal para propiciar la germinación de los plantines. Esta área debe ser hermética para concentrar la temperatura y conservar la humedad. El piso debe ser cubierto y sólido, el cual facilite el traslado y la colocación de las bandejas.

4.1.4 Zona de despacho

Esta zona debe contar con una ventana o puerta al exterior, para el embarque de las bandejas. Internamente se tiene una cabina donde se estaciona el vehículo de transporte. Las dimensiones deben ser las adecuadas para el tipo de vehículo a usar y se debe contar con una rampa, que permita tener la tolva del vehículo al nivel del suelo del vivero, para facilitar el despacho.

4.1.5 Zona de desinfección de materiales

Los plantines deben ser producidos con los estándares de calidad que se requiere, destacando la calidad fitosanitaria, es decir que la producción debe estar libre de cualquier fitopatógeno o estructura de este, y que pueda desencadenar una epidemia en campo.

La desinfección de los materiales se lleva a cabo en esta zona. Los materiales desinfectados son los que se utilizan de una producción a otra, es decir que son reutilizables, tales como las bandejas porta-plantines, marcadores de siembra, entre otros. Además, existen algunas herramientas, insumos, infraestructura, etc., que son desinfectados en el mismo lugar de trabajo. Para la desinfección se hace uso de una gama de desinfectantes como se observa en la Tabla 11, siendo que la elección depende del material a desinfectar y de la efectividad del desinfectante.

Tabla 11. Desinfectantes y concentraciones

Producto	Concentración	Preparación	Efectividad
Alcohol	70%	700ml de alcohol+300ml de agua	Bacterias
Jabón	2%	980ml de agua+20ml de jabón líquido	Hongos y virus
Leche	10%	100g de leche en polvo+1L de agua	Virus
Amonio cuaternario	1%	10ml de “Duplalin”+990ml de agua	Hongos y bacterias
Virkon S	2%	20g de “Virkon S”+1L de agua	Hongos, bacterias

4.2 Proceso de producción

4.2.1 Siembra

Antes de la siembra, las semillas son almacenadas en una cámara con condiciones controladas. La siembra se puede hacer de forma manual o mecanizada, según sea el tamaño de la semilla, además, el área de siembra debe tener buena iluminación y el espacio adecuado para llevar a cabo este proceso sin ningún tipo de riesgos fitosanitarios ni de mezclas.

El sustrato empleado para la producción de plantines es de la marca “Hawiita”, proveniente de Letonia y está compuesto con 85% de turba rubia y un 15% de turba negra y perlita. Su unidad son pacas de 250 L, que humedecidas tiene capacidad de almacenar 210 L más. Una paca de turba alcanza para llenar unas 75 bandejas de 162 celdas.

Las bandejas que se utilizan son de cinco tipos, las cuales se clasifican según el número de celdas que poseen, habiendo las de 200, 162, 135, 77 y 25 celdas. Estas se asignan considerando el tipo de cultivo y la permanencia del plantin en el vivero. En los últimos años se ha aumentado el volumen de celda, para dar mejores condiciones al plantin propiciando un mejor desarrollo radicular.

Siembra mecanizada

La máquina empleada es de la empresa DAROS. Consiste en una línea de siembra completa, el cual funciona a presión con el apoyo de una compresora de aire. Consta de una batidora de turba, sembradora, tolva recubridora de bandejas, área de regado de bandejas y por último el área de apilado de bandejas (Figura 6). Su capacidad de producción son 50 bandejas/hora.

Antes de iniciar la siembra mecanizada se realiza la desinfección de la máquina. Las partes corrosivas como los piquetes de succión son desinfectados con alcohol al 70%, y el resto de la máquina se desinfecta con amonio cuaternario al 2% (Figura 7).



Figura 6. Línea de siembra mecanizada



Figura 7. Bandejas de depósito de semillas y picos de succión

Para el funcionamiento de la maquina sembradora se requiere como mínimo 4 personas, siendo una de ellas el operador de la máquina, dos personas que se encargan de verificar y rellenar los hoyos que no cuenten con semilla y una persona que se encarga de apilar las bandejas en la parihuela.

A continuación, se describen los pasos de operatividad de la máquina sembradora:

1. Inicia la siembra con el encendido del tablero eléctrico. Esto es realizado por el operador de la máquina.
2. Se enciende la compresora.
3. Se enciende el tablero de la batidora de turba (primera parte de la máquina de siembra).
4. Se deposita la turba comprimida en el recipiente de la batidora (máximo 3 pacas de 250 L).
5. Se colocan las bandejas en la faja alimentadora de la batidora.
6. Se depositan las semillas en la canaleta alimentadora de semilla y una parte extra de la semilla en recipientes identificados, para colocarlo manualmente en caso la sembradora no deposite una semilla en alguna celda.
7. Se enciende el tablero de la sembradora (segunda parte de la máquina de siembra). Las bandejas llenas de turba pasan por la faja alimentadora, luego los marcadores realizan los hoyos y caen las semillas de la canaleta alimentadora a través de los tubos dispuestos junto al marcador. La bandeja sembrada seguirá avanzando hasta la tercera faja transportadora, donde la máquina tapaná la bandeja con turba, luego pasará a la parte de regado donde se terminará de humedecer y con eso finaliza su actividad.
8. Se colocan las bandejas sembradas en coches o parihuelas transportadoras, luego se identifican con el número real de bandejas sembradas y se envuelve con plástico.

Siembra manual

El proceso se inicia con el desmenuzado y batido de la turba en mesas, el cual se humedece con 12-35 L de agua por bolsa de turba de 250 L (peso aproximado de 35 kg), mezclándolo uniformemente, para después utilizarlo en el llenado de las bandejas. Seguidamente, se marcan los hoyos con un marcador manual y se deposita una semilla por celda, tapándose con una capa de turba húmeda y colocándolo en los coches o parihuelas transportadoras, para

luego ser etiquetadas con el número real de bandejas sembradas y después ser envueltas con plástico.

La profundidad de siembra de la semilla es de 2 a 3 veces su tamaño, asegurando que no quede muy profunda para evitar la etiolación durante la emergencia de los plantines (Figura 8).

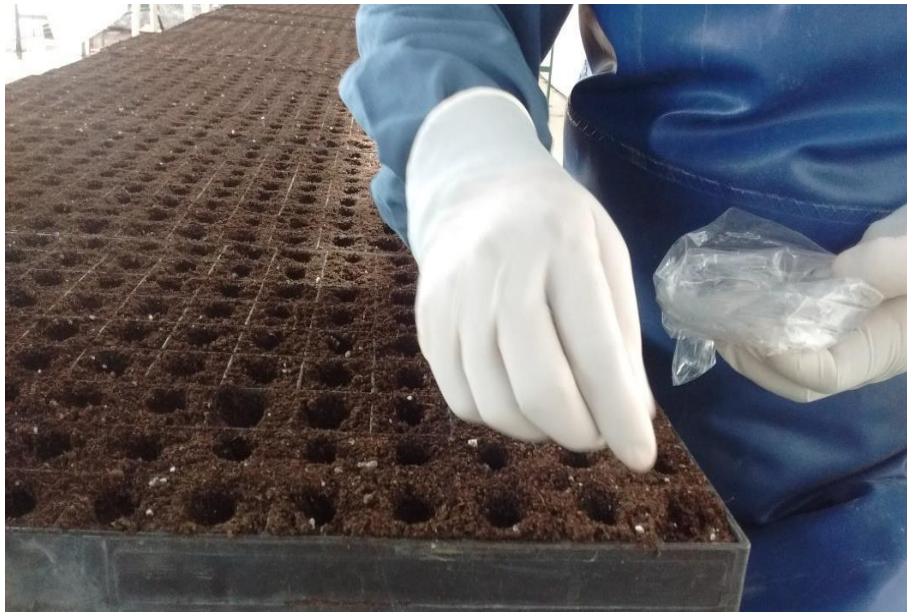


Figura 8. Siembra manual

4.2.2 Cámara de germinación

Una vez culminada la siembra, se procede a llevar las bandejas en parihuelas o coches transportadores a la cámara germinadora. Como primer paso, se debe programar la cámara germinadora en el tablero de control que se ubica en la parte externa, accionando las perillas (se programa la temperatura deseada $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$, por el diferencial de temperatura de trabajo), para luego proceder con la desinfección interna de paredes y piso con amonio cuaternario el 2%. Cada siembra debe estar en una parihuela diferente y/o en andamios debidamente separados, bien identificados y cubierto con plástico film. La cámara debe estar a una temperatura de $25\text{-}30^{\circ}\text{C}$ y el sustrato de la bandeja con humedad de 93-98% (Figura 9).



Figura 9. Cámara de germinación

Las bandejas permanecerán en el germinador hasta que el hipocotilo o epicotilo (dependiendo de la especie), comience a ser visible por encima de la turba. Una vez se haga la evaluación y se valide la germinación, las bandejas son retiradas del germinador y colocadas en las camas de cultivo (Figura 10).



Figura 10. Hipocotílo visible en una siembra de tomate

El tiempo de permanencia dentro de la cámara germinadora y la temperatura adecuada depende del cultivo. Las solanáceas permanecen 8 días, con temperaturas entre 25-28°C, y las cucurbitáceas permanecen de 3-4 días, bajo 25-30°C. Luego de estos periodos, se espera que las semillas germinen y la plántula emerja.

4.2.3 Camas de cultivo

Las bandejas al ser retiradas de la cámara germinadora son colocadas en las camas de cultivo, en donde se les esparce superficialmente una capa homogénea de vermiculita de 0.5 cm, aproximadamente. En las camas, las bandejas se disponen en dos filas debidamente etiquetadas con la identificación del material y la fecha de siembra. Entre un lote a otro se colocan bandejas vacías de separación, para evitar mezclas. Como siguiente paso se procede a dar un riego pesado de 15-20 minutos, dependiendo del cultivo y el tipo de bandeja.

Las camas están a 1.5 m del suelo, el cual evita el contacto con el suelo y favorece la percolación de las bandejas después el riego (Figura 11).



Figura 11. Bandejas con capa de vermiculita en camas de cultivo

4.2.4 Fertirriego

El método de riego más común en los viveros es el de microaspersión, pero también puede usarse el método de capilaridad. Hay ciertos componentes que se deben tener en cuenta cuando se utiliza el sistema de aspersión, como el caudal y la distribución de los aspersores, de manera que el traslape y caudal que reciban las plantas sean lo más uniforme posible.

Dentro del vivero, el sistema de riego es por nebulización o microaspersión, donde las mangueras de riego están dispuestas a 1.5 m sobre las camas, a 2 hileras por cama, sobre el cual se insertan nebulizadores con 70 cm de separación a lo ancho y 50 cm a lo largo. Además, cada cama cuenta con una llave de control para individualizar los riegos (Figura 12).



Figura 12. Sistema de riego con nebulizadores tipo “foggers”

El riego se lleva a cabo mediante programas que son ejecutados de manera automática. El tiempo puede variar en función al cultivo, la estación y el manejo. La fertilización se da por el riego y es diaria, el cual se ejecuta de la siguiente manera:

- Agua con fertilizante: el pulso mínimo es de 5 minutos para 3 a 5 camas por turno. El pulso promedio es de 10 minutos para 1 a 5 camas por turno.
- Agua sin fertilizante: el pulso mínimo es de 15 segundos para 1 cama o 5 segundos para 5 a 6 camas por turno. La conductividad eléctrica se mantiene en un rango de 1.5-2.5 ds m^{-1} cuando se fertiliza y, de 0.5-0.8 ds m^{-1} cuando no se fertiliza. El pH varía entre 5 a 6, con o sin fertilizante, respectivamente (Figura 13).



Figura 13. Fertirriego en el invernadero

En los primeros días de emergencia del cultivo, los riegos se hacen con agua base, sin fertilización, luego con la aparición de las primeras hojas verdaderas y hasta antes del despacho de plantas a campo, se procede a fertilizar. Un día antes del trasplante se da un riego pesado de 15 a 20 minutos para minimizar el estrés del trasplante (Figura 14).



Figura 14. Aparición de hojas verdaderas en coliflor (inicio de la fertilización)

El plan de fertilización es único por fines prácticos del sistema de riego y cubre los requerimientos nutricionales de los diversos cultivos producidos. Los valores aplicados corresponden a: N= 56 ppm, P= 88 ppm, K=125ppm, Mg=30ppm, S=24ppm, Ca=53ppm, B=0.13ppm, Zn=0.06ppm, Mn=0.32ppm, Cu=0.03ppm, Fe=0.68ppm y Mo=0.03ppm. Estos valores están basados en experiencias previas de empresas del rubro.

4.2.5 Plan fitosanitario

Las aplicaciones fitosanitarias las realiza el área de sanidad en coordinación con el supervisor del almácigo. Se elabora un plan fitosanitario (Anexo 1), enfatizándose en el desarrollo del sistema radicular.

La primera aplicación se inicia después de colocar las bandejas en las camas de cultivo, en el cual se inocula un hongo benéfico (*Trichoderma sp.*) con nombre comercial “Microbyota”. La concentración de la aplicación es del 2% (4L/200L de agua), y el gasto es de 1/2 L solución/bandeja (Figura 15). Días antes del trasplante se sumergen las bandejas en enraizante de la marca comercial “Rizofit”, a una concentración de 2L/200 L de agua, siendo el gasto de la solución de 2 litros/bandeja.



Figura 15. Aplicación de *Trichoderma* en aspersión

Las aplicaciones se trabajan de forma preventiva, es decir no se espera el daño ni presencia, sino se consideran los factores favorables que puedan desencadenar una infestación. Las soluciones por aplicar deben estar dentro del rango de pH entre 4.5 a 6.0, siendo establecido para no generar quemaduras en los plantines. Al día siguiente de la aplicación no se fertiliza, solamente se da el riego con agua base, esto con la finalidad de mejorar la eficiencia en la absorción del producto aplicado.

4.2.6 Evaluación de germinación

Durante el estadio del cultivo en el almácigo, se realizan de 2 a 3 lecturas sobre la germinación y de plantas Útiles al Trasplante (UT) (Figuras 16 y 17). Esto se hace con la finalidad de dar alertas oportunas sino se llegará al número de plantas requeridas, realizando como plan inmediato una resiembra. El momento de la lectura depende del cultivo, contabilizando los días después de la siembra, como días de cultivo, como se observa en la Tabla 12.

Tabla 12. Evaluación de la germinación y de plantas útiles

Cultivo/Lecturas	1 ^{ra} Lectura	2 ^{da} Lectura
	Germinación (días)	Plantas útiles (UT) (días)
Tomate	8	15
Pimiento	12	25
Melón	6	10
Sandía	8	12
Pepino	4	7
Brasicas	8	20

El tamaño de la muestra varía en función al número de bandejas, de la siguiente manera:

- Tomate, pimiento y brasicas: 25% del total de bandejas.
- Melón, sandía y pepino: 1-40 bandejas: 20%; 41-100 bandejas: 15%; 101-500 bandejas: 10%; 501-1000 bandejas: 5%.



Figura 16. 1^{ra} lectura en tomate, a los 8 días después de la siembra



Figura 17. 2^{da} lectura en pimiento, a los 25 días después de la siembra

4.2.7 Medidas fitosanitarias

El ingreso al almácigo es restringido, siendo que las visitas deben ser coordinadas previamente con el supervisor del almácigo y contar con la aprobación respectiva. Antes de ingresar por primera vez, el supervisor del almácigo o encargado brinda una inducción de ingreso.

Las pertenencias y ropa externa se dejan en los casilleros del primer vestidor. Luego se procede a usar las duchas y, posteriormente, se realiza un cambio completo de ropa y calzado. Así también, el cabello es cubierto por una toca y las manos por guantes (Figura 18).



Figura 18. Protocolo de ingreso a la casa malla (cambio de ropa)

Para ingresar al almácigo se debe cumplir con todos los protocolos como pasar por los puntos de desinfección y el cambio de ropa que están descritos y señalizados y, registrarse en el cuaderno de visitas. En la desinfección se utilizan los siguientes productos en la dosis mencionada a continuación:

- Manos: al ingreso del almácigo con alcohol al 70% o alcohol en gel. Al ingreso a naves de cultivo se coloca guantes quirúrgicos y se desinfecta con amonio cuaternario al 1%. Para la manipulación de plantas se usa leche a una concentración de 10% (1kg/10L de agua).
- Calzado (botas, zapatos u otros): se usa amonio cuaternario al 2% o “virkon” al 2%.
- Lentes de seguridad: con alcohol al 70% (700ml/L agua).

4.2.8 Despacho de plantas

Se informa al cliente, vía correo electrónico, cuando el cultivo esté listo para su despacho, el cual se realiza en una carreta, camión o camioneta. En su interior se disponen andamios sobre los cuales son trasladadas las bandejas.

Antes de cargar las bandejas la movilidad es lavada con agua a presión y, posteriormente, desinfectada con amonio cuaternario al 2%. Las personas a cargo del despacho deben ingresar por la zona externa y cumplir con todas las medidas fitosanitarias establecidas por el almácigo (Figura 19).

El espacio de despacho debe ser un ambiente cerrado. Las personas encargadas de cargar las bandejas a los andamios deben portar un mameluco, botas de jebe, guantes quirúrgicos y toca. Al terminar de cargar, los andamios deben ser sellados con malla antiáfida, malla “rashell” y/o plástico, dependiendo del clima y el tiempo de exposición de los plantines antes del trasplante.

No está permitido despachar más de un cultivo a la vez, esto con la finalidad de asegurar la trazabilidad de la producción, evitando mezclas o problemas fitosanitarios.



Figura 19. Desinfección y despacho de plantas en carretas transportadoras

4.3 Trasplante

El trasplante es el paso siguiente e inicio de la producción del cultivo. Para ello debe prepararse el campo, asegurando condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo del plantín.

4.3.1 Acondicionamiento de los campos

Los campos deben recibir riegos previos al trasplante o riegos de machaco, esto con la finalidad de tener un bulbo de humedad adecuado y desplazar las sales en donde se colocará el plantín (Figura 20).

El riego es por goteo y el distanciamiento de goteros varía dependiendo de la densidad de siembra. Se emplean cintas de riego con distanciamientos de goteros de 0.25 m, 0.3 m y 0.35 m que poseen caudales de 1.1-1.2 L/hora. Un machaco promedio puede durar de 8-10 horas de riego, con una constancia de 2 horas diarias. En el caso de suelos con alta CE (mayor a los 2.0 ds m⁻¹), se procede a retirar las costras de sales formadas en la superficie.



Figura 20. Traslape de los bulbos de humedad después del machaco

Días previos al trasplante, se realizan visitas a los campos para confirmar si están en buenas condiciones para el trasplante, además de verificar que el área preparada sea la requerida para el cultivo, que las camas tengan una buena nivelación, que estén libres de malezas y que las cintas de riego estén en estado adecuado y en la posición correcta, subsanando los puntos secos o de saturación.

4.3.2 Programa de trasplante

El almácigo proporciona una fecha tentativa de retiro del plantin, en función a la fecha de siembra y a los días de referencia en los que el plantin completa su desarrollo. También se proporciona la cantidad de plantas útiles para el trasplante.

Se ha establecido ciertas características que debe tener un plantin listo para ser despachado, esto en base a la experiencia de la producción (Figura 21). Dichas características son mencionadas a seguir:

- Formación de la raíz: al manipular el plantin, el cono debe salir completo (firme) de la bandeja en donde se sembró, el cual indica una buena formación radicular (aproximadamente 80% de cubrimiento).
- Presencia de hojas verdaderas: considerar dos hojas verdaderas dependiendo del cultivo.
- Dureza del tallo: este debe presentar resistencia a la manipulación.



Figura 21. Características del plantin listo para ser trasplantado

Una vez se confirme que el plantin esté listo para ser llevado a campo, se procede a elaborar el programa de trasplante, el cual lleva la siguiente información: fecha tentativa de trasplante, cultivo, número de identificación del material, manejo de cultivo, plantas requeridas, plantas solicitadas, número y tipo de bandejas, campo (ubicación), implemento requerido para el traslado (carreta, andamio o camión), y aplicación de herbicidas pre-

emergentes. Este programa es enviado semanalmente a las áreas de producción, riego, sanidad y calidad, quienes dan continuidad al proceso.

4.3.3 Proceso de trasplante

El trasplante se inicia con el hoyado de los campos, donde se colocará el plantín. Este proceso se realiza con unos hoyadores de metal pesado, que constan de una barra y en la parte inferior un cono con el ancho y profundidad promedio del cono del plantín. Los hoyadores también tienen en un extremo de la base una prolongación en forma de guía, que permite realizar una marca al suelo señalando donde irá el siguiente plantín. El largo de la guía varía en función de la densidad de siembra y distanciamiento (Anexo 2).

Posteriormente, se procede a golpear o sacudir las bandejas para facilitar el retiro de los plantines que son colocados en los hoyos y recubiertos con porciones de suelo, el cual es presionado por los dedos. Se enterrará firmemente el cono del plantín, con la finalidad de lograr mayor área de contacto entre el suelo y las raíces, evitando espacios vacíos (Figura 22). Por otro lado, si hubiera excedente de plantas, se procederá a trasplantar en el sistema tresbolillo para, posteriormente, recalzar las plantas que no sobrevivieron a las condiciones en campo.

De preferencia, el trasplante debe ser realizado en las mañanas o en las tardes, evitando los golpes de sol al medio día. El proceso de trasplante es acompañado con 2 a 3 riegos de 10 a 15 minutos en el día de la labor.

4.3.4 Evaluación de prendimiento de plantines

Este procedimiento permite conocer el éxito del trasplante, y a la vez ayuda a determinar si es necesario realizar un recalce o reemplazo de plantines. Este procedimiento se realiza a los 4 días después del trasplante, contabilizando las plantas vivas (Figura 23). El tamaño de la muestra a contabilizar varía en función al número de líneas trasplantadas. La evaluación de plantines permite conocer las causas por las cuales no se tuvo éxito en el proceso de trasplante, es decir que se puede detectar el problema que afectó la mortandad de plantines.



Figura 22. Trasplante de sandía



Figura 23. Campo de sandía a los 4 días después del trasplante

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El uso de plantines en la agricultura extensiva tiene grandes beneficios entre los que destacan la uniformidad de plantas en campo, el ahorro de semillas, la sanidad, precocidad de las plantas, el costo de oportunidad y el ahorro en gastos de cosecha y mantenimiento.
- La producción de plantines destinados para producción de semillas se enfoca, principalmente, en la calidad fisiológica y fitosanitaria de la plántula.
- Por ser los plantines la primera fase dentro del proceso productivo, se debe tener un plan fitosanitario, que elimine los riesgos de plagas y enfermedades, asegurando la entrega de plantines de alta calidad al cliente.
- Es importante conocer los rangos óptimos de temperatura para la germinación adecuada de las diferentes especies.
- Existe una gran oportunidad en seguir investigando acerca de la eficiencia de los sustratos, incluyendo dentro de ello, el uso de sustratos en mezcla para reducir los costos de producción.
- Carencia de empresas dedicadas a ofrecer el servicio de producción de plantines en Perú.
- El trasplante de diferentes especies se realiza mayoritariamente de forma manual.

5.2 Recomendaciones

- Implantar la siembra mecanizada de las bandejas, adecuándola a los distintos tipos de semilla e incluir en el proceso, tecnología que pueda reemplazar el trabajo manual.
- Realizar estudios sobre curvas de absorción de nutrientes a fin de cuantificar el requerimiento para el desarrollo adecuado de los plantines.
- Implementar un sistema directo del traslado de plantines, el cual permita mover las bandejas desde las camas de cultivo a los vehículos de carga, sin un paso intermedio.
- Mecanizar el proceso de trasplante, importando maquinaria que facilite dicha labor.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M.; Noguera, P.; Noguera, V. (1996). Turbas para semilleros. En: II Jornadas sobre Semillas y Semilleros Hortícolas. Congresos y Jornadas 35/96. Junta de Andalucía. Consejerías de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Agraria, Sevilla.
- Abad, M.; Noguera, P.; Noguera, V.; Roig, A.; Cegarra, J.; Paredes, C. (1997). Reciclado de residuos orgánicos y su aprovechamiento como sustratos de cultivo. Actas de Horticultura 19. I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertiirrigación. SECH.
- Bareke, T. (2018). Biology of seed development and germination physiology. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 8(4): 336-346. doi: 10.15406/apar.2018.08.00336
- Baixauli, C.; Aguilar, J. (2002). Cultivo sin suelo de hortalizas. Aspectos prácticos y experiencia. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Sèrie Divulgació Tècnica nº 53.
- Bewley, J.D.; Black, M. (1994). *SEEDS. Physiology of development and germination. Second Edition.* doi 10.1007/978-1-4899-1002-8
- Caroca, R.; Zapata, N.; Vargas, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 32(2): 94-101.
- Castilla, N. (2007). Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. 2da edición. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.
- Cruz, E.; Can, A.; Sandoval, M.; Bugarín, R.; Robles, A.; Juárez, P. (2012). Sustratos en la horticultura. *Revista Biociencias*, 2(2): 17-26.
- Chitwood, J.; Shi, A.; Evans, M.; Rom, C.; Gbur Jr.; Motes, D.; Chen, P.; Hensley, D. (2016). Effect of temperature on seed germination in spinach (*Spinacia oleracea*). *HortScience*, 51(12): 1475-1478.

- Costa, E.; Pegorare, A.B.; Leal, P.A.M.; Espíndola, J.S.; Salamene, L.C.P. (2012). Formação de mudas e produção de frutos de berinjela. *Científica*, 40(1): 12-20.
- Diaz P., Chain G., Riquelme I. (2019). Producción de plantines de hortalizas. Informativo N°110. Instituto de innovaciones agropecuarias. Colombia.
- Di Benedetto, A. (2004). Cultivo intensivo de especies ornamentales. Bases científicas y tecnológicas. Ed. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 272 p.
- Domínguez, E.; Leod, C.; Águila, K.; Ojeda, A. y Ivelic, J. (2017). Cómo utilizar la turba rubia de *Sphagnum* en horticultura. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA Kampenaike - Informativo N° 75.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1): 74-85.
- FAO. (2018). Seeds Toolkit. Module 3: Seed quality assurance. Rome.
- Fernández, M.; Aguilar, M.; Carrique, J.; Tordosa, J.; García, C.; Rodríguez, M.; Morales, J. (2014). Suelo y medio ambiente en invernaderos. 5ª edición. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. 135 p. Sevilla, España.
- Fernández, B. C.; Urdanet, N.; Silva, W. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cv. Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(2): 188-196.
- Fuchsman, H. (1980). Peats: industrial, chemistry and technology. Academic Press, Londres. 279 p.
- Funes, G.; Díaz, S.; Vernier, P. (2009). La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Ecología Austral*, 19:129-138.
- Gallo y Viana. (2005). Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantones de tomate *Lycopersicum esculentum*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 80 p. Disponible en <http://1164.73.52.13/iah/textostesis/2005/3363gal1.pdf>

- Gebeyaw, M. (2020). Review on: recent achievement of seed priming in improving seed germination and seedling growth in adverse environmental. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10(8): 651-655. doi: .29322/IJSRP.10.08.2020.p10482
- Hadas, A. (2004). Seedbed preparation: The soil physical environment of germinating seeds. p. 3-49. In R.L. Benceh-Arnold and R.A. Sanchez (eds.). *Handbook of seed physiology: applications to agriculture*. Food Product Press, New York, USA.
- Handrek, K.; Black, N. (1991). *Growing media ornamental plants and turf*. South Wales University Press.
- Hartmann, H.; Kester, D. (2002). *Plant propagation. Principles and practices*. Prentice Hall. New Jersey.
- Herrera, F.; Castillo, J.; Chica, A.; Lopez, L. (2003). Uso de compost RSU como sustrato en semilleros de tomate. Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, University of Córdoba. Córdoba, España.
- International Seed Testing Association (ISTA). (1995). *Handbook of vigour test methods*. (3rd ed.). J.G. Hampton, D.M. TeKrony & the ISTA Vigour Test Committee (eds). Bassersdorf, Switzerland. 117 pp.
- Lardizábal, R. (2007). *Manual de producción de plántulas en bandejas*. Honduras. 23p.
- León, J. (2013). *Recomiendan uso de plantines que no son hortalizas*. Disponible en <https://www.agraria.pe/noticias/recomiendan-uso-de-plantines-en-hortalizas-que-no-son-de-rai-5218>
- Leskovar, D; Cantliffe, D. (1993). Comparison of plant establishment method, transplant, or direct seedling on growth and yield of bell pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118(1): 17-22.
- Leskovar, D.; Stoffella, P. (1995). Vegetable seedling root systems: morphology, development, and importance. *Hort Science*, 30(6): 1153-1159.
- Litec. *Soluciones para la agricultura*. Recuperado el 03 de abril del 2021 de: <http://www.litecperu.com/>

- Liptay A.; Sikkema P.; Fonteno W. (1998). Transplant growth control through water deficit stress. *HortTechnology*, 8: 540-543.
- López, J. (miércoles, 30 de septiembre de 2020). Fibra de coco: un componente de los medios de cultivo. PROMIX. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/fibra-de-coco-un-componente-de-los-medios-de-cultivo/>
- Machado Neto, N.B.; Prioli, M.R.; Gatti, A.B.; Cardoso, V.J.M. (2006). Temperature effects on seed germination in races of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Scientiarum Agronomy*, 28(2): 155-164.
- Martínez, P.; Roca, D. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. Universidad Nacional de Colombia. pp: 37-77.
- Maroto, J. (2008). Elementos de horticultura general. 3^{era} edición. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa.
- Maroto, J. (2002). Horticultura herbácea especial. 2 ed. Madrid, España. Editorial Mundi-Prensa.
- Monsalve, O.; Henao, M.; Gutierrez, J. (2021). Characterizing potential substrate materials in soilless culture systems. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1): e1977. doi: https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num1_art:1977
- MundoHuerto.com. (2021). De la tierra a la mesa. (Recuperado el 29 de marzo del 2021) de <https://www.mundohuerto.com/labores/trasplante>.
- Muñoz, Z. (2007). Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill). Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile.
- Nascimento, W.M.; Pereira, R.B. (2016). Produção de mudas de hortaliças. Brasília, DF, Brasil: Embrapa.
- NeSmith, D.S.; Duval, J.R. (1998). The effect of container size. *HortTechnology*, 8: 495-498.

- Pastor, J. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, 17(3): 231-235.
- Pita, J.M.; Pérez, F. (1998). Germinación de semillas. Núm 2090 HD. Madrid.
- Probert, R.J. (2000). The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. p. 261-292. In M. Fenner. (ed.). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Puerta, C.E.; Russián, T.; Ruíz, C.A. (2012). Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(2): 298-306.
- Quintero, M.; Guzmán, J.; Valenzuela, J. (2012). Evaluación de sustratos alternativos para el cultivo de miniclavel (*Dianthus caryophyllus* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(1): 76-87.
- Ramoá, M.V. (2013). Producción de plantines. *Voces y Ecos* N°30. ISSN 0328-1582. 53-55.
- Resende, G.M.; Yuri, J.E.; Mota, J.H.; Souza, R.J.; Freitas, S.A.C.; Rodrigues Junior, J.C. (2003). *Horticultura Brasileira*, 21(3): 558-563. doi10.1590/S0102-05362003000300029
- SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería, HN). (2006). Serie Arroz N° 10. Métodos de siembra en el cultivo de arroz. Valle de Comayagua, Honduras. Disponible en <http://www.dicta.hn/files/Metodos-de-siembra-en-arroz,-2006.pdf>
- Saldarriaga, M. (2012). Sistema de riego. Colombia. Grupo Latino Editores.
- Santos, P.L.F.; Silva, O.N.M.; Paixão, A.P.; Castilho, R.M.M. (2017). Germinação e desenvolvimento de mudas do tomateiro cereja em diferentes sustratos. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 11(5): 41-45.
- Saavedra, G., (2013). Introducción a la producción de hortalizas. Italia.
- Schmilewski, G. (2006). Sustratos de cultivo. Composición y tipo de empleo determinan su calidad. *Horticultura Internacional*, 52: 20-25.

- Simões, A.C.; Alves, G.K.E.B.; Ferreira, R.L.F.; Araújo Neto, S. (2015). Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. *Horticultura Brasileira*, 33(4): 521-526. doi: 10.1590/S0102-053620150000400019
- Souza, A.O.; Ferreira, R.L.F.; Araújo Neto, S.E.; Tamwing, G.S. (2020). Produtividade de pepino em cultivo orgânico utilizando mudas produzidas com diferentes volumes de substrato. *Scientia Naturalis*, 2(2): 469-477.
- Ugás R.; Siura, S.; Delgado de la Flor, F.; Casas, A.; Toledo, J. (2000). Cultivos hortícolas. Datos básicos. Ediagraria, UNALM. Programa de investigation de hortalizas. Lima, Perú.
- Ullé, J. (1998). Comportamiento post-transplante de hortalizas de hojas y brassicaceas, provenientes de diferente volumen de contenedor y mezclas de sustratos, a base de vermicompost, turba, perlita. Informe técnico del centro regional Buenos Aires Norte.
- Villegas, O.; Dominguez, M.; Albavera, M.; Andrade, M.; Sotelo, H.; Martinez, M.; Cortés, M.; Castillo, C.; Magadan, M. (2017). Sustrato como material de última generación. Mexico. Editorial OmniaScience.
- Wagenvoort, W.A.; Bierhuizen, J.F. (1977). Some aspects of seed germination in vegetables. II. The effect of temperature fluctuation, depth of sowing, seed size and cultivar, on heat sum and minimum temperature for germination. *Scientia Horticulture*, 6: 259-270.



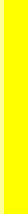

VII. ANEXOS

Anexo 1. Programa de aplicaciones fitosanitarias

PROGRAMA TENTATIVO FITOSANITARIO

LABOR	SIEMBRA	EMERGENCIA	APARICION DE HOJAS COTILEDONALES	1° HOJA VERDADERA	DESPACHO					
										
	1	4	5	8	9	10	12	15	16	
CONTROL DE HONGOS	MICROBIOTA R (<i>Trichoderma sp</i>) Dosis 2.5 Lt/200 Lt/ Agua (Electrostatica manual) Aspercion sobre bandejas					Phoma, Alternaria, Oidium Phortify Inductorrede defensa Frac (Fosfito de potasio) 1.5 kg / 200 Lt	Phoma, Botrytis, Alternaria Follicur Frac -3 (Tebuconozal) 0.2 kg / 200 Lt	Phoma, Botrytis, Alternaria Swicht wg 50 Frac 12+9 (Ciprodinil+Fludioxonil) 0.25 kg / 200 Lt	Phoma, Botrytis, Alternaria Phortify Inductorrede defensa Frac (Fosfito de potasio) 1.5 kg / 200 Lt	
CONTROL DE INSECTOS							TORNADO (Bacillus thuringiensis) Dosis 0.2 kg/ 200 Lt. agua (Electrostatica manual) Aspercion foliar			
NUTRICION FOLIAR						ENZIPRON (Aminoacidos) Dosis 0.15 Lt/200 Lt A gua (Electrostatica manual) Aspercion foliar		ORGABIOL (Bioestimulante) Dosis 0.25 Lt/200 Lt Agua (Electrostatica manual) Aspercion foliar	RIZOFYT (Enrizante) Dosis 0.5 Lt / 200 Lt Agua (Electrostatica manual) Aspercion Foliar	

LEYENDA:

-  Aplicación preventiva
-  Aplicación curativa
-  Aplicación tentativa
-  Aplicación calendario anti-estrés de plantines

Anexo 2. Densidades de siembra de algunas hortalizas

Cultivo/ hortaliza	Distancia entre hileras (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Población en 10 m ²	Rendimiento (kg/10m ²)	Ciclo vegetativo (días)
Acelga	20	20	320	320 plantas	65
Ají	35	35	80	10	180-190
Ajo	10	10	980	27	150
Cebolla	10	10	980	45	120-150
Lechuga	20	20	245	60	60
Papa	30	30	107	35	90-120
Pepino	30	30	107	70	120-150
Pimentón	30	30	107	16	80-100
Remolacha	18	18	303	91 raíces	75
Repollo	35	35	80	60	60-90
Tomate	25	25	156	200	80-90
Zanahoria	8	8	1531	45	80-120
Coliflor	20	20	245	60	120-150
Espinaca	10	10	980	10	80-90