

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

TITULACIÓN
EXAMEN PROFESIONAL 2006-I

Los Miembros del Jurado, luego de someter al Bachiller **Andrés Ramón Soto Avendaño**, los respectivos exámenes y haber cumplido con presentar el Trabajo Monográfico titulado: "SISTEMA PRODUCCIÓN DE PLANTINES EN HORTALIZAS". Lo declaramos

APROBADO

.....

Ing. Mg. Sc. Andrés Casas Díaz

PRESIDENTE

.....

Ing. Mg. Sc. José Palacios Vallejo

MIEMBRO

.....

Ing. Mg. Sc. Liliana Aragón Cabanillas

MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EXAMEN PROFESIONAL



“SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PLANTINES EN HORTALIZAS”

Trabajo Monográfico para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

ANDRES RAMON SOTO AVENDAÑO

**Lima-Perú
2014**

DEDICATORIA:

**A Prudencio y Rafaela. Mis padres por su inmenso apoyo.
A Liley mi esposa por su compañía
A Denzel e Ivanna mis amados hijos**

Agradecimientos:

Ing. José Palacios Vallejo por todo el tiempo que me brindo para la corrección, presentación del presente trabajo .y gracias al cual cierro una etapa de mi vida profesional

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I.- INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1. Los almácigos	3
2.2. Características de un buen plantin	3
2.3. Componentes para la producción del plantin	4
2.4. Medios de cultivo o sustrato	4
2.5. Propiedades de un sustrato	5
2.5.1. Propiedades físicas	6
2.5.1.1. Densidad aparente.	7
2.5.1.2. Porosidad	7
2.5.1.3. Relación agua – aire	8
2.5.1.4. Granulometría	10
2.5.1.5. Mojabilidad	11
2.5.1.6. Hidrofobicidad	11
2.5.1.7. Contracción de volumen	11
2.5.2. Propiedades químicas	12
2.5.2.1. pH	12
2.5.2.2. Conductividad eléctrica	13
2.5.2.3. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	14
2.5.2.4. Nutrientes “asimilables”	14
2.5.2.5. Relación carbono – nitrógeno	15
2.5.2.6. Componentes fibrosos	16
2.5.3. Propiedades biológicas	16
2.6. Criterios para la elección de un sustrato	17
2.7 Clasificación de materiales	18
2.8. Materiales orgánicos utilizados como sustrato	18
2.8.1. Cascarilla de arroz	18
2.8.2. Polvo de coco	20
2.8.3. Musgo de turba	22
2.8.4. Lombricompost	24
2.8.5. Corteza de pino	26

2.9. Materiales inorgánicos utilizados como sustrato	27
2.9.1. Perlita	27
2.9.2. Vermiculita	28
2.9.3. Piedra pómez	29
2.10. Mezcla y formulación de sustratos	30
2.10.1. Presentación de los materiales, formas, medidas de volumen	30
2.10.2. Principios de las mezclas	30
2.10.3. Metodología de la formulación	31
III PROCESO DE PRODUCCION DE PLANTINES EN VIVEROS GENESIS	
HUAURA	33
3.1. Instalaciones	33
3.2. Procesos	37
3.2.1 Recepción de la semilla	39
3.2.2. Acondicionamiento del sustrato	39
3.2.3. Llenado y marcado de bandejas	40
3.2.4. Siembra	41
3.2.5. Ubicación en camas de crecimiento	42
3.2.6. Riego y fertirriego	43
3.2.7. Manejo de plagas y enfermedades	45
3.2.8. Despacho	48
3.3. Manejo de riesgos	49
3.4. Trazabilidad	49
3.5. Capacitación del personal	49
3.6. Manejo de residuos	50
IV -CONCLUSIONES	52
V -RECOMENDACIONES	53
VI.-REVISION BIBLIOGRAFICA	54
VII -ANEXO	60

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Factores que Influyen en la selección de un medio de crecimiento	17
Cuadro 2: Propiedades físicas de la cascarilla de arroz	20
Cuadro 3: Propiedades físicas de las turbas Sphagnum: Influencia del grado de descomposición	22
Cuadro 4: Algunas propiedades físicas seleccionadas de las mezclas de turba Sphagnum rubia y negra: influencia de las proporciones en la mezcla	23
Cuadro 5: Propiedades químicas de turba Sphagnum	24
Cuadro 6: Parámetros físicos y químicos de lombricompostos de 21 distintos lombricarios. valores observados	25
Cuadro 7: Propiedades físicas y químicas de corteza de pino compostado	26
Cuadro 8: Propiedades físicas de perlita según diámetro de sus partículas	27
Cuadro 9: Propiedades físicas y químicas de la vermiculita	29
Cuadro 10: Propiedades físicas y químicas de la piedra pómez	30
Cuadro 11: Características Físico- Químicas del sustrato Pre-Mix 3	40
Cuadro 12: Frecuencia de riegos según estación del año	43
Cuadro 13: Formula de fertirrigación Vivero Génesis –San Felipe-Huaura	43
Cuadro 14: Programa de aplicación fitosanitaria preventiva	46
Cuadro 15: Periodo vegetativo cultivo en vivero	48

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 1: Características de buen plantin	4
Figura 2: Componentes para la producción de plantines	5
Figura 3: Mezclas de sustratos y relación de porosidad total y sólidos	8
Figura 4: Curva de absorción de agua según De Boodt	10
Figura 5: Quemado de arroz	19
Figura 6: Estructura de la fibra de coco	21
Figura 7: Diferentes tamaños de partículas vs propiedades hídricas de la fibra de coco	21
Figura 8: Croquis de distribución de las estructuras de protección	33
Figura 9: Estructura de soporte de bandejas	34
Figura 10: Estructura de soporte de bandejas	34
Figura 11: Instalación de nebulizadores	35
Figura 12: Detalle de nebulizador y válvula antigoteo	35
Figura 13: Área de siembra	36
Figura 14: Almacén de pesticidas	37
Figura 15: Personal marcando bandeja llena con sustrato	40
Figura 16: Siembra de cebolla	41
Figura 17: Ubicación correcta de la semilla en la bandeja	41
Figura 18: Traslado y ubicación de bandejas en cama de crecimiento	42
Figura 19: Identificación de lote de siembra	42
Figura 20: Medición de pH y CE del agua de pozo	44
Figura 21: Tomando muestras de agua para medir el pH y la CE	44
Figura 22: Bandeja con cal en puerta de ingreso al módulo	46
Figura 23: Personal en plena aplicación de pesticidas	47
Figura 24: Trampas amarillas en nave de producción	47
Figura 25: Despacho de alcachofas	48
Figura 26: Diversos registros del vivero	51

LISTA DE ANEXOS

Anexo	Pág.
Anexo 1: Costo del sustrato respecto al precio de venta de plantines /ha expresado en (%)	60
Anexo 2: Caracterización física y química de polvo de coco	61
Anexo 3: Análisis de Agua	62
Anexo 4: Comparación de los resultados de análisis del agua de pozo con respecto a los parámetros establecidos por la FAO	63
Anexo 5: Procedimiento “prueba de lisimetria”	64
Anexo 6: Procedimiento “prueba de lisimetria”	65

I. INTRODUCCION

Los sistemas de producción de los cultivos sin suelo tuvieron su gran expansión en la segunda mitad del siglo XX en Europa y luego en EEUU. Las causas que la impulsaron fueron: los cultivos rentables en pequeñas superficies, la necesidad de cantidad y calidad de productos cerca de los grandes centros de consumo, la posibilidad de realizarlos a contra estación utilizando sistemas más o menos complejos de control de ambiente y la disminución de cuantiosas pérdidas por patógenos de suelo.

La germinación en bandejas, se realiza en ambientes especiales que se conocen como plantineras y al producto que se obtiene como plantin. El manejo de estas requiere del conocimiento técnico de fertirriego, uso de fertilizantes de liberación lenta, contenedores, sustratos y la aplicación de las prácticas culturales para las diferentes especies que se cultivan.

En 1991, en el Perú, se funda Viveros Santiago Fumagalli. En sus inicios produjo plántulas de *Gypsophila* para pequeñas empresas y agricultores del Callejón de Huaylas, así como plantas de clavel y mini-clavel para las zonas de Arequipa y Lima. El incremento de áreas destinadas al cultivo de espárrago en la costa, dieron el impulso para la consolidación de viveros Santiago Fumagalli. En 1996, con el apoyo financiero de Inagro Sur y Alitec, se mejoraron sus instalaciones y se comenzó a producir almácigos para 300 ha de espárrago para cada uno de estos clientes.

Luego se amplió el abanico de cultivos hortícolas de agro-exportación, con la producción de alcachofas sin espinas, capsicums (pimientos, jalapeños, guajillos), cebollas blancas, lechugas. Estos cultivos se desarrollaron con semillas de alto valor genético y monetario, por lo que fue necesario optimizar su uso, reducir los problemas de patógenos, desuniformidad de plantas y la reducción del estrés en el trasplante.

Desde el año 2005 hasta la fecha, los horticultores que producen para el mercado local han iniciado el uso de plantines. Los cultivos que se destacan son: lechuga, apio, poro, col china, brócoli, tomate.

Los sustratos empleados en la producción de plantines se importan de Estados Unidos o Canadá. El componente principal es la turba rubia (*Sphagnum*) mezclada con perlita o

vermiculita. El sustrato puede representar hasta el 30% del valor de venta del plantin. Por ello, identificar fuentes y formular sustratos en base a nuevos insumos, ayudará a reducir los costos de producción de estos plantines y de reducir el impacto ambiental por el uso del *Sphagnum*.

OBJETIVOS

- 1.- Identificar posibles fuentes para la elaboración de sustratos hortícolas.
- 2.- Promover el uso de nuevas mezclas para la producción de plantines en bandejas.
- 3.- Dar a conocer los procesos de producción de plantines.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Los almácigos

Se entiende por almácigo al grupo de plantas en estado juvenil que han sido sembradas en un lugar protegido. La almaciguera es el lugar físico donde se establece la siembra, la cual es posible de realizar en suelo o sustrato.

Los almácigos producidos en bandejas tienen las siguientes ventajas:

- Optimiza el uso de cada metro cuadrado de terreno.
- Mejora el control de factores ambientales (humedad y temperatura)
- Optimiza el uso de semilla.
- Consume menos agua durante la siembra.
- La siembra se puede realizar en cualquier momento del día
- Mejora el índice de cosecha entre el número de plantas trasplantadas y el número de plantas cosechadas.
- Permite escalonar, seleccionar y programar de forma eficiente los cultivos que se quieren cosechar en determinada época del año.
- Constituye una opción económica para agricultores con poca disponibilidad de tierra.

2.2- Características de un buen plantin

Un plantin es el resultado de la germinación y desarrollo de una semilla botánica o de una semilla vegetativa, crecida en la celda de una bandeja en un sustrato artificial pasteurizado.

Un buen plantin presenta las siguientes características:

- Edad fisiológica adecuada.
- Alto estándar de sanidad.
- Adecuado tamaño y diámetro de tallo
- Buen desarrollo de raíz y cepellón.
- Adecuado grado de endurecimiento.

Figura 1: Características de buen plantín



El plantín debe mostrar adecuada coloración de raíces, tallo, hojas, firmeza y buen cepellón, que al extraerse de la bandeja no se disgregue. Fuente Viveros Génesis (2006)

2.3. Componentes para la producción del plantín

La producción de plantines es una actividad que básicamente depende de:

1. Sustrato adecuado.
2. Calidad del agua y tipo de riego.
3. Bandeja adecuada. Según características de la planta.
4. Fertilización.
5. Infraestructura para el control de temperatura, humedad relativa, luz y sanidad.

2.4. Medios de cultivo o sustrato

El término *sustrato* se aplica en Horticultura a todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo *in situ*, que colocado en un contenedor (solo o en mezcla), permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta (Abad, 1993; Abad y Noguera, 1998). El sustrato puede intervenir (material químicamente activo) o no (material inerte) en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Teres *et al.*1997).

Figura 2: Componentes para la producción de plantines



Los principales componentes para producir plantines según el cultivo, son: Sustrato adecuado, riego por nebulización, infraestructura y fertilización adecuada. Fuente: Viveros Génesis(2006)

2.5. Propiedades de un sustrato

Las propiedades físicas y químicas de los sustratos, resultan cruciales para su uso efectivo y en gran medida condiciona el potencial productivo de las plantas, porque conforman el medio en el que desarrollaran las raíces (López 2005).

El primer paso para la utilización de un material como sustrato de cultivo es la Caracterización y el estudio crítico de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. (Abad *et al.*, 1993; Abad, 1995; Abad y Noguera, 1998).

Jiménez y Caballero (1990), indican que para el estudio de los sustratos en contenedor es indispensable concebir a los sustratos como un sistema formado por tres fases:

- Fase solida: asegura el anclaje del sistema radical
- Fase liquida: asegura el suministro de agua y nutrientes a la planta
- Fase gaseosa: asegura el intercambio de O₂ y CO₂ entre las raíces y las plantas.

2.5.1. Propiedades físicas

Las características físicas son de gran importancia para el normal desarrollo de la planta, pues determinarán la disponibilidad de oxígeno, la movilidad del agua y la facilidad para la penetración de la raíz. Además una vez que el sustrato está en el contenedor y la planta creciendo en él, la capacidad del usuario para intervenir en la modificación de las propiedades físicas es prácticamente nula. Esto contrasta con el status químico de los sustratos, que puede ser modificado mediante técnicas de cultivo apropiadas, realizadas por el propio agricultor (Abad, 1993; Abad y Noguera, 1998; Cadahia, 1998).

Valenzuela y Gallardo (2002) observan que el volumen del contenedor es importante, puesto que en ese volumen restringido, las relaciones agua-aire del sustrato cobran gran importancia, de allí se considera que un buen sustrato debe tener más de 80% de porosidad total.

Iskander (2002), indica que las propiedades físicas son consideradas como las más importantes para un sustrato. Si la estructura física es inadecuada, difícilmente podremos mejorarla una vez que se ha establecido el cultivo. En cambio, las propiedades químicas sí pueden ser alteradas posteriormente al establecimiento del cultivo.

2.5.1.1. Densidad aparente.

La densidad de un sustrato se puede referir bien al material sólido que lo compone, entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio

total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina densidad aparente. La densidad real tiene un interés relativo. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de almacenaje, compactación, transporte y manejo (Cadahia,1998).

En los sustratos, la densidad aparente es empleada frecuentemente para su caracterización, la cual indica la porosidad del sustrato y por tanto su manejo en relación al movimiento del agua y aire presentes. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0.07 a 0.1 gr/cm³), que garanticen una cierta consistencia en la estructura, lo cual, entre otras consideraciones, resulta económicamente beneficiosa, ya que mejora la capacidad operacional del cultivo, disminuyendo los costos de transporte y manipulación (Abad y Noguera, 1998).

Cuando el cultivo está protegido del viento (caso de los invernaderos) y no hay peligro para la estabilidad de la planta, la densidad aparente del sustrato puede ser tan baja como 0,15 gr/cm³ (Abad, 1995). Las plantas que crecen al aire libre deberían ser cultivadas en sustratos más pesados, con densidades aparentes comprendidas entre 0,50 gr/cm³ y 0,75 gr/cm³ (Raviv *et al.*, 1986).

2.5.1.2. Porosidad

La porosidad de un sustrato consiste en el volumen total que no está siendo ocupado por partículas sólidas, minerales u orgánicas y por tanto, lo está por aire o agua en alguna proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80%, (Burés, 1997).

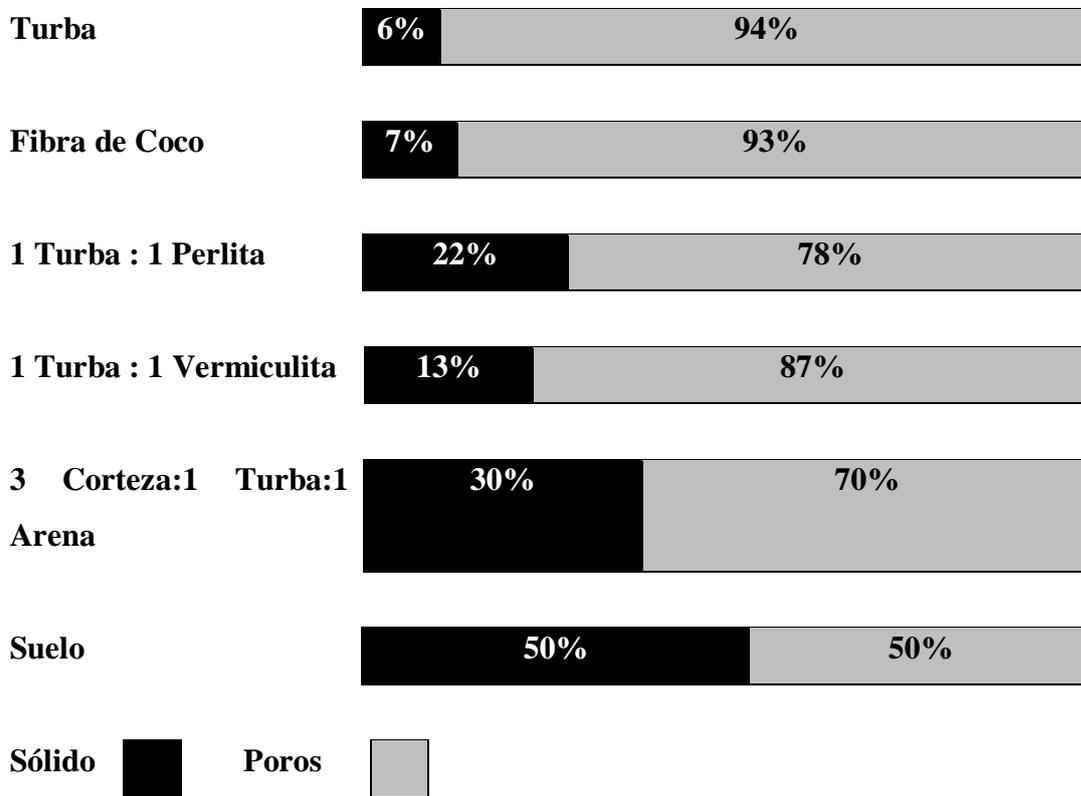
La administración de los flujos de agua y aire dentro de un sustrato dependerá, principalmente, de la calidad del espacio poroso del medio. Sin embargo, no es suficiente que el sustrato posea una elevada porosidad total, sino que es necesario que ésta se encuentre convenientemente repartida entre poros de gran tamaño o macroporos, que estén ocupados por aire, y poros de menor tamaño o microporos que alojan agua en su interior (Ansorena, 1994).

Cadahia (1998) menciona que el total de poros existentes en un sustrato se divide entre:

1. Poros capilares (menores a 30 µm), retienen el agua.

2. Poros no capilares o macroporos (mayores a 30 μm), aquellos que se vacían después de que el sustrato ha drenado, permitiendo así la aireación

Figura 3: Mezclas de sustratos y relación de porosidad total y sólidos



Fuente: Alvarado (2002)

Puustjarvi (1973) observó que el espacio ocupado por el material sólido no puede ser ocupado por las raíces y, por tanto; es inútil en ese sentido. La actividad radicular es tanto mejor cuanto más elevado es el volumen poroso.

2.5.1.3. Relación agua – aire

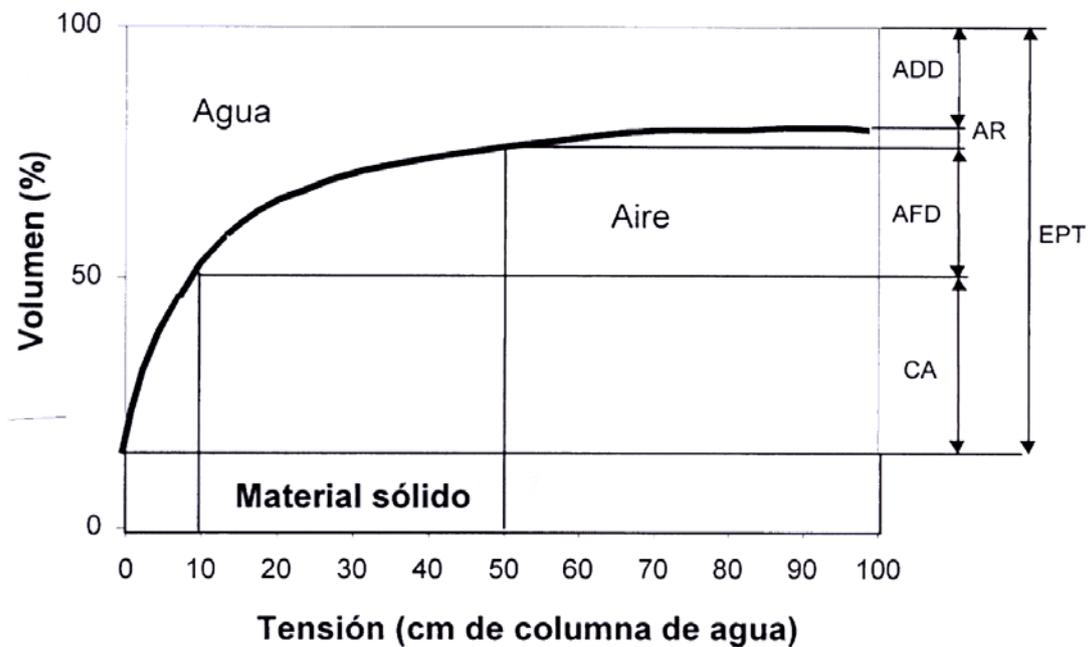
El equilibrio entre el agua retenida y la aireación en el medio de crecimiento es esencial. Deben existir suficientes poros pequeños para retener el agua que va a absorber la planta y suficientes poros grandes para permitir el intercambio de aire con el medio externo y mantener las concentraciones de oxígeno por encima de los niveles críticos (Jiménez y Caballero, 1990).

De Boodt *et al.*, (1974), evaluaron las características de retención de humedad y capacidad de aireación de los sustratos hortícolas, y plantearon el uso de una curva característica de retención de humedad en medios muy porosos (Fig. 4). Esta curva tiene una forma particular para cada sustrato y refleja con precisión la distribución del tamaño de los poros de acuerdo a potenciales hídricos de 10, 50 y 100 cm.

Indicaron que dentro de las propiedades físicas, la relación entre agua y aire era de la mayor importancia y la determinaron de acuerdo al:

- **Agua Fácilmente Disponible (AFD).** Es la diferencia en la cantidad de agua retenida por el sustrato después de haberlo saturado y drenado libremente a 10 cm de tensión matricia, menos la cantidad de agua presente en dicho medio a una tensión de 50 cm. Por lo tanto, un sustrato será considerado como adecuado, cuando el agua fácilmente disponible fluctúe entre el 20 y el 30 % del volumen total del agua del medio
- **Agua de Reserva (AR)** . En este caso se refiere a la cantidad de agua (% de volumen) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 50 y 100 cm de agua, valor óptimo de 4 al 10%.
- **Agua Difícilmente Disponible (ADD).** Se trata del agua (% en volumen) que queda retenida en el sustrato después de aplicar una tensión de 100 cm de columna de agua.
- **Capacidad de Aireación (CA)** Se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que dicho sustrato ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30%.

Figura 4: Curva de absorción de agua según De Boodt



EPT: Espacio Poroso Total. **CA:** Capacidad de aireación. **AFD:** Agua Fácilmente Disponible **AR:** Agua de Reserva. **ADD:** Agua Difícilmente Disponible. **Fuente :De Boodt et al. (1974)**

Según Abad (1993) y Ansorena (1994), un sustrato puede presentar poco volumen de agua fácilmente disponible (AFD) cuando:

1. Su porosidad total es baja,
2. Los poros son grandes y gran parte del agua se pierde por gravedad,
3. Los poros son muy pequeños y la planta no es capaz de extraer una parte importante del agua.
4. Existe una elevada concentración de sales.
5. Una combinación de las situaciones anteriores.

2.5.1.4. Granulometría

Es la determinación de la distribución de tamaños de las partículas que conforman un sustrato. La forma de la gran mayoría de las partículas de los sustratos no es esférica ni presenta un tamaño único, por lo que en la práctica la porosidad aumenta a medida que lo hace el tamaño medio de la partícula y viceversa, (Cadahia,1998).

La granulometría del sustrato debe ser de mediana a gruesa, con tamaños de 0,25 a 2,6mm, que produzcan poros de 30 a 300 μm , permitiendo una buena aireación y retención de agua. También es importante que el tamaño de las partículas sea estable en el tiempo. (Alvarado, 2002).

La distribución del tamaño de las partículas de los sustratos se expresa frecuentemente como único parámetro: el *índice de grosor*. Este índice se define como el porcentaje acumulado (en peso o en volumen) de partículas con diámetro superior a 1mm y suele estar correlacionado con las características hidrofísicas del sustrato, (Cadaña,1998)

2.5.1.5. Mojabilidad

La mojabilidad se expresa como el tiempo (en minutos) necesario para que una muestra de sustrato seco a 40°C absorba 10 ml de agua destilada. El nivel óptimo es igual o inferior a 5 minutos, (Abad *et al.*, 1996).

Algunos materiales orgánicos pueden presentar dificultades tanto para ser humedecidos inicialmente, como para ser rehumectados una vez que se han secado en el contenedor, ello puede provocar un retraso y una reducción en el crecimiento de la planta. Las dificultades para mojar un sustrato se atribuyen generalmente a dos causas: la hidrofobicidad del material y la contracción que experimenta al secarse, (Bunt,1988).

2.5.1.6. Hidrofobicidad

Bunt (1988), indica que la hidrofobicidad de un sustrato se refiere al grado de dificultad que tiene este para humedecerse. La resistencia al humedecimiento de la turba ha sido atribuida a los humatos de hierro y a una película de aire fuertemente adsorbida. En otros materiales la presencia de resinas y ceras son los responsables de su hidrofobicidad.

2.5.1.7. Contracción de volumen

Corresponde al porcentaje de pérdida de volumen que experimenta el sustrato cuando se seca (generalmente a 105°C), referido al volumen aparente inicial en unas determinadas

condiciones de humedad (generalmente saturación y drenaje posterior a 10 cm de tensión de columna de agua). Este parámetro nos informa sobre el grado de variación del volumen del sustrato bajo condiciones de cultivo, en ciclos de humectación-deseccación (Martínez, 1992).

La contracción del volumen facilita la compactación del sustrato y la compresión de las raíces, disminuyendo la eficiencia del riego y de la fertilización, (Conover y Poole, 1981; Fonteno *et al.*, 1981). El nivel máximo admisible es 30 % (Abad *et al.*, 1993).

2.5.2. Propiedades químicas

A diferencia de las propiedades físicas iniciales de un sustrato, las propiedades químicas pueden ser modificadas a lo largo de un ciclo de producción, en particular cuando se recurre a programas intensivos de fertirriego y uso de fertilizantes de lenta liberación, (Bunt, 1988; Cabrera, 1999). Así las evaluaciones iniciales de las propiedades químicas de un sustrato se concentran en aquellos parámetros que podrían afectar significativamente el cultivo en su fase de establecimiento, en especial pH y conductividad eléctrica.

2.5.2.1. pH

Las plantas pueden sobrevivir en un amplio intervalo de pH del sustrato sin sufrir desórdenes fisiológicos aparentes, siempre y cuando todos los nutrientes se suministren en forma “asimilable”. No obstante, el crecimiento y desarrollo de la planta se ven reducidos de modo marcado en condiciones de acidez o alcalinidad extremas.

El pH ejerce sus efectos principales sobre la asimilabilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica (Raviv *et al.*, 1986; Bunt, 1988; Handreck y Black, 1991). Bajo condiciones de cultivo intensivo, se recomienda mantener el pH del sustrato dentro de un intervalo reducido. Así, en el cultivo de las plantas ornamentales en contenedor, el nivel de referencia del pH (pasta saturada) oscila entre 5,2 y 6,3 (Abad *et al.*, 1993), y en el caso del cultivo hidropónico de hortalizas, el valor óptimo del pH, (solución del sustrato) se sitúa entre 5,5 y 6,8 (Escudero, 1993).

La asimilabilidad de los elementos nutritivos se ve afectada de modo importante por el pH. Con un rango de pH 5,0 a 6,5, la mayoría de los nutrientes mantienen su máximo nivel de asimilabilidad. Por debajo de pH 5,0 pueden presentarse deficiencias de N, K, Ca, Mg, B, etc., mientras que por encima de pH 6,5 puede disminuir la asimilabilidad de P, Fe, Mn, B, Zn y Cu. Los óxidos metálicos (Fe, Mn, Cu, Zn, etc.) se hacen más solubles al bajar el pH (por debajo de 5,0), pudiendo llegar a resultar fitotóxicos. El rango de pH para la producción de plantines debe estar entre 6.6 a 7.2. (SQM, 2002)

2.5.2.2. Conductividad eléctrica

Bunt (1988) y Lemaire *et al.*,(1989), señalan que la conductividad eléctrica mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato. Las causas que originan un incremento en la salinidad del sustrato, una vez introducido en el contenedor, son:

1. La presencia de fertilizantes insolubles, en una cuantía superior a las cantidades absorbidas o lixiviadas.
2. La cantidad de sales aportadas en el agua de riego o en la solución nutritiva que superan a las cantidades absorbidas por la planta y a las pérdidas por lixiviación.
3. La alta capacidad de intercambio catiónico del sustrato y al mismo tiempo su descomposición durante el cultivo, liberando nutrientes.

Todas estas situaciones pueden ser prevenidas, en gran parte, conociendo las cantidades de fertilizantes requeridas por el cultivo y evitando la aplicación excesiva de los mismos. El incremento en la salinidad de un sustrato puede prevenirse o corregirse mediante lixiviación controlada, (Abad *et al.*, 1998). El riego de cultivos en bandejas con sustrato, se realiza hasta que estas drenen con objeto de evitar la acumulación de sales. Estos riegos varían en función de la época del año, el estado de desarrollo de la planta y la calidad del agua de riego.

Altas conductividades eléctricas de la solución fertilizante, entre 2.23 a 3.10 dS/m, pueden generar una plántula de mayor firmeza y menor tamaño (SQM 2002).

2.5.2.3. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Se define como la suma de los cationes que pueden ser adsorbidos por unidad de peso (o de volumen) del sustrato. Estos cationes están disponibles para la planta y no son lixiviados por efecto del riego.

El valor óptimo de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los sustratos está estrechamente relacionado con la frecuencia de la fertirrigación (Lemaire *et al.*, 1989). Si la fertirrigación se aplica permanentemente, la capacidad de adsorción de cationes no constituye ninguna ventaja, siendo recomendable en este caso, la utilización de materiales inertes con muy baja o nula capacidad de intercambio catiónico. Si por el contrario, la fertirrigación se aplica de modo intermitente, será conveniente utilizar sustratos con capacidad de intercambio catiónico de moderada a elevada, es decir, superior a 20 meq/100 g (Abad *et al.*, 1993).

La CIC varía en función del pH cuanto más alto es, más elevada es la capacidad de intercambio catiónico (Ansorena 1994). Así, por ejemplo, para una turba *Sphagnum* rubia, la capacidad de intercambio catiónico se incrementó desde 50 meq/100 gr hasta 100 meq/100 gr al aumentar el pH de 3,5 a 5,5 (Puustjärvi, 1973). Como consecuencia del encalado de las turbas *Sphagnum*, se produce un incremento en la capacidad de intercambio catiónico, aumentando la proporción de cationes que pueden ser adsorbidos sobre los centros activos.

2.5.2.4. Nutrientes “asimilables”

La mayoría de los sustratos minerales no se descomponen química ni biológicamente y, desde un punto de vista práctico, se pueden considerar desprovistos de nutrientes. Por el contrario, los sustratos orgánicos difieren entre sí en el contenido en nutrientes asimilables. Así, algunos (turba *Sphagnum*, mantillo de bosque, etc.) poseen un nivel reducido de nutrientes asimilables, mientras que otros, como por ejemplo el compost, presentan niveles elevados, dependiendo del origen del compost y del proceso de compostaje (Raviv *et al.*, 1986; Burés, 1997).

La cuantía y frecuencia de la fertilización dependen de las características del sustrato (capacidad de intercambio catiónico) y del régimen de riego (Abad, 1995; Abad y Noguera, 1998). Un CIC elevado aumenta la eficiencia de los fertilizantes de base aplicados durante el proceso de preparación del sustrato, mientras que cuando se usan sustratos con baja CIC, los fertilizantes se aplican usualmente a través del sistema de riego (fertirrigación).

En todo caso, y para conocer si el plan de fertilización es correcto, es necesario compararla disolución nutritiva de riego con la del sustrato y los drenajes. Esta información puede completarse con el análisis de los tejidos vegetales y la observación visual de las plantas (Cadahía, 1998; Cadahía y Fernández, 1992).

2.5.2.5 Relación carbono – nitrógeno

La relación C/N se usa tradicionalmente como un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y estabilidad (Costa *et al.*, 1991; Climent *et al.*, 1995 y 1996). Los daños que aparecen sobre las plantas cultivadas en materiales orgánicos inmaduros, son debidos tanto a una inmovilización de nitrógeno como a una baja disponibilidad de oxígeno en la rizósfera. Esta situación está provocada por la actividad de los microorganismos, que descomponen los materiales orgánicos frescos utilizando el nitrógeno para la síntesis de sus proteínas celulares y el oxígeno para su consumo (Raviv *et al.*, 1986).

Una relación C/N inferior a 20 es considerada como óptima para el cultivo en sustrato y es un indicativo de un material orgánico maduro y estable (Abad *et al.*, 1993).

2.5.2.6. Componentes fibrosos

Bunt (1988) Señala que es de interés conocer el contenido de lignina, de evolución lenta y el de celulosa y hemicelulosa de evolución más rápida.

En muchos sustratos orgánicos es interesante determinar los contenidos en lignina, celulosa y hemicelulosa, ya que de este modo se puede conocer la biodegradabilidad del material. Cuanto mayor sea el contenido en compuestos ligno-celulósicos, mayor dificultad tendrán los microorganismos para degradar la materia orgánica (Hoitink y Poole, 1980; Thomas *et*

al., 1998). Por ello, un material con una relación C/N elevada puede no requerir un proceso de compostaje si el contenido en componentes fibrosos es elevado.

2.5.3. Propiedades biológicas

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas iniciales (Alvarado, 2002).

La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido.

Raviv *et al.*, (1986) Indica que las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

a. Velocidad de descomposición

Ella es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

b. Efectos de los productos de descomposición

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ven afectadas por su acción.

c. Actividad reguladora del crecimiento

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo

2.6. Criterios para la elección de un sustrato

Handreck y Black (1991); Abad, M (1995) 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. La elección de un material particular viene determinada usualmente por:

- Su suministro y homogeneidad.
- Su costo. Sin sacrificar la calidad de las plantas.
- Sus propiedades. Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales son factores limitantes, que determinan el manejo posterior del sustrato (contenedor/alveolo, riego y fertilización).
- La experiencia local en su utilización. El uso de nuevos materiales como sustratos obliga al desarrollo de programas de investigación, experimentación y extensión, con objeto de ofrecer finalmente al viverista un paquete tecnológico apropiado a sus condiciones particulares.
- Su impacto ambiental. Se debiera limitar el uso como sustratos de aquellos materiales que son recursos naturales difícilmente renovables. Por ejemplo las turbas.

Cuadro 1. Factores que influyen en la selección de un medio de crecimiento

Económicos	Químicos	Físicos
1.-Costo	1.- CIC.	1.- Aireación
2.-Disponibilidad	2. Nivel de nutrición.	2.-Retencion de Humedad.
3.-Reproductibilidad	3.- pH	3.- Tamaño de partículas
4.-Fácil de mezclar	4.-Esterilidad	4.- Densidad.
5.-Apariencia	5.- Salinidad	5.- Uniformidad

Fuente: Palacios (2002).

Generalmente estos factores son interdependientes y así por ejemplo, la densidad aparente del material influye sobre los costos de su transporte y manipulación (Cadahia, 1998).

2.7. Clasificación de materiales

Cadahia (1998), indica que existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. Tenemos:

Materiales orgánicos

- **De origen natural.** Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turbas).
- **De síntesis.** Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, espuma de urea formaldehído, poliestireno expandido, etc.)
- **Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas.** Estiércoles, cortezas de árboles, aserrín, fibra de coco, residuos sólidos urbanos.

Materiales inorgánicos (minerales)

- **De origen natural** Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, piedra pómez).
- **Transformados o tratados.** A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos y a veces químicos más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (arcilla expandida, lana de roca, perlita, vermiculita).

2.8. Materiales orgánicos utilizados como sustrato

2.8.1. Cascarilla de arroz.

Según Souza (1993), la cascarilla de arroz es un residuo de la agroindustria procesadora de arroz que se encuentra disponible en grandes cantidades en las regiones de la Amazonía

peruana. Se caracteriza por presentar una baja densidad y peso específico, además de una lenta biodegradación. Presenta un alto poder energético, ya que contienen casi 80% de su peso en carbono. Sus cenizas están compuestas básicamente por sílice, por lo tanto son bastante alcalinas. Tanto la cascarilla de arroz como sus cenizas no poseen compuestos tóxicos.

Figura 5. Quemado de arroz



Fuente: Saboya (2010)

Calderón (2002), indica que la cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas.

Para mejorar las propiedades físico - químicas de la cascarilla de arroz se le realiza el quemado parcial. Esta práctica aumenta la retención de agua fácilmente disponible, según el grado de quemado, pudiendo llegar a valores muy elevados (Calderón, 2002)

Saboya (2010) en experimento para mejorar las propiedades físicas de la cascarilla de arroz realizó un quemado parcial de la misma. El material fue empleado para enraizar estacas de caoba en condiciones de invernadero logrando hasta un 95% de enraizamiento.

Cuadro 2. Propiedades físicas de la cascarilla de arroz

Propiedad	Valor
Densidad aparente	120 kg/m ³
Porosidad total (%) vol.	85-95
Capacidad de aire(%)vol.	40-60
Agua fácilmente disponible (%)vol.	5-15
Agua de reserva (%) vol.	1-5
Agua difícilmente disponible (%) vol.	0.5
Capilaridad	Mala

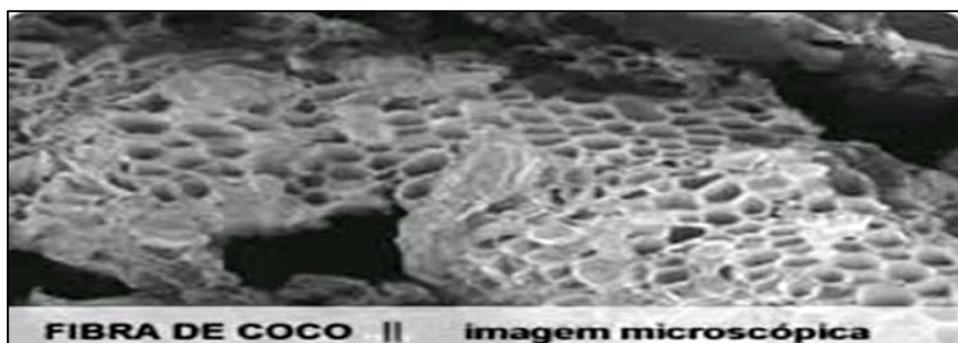
Fuente: Saboya (2010)

2.8.2. Polvo de coco

El polvo de coco (*Cocus nucifera*) es un material usado como sustrato, que destaca por su buena capacidad de retención de agua, alto contenido de agua fácilmente disponible, estabilidad como sustrato orgánico y bajo costo de adquisición en comparación con otros sustratos. Sin embargo, la salinidad y la variabilidad son dos de los principales problemas de este sustrato, atribuidos al proceso de producción y su origen (Vargas, 2008).

Este producto se obtiene de las fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 a 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6.3 – 6.5) y una densidad aparente de 200 kg/m³. Su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee (Alvarado, 2002).

Figura 6. Estructura de la fibra de coco



Fuente: Amafibra (2007)

El polvo de coco se considera un material alternativo a la turba, por presentar buenas características físicas por su elevada capacidad de aireación a costa de una menor retención de agua (Evans *et al.*, 1996, Noguera *et al.*, 2000), por sus buenas características químicas (elevada capacidad de intercambio catiónico) y a aspectos relacionados directamente con la granulometría del material (Konduru *et al.*; 1999; Abad *et al.*, 2002). Su principal problema es la salinidad y heterogeneidad atribuidas al proceso de molienda o desfibrado de la cáscara y al origen de ésta (Evans *et al.*, 1996, Abad *et al.*, 2002).

Figura 7. Diferentes tamaños de partículas vs propiedades hídricas de la fibra de coco

Tamaño	3.35 mm	0.5 mm	0.15 mm
CA	35.6	34.2	46.8
AFD	8.1	11.6	12.2
ADD	36.8	40.9	29.7

CA. Capacidad de Aireación, AFD Agua Fácilmente Disponible, ADD Agua Difícilmente Disponible.

Fuente: Gutiérrez (2010)

El polvo de coco es un sustrato de textura fina, utilizado principalmente para la formación de plántulas en bandejas y tubetes. Se encuentra compuesta principalmente por partículas de 0.5 a 2 mm. Está indicado para especies de hortalizas, tales como: tomate, pimentón, berenjena, etc. (Alvarado, 2002).

2.8.3. Musgo de turba

Los musgos de la turba pertenecen al género *Sphagnum*, los cuales constituyen el grupo de plantas más abundante en las turberas. Existen unas 300 especies de *Sphagnum* en el mundo. (Puustjarvi, 1973).

Puustjarvi (1973); Abad *et al.* (1993), indican que los musgos de la turba son plantas primitivas que crecen desde la superficie, mientras que las partes más profundas mueren y se transforman en turba. Cada grupo de especies de plantas proporciona ciertas características a la turba. Por ello, es esencial conocer las especies de plantas de las que procede.

Cuadro 3. Propiedades físicas de las turbas *Sphagnum*: Influencia del grado de descomposición

Propiedades	Turba <i>Sphagnum</i>	
	Rubia	Negra
Índice de Grosor(%)	46	42
Densidad Aparente(gr/cm ³)	0,07	0,14
Espacio Poroso Total(% v)	96	90
Volumen de Aire (%) a 5 cm de columna de agua	31	15
Volumen de Agua (%) a 5cm de columna de agua	65	75
Capacidad de Aireación (% v) a 10 cm de columna de agua	41	18
Agua Total Disponible (% v) entre 10 y 100 cm de col. agua	31	35
Capacidad de Retención Total de Agua (ml/lit)	687	804
Mojabilidad (min)	17	3
Contracción (%)	22	34

Fuente: Abad *et al.* (1998)

Se distinguen dos tipos de turbas en función a su grado de descomposición:

- Turba ligeramente descompuesta o turba rubia de color pardo claro. Es ampliamente usado como sustrato, ya que esta poco descompuesta, conserva parcialmente la estructura de los musgos que la integran y posee excelentes propiedades físicas y químicas.
- Turba fuertemente descompuesta o turba negra. Es la turba más antigua y ocupa los estratos inferiores. Presenta una calidad inferior, ya que ha perdido prácticamente su estructura y posee una capacidad de aireación y de retención de agua más bajas.

Cuadro 4. Algunas propiedades físicas seleccionadas de las mezclas de turba *Sphagnum* rubia y negra: influencia de las proporciones en la mezcla

Propiedades	Mezcla de turba rubia: turba negra (v/v)		
	25:75	50:50	75:25
Densidad Aparente	0,12	0,1	0,09
Espacio Poroso Total (% v)	92	93	94
Capacidad de Aireación (% v) a 10 cm de columna de agua	21	28	32
Agua Total Disponible (% v) entre 10 y 100 cm. col. agua	39	36	36
Capacidad de Retención Total de Agua (ml/l)	773	718	677
Mojabilidad (min)	4	11	12
Contracción (% de v.)	25	21	19

Fuente: Abad *et al.* (1998)

En el Perú existen 10 especies de *Sphagnum* distribuidas en todo el país. Estas no han sido utilizadas como sustrato, para la producción de plantines. En los viveros dedicados a la producción de plantas ornamentales la principal fuente de materia orgánica para la elaboración de medios de crecimiento es la *Distichia muscoides*. (Familia Juncaceae) a la cual se le conoce como musgo, a nivel de viveros. Es extraída de bofedales en las pampas de Junín; donde también se le conoce como champa o warichu (Palacios, 2002).

Desde un punto de vista general, las características más importantes de las turbas *Sphagnum*, son: estructura mullida, bajas densidades (aparente y real), porosidad total

elevada, suficiente contenido de aire, alta capacidad de retención de agua total y disponible, pH ácido, salinidad reducida, elevada capacidad de intercambio catiónico, alto contenido de materia orgánica y bajo nivel de nutrientes asimilables. (Penningsfeld y Kurzmann, 1983; Puustjarvi, 1973);

Cuadro 5. Propiedades químicas de turba *Sphagnum*

Propiedades	Turba <i>Sphagnum</i>	
	Rubia	Negra
pH (Pasta Saturada)	4,6	4,2
Conductividad eléctrica (extracto de saturación dS/m)	0,4	0,6
Capacidad de Intercambio Catiónico(meq/100gr)	100	139
Materia Orgánica Total (%)	98	97
Cenizas (%)	2	3
Nutrientes Asimilables (extracto de saturación, mg/lit)		
N - NO ₃	4	14
P	0,5	0,6
K	17	36
Ca	16	13
Mg	9	16

Fuente: Abad *et al.* (1998)

2.8.4.Lombricompost

Es un producto que resulta del proceso de lombricompostaje de materiales orgánicos por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), la cual representa la especie más utilizada en zonas tropicales. La calidad de este producto dependerá de los materiales empleados en la alimentación de la lombriz. El estiércol bovino es uno de los mejores materiales para el lombricompostaje. (Pérez 1994)

Valenzuela (1998), indica que los lombricompostos tienen gran cantidad de macronutrientes solubles por cuya concentración se relaciona en forma directa con la conductividad eléctrica, la cual puede alcanzar valores que reducen el crecimiento de las plantas (CE mayores a 2.5 dS/m).

Cuadro 6. Parámetros físicos y químicos de lombricompostos de 21 distintos lombricarios. valores observados

Propiedades Físicas	Promedio	Máximo	Mínimo	Óptimo *
Humedad (%)	36.62	78.76	11.35	35-45
Densidad Real (gr/cm ³)	2.09	2.31	1.76	*****
Densidad Aparente(gr/cm ³)	0.41	0.53	0.24	<0.40
Espacio Poroso Total % (v/v)	80.00	85.88	72.02	>85
Espacio Poros con Aire% (v/v)	31.97	54.61	9.42	15 – 30
Capacidad Retención Agua% (v/v)	48.10	62.60	26.96	55 – 70
Propiedades Químicas	Promedio	Máximo	Mínimo	Óptimo *
Materia Orgánica (%)	34.88	65.59	12.39	20 – 45
pH	7.04	7.95	6.4	7
CE (dS/m)	1.38	2.9	0.4	<2.5

(*) Valores óptimos para sustratos

Fuente : Valenzuela (1998)

Valenzuela (1998) menciona que desde el punto de vista de las características físicas solo algunos lombricompostos se aproximan a los rangos óptimos para ser considerados un buen sustrato como único componente de la formulación. Además debido a la menor capacidad de retención de agua y espacio poroso total se recomienda mezclar con otros materiales para mejorar estos parámetros físicos (turba, perlita entre otros)

Pérez (2011) encontró que el lombricompost como componente de sustratos, sin la presencia de turba, presenta problemas de disgregación del pan o cepellón de la planta. Para lechuga y repollo, 56% de humus de lombriz, 14% turba y 30% perlita, registra un excelente resultado como mezcla de sustratos para plantín.

Cuando se emplea lombricompost debemos buscar un material que le confiera porosidad y otro que funcione como agregante; para obtener un buen cepellón al momento de sacar las plantas de la bandeja (Pérez, 2011).

2.8.5. Corteza de pino

La corteza de pino compostada se caracteriza por ser un material con elevado porcentaje de poros. La capacidad de aireación es relativamente elevada (28-39%), indicando que de la porosidad total, un elevado porcentaje de los poros son macroporos. Por el contrario, la cantidad de agua fácilmente disponible para la planta no es muy elevada lo que indica que a este material le convienen riegos frecuentes y de menor dosis. Se trata, por tanto, de un sustrato con elevada aireación pero con poco porcentaje de agua fácilmente disponible para la planta, lo que se deberá tener presente a la hora de programar riegos (Terés *et al*, 1992).

Cuadro 7. Propiedades físicas y químicas de corteza de pino compostado

Características	
Humedad	67.02 %
Densidad Aparente	0.19gr/cm ³
Densidad Real	0.98gr /cm ³
Porosidad Total	80.61%
Curva de Retención de Agua:	
Material Sólido	19.39%
Capacidad de Aireación	28.39%
Agua Fácilmente Disponible	12.71%
Agua de Reserva	2.59%
Agua Difícilmente Disponible	36.93%
pH	5.9
Conductividad Eléctrica	2.56 dS/m

Fuente: Terés *et al* (1992)

El carácter ligeramente ácido de la corteza de pino no es un aspecto limitante para la mayor parte de los cultivos. El resto de las características químicas son adecuadas para su utilización como sustrato de cultivo. La corteza de pino tiene un alta potencialidad para su utilización como sustrato . Hasta el momento 'los mejores resultados se obtienen cuando es mezclada con otros componentes, tales como turba o escoria (Terés *et al*, 1992).

2.9. Materiales inorgánicos utilizados como sustrato

2.9.1. Perlita

La perlita es un mineral, silicato de aluminio de origen volcánico y de composición variable, que depende de las características de la roca volcánica original. Es producido con altas temperaturas, originando partículas blancas y ligeras en peso (Landis, 2000).

Cuadro 8. Propiedades físicas de perlita según diámetro de sus partículas

Características	Tamaño de las partículas (mm)			
	0 – 1.5	0 – 3	0 – 5	3 – 5
Densidad Aparente(gr/cm ³)	0.05	0.12	0.14	0.13
Porosidad Total (%v/v)	97.76	95.06	93.98	94.66
Material Sólido (%v/v)	2.24	4.94	6.02	5.34
Capacidad de Aireación(%v/v)	24.43	26.45	37.22	65.73
Agua Fácilmente Disponible (%v/v)	37.63	34.39	24.58	6.86
Agua de Reserva(%v/v)	8.55	8.12	6.98	2.73
Agua Difícilmente Disponible (%v/v)	27.15	26.10	25.2	19.34

Fuente: Fernández *et al.*, 1998

La perlita conforma una estructura celular cerrada. Su superficie es rugosa y contiene numerosas indentaciones, lo que proporciona una gran área superficial y le permite retener agua en la superficie. Debido a esta estructura celular cerrada, el agua es retenida solamente en la superficie de las partículas o en los poros existentes entre dichas partículas, siendo liberado a muy bajas tensiones. En consecuencia, las mezclas de materiales con elevada proporción de perlita están usualmente bien aireadas y no retienen cantidades elevadas de agua. Esta condición determina que la perlita se utilice ampliamente como componente de aireación en los sustratos de cultivo (Bunt, 1988).

Resulta evidente que las características físicas de la perlita van a verse afectadas de modo significativo por el tamaño y la densidad de sus partículas. La densidad aparente varía

entre 0.05 gr/cm³ y 0.14 gr/cm³. La porosidad total es elevada y oscila entre el 94% y el 98%, presentándose los valores máximos en los tipos más finos (Fernández *et al*; 1998).

La perlita es un material inerte que no se descompone biológicamente ni químicamente (Bunt, 1988). Está compuesta principalmente por silicio y aluminio, y, desde un punto de vista práctico, se puede considerar desprovista de nutrientes. Sin embargo, la utilización de soluciones nutritivas medianamente ácidas, en todo caso con pH menor a 5 puede originar problemas de fitotoxicidad, debido a una excesiva solubilización del aluminio (Abad, 1995). Tiene una bajísima capacidad de intercambio catiónico (1.5-2.5 meq/100g) y una capacidad tampón para el pH también muy limitada (Moinereau *et al.*, 1987).

2.9.2. Vermiculita

Se obtiene a través de calentamiento de vermiculita mineral a temperaturas de 750 a 1000 °C. Está compuesta por una serie de capas a modo de placas con una alta capacidad de retención de agua y nutrientes. La densidad aparente es muy baja de 110 a 160 gr/lit. Un CIC de 19,2 a 22,5 meq/100gr, los nutrientes predominantes son magnesio, calcio y potasio. Las características resaltantes de la vermiculita son: retención de humedad y nutrientes, buena aireación y baja densidad (Alvarado, 2002).

La vermiculita tiene una gran capacidad de intercambio catiónico, grandes cantidades de potasio y magnesio, disponibles para el crecimiento de la planta. Estéril y muy liviana (96 kg/m³), tiene un pH de 7.0 a 7.5. Se tienen vermiculita de diversos grados de finura, las más finas se emplean para los medios de germinación de semillas (Palacios, 2002).

Las partículas de vermiculita son inestables estructuralmente en un medio húmedo y pueden comprimirse a través del tiempo, por esta razón debe ser mezclada con perlita, turba o corteza, que dan resistencia contra la compactación (Bunt, 1988)

Cuadro 9. Propiedades físicas y químicas de la vermiculita

Características	Unidad
Densidad aparente	0.13 gr/cm ³
Espacio Poroso Total (% vol)	95%
Capacidad de Aireación(% vol)	58.76%
Agua Fácilmente Disponible(% vol)	12.6%
Agua de Reserva (% vol)	1.11%
Agua Difícilmente Disponible(% vol)	33.96%
pH	7.0-7.5
CIC	80-130 meq/l
C.E.	0.02 dS/m

Fuente: Bures (1997)

2.9.3. Piedra pómez

Es un mineral de origen volcánico (piroclastos), poroso, que se constituye de vidrio en forma de espuma; se origina en el enfriamiento rápido del magma ascendente de alta viscosidad, característica de las vulcanitas claras y ácidas, como la riolita; por ello son de color blanco grisáceo , hasta amarillento raramente de color pardo o gris (Daniels y Hammer, 1992).

La piedra pómez está compuesta de trióxido de aluminio y trióxido de sílice entre otros(71% de SiO₂, 12.8% de AlO₃, 1.75% Fe₂O₃, 1.36% CaO, 3.23% Na₂O, 3.83 de K₂O, 3.88% de H₂O) tienen una alta susceptibilidad al intemperismo. La capacidad de retención de agua de la piedra pómez se debe a la presencia de poros vesiculares, interconectados, de tamaño capilar que permiten el almacenamiento de agua y evitan que se pierda rápidamente por evaporación. El proceso de retención de humedad es lento. En sistemas hidropónicos se produce en un mes, por lo que se puede decir que actúan como esponjas rígidas. Posee una baja cantidad de agua disponible, especialmente cuando las partículas son muy grandes (Daniels y Hammer 1992).

Cuadro 10. Propiedades físicas y químicas de la piedra pómez

Características	Unidad
Densidad Aparente	0.32-0,8 gr/cm ³
Espacio Poroso Total (% vol)	66.-75%
Capacidad de Aireación(% vol)	5 - 36%
Agua Fácilmente Disponible(% vol)	2 - 42%
Agua Difícilmente Disponible(% vol)	11- 28 %
pH	6.5-8
CIC	bajo
C.E.	2.4 dS/m

Fuente: Gutiérrez(2010)

2.10. Mezcla y formulación de sustratos

Debemos tener presente que gran parte del éxito en la formulación de sustratos recae en la calidad del cepellón que se obtenga. Por cepellón se entiende al agregado que forman las raíces de la planta con el sustrato. Para que sea considerado como apropiado, debe permitir un buen desarrollo radicular, además de mantener la integridad de las raíces y facilitar su extracción de la celda, sin dañar a la plántula al tirar de la base del tallo. (Cadahia, 1998).

2.10.1. Presentación de los materiales, formas, medidas de volumen

Los sustratos envasados se presentan ensacados, con distinto grado de compresión: nulo, intermedio (2 – 3:1 en volumen, ejm.: "balas" de turba), o elevado (5 – 8:1 en volumen, ejm.: ladrillos de fibra de coco, planchas de turba etc.).

La medida utilizada para comercializar los sustratos es el volumen. Generalmente se utilizan los litros para los sustratos envasados. (Cadahia, 1998).

2.10.2. Principios de las mezclas

Pocas veces un material reúne por si solo las características físicas y químicas más adecuadas para unas determinadas condiciones de cultivo. En la mayoría de los casos, será

necesario mezclarlo con otros materiales, para adecuarlo a las condiciones requeridas (Cadahia, 1998).

Cuando se mezclan materiales con tamaños de partículas diferentes, el volumen final resultante es generalmente inferior a la suma de los volúmenes de los materiales originales. Cuando el tamaño de las granulometrías de dos materiales es diferente, el material con granulometría más fina ocupa los vacíos existentes entre las partículas del material con granulometría más gruesa, dando lugar a una reducción del volumen y la porosidad total (Cadahia, 1998).

Según Terés (2001), la homogenización del sustrato tiene como objetivo conseguir una distribución uniforme, en la masa de sustrato, de los materiales que constituyen la mezcla. El proceso para conseguir este objetivo depende de las características de los componentes de la mezcla. Los materiales granulares tienen tendencia a segregarse por granulometrías (corteza y escorias), mientras que los productos fibrosos tienden a formar aglomerados o copos (turba y lana de escoria). La homogenización de materiales de diferentes orígenes presenta problemas derivados de las diferencias de densidad de unos y otros (mezclas de escoria con turba y corteza). La heterogeneidad del sustrato es consecuencia de una distribución no uniforme de los componentes de la mezcla en la masa de sustrato.

Un sustrato se puede considerar como una mezcla de materiales, con propiedades físicas diferentes. Cuando todos los materiales tienen un origen común, el tamaño de partícula determina sus propiedades físicas, y se puede considerar que los componentes de la mezcla están constituidos por los diferentes intervalos de tamaño de partícula (Terés, 2001).

2.10.3. Metodología de la formulación

Según Cadahia (1998), la metodología para formular sustratos debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Los materiales constituyentes de la mezcla deberán llevarse hasta una humedad de 50 – 60%(en peso).

2. Se debe determinar el volumen total necesario de sustrato para el cultivo así como también el volumen de cada uno de los componentes de la mezcla. Se debe evitar la incorporación de un número elevado de materiales (óptimo de 2 a 4), con el objeto que la mezcla sea homogénea y viable económicamente.
3. Ajustar el pH, en aquellos materiales que no poseen un pH adecuado para el cultivo, encalándolo o acidificándolo según sea el caso. La enmienda se realizará una semana antes de establecer el cultivo.
4. Mezcla de los componentes.
5. Añadir los macronutrientes, se debe volver a mezclar, y luego incorporar los micronutrientes en disolución o suspensión acuosa.
6. Finalmente la mezcla se debe volver a homogenizar.

Siempre que se mezclen dos o más materiales, deberá prestarse una especial atención a la homogeneidad de la mezcla resultante, con objeto de obtener mezclas más homogéneas posibles.

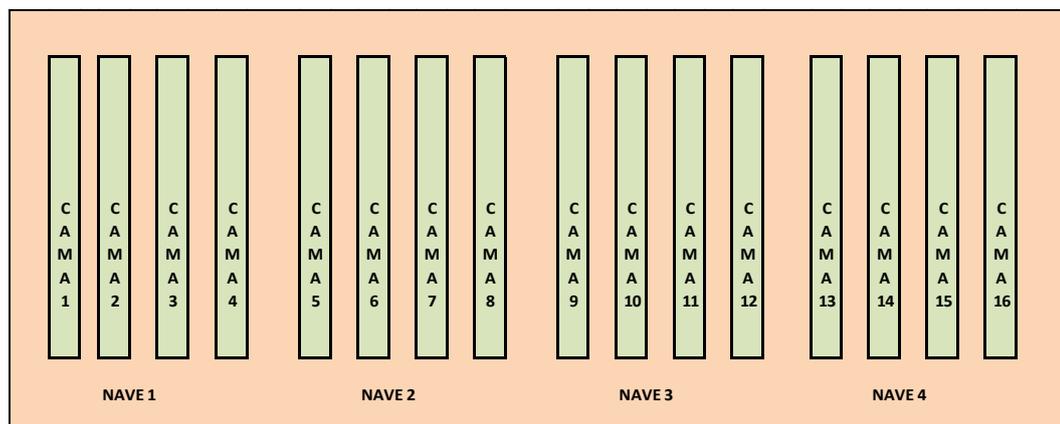
III. DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE PLANTINES EN VIVEROS GENESIS –HUAURA

La producción de plantines en el Viveros Génesis de Huaura; se realiza siguiendo las normas del Global GAP y Eurep GAP, por lo que la descripción del proceso se realiza teniendo presente estas normas.

3.1. Instalaciones.

- Todo el perímetro del vivero debe estar cercado con paredes con una altura de 2.5m.
- Para ingresar a las instalaciones se debe contar con un área desinfección para vehículos.
- Se debe tener sanitarios y vestuarios para damas y caballeros
- Las estructuras de protección de cultivos deben estar construidos por tubos galvanizados, malla raschel de color blanco al 50% para los techos y color verde al 50% para las paredes laterales. La altura de 2.5m.

Figura 8. Croquis de distribución de las estructuras de protección



MODULO 1

CAMA: Es el área en el que se colocan las bandejas

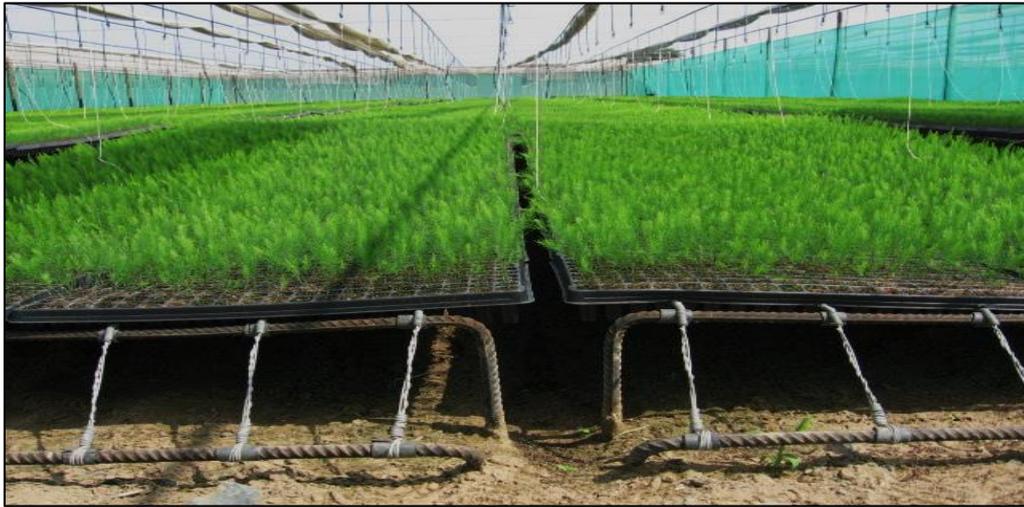
NAVE: Sub unidad de producción conformada por 4 camas

MÓDULO: Unidad de producción conformada por 4 naves

Fuente Viveros Génesis (2006)

- Las bandejas deben ser ubicadas en bancadas a las que se le denomina camas. Para su construcción se emplean fierro de construcción de 5/8" y 1/2", alambre galvanizado N°14. Las camas se ubican a una altura de 40 cm sobre el suelo

Figura 9. Estructura de soporte de bandejas



Fuente: Viveros Génesis (2006)

Figura 10. Estructura de soporte de bandejas



Fuente: Viveros Génesis (2006)

- El riego es por nebulización. La presión de trabajo del sistema de riego es de 4 bar. Eso garantiza un riego uniforme.

Figura 11. Instalación de nebulizadores



Fuente: Viveros Génesis (2006)

Figura 12. Válvula antigoteo



Fuente: Viveros Génesis (2006)

Figura N 13. Area de siembra



Fuente Viveros Génesis (2006)

- El área de siembra debe tener espacios determinados para el acondicionamiento del sustrato y el llenado de bandejas.
- En el almacén, los sustratos y bandejas deben ser colocados sobre parihuelas para evitar el contacto con el suelo.
- El almacén de semillas debe contar con un ambiente con aislamiento térmico, para obtener temperaturas adecuadas.
- El almacén de agroquímicos debe ser construido en material noble, con ventanas grandes que permitan el ingreso de aire para la ventilación del ambiente además de luz natural para una correcta identificación de los productos. Los agroquímicos deben ser colocados sobre estantes de fierro: un estante para insecticidas, un estante para fungicidas, un estante para herbicidas y un estante para fertilizantes foliares y bioestimulantes.
- El estante es de dos niveles: el nivel superior para polvos y el nivel inferior para líquidos. En este ambiente se debe contar con vasos medidores, recipientes, guantes y mascarillas para la manipulación de los productos. Como medida de prevención se debe contar con un extintor contra incendios y baldes con arena para neutralizar los derrames

- El área de lavado de bandejas debe contar con pozas de cemento ubicadas en forma continua: una poza para el lavado, una poza para el enjuague y otra poza para la desinfección. El área debe estar aislada, por constituir una fuente de contaminación.
- Para la desinfección de bandejas se puede emplear hipoclorito de calcio a una dosis de 500 ppm.

Figura 14. Almacén de pesticidas.



Fuente: Viveros Génesis (2006)

3.2. Procesos

Cuando el cliente decide tomar el servicio, debe entregar la semilla y el programa de siembra, donde se debe indicar:

- El total de hectáreas a sembrar durante la campaña.
- La cantidad de hectáreas a trasplantar por día.

Con esta información más los datos de germinación de la semilla se programa la siembra en vivero.

En el vivero se calcula la cantidad y el tipo de bandeja, cantidad de sustrato que se empleara para la siembra.

Calcular el peso de 100 o 1000 semillas, para correlacionarlos y determinar la cantidad de semilla en peso que será necesario sembrar por día.

Considerar las densidades de siembra recomendada para algunos cultivos:

Piquillo:	30,000 plantas/ha
Paprika:	50,000 – 55,000 plantas/ha
Alcachofa:	10,000 – 10,416 plantas/ha
Esparrago:	30,000 – 36,000 plantas/ha
Pimiento Morrón:	40,000 plantas/ha
Lechuga:	70,000 plantas/ha
Cebolla:	300,000 plantas/ha
Tomate:	7,000 – 10,000 plantas/ha

Las bandejas de germinación se fabrican en polipropileno negro, con aditivo anti-UV. Los alveolos son de forma trapezoidal y paredes lisas lo que permite un adecuado crecimiento de raíces y fácil extracción de la planta. Se prefieren las bandejas semirrígidas y rígidas, por su mayor duración.

El tipo de bandeja a emplear depende fundamentalmente de:

- Tamaño de la semilla y el tamaño final de la planta.
- Relación: costo del sustrato vs número de alveolos.

Para producir plantines de alcachofa se puede emplear dos tipos de bandeja: de 72 o 128 alveolos. El tiempo desde la siembra hasta la entrega al cliente es el mismo. La diferencia fundamental está en el comportamiento en campo. Las plantas producidas en bandejas de 72 alveolos adelantan la cosecha. No se presentan diferencias en la calidad del producto final.

Ejemplo de Cálculo:

Se desea sembrar 2.5 ha de lechuga tipo salinas de la variedad Sniper. Semilla con 90% de porcentaje germinación. ¿Determinar la cantidad de sustrato y bandejas necesarias para la siembra?.

Densidad 70,000 plantas /ha.

Tipo de bandeja a emplear: 512 alveolos

$(70,000 \times 2.5/0.90)/512 = 380$ bandejas.

Una bolsa de sustrato Pre-mix3, nos rinde para la siembra de 75 bandejas de 512 alveolos; por lo tanto para la siembra anterior requeriremos $380/75 = 5$ bolsas de sustrato.

3.2.1 Recepción de la semilla.

Recepcionada la semilla y en presencia del cliente se toman muestras con diferentes fines:

- Prueba de germinación
- Para el cliente,
- Para almacén (contra muestra)
- Para análisis fitopatológico en la UNALM.

Las muestras se colocan en bolsas ziplock y en ellas se consigna los siguientes datos: cliente, cultivo, variedad, % de germinación, fecha de test, bacth, cantidad, laboratorio, fecha.

3.2.2 Acondicionamiento del sustrato

El sustrato empleado para la producción de plantines es generalmente Sunshine Pre-Mix 3 de la empresa Canadiense Sungro. Este es un sustrato de características físicas y químicas adecuadas para la producción de plantines. El producto se empaca en fardos compactos al 50% de su volumen, su capacidad es de 107 litros y pesa 30 kg. Al expandirse cada fardo, reditúa alrededor de 210 litros aproximadamente.

Antes emplearse se descompacta y disgrega hasta que no queden grumos. Se le aplica por cada fardo, 10 lt de agua con surfactante Break – Thru al 0.015%. para mejorar su mojabilidad.

Cuadro 11. Características Físico- Químicas del sustrato Pre-Mix 3

Sustrato Pre- Mix 3								
Sunshine	Humedad	pH	pH	CE	Densidad	Capacidad	Capacidad	Retención
Mix-3	(%)	15 min	24 hrs	(dS/m)	(gr/L)	de Agua (%)	de Aire(%)	de Agua(%)
Mínimo	46	3,8	5,1	0,50	132	55	15	42,7
Máximo	58	4,8	5,8	0,95	178	66,1	27,2	56,2
Promedio	41,9	4,4	5,5	0,75	152,2	60,7	21,6	50
N- Nitrato	NO3- N ppm	36	Magnesio	Mg -ppm	30	Manganeso	Mn - ppm	0,251
N- Amonio	NH4- N ppm	9	Azufre	S - ppm	39	Molibdeno	Mo - ppm	0,035
Fósforo	P-ppm	7	Boro	B - ppm	0,046	Sodio	Na - ppm	10
Potasio	K-ppm	49	Cobre	Cu - ppm	0,01	Cloro	Cl - ppm	8
Calcio	Ca-ppm	45	Hierro	Fe - ppm	0,478	Aluminio	Al - ppm	0,48

Fuente: Maruplast Internacional (2014)

3.2.3 Llenado y marcado de bandejas

Las bandejas llenas con el sustrato, se marcan para que este quede adecuadamente compactado y que al momento de la siembra, la semilla quede en el centro del alveolo.

Figura 15. Personal marcando bandeja llena con sustrato



Fuente Viveros Génesis (2006)

3.2.4. Siembra

La siembra es manual. El tiempo de siembra depende del tamaño de la semilla, mientras más grande es la semilla el avance es mayor.

Figura 16. Siembra de cebolla



Fuente : Viveros Génesis

Una persona puede sembrar en una jornada laboral de ocho horas: 600 bandejas de 72 alveolos de alcachofa; 80 bandejas de 512 alveolos de lechuga.

Figura 17. Ubicación correcta de la semilla en la bandeja



Fuente Viveros Génesis (2006)

3.2.5 Ubicación en camas de crecimiento

Concluida la siembra, las bandejas son trasladadas, en caretilas especialmente acondicionadas para esta labor, a las estructuras de protección. Ubicadas las bandejas en las camas, se procede a identificar el lote de siembra. Para ello se colocan banderines en los que se consigna el número de cama, cultivo, variedad, fecha, cliente.

Figura 18. Traslado y ubicación de bandejas en cama de crecimiento



Fuente: Viveros Génesis (2006)

Figura 19. Identificación de lote de siembra



Fuente: ViverFuente : Viveros Génesis (2006)

3.2.6 Riego y fertirriego

El riego es por nebulización, con nebulizadores de 37 lt/hora.

El primer riego, después de la siembra, dura 15 minutos.

Los riegos siguientes se dividen en dos etapas:

Etapas I (día 0 a 16): Se riega todos los días

Etapas II (día 17 hasta la entrega al cliente): (Cuadro 12)

Cuadro 12. Frecuencia de riegos según estación del año.

Cultivo	Verano	Invierno	Observación
Esparrago	Interdiario	Cada 3-4 días	
Pimiento	Interdiario	Cada 3-4 días	
Tomate	interdiario	Cada 3-4 días	
Alcachofa	1-2 veces /día	Cada 3 días	Reduce amarillamiento de hoja cotiledonar

Fuente Viveros Génesis (2006)

El tiempo de riego depende de las condiciones del clima de la zona. Se determina por pruebas de lisimetria (Anexos 5 y 6).

El tiempo para riego de mantenimiento es de 10 minutos y el fertirriego de 15 minutos. El agua que sale de los nebulizadores debe tener un pH entre 6 y 7 y una conductividad eléctrica de 2 a 3 dS/m. Desde la germinación hasta la aparición del primer par de hojas verdaderas la CE debe ser lo mas baja posible. Cuando tenemos plantines con vigoroso desarrollo vegetativo, podemos trabajar con CE alta, para estresar a la planta y reducir el crecimiento. Además esto le da firmeza para el momento del transplante.

Cuadro 13. Formula de fertirrigación Vivero Génesis –San Felipe-Huaura

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	B	Mn	Zn	Cu	Mo	Na	Cl
Fertilizante ppm	213	63,2	223,8	108,1	56,5	1,6	2,09	0	7,033	0,197	0,22	0	0	0
Agua ppm	2,1	0	5,1	16,4	3,1	158,4	0	2,3	0	0	0	0	440	420
Fórmula ppm	215	63	229	125	60	160	2,1	2,3	7,03	0,02	0,22	0	440	420

Figura 20. Medición de pH y CE del agua de pozo



Fuente: Viveros Génesis (2006)

La dosis de fertilizante empleada se determina a partir de ensayos de crecimiento, teniendo presente los aportes de nutrientes contenidos en el agua de riego.

El sodio y el cloro no son elementos recomendados para fertilizar plantines; pero son elementos que están contenidos en el agua de riego.

Figura 21. Tomando muestras de agua para medir el pH y la CE



Fuente: Viveros Génesis (2006)

3.2.7 Manejo de plagas y enfermedades

Los plantines que se entregan a los clientes, deben estar libres de plagas y enfermedades. Para ello se deben implementar las siguientes medidas:

- Solo se deben emplear agroquímicos que cuenten con registros y ensayos de eficacia para los cultivos del vivero.
- Las aplicaciones deben ser preventivas y se deben iniciar con la aparición del primer par de hojas verdaderas.
- Las aplicaciones se deben realizar cada 7 días y en un mismo día a todo el vivero. No se debe esperar a ver plagas o daños de hongos para iniciar los tratamientos. Finalizada la aplicación, existe un periodo donde se colocan carteles indicando que el área está fumigada y no se debe ingresar hasta un periodo determinado.
- Los agroquímicos se deben emplear a las dosis recomendadas en sus respectivas etiquetas. Así lo establece la norma Eurepgap, a pesar que la dosis que indica la etiqueta no controle eficientemente.
- Se puede mezclar un insecticida un fungicida y un adherente. A lo más dos productos por aplicación.
- Se debe ajustar el pH del caldo insecticida con ácido fosfórico.
- Los equipos para aplicación de herbicidas solo deben ser empleados para este fin, por ningún motivo se deben utilizar para la aplicación de insecticidas o fungicidas.
- El personal responsable de la aplicación debe contar con la ropa adecuada para este fin.
- La inclusión de nuevos productos para las fumigaciones se realiza según el protocolo establecido en vivero.
- Como medidas de control etológico, en algunas naves se colocan trampas amarillas. Para desinfectar las botas se deben colocar bandejas con cal al ingreso del módulo.

Cuadro 14. Programa de aplicación fitosanitaria preventiva

Cultivo		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Alcachofa	F	Amistar	Protexin	Amistar	Protexin
	I	Match	Dethomil	Match	Dethomil
Esparrago	F	Amistar	Folicur	Amistar	Folicur
	I	Match	Dethomil	Match	Dethomil
Pimiento	F	Protexin	Thalonex	Protexin	Thalonex
	I	Match	Lanmark	Match	Lanmark
Tomate	F	Ridomil	Thalonex	Ridomil	Thalonex
	I	Lorsban	Macth	Lorsban	Macth
Cebolla	F	Protexin	Ridomil	Protexin	Ridomil
	I	Dethomil	Lorsban	Dethomil	Lorsban

F: Fungicida. I: Insecticida.

Fuente: Viveros Génesis (2006)

Figura 22. Bandeja con cal en puerta de ingreso al módulo



Fuente: Viveros Génesis (2006)

Figura 23. Personal aplicando agroquímicos



Fuente: Viveros Génesis (2006)

Figura 24. Trampas amarillas en nave de producción



Fuente: Viveros Génesis(2006)

3.2.8. Despacho

Se debe informar al cliente con suficiente antelación sobre la fecha de entrega de los plantines. Los reportes se envían en forma continua, vía correo electrónico y comunicación telefónica.

Para informar la posible fecha de entrega, se determina los días que el cultivo permanecerá en vivero.

Cuadro 15. Periodo vegetativo cultivo en vivero

Cultivo	Verano	Invierno
Alcachofa	28	32
Esparrago	60	70
Pimiento	30	35
Tomate	26	29
Lechuga	25	30

Fuente: Viveros Génesis (2006)

Figura 25. Despacho de alcachofas



Fuente: Viveros Génesis (2006)

Además de los plantines, a los clientes se les entrega el certificado de calidad de la semilla (efectuado en laboratorio del vivero) y el registro de tratamientos fitosanitarios aplicados.

3.3. Manejo de riesgos

Para evitar los accidentes de trabajo y contaminación de los plantines se implementaron las siguientes medidas:

- No comer, beber o fumar dentro de las áreas de trabajo.
- No permitir el ingreso de animales domésticos
- El personal debe contar con ropa adecuada, de acuerdo al área en que labora.
- Los ambientes del vivero deben estar en orden y limpios.
- Se debe controlar el nacimiento de las malezas
- No se debe permitir el ingreso de personas ajenas a las instalaciones y de darse el caso, solo deben ingresar en las mañanas y con ropa que le proporcione el vivero.
- Todos los ambientes deben estar debidamente señalizados.

3.4. Trazabilidad

Para asegurar la trazabilidad en cuanto al origen de los materiales, procedimientos de producción y relación con el cliente, se implemento los siguientes registros:

- Certificado fitosanitario del país de origen de la semilla y sustrato.
- Licencia sanitaria de internación emitida por el SENASA.
- Ficha técnica y registros de los insecticidas y fungicidas.
- Registro de recepción y control de calidad de semillas
- Registros de siembra.
- Registros de temperatura y humedad relativa dentro de los módulos de siembra.
- Registro de tratamientos fitosanitarios
- Registro de fertilizantes aplicados
- Registro de reclamos de cliente

3.5. Capacitación del personal

El personal se capacita en:

- Uso adecuado de los agroquímicos.

- Primeros auxilios,
- Uso y mantenimiento adecuado de equipos de fumigación,
- Identificación de síntomas de plagas y enfermedades.
- Forma adecuada de lavarse las manos

3.6. Manejo de residuos.

En el vivero, producto de la actividad, se genera la siguiente basura:

- Envases de agroquímicos.
- Bandejas rotas,
- Bolsas de sustrato.

Después de emplear agroquímicos, en los envases vacíos quedan remanentes del producto, para eliminarlos de una manera correcta y segura, se debe practicar un triple lavado; que consiste en enjuagar tres veces el envase vacío. Esto significa: economía (por el aprovechamiento total del producto), seguridad (en el manipuleo y disposición posterior de los envases) y protección ambiental (al eliminar o minimizar factores de riesgos).

Después del triple lavado los envases se colocan en cilindros de plástico para inmovilizarlos , al llenarse el cilindro se procede a sellarlo.

Las bolsas y bandejas rotas se venden al reciclador.

Figura 26. Diversos registros del vivero



Fuente: Viveros Génesis (2006)

IV.- CONCLUSIONES

Los viveros para la producción de plantines, emplean sustrato importado. En nuestro país existen alternativas a este sustrato, contamos con fuentes orgánicas e inorgánicas que pueden ser empleadas con éxito en la germinación de semillas, gracias a su disponibilidad, reproductibilidad y costos. Entre ellas se pueden mencionar: cascarilla de arroz, lombricompost, musgo, aserrín, piedra pómez.

Las mezclas de materiales alternativos para la formulación de sustratos, permiten reducir el costo de producción del plantin.

Para la formulación de sustratos es necesario determinar; previamente; las propiedades físicas, químicas y biológicas de los componentes y del resultado de las posibles mezclas.

La producción de plantines es una actividad que requiere tener conocimiento de técnicas de fertirriego, manejo de plagas y enfermedades.

V.- RECOMENDACIONES

Desarrollar metodología de laboratorio para determinar las propiedades físicas de los sustratos.

Hacer un inventario de las posibles fuentes a emplear, para la formulación de sustratos.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. **Abad, M.; P. Noguera y V. Noguera. 1996.** Turbas para semilleros. *En: II Jornadas sobre Semillas y Semilleros Hortícolas. Congresos y Jornadas 35/96.* pp. 79-102. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Agraria, Sevilla.
2. **Abad, M. 1993.** Sustratos. Características y propiedades. pp. 47-62. *In: Cultivos sin suelo.* F. Cánovas y J.R. Díaz. (ed.). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA.
3. **Abad, M.; P. Martinez; M. Martinez y J. Martinez. 1993.** Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. *Actas Hort.*11:141-154.
4. **Abad, M. 1995.** Sustratos para el cultivo sin suelo. *En: El cultivo del tomate.* Coord. F. Nuez. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. Pág.156-159.
5. **Abad, M y P. Noguera. 1998.** Sustratos para el Cultivo sin Suelo y Fertirrigación. *En: Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales.* Ed. Mundi- Prensa. Pág. 287- 342.
6. **Abad, M.; P. Noguera; R. Puchades; A. Maquieira y V. Noguera. 2002.** Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as peat substitute for containerized ornamental plants. *Biores. Technol.* 82: 241-245.
7. **Alvarado, M. 2002.** Producción de Sustratos para Viveros. Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional (VIFINEX). Publicado por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)- Costa Rica. 46 pp.
8. **Amafibra, 2007.** Golden Mix o Substrato Parceiro da Naturaza. INTERNET: <http://www.amafibra.com.br> (Septiembre 21, 2006).
9. **Ansorena, J. 1994.** Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España 172pp.

10. **Bunt, A.C. 1988.** Media and Mixes for Container-Grown Plants. 2nd ed. Unwin Hyman Ltd., London, 309 pp.
11. **Burés, S. 1997.** Sustratos: Ediciones Agrotécnicas, S.L.. Madrid – España. 342 pp.
12. **Cabrera, I. 1999.** Propiedades Usos y Manejo de Sustratos de Cultivo Para Producción de Plantas en Maceta. Revista Chapingo-México. Serie horticultura 5:5-11.
13. **Cadahía, C & M. Fernández. 1992.** Evaluación de los fertilizantes de liberación lenta : Ensayos de invernadero. *En*: S. Jiménez (Coord.). Fertilizantes de Liberación Lenta. Tipos, Evaluación y Aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. España Pág. 111-126
14. **Cadahia , C. 1998.** Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. España .475 pp.
15. **Calderón, F. 2002.** La cascarilla de arroz caolinizada, Una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos. disponible:www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada.
16. **Conover, C & T, Poole 1981.** Effect of soil compaction on physical properties of potting media and growth of *Picea pubescens* Liebm. “Silver tree”. Journal of the American Society for Horticultural Science, 106 :604-607.
17. **Climent, MD.; P. Aragón; A. Camarero y M. Abad. 1995.** Caracterización del compost de residuos sólidos urbanos (R.S.U.) producido en la Planta de Ador (Valencia). Actas del III Congreso Internacional de Química de la A.N.Q.U.E., Tenerife (España), 1994, Vol. I. Pág 235-240.
18. **Climent, MD.; M. Abad y P. Aragón. 1996.** El Compost de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.). Sus Características y Aprovechamiento en Agricultura. Ediciones y Promociones LAV S.L., Valencia-España.185 pp

19. **Costa, F.; C. García; MT. Hernández y A. Polo. 1991.** Residuos Orgánicos Urbanos. Manejo y Utilización. CSIC-CEBAS, Murcia-España. 181 pp.
20. **Daniels ,RB. & RD. Hammer . 1992.** Soil Geomorphology Wiley. New York EEUU. 236 pp.
21. **De Boodt, M., O. Verdonck & I. Cappaert. 1974.** Method for measuring the water release curve of organic substrates. Acta Hort. 37: 2054-2062.
22. **Escudero, J. 1993.** Cultivo hidropónico de tomate. En curso de Especialización sobre cultivos sin suelo. Ed. F Canovas y Jr Diaz IEA/FIAPA Almeria - España. Pág 261-297.
23. **Evans, R.; R. Kondor y RH. Stamps . 1996.** Source variation In physical and chemical properties of coconut coir dust. Hort sciencie 31 : 965-967.
24. **Fernández, M.; M. Aguilar; J. Carrique; J. Tortosa; M. Lopez y J. Perez. 1998.** Suelo y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca . junta de Andalucía. Sevilla.
25. **Fonteno, WC.; DK. Cassel y RA. Larson . 1981.** Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. Journal American Society for Horticultural Sciences 106(6):736-741.
26. **Gutierrez, M. 2010.** La micromorfología y las propiedades hídricas en la formulación de sustratos. Primer curso nacional de sustratos 28-30 julio del 2010. Colegio de post graduados Universidad de Texcoco- México.
27. **Handrek, KA. & ND. Black . 1991.** Growing Media for ornamental plants and turf. New South Wales University Press, Kensington. Australia. 401pp.
28. **Hoitink HAJ. & HA. Poole . 1980.** Factors affecting quality of composts for utilization in container media. Hort Science, 15:171-173.

29. **Iskander, R. 2002.** Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. Department of Horticultural Sciences Texas A&M University 17360 Coit Road, Dallas, Texas 75252 (USA).
30. **Jiménez, R. & M. Caballero. 1990.** El Cultivo Industrial de Plantas en Maceta. Ediciones de Horticultura. Reus, España.
31. **Konduru, MR., RH. Evans y H. Stamps. 1999.** Coconut husk and processing efe con chemical and physical property of coconuts dust. Hortsciencie 34.
32. **Landis, T. 2000.** Manual de Viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Vol 2 USDA . EUA. P 46-92
33. **Lemaire, F.; A. Dartigues; LM. Riviere y S. Charpienter. 1989.** Cultures en Pots et Conteneurs. INRA-PHM. Reveu Horticole. Paris-Limoges, 184 pp.
34. **Lopez , L. 2005.** Revista Fitotecnia Mexicana . Abril –Junio año/ vol28. n° 002 . Sociedad Mexicana de Fitotecnia AC. Chapingo México. Pág 171-174.
35. **Martínez, F. 1992.** Propuesta de metodología para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos. Actas de Horticultura, 11:55-66.
36. **Martínez, E. & M. García. 1993.** Cultivos Sin Suelo: Hortalizas en Clima Mediterráneo. Ediciones de Horticultura S.L., Reus (Tarragona)-España. 123 pp.
37. **Moinereau, J.; P. Hermann; J. Favrot y L. Riviere. 1987** "Les substrats Inventaire, caractéristiques, ressources" En : Les cultures hors sol 2 ed. Dir. D Blanc. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) , París. Pág 15-77.
38. **Noguera P.; M. Abad; R. Puchades y A. Maquieira. 2000.** Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. Acta Hort. 11 :55-66.
39. **Palacios, J. 2002.** Manejo de Viveros . Universidad Nacional Agraria La Molina.

40. **Penningsfeld, F. & P. Kurzmann. 1983.** Cultivos Hidropónicos y en Turba Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid –España. 343 pp.
41. **Puustjarvi, V. 1973.** La Turba y su Manejo en Horticultura. Ediciones de Horticultura SL, Reus. España. 123pp.
42. **Pérez, A. 2011.** Humus de lombriz como materia prima para la elaboración de sustratos para la producción de plantines de hortalizas. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo . Facultad de ciencias agronómicas . Escuela de pregrado - Universidad de Chile.
43. **Pérez, H. 1994.** Producción de biofertilizante con la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), utilizando cuatro tipos de sustratos diferentes en condiciones semicontroladas. Revista Unellez de ciencia y tecnología 12(1):88- Venezuela
44. **Raviv, M.; Y. Chen & Y. Inbar . 1986.** Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants. In :*The Role of organic Matter in Modern Agriculture*. Eds Y. Chen y Y. Amnimelech. Martinus nijhoff Publisher, Dordrecht. Pág 257-287
45. **Saboya, G. 2010.** Análisis técnico y económico en la producción de la cascarilla de arroz carbonizada (CAC) como sustrato para la propagación vegetativa de estacas juveniles de caoba (*Swietenia macrophyllaking*) en cámara de sub-irrigación, Pucallpa, Perú”. Tesis para optar grado de ingeniero forestal – Facultad de ciencias forestales y ambientales-Universidad Nacional de Ucayali.
46. **Souza, F. 1993.** Cascarilla de arroz carbonizada: un sustrato para la propagación de plantas. CNPAI/EMBRAPA. Revista La voura Arroeira V. 46 nº. 406 jan./fev. Brasil. Pág. 11.
47. **SQM (2002)** Manual de Fertirriego – Libro Azul. Soquimicich Comercial. SA. 231pp.
48. **Teres, V.; V. Arrieta; I. Esnaola & I. Olabarria. 1992.** Utilización de la corteza de pino como sustrato para cultivo de Pelargonium. I Reunión científica sobre

aprovechamiento agrícola y forestal de residuos industriales de carácter orgánico. Universidad de Valladolid , Escuela Politécnica Agraria de Valencia.

49. **Teres, V.; A. Artetxe y A. Beunza, 1997.** Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista de Horticultura. N° 125- Diciembre 1997.
50. **Teres, V. 2001.** Relaciones agua aire en sustratos de cultivo como base para el control de riego. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España
51. **Thomas, V.; S. Prabhu; M. Reeny & M. Bopaiah. 1998.** Evaluation of lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation of *Pleurotussajorcaju*(Fr.) Singer. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 14:879-882.
52. **Vargas, P. 2008.** Caracterización física, química y biológica de sustrato de Polvo de Coco. Revista de Fitotecnia México . Vol 31(4) 375-381.
53. **Valenzuela, O & C. Gallardo. 2002.** Evaluación de la calidad físico-química de los materiales alternativos de sustratos para plantas- XXV Congreso Argentino de Horticultura - Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Entre Rios.- Argentina
54. **Valenzuela, O. 1998.** Caracterización física y química de lombricompost originados a partir de residuos de conejeras, estiércol vacuno y residuos domiciliarios . Revista Científica Agropecuaria- Argentina.2: 45-48. 1998-

ANEXO 1

**Costo del sustrato respecto al precio de venta de plantines /ha
expresado en (%)**

SUSTRATO	Alcachofa	Pimiento	Lechuga	Tomate	Apio	Esparrago
Costo fardo US\$	46	46	46	46	46	46
Rendimiento bandejas/fardo alveolos por bandeja	50	50	75	50	75	50
porcentaje de germinación	128	200	512	200	512	200
Millares de plantas /bandeja	0,75	0,9	0,95	0,95	0,8	0,9
Millares de plantas /fardo	0,096	0,18	0,4864	0,19	0,4096	0,18
	4,8	9	36,48	9,5	30,7	9
Estandar Costo Sustrato/ millar US\$	9,58	5,11	1,26	4,84	1,5	5,11
millares plantas /ha	10	40	70	7,5	110	30
costo de sustrato/ha	95,83	204,44	88,27	36,32	165	153,33
Precio de venta millar (US \$)	30	12	6,83	15	6,5	21
Precio de venta plantines x ha (US \$)	300	480	478.1	112,5	714	630
	32%	43%	18,5%	32%	23%	24%

Tipo de Cambio \$1.00 = s/.2.80

ANEXO 2

Caracterización física y química: Densidad Aparente(Da), Densidad Real(Dr), Capacidad de Aireación((CA), Capacidad de Retención de Agua (CRA) Espacio Poroso Total(EPT), Agua Dificilmente Disponible(AFD), Agua de Reserva(AR), Agua Totalmente Disponible(ATD) y Agua Dificilmente Disponible(ADD) , pH y conductividad eléctrica (CE) en sustrato de polvo de coco de diferentes países(A-E México, F-G Sri Lanka)

Material	Procedencia	Da	Dr	CA	CRA	EPT	AFD	AR	ATD	ADD	Ph	Ce
		-----gr/cc-----,	-----(% en volumen)-----									dS/m3
A	Colima, México	0,085	1,483	31,9	64,5	94,3	29,7	10	39,7	23	5,2	2,6
B	Colima, México	0,75	1,48	52,6	49,5	94,9	17,8	5,6	23,4	15,8	5,2	2,6
C	Colima, México	0,107	1,48	33,1	61,6	92,8	31,2	5,3	36,5	23,2	5,1	4,5
D	Colima, México	0,095	1,488	22,7	71,1	93,6	21,2	13,5	34,7	36,9	5,1	3,2
E	Colima, México	0,117	1,49	12,3	81,2	92,2	24,1	13,3	37,5	41,8	5,2	3,6
F	Sri Lanka	0,087	1,495	18,3	75,1	94,1	34,6	5,8	40,3	35,1	5,3	1,5
G	Sri Lanka	0,075	1,483	37,1	58,2	94,9	18	3,3	21,3	35,9	5,6	2,2
	Optimo *	<0,4	1,4 a 2,6	,10-30	.55-70	>85	.20-30	.4-10	24-40		5,2-6,3	0,75-3,5

* Valores óptimos según Abad et al 1993

ANEXO 3

Análisis de Agua		
Solicitante : Agronegocios Génesis SAC		
Procedencia : Lima/Huaura/ San Felipe/ Fundo la Milagrosa		
Referencia : H.R 12304		
N° Campo	Pozo Tubular	
pH		7,9
CE	dS/m	2,33
Calcio	meq/L	0,82
Magnesio	meq/L	0,26
Potasio	meq/L	0,13
Sodio	meq/L	25,26
SUMA DE CATIONES		26,47
Nitratos	meq/L	0,15
Carbonatos	meq/L	0
Bicarbonatos	meq/L	3,9
Sulfatos	meq/L	9,9
Cloruros	meq/L	12
SUMA DE ANIONES		25,95
Sodio	%	95,42
RAS		34,37
Boro	ppm	2,3
Clasificación		C4-S4

ANEXO 4

Comparación de los resultados de análisis del agua de pozo con respecto a los parámetros establecidos por la FAO

Nº de Campo	Pozo	FAO	Resultado
CE	2,33 dS/m	< 0,75-3 dS/m	usar con cuidado
Sodio	25,26 meq/lit	>9 meq/lit	problema severo
cloruros	12 meq/lit	>10meq/lit	problema severo
Boro	2,3 ppm	<0,7 ppm	sin restricción
Nitrogeno	2,1 mg/lit	<5 mg/lit	sin restricción
Bicarbonatos	3,9 meq/lit	1,5 -8,5 meq/lit	uso con cuidado
pH	7,9	6 - 8,4	Dentro de rango

Ayers R and Wescot D;1 985. WaterQualityfor agriculture. FAO. Irrigación and Drainage. Paper 29 Rev 1. Rome . Italy. 174.pp

ANEXO 5

	PROCEDIMIENTO	Código	:P.PL.01-06
	PRUEBA DE LISIMETRIA	Revisión	:01
		Elaborado	: E. Lucchetti
		Aprobado	: CC
		Fecha	: 20/11/06
		Página	:1 de 2

1.- OBJETIVOS:

Utilizar el nivel de evaporación del tanque evaporímetro tipo A para cubrir las necesidades de riego en el vivero.

2.- DEFINICIONES:

Lisimetro: Equipo utilizado para medir el contenido en agua de los suelos. Al mismo tiempo, mide la precipitación caída o la cantidad de agua de escorrentía. Sirve para la constatación del grado de evaporación y del consumo de agua de las plantas.

3.- DOCUMENTOS A CONSULTAR:

No aplica.

4.- RESPONSABILIDADES:

Es responsabilidad del Jefe de Riego realizar esta prueba de disimetría.

5.- PROCEDIMIENTO:

Obtención de la curva “Pérdida de peso de la bandeja vs. Evaporación del tanque A”:

1. Preparar 50 bandejas con sustrato, de forma semejante a si se fuera a ejecutar la siembra pero no se coloca semilla. (sustrato, agua y adherente).
2. Pesar las 50 bandejas (peso inicial de bandeja seca).
3. Colocar las bandejas en una nave vacía y regarlo hasta la saturación (20 min aprox.)
4. Pesar las 50 bandejas nuevamente (peso de bandeja saturada).
5. Tomar la primera lectura del tanque evaporímetro tipo A.
6. Las bandejas de aquí en adelante no se deben volver a mojar.
7. Tomar diariamente el peso de las bandejas, la lectura del tanque evaporímetro tipo A, hasta que el peso de la bandeja sea semejante al peso inicial de bandejas secas.
8. El tiempo transcurrido entre una lectura y la siguiente debe ser el mismo (24 horas exactas)
9. Diagramar la curva de la pérdida de peso de la bandeja en función a la evaporación del tanque.

ANEXO 6

	PROCEDIMIENTO	Código	: P.PL.01-06
	PRUEBA DE LISIMETRIA	Revisión	: 01
		Elaborado	: E. Lucchetti
		Aprobado	: CC
		Fecha	: 20/11/06
		Página	: 1 de 2

Obtención de la curva “Incremento de peso de las bandejas en función al tiempo de riego”

10. Preparar 150 bandejas de forma similar a la preparación para una siembra.
11. Exponer 50 bandejas a un riego de 5 minutos.
12. Exponer 50 bandejas a un riego de 10 minutos.
13. Exponer 50 bandejas a un riego de 15 minutos.

Criterio de Riego:

14. Iniciar el riego del pimiento cuando el peso de las bandejas baje de 2000 gr.
15. Iniciar el riego del espárrago cuando el peso de las bandejas sea de 1600 gr.
16. Iniciar el riego de las alcachofa cuando el peso de las bandejas sea 2500 gr.

Ya conociendo cual es el peso de las bandejas en que tengo que iniciar el riego, y la evaporación del tanque en función del tiempo, se programa el tiempo de riego, procurando que el volumen de agua administrado sea suficiente para evitar sobrepasar el límite de peso de bandeja hasta el siguiente riego.

Observaciones: Una situación muy frecuente es la diferencia de peso de las camas laterales con las del centro debido al efecto de la sombra de la pared, lo cual baja la eficiencia del dato obtenido en el tanque, siendo más preciso en este caso la pesada continua de bandejas.

Pesada de bandejas:

Se toman 10 bandejas por cama y se obtiene el peso promedio.

Se comparan los pesos de todas las camas considerando el cultivo que esta instalado.

Ejemplo riego Chincha:

Una vez que se evaporan 300 a 400gramos de agua en las bandejas se riegan el tiempo necesario para recuperar su peso, en este caso 5 min.

Al día siguiente se riega todo el vivero: 10 minutos en caso un riego normal, 15 minutos en caso de fertirriego (se supone que al día siguiente la evaporación ya llevo a más de 3 mm = 500 g de agua y que las bandejas han sobrepasado el límite permitido incluyendo las que han sido regadas durante 5 minutos el día anterior). El día que se riega no se pesa la bandeja, se hace al siguiente día, salvo que la ET sea mayor de 2 mm.