

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIOPROCESADOS
Y OTROS MATERIALES, PARA LA PROPAGACIÓN DE VID (*Vitis spp.*)**

ALEJANDRO FELIPE SALAS MIRANDA

SANTIAGO, CHILE
2007

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIOPROCESADOS
Y OTROS MATERIALES, PARA LA PROPAGACIÓN DE VID (*Vitis spp.*)**

**EVALUATION OF BIOPROCESSED ORGANIC RESIDUE MIXES AND OTHER
MATERIALS FOR GRAPEVINE
(*Vitis spp.*) PROPAGATION**

ALEJANDRO FELIPE SALAS MIRANDA

SANTIAGO, CHILE

2007

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE RESIDUOS ORGÁNICOS BIOPROCESADOS
Y OTROS MATERIALES, PARA LA PROPAGACIÓN DE VID (*Vitis spp.*)**

Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Mención: Fruticultura

ALEJANDRO FELIPE SALAS MIRANDA

PROFESOR GUÍA

Calificaciones

Sra. Loreto Cánaves S.

6,8

Ingeniero Agrónomo, M. S.

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Rodrigo Callejas R.

6,0

Ingeniero Agrónomo, Dr. sc. agr.

Sr. Roberto H. González R.

5,0

Ingeniero Agrónomo, M. S; Ph. D.

SANTIAGO, CHILE

2007

A mi familia y Pía....

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quisiera agradecer a Dios por darme la oportunidad de haber estudiado en la mejor Universidad de este país, al él también mi gratitud por acompañarme a lo largo de toda mi vida y especialmente en esta etapa que ha sido una de las mejores experiencias que he vivido.

A mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para que saliera adelante en esta larga y difícil tarea, a ellos mis más sinceros agradecimientos, también a mis hermanos, por el constante apoyo y preocupación durante toda mi carrera universitaria.

A Pía, mi compañera por más de la mitad de mi carrera, por todo su amor, cariño y preocupación, para ella y toda su familia mi agradecimiento y cariño.

Quisiera también agradecer a:

Mi profesora guía Sra. Loreto Cánaves, por todas sus valiosas correcciones y sugerencias, a ella mi gratitud por todo el apoyo y consejos brindados durante el desarrollo de esta memoria y por ser parte de mi formación profesional.

A los profesores Sr. Roberto H. González y Sr. Rodrigo Callejas, por su gentileza y sugerencias realizadas a esta memoria.

A más que un profesor, Sr. Miguel D'Angelo, por todo lo que me enseñó mientras cursé los ramos de fruticultura y todos los consejos profesionales que me entregó durante mi permanencia en el área de fruticultura.

A Miguel Madrid y Carlos Meza porque en ellos encontré a más que unos funcionarios, a ellos las gracias por su amistad mientras estuve trabajando en el laboratorio.

Finalmente, al proyecto FONDEF D03I1063 y a los viveros Viverosur y Biotecnia, ya que gracias a ellos se pudo realizar ésta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODO	6
Lugar de estudio	6
Materiales	6
Método	7
Ensayo 1	7
Ensayo 2	8
Evaluaciones	9
Caracterización de las mezclas en estudio	9
Determinación de densidad aparente (Da), espacio poroso (EP), capacidad de aireación (VEA) y capacidad de almacenamiento de agua (CAA)	9
Determinación de pH y conductividad eléctrica (C.E.)	10
Evaluaciones de las plantas al final del ensayo	11
Tratamientos y diseño de experimentos	11
Unidad experimental	12
Análisis estadístico	12

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
Ensayo 1	13
Evaluaciones del sustrato	13
Densidad aparente (Da) y espacio poroso total (EP)	13
Capacidad de aireación (VEA) y capacidad de almacenamiento de agua (CAA)	15
Propiedades químicas	16
pH	16
Conductividad eléctrica (C.E.)	17
Propiedades químicas del agua de riego	19
Resultados de las variables de crecimiento de las plantas	19
Ensayo 2	20
Evaluaciones del sustrato	20
Densidad aparente (Da) y espacio poroso total (EP)	20
Capacidad de aireación (VEA) y capacidad de almacenamiento de agua (CAA)	21
Propiedades químicas	22
pH	22
Conductividad eléctrica (C.E.)	23
Propiedades químicas del agua de riego	24
Resultados de las variables de crecimiento de las plantas	24
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXO I	32
ANEXO II	32
ANEXO III	33
ANEXO IV	34
ANEXO V	35
ANEXO VI	35
APÉNDICE I	36
APÉNDICE II	36
APÉNDICE III	37
APÉNDICE IV	37

APÉNDICE V	38
APÉNDICE VI	38
APÉNDICE VII	39
APÉNDICE VIII	40
APÉNDICE IX	40
APÉNDICE X	41
APÉNDICE XI	41
APÉNDICE XII	42

RESUMEN

En Chile, en la mayoría de los viveros de plantas frutales, los sustratos utilizados son importados, lo cual implica un elevado costo en la producción de plantas, manifestándose la necesidad de buscar nuevos materiales para la propagación.

En el presente estudio se realizaron dos ensayos independientes, con el objetivo de evaluar cinco sustratos prototipos para la propagación de vid (*Vitis spp.*), más un sustrato testigo que correspondió al sustrato tradicional utilizado por cada vivero en donde se realizó el ensayo. Los sustratos estudiados se obtuvieron a partir de la mezcla de compost, proveniente de residuos agroindustriales, más materiales comúnmente utilizados para la propagación de plantas en vivero como son la turba, fibra de coco y corteza de pino.

El ensayo 1 iniciado en septiembre 2005, consideró como material de propagación estacas leñosas var. Chardonnay, y el diseño experimental fue al azar con 40 repeticiones.

El ensayo 2 se inicio en febrero del 2006, con estacas herbáceas del clon 101-14, el diseño experimental utilizado fue al azar con 25 repeticiones.

Los sustratos se caracterizaron previo al inicio de los ensayos, midiendo densidad aparente, espacio poroso, capacidad de aireación y capacidad de almacenamiento de agua; para el caso de las propiedades químicas, pH y conductividad eléctrica, también se midieron al finalizar los ensayos. Además, en el momento de inicio de cada ensayo se caracterizaron las estacas de vid con el propósito de contar con material de similares características.

Al finalizar cada ensayo, de acuerdo al criterio de venta del vivero, se analizaron las variables largo y diámetro del brote, peso fresco y seco, tanto de la parte aérea como radical.

Los resultados del ensayo 1 no muestran diferencias significativas entre las diferentes mezclas para ninguna de las variables analizadas. Sin embargo, las estacas leñosas

mostraron un mejor desarrollo en los sustratos que incorporaban compost en comparación con el sustrato tradicional del vivero (testigo). Por su parte, en el ensayo 2, estos mismos tratamientos (sustratos) fueron significativamente distintos y mejores a la mezcla utilizada por el vivero.

Palabras claves: Sustratos, compost, estacas.

ABSTRACT

Evaluation of bioprocessed organic residue mixes and other materials for grapevine(*Vitis spp.*) propagation.

Two independent trials were performed in order to evaluate five prototypes (substrates) for grapevine (*Vitis spp.*) propagation. In addition, a control, containing the traditional substrate used in each nursery, was also evaluated. The substrates were obtained from a mixture of compost, from agro-industrial waste, plus different materials commonly used for plant propagation such as peat, coconut fiber and pine bark.

Trial 1, considered as plant propagation material woody stem cuttings var. Chardonnay. Trial 2, included herbaceous stem cuttings from clone 101-14. The experimental design was randomly performed considering 40 and 25 replications respectively.

In order to register any chemical change of the materials substrates were characterized prior of the assays and at the end of these. Bulk density, porosity, free airspace, water holding capacity, pH and electric conductivity were determined for each substrate. Plant material on both experiences was selected considering similar size of cuttings.

At the end of the growth season, parameters such as length and diameter of the current-year shoots and fresh and dry weights of the root and canopy were analyzed.

On trial 1 no significant differences were found among substrates for any of the analyzed variables. However, the woody cuttings showed higher development when the substrate incorporated compost in contrast to the traditional substrate used as a control. On other hand, on trial 2 substrates A and B that include compost at 10 and 20% respectively showed a good root and shoot growth, and were statistically different to the control.

Key words: Substrates, compost, cuttings.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo creciente de la fruticultura chilena ha demandado a los viveristas nacionales a mejorar las técnicas de propagación, ajustándose a técnicas modernas de la industria mundial.

Dentro del sector viverista, uno de los factores que condiciona el éxito de la propagación de plantas frutales en contenedores, son los materiales utilizados como sustratos (Messerer, 1998). Junto a esto, el creciente desarrollo de esta industria y el auge de los cultivos sin suelo, han generado una creciente necesidad de investigación en sustratos agrícolas, que buscan satisfacer la demanda por plantas más precoces y productivas (Rivière y Caron, 2001).

Se define como sustrato todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno, siendo éste de vital importancia en el proceso de propagación (Abad, 1993; Burés, 1997; Pastor 1999; Abad y Noguera, citado por Correia *et al.*, 2003).

En Chile existe una serie de materiales utilizados en la elaboración de sustratos para vivero, entre ellos los más utilizados son: arena de río, suelo de cultivo, corteza de pino, acícula de pino, turba y tierra de hoja. En los últimos años se ha observado una apreciable disminución de la disponibilidad, especialmente en los materiales orgánicos (Messerer, 1998). Por otro lado, el uso de materiales inertes implica un alto costo para los viveristas, ya que la mayoría son importados, generándose la necesidad de desarrollar materiales orgánicos nacionales.¹

El cultivo de plantas en sustrato difiere marcadamente del cultivo de plantas en el suelo. Así, cuando se usan contenedores, el volumen del medio de cultivo, del cual la planta debe absorber el agua, oxígeno y elementos nutritivos, es limitado y significativamente menor que el volumen disponible para las plantas que crecen en terreno (Abad, 1993; Nelson, 1998).

Según Letey *et al.* (citado por Morales, 1995), un papel importante del sustrato es su aprovisionamiento como medio para el crecimiento radical, debido a que una planta con buen sistema radical generalmente es más vigorosa y tolerante a condiciones ambientales adversas.

Numerosos han sido los intentos por caracterizar un sustrato ideal, teniendo estos estudios un enfoque principalmente a las propiedades físicas y químicas del sustrato, debido a que hay un enorme impacto en la calidad de la planta (Neal y Wagner, 1983).

El sustrato ideal, según Bartolini y Petrucelli (citado por Morales, 1995) y posteriormente descrito por Possanzini (2004) y Lanzi (2005), es aquel que presenta elevada capacidad para retener agua y elementos minerales; bajo contenido de sales, óptimo pH, estabilidad

¹ Cánaves, L. 2006. Ingeniero Agrónomo. M.S. Especialista en Fruticultura. Depto. Producción Agrícola. Universidad de Chile. "Comunicación personal".

biológica y química después de la esterilización; buen drenaje, poca densidad y facilidad de adquisición. Además el sustrato debe estar disponible y cercano al lugar de consumo (Konduru *et al.*, 1999). Sin embargo, Llorens (1992), afirma que no existe un sustrato ideal de disponibilidad universal, sino que el sustrato depende de las relaciones de costo y crecimiento de la planta para otorgar las propiedades físicas, químicas y biológicas que el agricultor requiere. Pastor (1999) y posteriormente Assis *et al.* (2005), nuevamente mencionan el factor precio y agregan que el sustrato debe ser accesible y lo más económico posible, debido a que el precio acostumbra a ser elevado para aquellos materiales cuyos centros de extracción natural están ubicados a distancias significativas del lugar donde van a ser utilizados. Esto último está abriendo nuevas expectativas a materiales autóctonos que hasta hace poco tiempo no eran considerados.

Actualmente, la mayor sensibilización social hacia el agotamiento de los recursos no renovables está afectando también a materiales que pueden formar parte de un determinado sustrato. En éste sentido, Burés, (citado por Pastor, 1999) afirma que están apareciendo en el mercado, materiales “ecológicamente correctos”, como los procedentes del reciclaje de subproductos que son a la vez biodegradables. Rivière y Caron. (2001), agregan que estos nuevos materiales alternativos están siendo cada vez más atractivos, para usarlos en forma pura o mezclada con materiales tradicionales.

Para la producción de plantas en contenedor, casi nunca se utiliza como sustrato un único material; generalmente consiste en una mezcla homogénea de éstos. En Chile, el sustrato más utilizado es la mezcla de tierra de hoja, tierra fina y arena en proporciones de un tercio cada una. Actualmente, debido a consideraciones medioambientales y ecológicas, se está restringiendo el uso de tierra de hoja, lo que obliga a los viveristas a evaluar nuevas alternativas en el uso de sustratos (Aguirre, 2000).

La producción comercial de plantas de vid en contenedor se inició en Chile en la década de los 80, debido a una gran demanda, siendo una alternativa para plantaciones de primavera-verano, y además para evitar la pérdida de una temporada (Aguirre, 2000).

La vid (*Vitis spp.*) se define como rústica, ya que se puede adaptar a múltiples localidades y climas; sin embargo, su potencial productivo se expresa mejor en suelos con una profundidad efectiva superior a los 80 cm; de texturas moderadamente gruesas; con pH 5,6 – 6,5 (ligeramente ácido); de pendiente suave; sin piedras y sin problemas de sales (poco tolerante a la salinidad) (CIREN, 1989). Dentro de los factores que estimulan la rizogénesis se encuentran: la humedad, temperatura (entre 24 y 30°C) y la aireación (Reynier, 2002).

En la actualidad existen pocos antecedentes para una propagación eficiente y moderna de vid por estacas, por lo que se ha debido considerar antecedentes de plantas adultas, de manera de establecer los requerimientos para plantas jóvenes (estacas enraizadas).

Sobre la base de estos antecedentes y considerando que el sustrato constituye un elemento fundamental en la toma de decisión en la propagación de plantas a nivel comercial, fue planteado el presente estudio con el objetivo de:

- Determinar el efecto de distintos sustratos en el crecimiento de plantas de vid, propagadas en contenedor.

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar de estudio

El estudio consideró 2 ensayos, cada uno fue considerado un ensayo independiente. El ensayo 1 se realizó en las instalaciones del Vivero Biotecnia, ubicado en el kilómetro 182 de la Ruta 5 Sur, Curicó. El ensayo 2 se realizó en las instalaciones del Viverosur, ubicado en el kilómetro 174 de la Ruta 5 Sur, Teno; ambos en la Séptima Región.

Las evaluaciones finales de las plantas y el análisis de las mezclas utilizadas como sustratos, se realizaron en el laboratorio de Anatomía Vegetal, perteneciente al Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la

Universidad de Chile, ubicada en Avenida Santa Rosa 11.315, La Pintana, Región Metropolitana.

Materiales

De acuerdo a la propagación vegetativa llevada a cabo en cada vivero, el material vegetal utilizado fue de 2 tipos: estacas leñosas de vid variedad Chardonnay, para el ensayo 1, y estacas herbáceas de vid del clon 101-14, para el ensayo 2.

Los tratamientos (mezclas de distintos materiales) se repitieron en ambos viveros y sólo se consideró distinto el tratamiento testigo (TV), que correspondió al material utilizado comúnmente por cada vivero para la propagación de ésta especie.

Las mezclas de materiales consideraron: fibra de coco (Misto 98 y Fibroso 80), marca Amafibra® de origen brasileño; corteza de pino de origen nacional; turba rubia marca Sunshine® de origen canadiense; compost Clase A, originado a partir de un proceso biológico degradativo controlado de residuos orgánicos (Norma chilena 2880) (INN, 2005). Para el ensayo 1 se utilizaron contenedores de 1 L y en el caso del ensayo 2 de 1,5 L. En ambos casos los contenedores correspondieron a bolsas de polietileno negro de baja densidad (LDPE). Para la preparación de las mezclas se utilizó un trompo mezclador eléctrico, modelo 130 P, de 0,37 Kw.

Método

Las mezclas de los materiales secos (tratamientos), se realizaron previo a los ensayos, en las dependencias de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, con un trompo eléctrico y posteriormente fueron transportados en sacos de 70L a los respectivos viveros para montar los ensayos. En ambos ensayos antes del llenado de los contenedores se hidrataron las mezclas y se registró el volumen de agua utilizado.

Ensayo 1

Las estacas leñosas de vid (*Vitis vinifera* L.), correspondientes a la variedad Chardonnay fueron recolectadas por personal del propio vivero (estacas de 25 cm de longitud y de 3 yemas), posteriormente se enterraron en el sustrato de manera que 2 yemas quedaron en el extremo aéreo. La propagación de esta etapa se realizó en camas calientes. Previo al establecimiento en las camas, las estacas fueron tratadas con una solución hormonal de ácido indol acético (IAA) en una concentración de $1500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, donde permanecieron alrededor de 20-30 días hasta la formación de callo y raíces. El enraizamiento se realizó a fines del mes de agosto de 2005.

El ensayo se inició el día 30 de septiembre del mismo año, fecha en la que se transplantaron las estacas a un contenedor definitivo de 1 L de capacidad (bolsa); conteniendo éstos las mezclas para su posterior evaluación. En ese momento las estacas provenientes de la cama

caliente se caracterizaban por tener raicillas de 2 cm de largo promedio aproximadamente (Apéndice I).

Las plantas permanecieron en el vivero hasta alcanzar la condición de venta, que según el criterio del propio vivero era obtener una planta de 30 cm de altura (promedio), con buen desarrollo de brote; condición que se obtuvo a fines del mes de diciembre, trasladándose a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile el día 28 de diciembre de 2005 (Apéndice II).

Todas las plantas del ensayo fueron sometidas a los mismos manejos agronómicos (controles fitosanitarios y fertirrigación) empleados tradicionalmente por el vivero (Anexos I y II).

Los tratamientos correspondientes al ensayo 1 se pueden apreciar a continuación en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Materiales utilizados en ensayo 1, para la propagación de estacas leñosas de vid, variedad Chardonnay.

Tratamiento	Materiales		
	Turba	Fibra de coco	Compost
A	X		X
B	X	X	X
C	X	X	X
D	X	X	X
T1	X	X	
TV (vivero)		X	

X: indica que contiene

Ensayo 2

Las estacas herbáceas utilizadas correspondieron al clon 101-14 (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*), utilizado como portainjerto, las cuales eran provenientes del material recolectado por el propio vivero en el mes de diciembre del año 2005.

Para enraizar se les hizo un corte de 5 mm bajo la yema, y se sumergieron en una solución hormonal de ácido indol acético (IAA) a una concentración de 1500 mg·L⁻¹, y fueron transplantadas a “speedling”. Las estacas herbáceas que se consideraron para montar el ensayo tenían en promedio 7,5 cm de largo y un diámetro promedio de 5 mm.

El 01 de febrero del año 2006, dichas estacas fueron llevadas a bolsas de 1,5 L de capacidad (contenedor definitivo), las cuales contenían las mezclas, iniciándose el ensayo propiamente tal (Apéndice III).

El ensayo finalizó cuando las plantas iniciaban el proceso de receso, condición que se alcanzó a mediados del mes de abril, trasladándose a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile el día 25 de abril del mismo año (Apéndice IV).

Las plantas de este ensayo fueron sometidas a los mismos manejos agronómicos (controles fitosanitarios y fertirrigación) empleados por el vivero (Anexos III y IV). Los tratamientos correspondientes al ensayo 2 se pueden apreciar a continuación en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Materiales utilizados en ensayo 2, para propagar estacas herbáceas de vid, clon 101-14.

Tratamiento	Materiales			
	Turba	Fibra de coco	Corteza de pino	Compost
A	X			X
B	X	X		X
C	X	X		X
D	X	X		X
T1	X	X		
TV (vivero)	X		X	

X: indica que contiene

Evaluaciones

Caracterización de las mezclas en estudio

Con el propósito de detectar posibles cambios en las propiedades físicas y químicas de las mezclas producto del crecimiento de las plantas, se realizó la determinación de las propiedades físicas (densidad aparente; espacio poroso total; capacidad de aireación y capacidad de almacenamiento de agua) y las propiedades químicas (pH y conductividad eléctrica) a las mezclas antes de iniciar el ensayo y al momento de cosecha de estos. Para tales efectos se realizaron 3 repeticiones obtenidas de una mezcla compuesta de todas las bolsas cosechadas para el mismo tratamiento.

Determinación de densidad aparente (Da), espacio poroso (EP), capacidad de aireación (VEA) y capacidad de almacenamiento de agua (CAA). A cada tratamiento se les realizó un análisis con tres repeticiones para cada uno, siguiendo la metodología de análisis de sustratos propuesta por USCC (2001).

Para conocer el contenido de agua (O_{1000}) presente en cada mezcla, se tomó una alícuota de 50 cm^3 de cada sustrato, las cuales se pesaron (A_{50}) y se colocaron en recipientes de aluminio previamente tarados, luego fueron llevados a estufa a $65 \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas, con lo cual se obtuvo el peso seco de la muestra (O_{50}).

La muestra contenida en el recipiente fue pesada (A_{1000}) y se registró su volumen (V_{1000}), posteriormente se fue agregando agua destilada lentamente (cada cinco minutos), hasta formar un espejo de agua en su superficie, si el espejo de agua desaparecía, se volvía a repetir la operación. Una vez formado el espejo de agua en la superficie de cada muestra, se

procedió a destapar los agujeros de drenaje, que se encontraban sellados con cinta adhesiva para tuberías, para así dejar drenar libremente por 30 minutos. Posteriormente se vuelve a repetir el procedimiento de saturación con agua destilada y una vez que la muestra se encuentra saturada se registra el peso (W_{nd}) y volumen (V_{nd}). Finalmente se deja drenar la muestra por cuatro horas y se registró el volumen (V_{dd}) y peso (W_{dd}) de la muestra después del drenaje.

Para calcular cada una de las variables se utilizaron las siguientes fórmulas:

Determinación de materia seca de la muestra (O_{1000}):

$$O_{1000} = A_{1000} \cdot (O_{50} \div A_{50}) \text{ (g)}$$

Densidad aparente (Da):

$$Da = O_{1000} \div V_{1000} \text{ (Mg}\cdot\text{m}^{-3}\text{)}$$

Porcentaje espacio poroso (EP):

$$EP = \{ [W_{nd} - O_{1000} + (V_{1000} - V_{nd})] \div V_{1000} \} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

Porcentaje de volumen de espacio libre con aire (VEA):

$$VEA = \{ (W_{nd} - W_{dd}) \div V_{1000} \} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

Porcentaje de capacidad de almacenamiento de agua, en base al volumen (CAA):

$$CAA_v = EP - VEA \text{ (\%)}$$

La definición de cada una de las propiedades analizadas se puede ver en el Apéndice V y la descripción y un esquema simplificado del método utilizado se puede apreciar en el Apéndice VI.

Los materiales utilizados para la determinación de las propiedades físicas se detallan en el Apéndice VII.

Determinación de pH y conductividad eléctrica (C.E.). Para la determinación de éstas propiedades se utilizó la metodología descrita por Zucconi *et al.* (1981), y probada posteriormente por Wu *et al.* (2000); y Rojas *et al.* (2005), en una suspensión-dilución 1:10 en agua destilada.

El procedimiento fue mezclar 5g de mezcla en 50 cm³ de agua destilada (g de sustrato/cm³ de agua destilada) en un vaso plástico de 90 cm³, y se mantuvo a temperatura ambiente durante 1 hora, agitándose 3 veces durante ese período. Transcurrido este tiempo la suspensión se filtró, obteniendo un extracto acuoso. A esta suspensión-dilución se le introdujo el electrodo del pH-metro y conductivímetro respectivamente. La lectura de los datos se hizo a temperatura ambiente y el registro se realizó sólo cuando éstos mostraban un valor constante.

Para la determinación de las propiedades químicas se utilizaron los siguientes instrumentos:

- pH-metro digital HI 991001, marca Hanna, fabricación rumana, precisión +/-0,01.
- Conductivímetro digital HI 99301, marca Hanna, fabricación rumana, precisión +/- 0,01 dS/m.

Los materiales adicionales utilizados para realizar la medición se detallan en el Apéndice VIII.

Evaluaciones de las plantas al final del ensayo

En el ensayo 1 con estacas leñosas se evaluó largo de brote (en el caso de existir más de uno, éste se sumó), peso fresco y seco del sistema radical, diámetro de brote a los 5 cm de la base (en el caso de existir más de uno, éste se sumó) y superficie radical.

A las plantas del ensayo 2 se les realizó las mismas evaluaciones, agregando peso fresco y seco de la parte aérea.

Para medir el largo del brote, se utilizó una cinta de medir (cm); para medir el diámetro del brote se utilizó pie de metro digital (mm), fabricación estadounidense; para materia seca, se procedió al secado en estufa por convección, marca Memmert, modelo 11-30, fabricación alemana, a 65°C +/- 5°C, por 48 horas hasta alcanzar peso constante (Assis *et al.*, 2005); y para peso (fresco y seco) se utilizó balanza digital EOB120, marca Ohaus, fabricación suiza, capacidad máxima 2100 g, precisión 0,01 g.

Para estimar la superficie radical se utilizó un papel milimetrado (cm²) en donde se agruparon las raíces de manera de cubrir en forma pareja y en una sola capa. Para verificar la validez del método se realizó un análisis de correlación con 15 repeticiones con los datos entregados por un aparato comúnmente utilizado para estimar área foliar (Portable Laser Area Meter, modelo CI-203. CID Inc, fabricación estadounidense) (cm²).

Tratamientos y diseño de experimentos

Se realizaron dos ensayos independientes, cada uno de los cuales fue dispuesto en un diseño completamente al azar.

Los tratamientos en ambos ensayos, consideraron cuatro sustratos prototipos (A, B, C y D) en cuya composición se consideraron: material bioprocesado (compost), turba, fibra de coco y corteza de pino, en distintas proporciones, más dos testigos. El primer testigo fue el sustrato base utilizado comercialmente por el vivero respectivo (TV) y se sumó un segundo testigo (T1), que consideró las proporciones de los materiales utilizados por el vivero respectivo para propagar vides, pero con materiales proveídos por el proyecto.

Para la determinación de las propiedades físicas y químicas se calcularon los promedios con 3 repeticiones para cada mezcla.

El ensayo 1 consideró 6 tratamientos con 40 repeticiones, y el ensayo 2 consideró 6 tratamientos con 25 repeticiones.

Unidad experimental

En ambos ensayos, la unidad experimental fue la planta de vid en los distintos contenedores según el ensayo.

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de confianza del 95 % ($\rho \leq 0,05$) y en caso de existir diferencias significativas, se usó el test de rangos múltiples de TUKEY; todos los datos fueron analizados con el programa SPSS 11.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en ambos ensayos, de las evaluaciones realizadas a los sustratos, y el resultado de los análisis realizados a las plantas de vid al final de éstos.

Ensayo 1

Evaluaciones del sustrato

A continuación en el Cuadro 3 se presentan los resultados de las variables evaluadas a las mezclas al inicio del ensayo 1.

Cuadro 3. Resultados promedio de las variables físicas de los sustratos evaluados en el ensayo 1.

Tratamiento	Da ¹ (Mg·m ⁻³)	EP ² %	VEA ³ %	CAA _v ⁴ %
A	0,08 b	67,0 a	12,35 a	54,61 a
B	0,09 b	62,6 a	8,95 a	53,69 a
C	0,17 c	66,3 a	23,94 a	42,37 a
D	0,10 b	61,6 a	9,74 a	51,89 a
T1	0,05 a	71,0 a	22,87 a	48,16 a
TV	0,04 a	64,8 a	44,36 b	20,41 a

Promedios con letras iguales en cada columna, indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Da¹: densidad aparente

EP²: espacio poroso total

VEA³: capacidad de aireación

CAA_v⁴: capacidad de almacenamiento de agua, expresada como porcentaje del volumen

Densidad aparente (Da) y porosidad total (EP). De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis inicial de las mezclas en estudio (Cuadro 3), se puede decir que los valores de Da variaron entre 0,04 y 0,17 Mg·m⁻³, siendo significativamente distintos todos los tratamientos (excepto T1), al testigo del vivero (TV).

Por otro lado, todos los tratamientos presentaron una densidad aparente inferior a 0,4 Mg·m⁻³, valor considerado como óptimo para cultivos en sustrato (Ansorena, 1994).

Los bajos valores de Da obtenidos en este estudio, si bien estarían reduciendo los pesos, y por lo tanto, los costos de manejo y transporte de las plantas, no serían deseables en sustratos usados en viveros, ya que se incrementa significativamente el riesgo de volcado de las macetas (Cabrera, citado por García *et al.*, 2001). Sin embargo, Abad, citado por Terés (2001), afirma que cuando el cultivo se encuentra protegido del viento (caso de los invernaderos), la densidad aparente del sustrato puede ser tan baja como 0,15 Mg·m⁻³, siempre que esto no implique problemas de estabilidad de la planta. Martínez (2005), agrega que para usos habituales se prefieren sustratos de Da baja (menor peso y mayor porosidad). Otros estudios realizados por Pardo *et al.* (2003) a distintos materiales componentes de sustratos indican que la turba y la fibra de coco presentan propiedades físicas similares a las obtenidas durante esta investigación.

Por otro lado, el valor más bajo de Da lo presenta el TV (0,04 Mg·m⁻³), que se compone en su totalidad de fibra de coco (Fibroso 80®), dicho valor se aproxima bastante al rango óptimo mínimo señalado por Burés (1997) (entre 0,05 y 0,1 Mg·m⁻³); Sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos de Da, el tratamiento B obtuvo el mayor valor (0,09 Mg·m⁻³) y el mayor crecimiento radical y el TV el menor valor de Da con un crecimiento radical inferior al resto de los tratamientos, de lo cual se desprende que existe un rango óptimo de crecimiento de raíces. En general, los bajos valores de densidad aparente obtenidos en este estudio, favorecerían el crecimiento radical de las plantas sin causar restricciones, tal como lo señalan Ferraz *et al.* (2005).

En relación al espacio poroso total (EP), Ansorena (1994) y Abad *et al.* (2004) mencionan como nivel óptimo un valor superior al 85%. Si bien es cierto, en este estudio todos los tratamientos muestran valores de porosidad inicial superiores al 60%, ninguno supera el rango óptimo mencionado. Sin embargo, cada componente de la mezclas, por si solo tiene una alta porosidad como es el caso de la turba (> 90%) y la fibra de coco (> 80%), pero al mezclarlos con otros materiales se producen interacciones entre los componentes, que hacen que las propiedades físicas de la mezcla final no sean el promedio de sus componentes (Ansorena, 1994; Burés, 1997); Sin embargo, dicha condición no fue un factor limitante para el crecimiento de raíces.

A modo de comentario general y relacionado a esta última propiedad física (EP), es importante señalar que existen estudios, los cuales indican que el tamaño del contenedor tiene un efecto en la porosidad del sustrato. Al existir poros más grandes cerca de las paredes del contenedor se establecerían canales principalmente de drenaje, aumentando la

aireación del sustrato, este efecto se explicaría ya que las raíces se desarrollan cercanas a las paredes de éste. Dentro de este mismo tópico, estudios realizados por Hsu *et al.* (1996) demostraron que la utilización de sustratos en contenedores de volumen reducido modifica las propiedades de aireación y retención de agua, afectando de alguna forma el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Capacidad de aireación (VEA) y capacidad de almacenamiento de agua (CAA). En lo que respecta a la capacidad de aireación (VEA), se puede observar (Cuadro 3), que existieron diferencias significativas entre el tratamiento testigo (TV) y los restantes tratamientos, obteniendo el TV el valor promedio más alto (44,36 %). Ansorena (1994), señala que el rango óptimo de capacidad de aireación varía entre 10 y 30 %, rangos a los que se aproximan los tratamientos en el momento de inicio del ensayo, salvo el tratamiento testigo, el cual se encuentra por sobre estos valores. Por otro lado, Martínez (2005) considera que sustratos con capacidad de aireación menor de 15% presentarían problemas de asfixia radical, sin embargo en este estudio se pudo observar que ninguno de los tratamientos presentó dicha limitante.

En relación a la capacidad de aireación (CAA), el valor más alto lo presentó el tratamiento testigo (TV), coincidiendo con los resultados del estudio realizado por Zanetti *et al.* (2006) quienes estudiaron distintas fibras de coco, dentro de las cuales se encontraba el Fibroso 80®, llegando a la conclusión que éste sustrato fue el que presentó una alta granulometría (poros más grandes) lo cual se asocia a una baja capacidad de retención de agua de este material. El hecho de que el Fibroso 80® tenga una alta granulometría proporciona al material un rápido drenaje, lo que hace pensar que se debe utilizar una menor cantidad de agua al momento de regar, pero con una mayor frecuencia y así evitar estrés hídrico de las plantas. Dicha condición no es esperable de alcanzar en vivero (riego controlado), pero si puede presentarse una vez establecido el parronal o viñedo, debido a que la planta se encuentra en un medio muy distinto a lo que la rodea.

Por otra parte, la capacidad de almacenamiento de agua (CAA) que presentaron los tratamientos evaluados al inicio del ensayo, se encontrarían dentro de los rangos óptimos señalados por Abad *et al.* (2004). En general, todos los tratamientos a excepción del tratamiento testigo (TV), presentaron una capacidad de almacenamiento de agua elevada, esto último se puede asociar a la alta capacidad de retención de agua de la turba (Ansorena, 1994; Burés, 1997) y la fibra de coco Misto 98 ® (Zanetti *et al.*, 2006), que a su vez se vió mejorado por la incorporación de compost en bajo porcentaje (tratamientos A y B).

Finalmente, estudios realizados por Raviv *et al.*, (citado por Pire y Pereira, 2003) un alto volumen de aireación (VEA) es una característica que favorece el libre drenaje, pero a la vez disminuye la capacidad de retención de agua (CAA) lo cual provoca problemas de manejo del cultivo ya que éste requeriría de riegos muy frecuentes. Otro punto importante a considerar, y que se encuentra asociado a lo anterior es el tamaño, altura y material del contenedor, de acuerdo con Milner, (citado por Zanetti *et al.*, 2006) mientras más alto es el recipiente utilizado, menor sería la capacidad de agua disponible para la planta independiente del material que sea utilizado como sustrato. Por lo tanto, es un punto

importante a considerar para obtener una relación VEA/CAA (Aire/Agua) favorable para la planta.

Propiedades químicas

A continuación se presentan las evaluaciones realizadas a los parámetros químicos pH y conductividad eléctrica (C.E.)

pH

Los datos que se presentan de pH son los obtenidos del promedio de 3 repeticiones realizadas a cada tratamiento (Cuadro 4).

El término pH se asocia como indicador de la acidez o basicidad de los sustratos, su valor controla la disponibilidad de nutrientes en la planta, y también afecta la disponibilidad de los minerales (Nelson, 1998).

En relación a la influencia del valor del pH en la disponibilidad de nutrientes, Tan (1998), afirma que la mayoría de las plantas crecen mejor en sustratos con una reacción ligeramente ácida, dentro del rango 6,0 a 7,0 ya que entre estos intervalos, la mayoría de los nutrientes se encuentran disponibles en cantidades óptimas (Anexo V). Para Ansorena (1994), el nivel óptimo de pH de un sustrato debería estar entre 5,2 y 6,3. Sin embargo, Martínez (2005), amplía el rango ya que sostiene que para la nutrición mineral este valor debería ser mayor a 4 y menor que 7; el mismo autor, agrega que el pH es función del tipo de sustrato y de las exigencias del cultivo y para el caso de los sustratos orgánicos éste valor debería ir entre los 5 y 5,5.

Cuadro 4. Variación del pH de los tratamientos entre el inicio del ensayo 1 y el final de éste.

Tratamiento	pH inicial	pH final
A	5,96 b ±0,08	5,20 c ±0,10
B	5,61 b ±0,29	5,15 bc ±0,08
C	5,76 b ±0,13	5,68 d ±0,04
D	5,98 b ±0,05	5,54 d ±0,02
T1	4,47 a ±0,05	4,18 a ±0,03
TV	5,71 b ±0,00	5,03 b ±0,01

Promedios con letras iguales en cada columna, indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0.05$).

En el Cuadro 4, se observa que el tratamiento T1 fue el que presentó el valor de pH inicial más bajo (4,47), lo cual podría resultar una limitante para la propagación de estacas de vid, según los rangos de pH indicados por CIREN (1989) para el cultivo de ésta. A su vez, fue el único tratamiento que presentó diferencias significativas en el valor de pH inicial en relación al resto de los tratamientos, este bajo valor se podría atribuir a la turba presente en

la mezcla, ya que dicho tratamiento contiene un alto porcentaje de este material. En estudios de pH realizados a los materiales (Apéndice X), la turba presentó valores cercanos a 4, acercándose a los resultados obtenidos en el tratamiento T1. Sin embargo, el pH es fácilmente modificable con prácticas de manejo tal como lo señalan Ansorena (1994); Burés (1997); Bunt citado por García *et al.* (2001) y Martínez (2005).

En general, todos los tratamientos (excepto T1), inicialmente presentaron valores de pH dentro de los rangos óptimos señalados por la literatura. Hacia el final del ensayo se observó que todos los tratamientos difieren estadísticamente con el testigo del vivero (TV), excepto el tratamiento B.

Al comparar los resultados obtenidos de pH entre el inicio y el final del ensayo, se observó que la tendencia es a la disminución, esto podría deberse a la utilización de fertilizantes acidificantes o descomposición de la materia orgánica presente en cada mezcla (Ansorena, 1994) (Anexo II).

Conductividad eléctrica (C.E.)

La conductividad eléctrica (C.E.), es la medida del contenido de sales solubles que presenta el extracto acuoso de un sustrato (Terés, 2001; Martínez, 2005).

Para el caso de la conductividad eléctrica (Cuadro 5) es importante mencionar que ésta fue amplificada por dos para poder comparar los datos con los citados en la literatura ya que se hizo una dilución mayor (1:10)² a la que comúnmente se usa para evaluar sustratos originados de materiales orgánicos compostados (1:5) Varnero (2004). Dicha dilución debió ser realizada ya que las mezclas presentaron un bajo poder de absorción de agua al momento de la medición.

Cuadro 5. Variación de la conductividad eléctrica (C.E.) en cada tratamiento previo al inicio y una vez finalizado el ensayo 1.

Tratamiento	C.E. inicial (dS·m ⁻¹)	C.E. final (dS·m ⁻¹)
A	1,36 b ±0,01	1,24 e ±0,03
B	1,16 a ±0,02	0,84 c ±0,02

² Burés, S. 2006. Ingeniero Agrónomo, Dr. Especialista en Sustratos. Burés S.A. “Comunicación personal”.

C	1,32 b ±0,01	0,98 d ±0,02
D	1,34 b ±0,00	0,48 b ±0,04
T1	2,14 c ± 0,08	1,46 f ±0,01
TV	1,32 b ±0,03	0,30 a ±0,01

Promedios con letras iguales en cada columna, indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0.05$).

C.E.: conductividad eléctrica

De acuerdo a los resultados que se muestran en el Cuadro 5, inicialmente, el único tratamiento que muestra una alta conductividad eléctrica (C.E.), que se asocia a una elevada concentración de sales, es el tratamiento T1. Este alto valor ($2,14 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) se podría atribuir a la fibra de coco (Misto 98®), material que se encuentra en alto porcentaje como constituyente de ésta mezcla, ya que en análisis preliminares realizados a los materiales utilizados en éste estudio (Apéndice X), la fibra de coco presentó una elevada conductividad eléctrica ($2,64 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$). Algunos autores señalan que en el proceso de extracción del material se utiliza agua con alto contenido de sales (agua de mar) (Burés, 1997). El valor del tratamiento T1, resultaría poco apropiado para la mayoría de las plantas y apropiado solamente en el caso de tener plantas vigorosas (Martínez, 2005). En el resto de los tratamientos el contenido de sales no resultaría una limitante para el desarrollo de las plantas de vid.

Inicialmente, los tratamientos B y T1 fueron significativamente distintos entre ellos y al resto de los tratamientos, alcanzando el tratamiento B el mas bajo valor de C.E. y el tratamiento T1, el valor mas alto.

Una vez finalizado el ensayo, todos los tratamientos resultaron ser estadísticamente distintos (Cuadro 5). Además se puede apreciar que los valores de conductividad eléctrica al término del ensayo fueron menores que al inicio de éste, lo que se podría explicar por el lavado de sales que ocurre por el riego efectuado en el vivero. Por otro lado estos valores se encontrarían dentro del rango óptimo tolerado por la vid ($< 1,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) (Salameh y Daoud, 2000).

Propiedades químicas del agua de riego

En este estudio los análisis del agua de riego del vivero Biotecnia (Apéndice XI), mostraron valores apropiados para el crecimiento de plantas (Anexo VI). En relación al pH, estudios realizados por Argo (1998) al agua de riego usada en viveros, indican que el valor de pH debería situarse entre 5 y 7, lo cual coincide con los valores obtenidos al analizar el pH del agua de riego de este vivero. En el caso de la C.E., el valor obtenido ($0,4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) se situó bajo el rango señalado por Wang (1998), el cual afirma que agua con $1,1 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, no provocaría problemas en el crecimiento de plantas, incluso cuando éstas no toleran altas concentraciones de salinidad.

Resultados de las variables de crecimiento de las plantas

En el Cuadro 6 se presentan los promedios para las variables de crecimiento evaluadas en el ensayo 1. Sólo existieron diferencias significativas para la variable superficie radical, entre el tratamiento testigo (TV) y el tratamiento B, siendo este último el tratamiento que presentó la mayor superficie radical. El resto de los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre ellos para ninguna de las variables analizadas. Al realizar un análisis más detallado de los resultados obtenidos de superficie radical, se puede apreciar, que el tratamiento B fue superior en 42 puntos porcentuales al testigo del vivero (TV). Los demás tratamientos no difieren estadísticamente con el testigo del vivero (TV), sin embargo, éstos muestran valores de superficie radical 20% más altos al tratamiento testigo, lo que indicaría que existe una mayor exploración de la raíz en el contenedor (Apéndice IX). La validez del método utilizado para estimar la superficie radical quedará demostrada más adelante en el ensayo 2 con un análisis de correlación.

Cuadro 6. Crecimiento promedio de estacas de vid var. Chardonnay, propagadas en distintos sustratos, evaluadas al final del estudio.

Tratamiento	Largo brote (cm)	Peso fresco raíz (g)	Peso seco raíz (g)	Diámetro brote (mm)	Superficie radical (cm ²)
A	67,42 a 243,58 ab	10,44 a		2,22 a	6,04 a
B	66,88 a	9,88 a	2,44 a	5,89 a	264,63 b
C	56,40 a	10,68 a	2,24 a	5,64 a	241,21 ab
D	61,35 a	9,81 ^a	1,96 a	5,52 a	231,28 ab
T1	54,74 a	9,31 a	1,85 a	5,58 a	221,79 ab
TV	58,96 a	7,72 a	1,93 a	6,00 a	185,80 a

Promedios con letras iguales en cada columna, indican que los tratamientos para esa variable no difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Ensayo 2

Evaluaciones del sustrato

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de las variables físicas evaluadas a las mezclas al inicio del ensayo 2.

Cuadro 7. Resultados promedio de las variables físicas medidas a los sustratos evaluados en el ensayo 2.

Tratamiento	Da ¹ (Mg·m ⁻³)	EP ² %	VEA ³ %	CAA _v ⁴ %
A	0,08 b	68,3 ab	8,26 a	60,00 b
B	0,08 b	64,1 ab	8,07 a	55,99 ab
C	0,15 d	65,0 ab	8,27 a	56,69 b
D	0,13 c	69,6 b	11,83 a	57,78 b
T1	0,06 a	69,5 b	9,56 a	59,90 b
TV	0,19 e	62,2 a	11,22 a	51,03 a

Promedios con letras iguales en cada columna, indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Da¹: densidad aparente

EP²: espacio poroso total

VEA³: capacidad de aireación

CAA_v⁴: capacidad de almacenamiento de agua, expresada como porcentaje del volumen

Densidad aparente (Da) y espacio poroso total (EP). Según los resultados promedios obtenidos de la evaluación física inicial hecha a las mezclas (Cuadro 7), se puede decir que el tratamiento testigo del vivero (TV), que se compone principalmente de compost de corteza de pino, presentó el valor más alto de Da entre los tratamientos evaluados, además fue significativamente distinto al resto de los tratamientos, dicho valor se aproxima bastante a los resultados que obtuvieron Pastor *et al.* (2003), al estudiar dicho material ($0,2 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$). Los bajos valores de Da de los tratamientos A y B, estarían explicados principalmente por el alto porcentaje de turba que llevan en su composición, cuyo valor es muy cercano al obtenido por Pardo *et al.* (2003) quienes al analizar la Da de la turba obtuvieron valores de $0,075 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ además, ambos tratamientos fueron estadísticamente iguales y significativamente distintos a los tratamientos restantes.

Si se asocia los valores de Da obtenidos por los tratamientos A y B, con los resultados de las variables de crecimiento (Cuadro 10) se podría relacionar valores de $0,08 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ con un buen crecimiento tanto de la parte aérea como radical de las estacas herbáceas de vid.

Si bien es cierto, los valores son relativamente bajos, lo cual desde el punto de vista de manejo, pone en peligro la estabilidad de los contenedores con el material (Abad citado por Terés, 2001), éstos no resultarían ser limitantes para la propagación de vides en contenedor, debido a que la propagación ocurre en invernadero (protegido del viento). Jiménez y Caballero (citado por Pire y Pereira, 2003), también mencionan que un sustrato debe ser lo suficientemente denso, para permitir mantener la planta en posición vertical, evitando el volcamiento, pero agregan que se debe tener en cuenta que el exceso de peso dificulta el manipuleo y transporte. Aún así, Martínez (2005), sostiene que hoy se prefieren sustratos de Da baja (menor peso y mayor porosidad), como los usados en éste ensayo.

Finalmente, todos los resultados de Da inicial obtenidos en éste estudio se encontrarían por debajo del rango óptimo ($< 0,04 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) señalado por Ansorena (1994).

Es importante destacar, que tal como lo señaló Burés (1997), y se pudo comprobar durante el desarrollo de esta investigación, el conocimiento de las propiedades físicas particulares de cada componente de las mezclas utilizadas como sustrato, es una buena herramienta para punto de partida en la selección de materiales; Sin embargo, las mezclas de los mismos puede producir sustratos con características físicas muy diferentes a los materiales originales, particularmente cuando existen grandes contrastes en el tamaño de sus partículas ya que puede ocurrir que partículas muy pequeñas llenen los intersticios o poros entre las partículas mayores reduciendo la fracción de volumen de poros totales, lo anteriormente señalado puede originar sustratos con características muy diferentes en sus capacidades de aireación y de retención de humedad.

En lo que se refiere a espacio poroso total (EP), el tratamiento testigo vivero (TV), presentó el valor mas bajo, conclusión a la que también llegaron Zapata *et al.* (2005), al estudiar el

compost de corteza de pino (87%), comprobando además, que al mezclarlo con residuos orgánicos la porosidad se reduce (79%), incluso bajo el nivel óptimo (85%) indicado por Ansorena (1994).

Capacidad de aireación (VEA) y capacidad de almacenamiento de agua (CAA). Según estudios realizados por Raviv *et al.* (citado por Pire y Pereira, 2003), un alto volumen de aireación es una característica que favorece el libre drenaje, pero a la vez disminuye la capacidad de retención de agua lo cual provoca problemas de manejo del cultivo ya que éste requeriría de riegos muy frecuentes.

Según datos obtenidos por Martínez (2005), que evaluó diferentes materiales componentes de sustrato (turba, corteza de pino y orujo de uva comportado), todos los tratamientos al inicio del ensayo presentarían un nivel de aireación (VEA) limitante y por lo tanto la posibilidad de asfixia radical. Sin embargo, dicha condición no se constató al momento de la evaluación.

En lo que respecta a la capacidad de almacenamiento de agua (CAA), el tratamiento TV resultó ser el tratamiento con menor valor. En este sentido, Bunt (citado por Zapata *et al.*, 2005) señala que un sustrato puede tener baja capacidad de almacenamiento de agua (CAA), debido a su baja porosidad o porque sus poros son grandes y la mayor parte del agua se pierde por gravedad o por una combinación de ambas situaciones. Sin embargo, dicho valor sería muy superior a los rangos señalados por Abad *et al.* (2004). Además el TV fue distinto estadísticamente a la mayoría de los tratamientos (excepto tratamiento B).

Propiedades químicas

pH

Como se indicó, el término pH es un indicador de la acidez o basicidad de los sustratos (Nelson, 1998). En la producción de plantas en contenedor, el pH del medio está directamente relacionado con la disponibilidad y solubilidad de los nutrientes con el objetivo que éstos puedan ser absorbidos por la planta (Peterson, citado por Argo, 1998), (Anexo V). Por otro lado, Nelson, citado por Bishko *et al.* (2003), asegura que más de la mitad de los problemas nutricionales que se presentan en los viveros tiene relación con el valor del pH del sustrato.

En el Cuadro 8, se presentan los resultados promedios de pH inicial y final obtenidos por cada uno de los tratamientos del ensayo 2. Como se puede apreciar, inicialmente los tratamientos A y B se comportaron de manera similar y fueron estadísticamente distintos al resto de los tratamientos. Por otra parte, el tratamiento T1 fue el que presentó los valores más bajos de pH (tanto al inicio como al final del ensayo), lo que resulta esperable según la literatura, ya que es el que contiene el porcentaje más alto de turba (> 65%), cuyo pH resultó ser ácido al estudiar las propiedades químicas de éste material (Apéndice X), éste bajo valor (4,10) podría ser una limitante para la propagación de vid, según los rangos óptimos señalados por CIREN (1989); Sin embargo, esta propiedad química puede ser fácilmente modificada, tal como lo señaló Ansorena (1994) y posteriormente Burés (1997).

Cuadro 8. Variación del pH en el ensayo 2.

Tratamiento	pH	pH
-------------	----	----

	inicial	final
A	5,72 b ±0,03	5,71 c ±0,08
B	5,73 b ±0,02	5,57 b ±0,04
C	6,11 d ±0,05	6,06 e ±0,01
D	5,92 c ±0,01	5,66 bc ±0,03
T1	4,88 a ±0,03	4,10 a ±0,04
TV	6,43 e ±0,03	5,82 d ±0,01

Promedios con letras iguales en cada columna, indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0.05$).

Para los restantes tratamientos (A, B, C, D y TV), la literatura señala que los nutrientes se encontrarían disponibles y de forma asimilable por la planta (Ansorena, 1994; Abad *et al.*, 2004). Además éstos se encontrarían dentro del rango óptimo descrito por Martínez (2005) para sustratos de origen orgánico (5,5-6,5).

Conductividad eléctrica (C.E.)

Como ya se mencionó en el ensayo 1, la C.E. es la medida de la concentración de sales presentes en el sustrato (Terés, 2001).

A continuación en el Cuadro 9, se pueden observar los resultados obtenidos de conductividad eléctrica.

Cuadro 9. Variación de la conductividad eléctrica (C.E.) en cada tratamiento previo al inicio y una vez finalizado el ensayo 2.

Tratamiento	C.E. inicial (dS·m ⁻¹)	C.E. final (dS·m ⁻¹)
A	0,59 c ±0,01	0,45 c ±0,01
B	0,38 a ±0,00	0,46 c ±0,00
C	1,02 d ±0,00	0,38 b ±0,00
D	0,50 b ±0,00	0,35 a ±0,02
T1	1,59 e ±0,04	0,48 d ±0,00
TV	2,30 f ±0,00	0,50 e ±0,00

Promedios con letras iguales en cada columna, indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0.05$).

C.E. conductividad eléctrica

En el Cuadro 9, se puede observar que inicialmente la mayoría de los tratamientos presentaron una C.E. superior a la obtenida en la evaluación final de las mezclas (excepto el tratamiento B) mostrando todas diferencias significativas al compararlas estadísticamente. Al comparar la C.E. de los tratamientos, entre el inicio y final del ensayo se pudo observar que la tendencia fue a la disminución. Dicha condición estaría asociada principalmente por el lavado, vía riego, de las sales presentes en cada sustrato (Ansorena, 1994).

El tratamiento testigo del vivero (TV), fue el que presentó el valor inicial más alto de C.E. Según lo explicado por Terés (2001), cuando el sustrato se descompone durante el transcurso del cultivo se liberan nutrientes que aumentarían la concentración de sales en el medio. Otra razón descrita por el mismo autor, indica que la presencia de fertilizantes

insolubles (de liberación lenta, como fue el caso de la fertilización base usada en el sustrato testigo del vivero (Anexo IV), cuando se degradan para producir nitratos, también provocarían un aumento en la concentración de sales.

Es importante señalar que estudios realizados por Abad *et al.* (2002), corroboran que es muy importante conocer la procedencia de los materiales componentes de la mezclas debido a que las propiedades químicas pueden ser significativamente distintas de acuerdo al lugar de origen y los procesos empleados para su elaboración.

Tanto los resultados de pH como de C.E., son fáciles de modificar tal como lo señalan Ansorena (1994) y Burés (1997), ya sea con enmiendas de cal (para elevar el pH) o mediante riego controlado (para lavar las sales), teniendo en cuenta que el agua de riego cumpla con características óptimas (Ansorena, 1994; Abad *et al.*, 2004).

Propiedades químicas del agua de riego

Como se indicó en la discusión del ensayo 1, otro factor importante a considerar son las características químicas del agua de riego (pH y C.E.), utilizada por el vivero, ya que influyen en la disponibilidad y asimilabilidad de los nutrientes.

Los resultados de los análisis del agua de riego del Viverosur mostraron valores apropiados para el crecimiento de plantas (Apéndice XI), (Según los rangos señalados en el Anexo VI). En relación al pH, estudios realizados por Argo (1998) al agua de riego usada en viveros, indican que el valor de pH debería situarse entre 5 y 7, lo cual coincide con los valores obtenidos al analizar el pH del agua de riego de este vivero. En el caso de la C.E., el valor obtenido ($0,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) se situó bajo el rango señalado por Wang (1998), el cual afirma que agua con $1,1 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, no provocaría problemas en el crecimiento de plantas, incluso cuando éstas no toleran altas concentraciones de salinidad.

Resultados de las variables de crecimiento de las plantas

El ensayo 2 fue realizado con estacas herbáceas correspondientes al Clon 101-14 (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*). En el Cuadro 10, se puede observar que los tratamientos A y B, para la mayoría de las variables de crecimiento analizadas resultaron ser iguales o mejores al tratamiento testigo (TV). En general, se puede decir que el tratamiento B fue el que presentó, en la mayoría de las variables analizadas, los mejores valores promedios. También se pudo apreciar que el tratamiento testigo del vivero (TV) fue el que presentó los valores más bajos en la mayoría de las variables analizadas, y sólo posee el valor más alto en la variable diámetro del brote, sin ser significativamente distinto a los tratamientos A, B y T1. Ésta variable es importante de considerar debido a que este clon es utilizado como portainjerto tanto en vid de mesa como vid vinífera. Éstos últimos resultados permitirían injertar entre los meses de junio-julio, injerto que para lograr éxito en esta especie, debería ser del tipo omega³.

Cuadro 10. Crecimiento promedio de estacas herbáceas de vid clon 101-14, propagadas en distintos sustratos, evaluado al final del ensayo.

³ D'Angelo, M. 2007. Ingeniero Agrónomo, Especialista en Fruticultura. Depto. Producción Agrícola. Universidad de Chile. "Comunicación personal".

Tratamiento	Largo brote (cm)	Peso fresco aéreo (g)	Peso seco aéreo (g)	Peso fresco radical (g)	Peso seco radical (g)	Diámetro (suma) (mm)	Superficie radical (cm ²)
A	11,63 bc	3,94 b	1,15 ab	5,93 c	2,07 bc	3,03 ab	197,76 ab
B	11,99 c	4,18 b	1,31 b	6,60 c	2,29 c	2,98 ab	241,38 b
C	7,44 a	2,20 a	0,81 a	4,46 ab	1,34 ab	2,70 a	177,77 ab
D	8,10 a	2,32 a	1,04 ab	5,40 bc	1,68 abc	2,72 a	208,13 ab
T1	6,66 a	2,09 a	0,81 a	4,17 ab	1,64 abc	2,99 ab	172,04 a
TV	5,73 a	2,70 a	0,99 ab	3,72 a	1,25 a	3,66 b	158,72 a

Promedios con letras iguales en cada columna, indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Como se mencionó para el ensayo 1, para estimar la superficie radical se realizó un análisis de correlación entre los datos obtenidos de la medición en papel milimetrado de las raíces y los datos entregados por Portable Laser Area Meter (modelo CI-203. CID Inc), obteniéndose una recta con su respectiva ecuación (Figura 1).

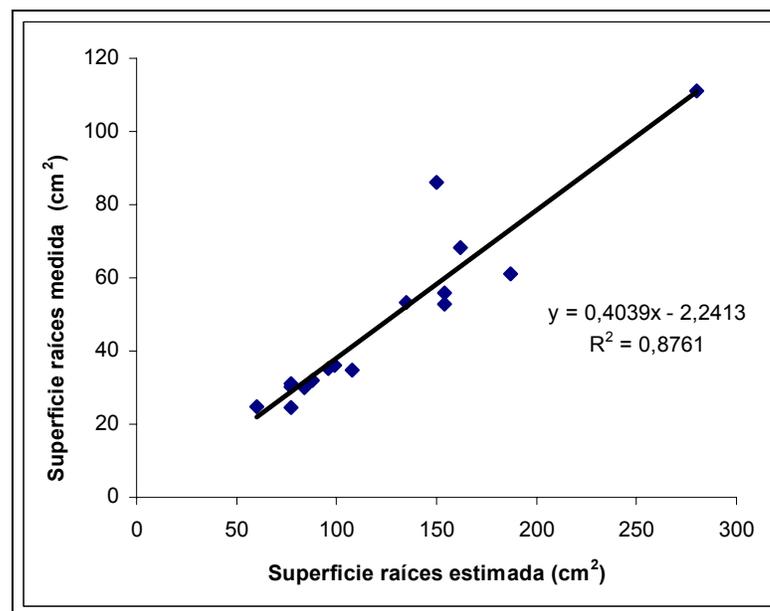


Figura 1. Relación entre datos medidos en papel milimetrado (superficie raíces estimada en cm²) vs. Superficie raíces medida (leída en el Portable Laser Area Meter (cm²)).

En la Figura 1, se puede observar el buen ajuste de los datos a una línea recta, dando un coeficiente de determinación (R^2) cercano a 90%. Por otro lado, se puede deducir que el valor del coeficiente de correlación R es cercano a 0,94 lo que indicaría, según Susan (1992) que existe una fuerte correlación entre las variables estudiadas, lo que avalaría el uso del método del papel milimetrado como una buena aproximación de la superficie radical para nuestro estudio (Apéndice XII).

Para esta variable se observó que el tratamiento B obtuvo el valor promedio más alto, lo que indica un mayor desarrollo de raíces en comparación al tratamiento testigo, siendo ambos tratamientos estadísticamente distintos (Figura 2).



Figura 2. Comparación entre del sistema radical del tratamiento B y el testigo del vivero (TV), ensayo 2 (Viverosur).

En la Figura 3 se observan los sistemas radicales característicos de los 6 tratamientos correspondientes al ensayo 2, donde claramente se aprecia un mayor desarrollo y capacidad exploratoria de las raíces creciendo en el tratamiento B.



Figura 3. Comparación del desarrollo del sistema radical en los tratamientos, plantas de vid clon 101-14, ensayo2 (Viverosur) al momento de la evaluación final.

CONCLUSIONES

En forma general para ambos ensayos se puede concluir:

La mezcla de materiales (turba, fibra de coco, compost y corteza de pino), provee un sustrato con menor porosidad, menor densidad aparente y menor capacidad de almacenamiento de agua que cada material individualmente.

Las mezclas con una densidad aparente cercana a $0,08 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ permiten un mejor desarrollo de las plantas que aquellas con valores inferiores o superiores.

Una baja proporción de compost en el sustrato del contenedor, permite un mejor desarrollo de raíces en estacas leñosas y herbáceas de vid que una alta proporción del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Abad M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. Pp. 47-62. *In*: Cultivo sin suelo. F. Canovas y J. Díaz. (Ed). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA. 372 p.

- Abad, M., P. Noguera., R. Puchades., A. Maquieira and V. Noguera. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. *Bioresource Technology* (82): 241-245.
- Abad, M., P. Noguera y C. Carrión. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. Pp. 113-158. *In: Urrestarazu, M (Ed). Tratado de cultivo sin suelo. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 914 p.*
- Aguirre, A. 2000. Propagación. Pp. 91-94. *In: Valenzuela, J (Ed). Uva de Mesa en Chile. Colección de libros INIA N° 5, Santiago, Chile. 338 p.*
- Ansorena, J. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 172 p.
- Argo, W. 1998. Root medium chemical properties. *Hort Technology* 8 (4): 486-494.
- Assis, A.M., R.T. Faria., L.A. Colombo e J.F. Carvalho. 2005. Utilização de substratos à base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae). *Acta Scientiarum Agronomy* 27(2): 255-260.
- Bishko, A., P. Fisher and W. Argo. 2003. The pH-response of a peat-based medium to application of acid-reaction chemicals. *HortScience* 38 (1): 26-31.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid. 342 p.
- CIREN, 1989. Requerimientos de clima y suelo de especies frutales de hoja caduca. CIREN CORFO. Publicación Ciren 83. 79 p.
- Correia, D., M. Freitas Rosa., E. L. Vasconcelos Normes e F.B. Araujo. 2003. Uso do pó da casca de coco na formulação de substratos para formação de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 25(3): 557-558.
- Ferraz, M.V., J.F. Centurion e A. M. Beutler. 2005. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. *Acta Scientiarum Agronomy* 27(2): 209-214.
- García, O., G. Alcántar., R. Cabrera, F. Gavi y V. Volke. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *Terra* 19(3): 249-258.
- Hsu, Y., M. Tseng and C. Lin. 1996. Container volume affects growth and development of wax-apple. *HortScience* 31(7): 1139-1142.
- INN (Instituto Nacional de Normalización) 2005. Norma Chilena Oficial NCh 2880. Of 2004: Compost, Clasificación y requisitos. Chile, 19 p.
- Konduru, S., M. Evans and R. H. Stamps. 1999. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. *HortScience* 34(1): 88-90.
- Lanzi, A. 2005. I substrato alternativi alla torba: verifche sperimentali sull'impiego di compost e fibra di coco nell'ortoflorovivaismo. Tesi di Laurea, Facolta' di Agraria, Universita' Di Pisa. Italia. 67 p.
- Llorens, J. 1992. Cultivos en sustratos. *Horticultura* 75: 86-88.
- Martínez, X. 2005. Identificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los sustratos y su relación con el crecimiento y desarrollo de las plantas. 20 p. *In: Martínez, X. Seminario Internacional sobre Sustratos para Uso en Agricultura. Santiago, Chile. 3 de noviembre de 2005.*
- Messerer, D. 1998. Sustratos alternativos en la propagación de palto (*Persea americana* Mill.) Taller de Licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. 65 p.

- Morales, C. 1995. Elaboración de sustratos para su utilización en propagación de plantas frutales, a partir de materiales no tradicionales. Taller de licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso. 89 p.
- Neal, J. and D. Wagner. 1983. Physical and chemical properties of coal cinder as a container media component. *HortScience* 18 (5): 693-695.
- Nelson, P. 1998. Greenhouse operation and management. Prentice Hall, New Jersey. 637 p.
- Pardo, A., J. De Juan and J. Pardo. 2003. Characterisation of different substrates for possible use as casing in mushroom cultivation. *Food, Agriculture & Environment* 1 (1): 107-114.
- Pastor, J. 1999. Utilización de sustratos en viveros. *Terra* 17(3): 231-235.
- Pastor, J., O. Marfá y R. Savé. 2003. Influencia del sustrato y del tamaño del contenedor en el transplante al terreno definitivo de plantas ornamentales cultivadas en contenedor. *Actas de Horticultura* 39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Pontevedra. 527-528.
- Pire, R. y A. Pereira. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado de Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. *Bioagro* 15(1): 55-63.
- Possanzini, G. 2004. Individuazione di substrati e di fertilizzanti nella produzione di piantine da trapianto da destinare alla coltivazione in biologico. Tesi di dottorato. Università della Tuscia – Viterbo, Italia. 63 p.
- Reynier, A. 2002. Manual de viticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 497 p.
- Rivière, L. and J. Caron. 2001. Research on substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Horticulturae*. 548: 29-37.
- Rojas, C., R. Orellana, E. Sotomayor y M. Varnero. 2005. Fitotoxicidad de extractos de residuos orgánicos y su efecto sobre el índice de germinación de rabanito y pepino. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal* 15 (2): 61-66.
- Salameh, E and R. Daoud. 2000. Analysis and review of the prospects of implementing a differential irrigation water pricing/tariff system in the Jordan Rift Valley. International Development Research Center (IDRC). Canadá. 34 p.
- Susan, J. 1992. Statistical methods in the biological and health sciences. Second edition. McGraw-Hill, Inc. 526 p.
- Tan, K. 1998. Principles of soil chemistry. Marcel Dekker, New York. 521 p.
- Terés, V. 2001. Relaciones agua-aire en sustratos de cultivo como base para el control de riego. Metodología de laboratorio y modelización. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, España. 531 p.
- USCC (United States Composting Council) 2001. Test methods for the examination of composting council research and education foundation. Chapter 3: Physical parameter. 03.01-B Quick test for bulk density, porosity/ pore space, free airspace and water holding capacity of compost (Sieved). Disponible en: <http://www.tmecc.org> . Leído 28 de julio 2005.
- Varnero, M. 2004. Guía 3: Determinación de algunos parámetros de control de proceso curso-taller. Producción de compost. Programa de capacitación en biotransformación y gestión ambiental. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago. Chile. 24 y 25 de noviembre 2004. 9 p.
- Wang, Y. 1998. Impact of salinity and media on growth and flowering of a hybrid *Phalaenopsis* Orchid. *HortScience* 33 (2): 247-250.

Wu, L., L.Q. Ma, and G. A. Martínez. 2000. Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. *Journal of Environmental Quality* 29 (2): 424-429.

Zanetti, M. C. Fernandes., J. Cazetta., J. Corá. e D. Mattos Junior. 2006. Caracterização física de substratos para a produção de mudas e porta-enxertos cítricos sob telado.

Disponível em:

http://www.citrograf.com.br/download/ZANETTI_FISICA_DE_SUBSTRATOS.pdf.

Leído 14 de septiembre 2006.

Zapata, N. F, Guerrero. y A. Polo. 2005. Evaluación de corteza de pino y residuos urbanos como componentes de sustrato de cultivo. *Agricultura Técnica* 65 (4): 378-387.

Zucconi, F., A. Pera., M. Forte., and De Bertoli, M. 1981. Evaluating toxicity in immature compost. *Biocycle* (22): 54-57.

ANEXO I

Cuadro 1.1. Programa fitosanitario en vides var. Chardonnay, ensayo 1.

Época	Objetivo	i.a. %	Dosis	Plagas/Enfermedades	Acción	Carencia (días)	Aplicación
Antes de los primeros adultos	Control de ácaros	Cyhexatin 600 g/L SC	50cm ³ /Hl agua	Araña roja bimaclada	Contacto e ingestación	15	Sólo si existe presencia
Comienzo de primeros ejemplares	Control de pulgones	Pirimicarb 500g/Kg WG	30 g/Hl agua	Pulgón verde	Contacto y selectivo	7	Repetir cada 15 días
Comienzo de primeros ejemplares	Control de babosas y caracoles sea necesario	Metaldehído 50g/Kg RB	100g/100 m ²	Babosas y caracoles	Contacto e ingestación	No tiene	Sólo si es necesario
21 días después del trasplante	Preventivo días si	Captan Benomil 500g/Kg WP	180 g/Hl agua 800g/Kg WP 50g/Hl agua	Hongos	Contacto	No tiene	Cada 15 días es necesario

ANEXO II

Cuadro 2.1. Programa de fertilización mensual efectuado en vides Var. Chardonnay, ensayo 1.

Época	Objetivo	Producto	Dosis	Acción	Carencia	Aplicación
Brotación y Crecimiento	Mejorar el follaje	PROFER	50cm ³ /15 L agua	Abono Foliar	No tiene	2 veces/semana
Momento del Trasplante	Mejorar crecimiento de brotes y hojas	ULTRASOL INICIO	1g/1L agua	Abono Foliar	No tiene	3 veces/semana
Desarrollo de plantas	Mejorar crecimiento de brotes y hojas	ULTRASOL CRECIMIENTO	1g/1L agua	Abono Foliar	No tiene	1 vez/semana

ANEXO III

Cuadro 3.1. Manejo fitosanitario Mensual utilizado en vides clon 101-14, ensayo 2.

Semana	i.a. %	Dosis	Plagas/Enfermedades	Acción	Carencia	Aplicación
--------	-----------	-------	---------------------	--------	----------	------------

1ª	Clorpirifos 48% EC	120cm ³ /HI agua	Pulgones, chanchito blanco, mosca blanca, gusano cortador	Contacto, ingestación e inhalación	No tiene	1 vez/semana
	Pyrimethanil 408g/L SC	100 cm ³ /HI agua	Botrytis	Contacto translaminar	21 días	1 vez/semana
2ª	Carbaril 850g/Kg WP	100g/ HI agua	Langostinos, cuncunillas, Trips	Contacto e ingestación	10 días	1 vez/semana
	Fosetil-AI 800g/Kg WP	200 g/ HI agua	<i>Phytophthora</i> sp.	Sistémico ascendente y descendente	No tiene	1 vez/semana
3ª	Imidacloprid 200 g/L SL	100 cm ³ /HI agua	Pulgones, chanchito blanco, mosca blanca, gusano cortador	Sistémico y Contacto	7 días	1 vez/semana
	Benalaxil 8% p/p + Mancozeb 65% p/p WP	200 g/ HI agua	Caída de plantas Mildiú	Sistémico y Contacto	No tiene	1 vez/semana
4ª	Endosulfan 50% p/p WP	150g/ HI agua	Langostinos, cuncunillas, Trips	Contacto e ingestación	16 días	1 vez/semana
	Mefenoxam+ Mancozeb 680g/Kg WP	200g/ HI agua	<i>Phytophthora</i> sp.	Inhibe la síntesis de proteínas	No tiene	1 vez/semana

ANEXO IV

Cuadro 4.1. Manejo de fertilización mensual para vides clon 101-14, ensayo 2

Semana	Objetivo	Producto	Dosis	Acción	Carencia	Aplicación
1ª	Mejorar crecimiento de brotes y hojas	ULTRASOL ESPECIAL	50cm ³ /15 L agua	Abono Foliar	No tiene	3 veces/semana
2ª	Mejorar crecimiento de brotes y hojas	ULTRASOL ESPECIAL	1g/1L agua	Abono Foliar	No tiene	3 veces/semana

3ª	Mejorar crecimiento de brotes y hojas	ULTRASOL ESPECIAL	1g/1L agua	Abono Foliar	No tiene	3 veces/semana
4ª	Mejorar crecimiento de brotes y hojas	ULTRASOL ESPECIAL	1g/ 1L agua	Abono Foliar	No tiene	3 veces/semana
Inicio Ensayo	Mejorar crecimiento de brotes y hojas	MULTOCOTE	3g/ 1L sustrato	Fertilizante de liberación lenta	No tiene	1vez/temporada

ANEXO V

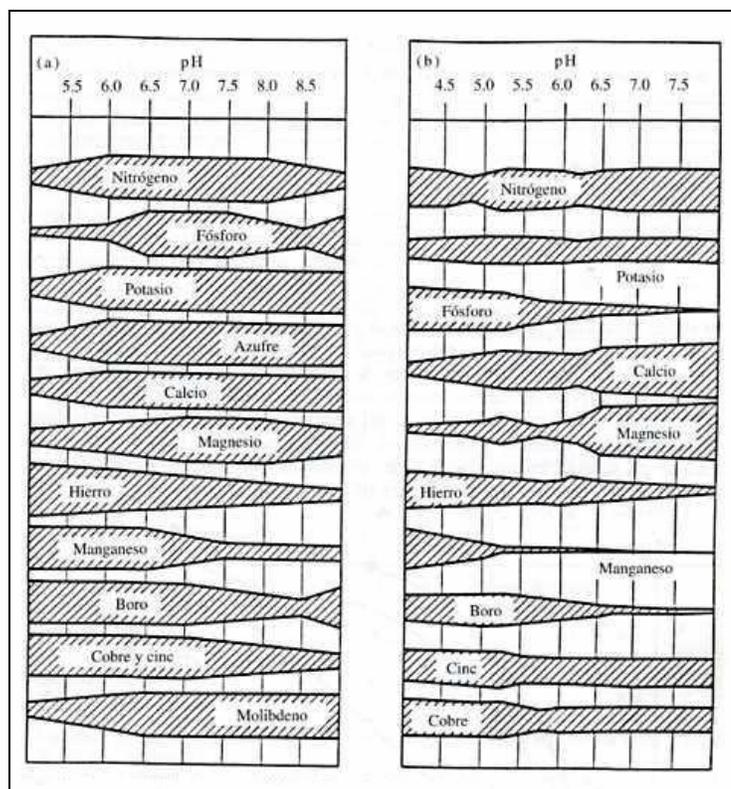


Figura 5.1. Influencia del pH en la asimilabilidad de nutrientes en (a) suelo mineral y (b) sustrato orgánico. Fuente: Ansorena, (1994).

ANEXO VI

Cuadro 6.1. Sugerencias mínimas y máximas para pH y C.E. en agua de riego utilizada en viveros

	Biernbaum (1994)		Fafard (1996)		Rose <i>et al.</i> (1995)		Sungro (1996)	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
pH	5,5	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,5
C.E. (dS·m⁻¹)	0,2	0,8	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0	1,0

Fuente: Argo, 1998. Adaptado por el autor.

APÉNDICE I



Figura 1.1. Condición inicial de las estacas de vid var. Chardonnay. ensayo 1. (Vivero Biotecnia).

APÉNDICE II



Figura 2.1. Plantas de vid, var. Chardonnay al final del ensayo 1 (Vivero Biotecnia).

APÉNDICE III

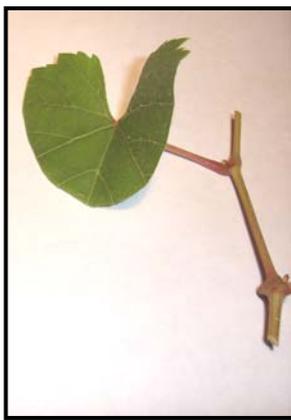


Figura 3.1. Condición inicial de las estacas de vid clon 101-14. ensayo 2. (Viverosur).

APÉNDICE IV



Figura 4.1. Plantas de vid, clon 101-14 en el momento de la evaluación final ensayo 2 (Viverosur).

APÉNDICE V

Densidad aparente (Da): Se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente que ocupan.

Espacio poroso total (EP): Porcentaje de volumen que no se encuentra ocupado por la fase sólida (partículas orgánicas o minerales), es decir es el cociente entre el volumen de poros y el volumen total que el medio ocupa en el contenedor.

Capacidad de aireación (VEA): Se define como la proporción del volumen del sustrato de cultivo que contiene aire después de que dicho sustrato ha sido saturado con agua y dejado drenar, usualmente a 10 cm de tensión de columna de agua.

Capacidad de almacenamiento de agua (CAA): Se define como la diferencia entre el volumen de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a 10 cm de tensión mátrica, y el volumen de agua presente en dicho sustrato a una succión de 50 cm de columna de agua.

APÉNDICE VI

Apéndice 6.1. Método utilizado para calcular las propiedades físicas de los sustratos Densidad aparente (**Da**); Espacio Poroso (**EP**); Capacidad de Aireación (**VEA**); Capacidad de Almacenamiento de Agua (**CAA**)

Debido a la inexistencia del instrumental necesario se realizó una adaptación del método, conjuntamente se disminuyó a la mitad el volumen de la muestra.

Se diseñaron los recipientes con tuberías sanitarias de PVC de 110 mm de diámetro exterior las cuales fueron cortadas para que en su interior fueran capaces de contener un volumen de 1500 cm^3 , fueron cubiertas en un extremo con una tapa de tuberías, del mismo diámetro, a la cual se le hizo 4 agujeros de 3 mm cada uno, distribuidos en forma equidistantes.

Como vasos de drenaje se utilizaron recipientes plásticos de baja altura, capaces de contener 1000 cm^3 .

Los recipientes graduados de 1500 cm^3 fueron llenados con dos alícuotas de las mezclas de 350 cm^3 y una de 300 cm^3 hasta completar 1000 cm^3 de muestra, previamente se taparon los agujeros con cinta adhesiva para tuberías. Las alícuotas se hicieron pasar a través de un embudo con 15 cm de apertura superior y 2,5 cm de apertura en el vástago y bajo el vaso a ser llenado se dispuso de una lámina de poliestireno denso de 0,6 mm.

Se tuvo especial cuidado de que la muestra no fuera compactada, siguiendo todos los pasos descritos en el método, pero a pesar de eso la muestra tendió a disminuir minimamente su volumen. Por lo anterior para el cálculo de densidad aparente se modificó el volumen inicial de 1000 cm^3 a lo que realmente fue ocupado por la muestra.

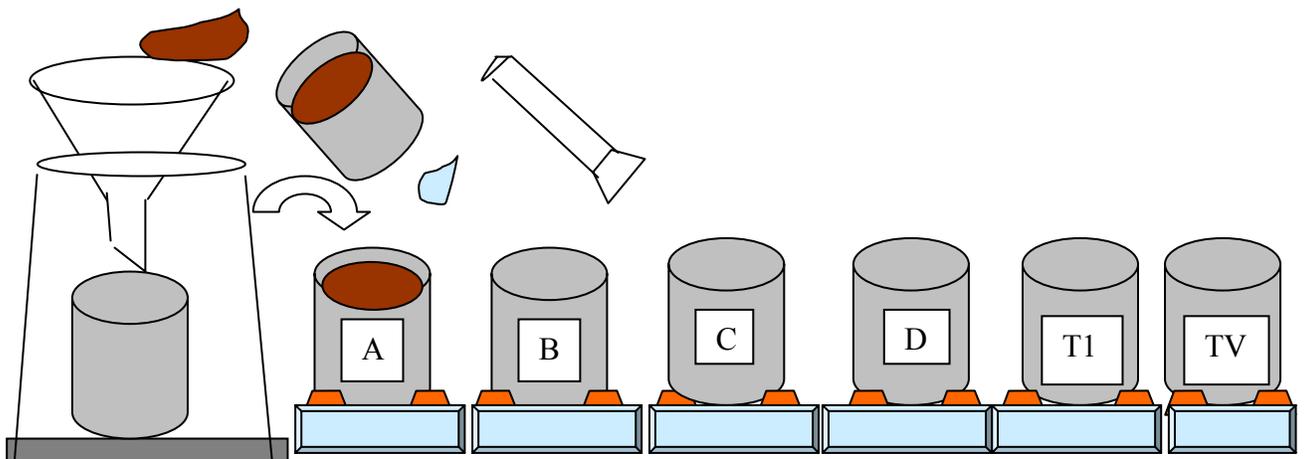


Figura 6.1. Esquema del método TMECC, utilizado para medir las propiedades físicas de los sustratos.

APÉNDICE VII

Materiales utilizados para determinar las propiedades físicas de las mezclas.

- Probetas graduadas, marca Pyrex, de 500 cm³, 250 cm³ y 100 cm³ con precisión de +/- 5 cm³.
- Embudo de vidrio.
- Embudo plástico.
- Tuberías sanitarias PVC de 110 mm, marca Vinilit, fabricación chilena.
- Tapas sanitarios PVC de 110 mm, marca Vinilit, fabricación chilena.
- Pegamento para tuberías, marca Tigre, fabricación chilena.
- Brocas de 3 mm.
- Taladro eléctrico modelo P-3515, 2800 rpm, marca Power Tools, fabricación china.
- Cinta adhesiva, marca 3M, fabricación canadiense.
- Recipientes plásticos de 500 cm³.
- Platos bajos plásticos.
- Agua destilada.

APÉNDICE VIII

Materiales utilizados para determinar las propiedades químicas de las mezclas (pH y Conductividad eléctrica).

- Papel filtro, grado 2, marca Advactec MFS, Inc. Fabricación estadounidense.
- Vasos plásticos de 90 cm³.
- Embudos de vidrio, marca Pirex. Fabricación estadounidense.
- Agua destilada.
- Bagueta de vidrio.

APÉNDICE IX



Figura 9.1. Comparación entre todos los tratamientos, plantas de vid var. Chardonnay, ensayo 1 (Vivero Biotecnia) al momento de la evaluación final.

APÉNDICE X

Cuadro 10.1. Valores de pH y conductividad eléctrica (C.E.) de algunos materiales utilizados en las mezclas.

Material	pH	C.E (dS·m⁻¹)
Turba Sunshine (canadiense)	4,15	0,27
Fibra de coco MISTO 98® (brasileña)	5,32	2,64

APÉNDICE XI

Cuadro 11.1. Valores de pH y conductividad eléctrica (C.E.) del agua de riego utilizada en los viveros.

Vivero	pH	C.E (dS·m⁻¹)
Biotecnia	6,93	0,4

Viverosur 7,14 0,3

APÉNDICE XII



Figura 12.1. Sistema implementado para estimar la superficie radical de las plantas de vid, usado en ambos ensayos.

