

**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Evaluación de lana de roca y quitosano
en propagación de paltos (*Persea americana*)
en contenedor. Ovalle, IV Región.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
mención Fruticultura

Profesor Guía: Eduardo Alonso S. (Ing. Agr. Ph.D.)

Patricio Antonio Arellano León

**Santiago, Chile
2002**

RESUMEN

La propagación de plantas en contenedor es una técnica comúnmente utilizada en la propagación de frutales, pero, hoy en día esta práctica atraviesa por un futuro incierto por las restricciones al uso del Bromuro de Metilo y extracciones de materia orgánica del piso de los bosques, técnicas ampliamente utilizadas en la propagación de plantas en contenedor. El objetivo del trabajo fue evaluar la lana de roca como sustrato y el quitosano como vigorizante de follaje y raíces, en propagación de paltos en contenedor como alternativas a las técnicas hasta ahora empleadas. El experimento se realizó en Ovalle, IV Región, con resultados satisfactorios del uso de la lana de roca, donde, las plantas que crecieron en este medio presentaron un desarrollo mayor, alcanzando tamaño y diámetro de injerto antes que las plantas que crecieron en los testigos. El efecto del quitosano solo se expresó en el diámetro de las plantas, debido a que los ensayos se encontraban en una primera etapa de entrenamiento del patrón y las aplicaciones del producto aún eran bajas para obtener los resultados esperados.

SUMMARY

The propagation of plants in container is a common technique used in the propagation of fruit trees. Nowadays, this practice crosses by an uncertain future by the restrictions on the use of the Methyl Bromide and extractions of organic matter from the forest range, techniques widely used in plant propagation in container. The objective of is work was to evaluate the rock wool as a substrate and the chitosan as foliage and roots vigor, in propagation of avocados in container, as alternatives to the techniques used until now. The experiment was made in Ovalle, IV Region, with satisfactory results for rock wool media, since the plants that grew in this media presented a greater growth and reached size and diameter for grafting before the plants that grew in the soil nixture. The effect of the chitosan only present advantages for trees diameter, because the tests were in the first stage of training and the level of applications of the product still were low to obtain the awaited results.

INDICE

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	2
SUMMARY	3
1. INTRODUCCIÓN	6
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
2.1. Sustratos	8
2.1.1. Propiedades físicas de los sustratos	9
2.1.1.1. Porosidad	9
2.1.1.2. Densidad	10
2.1.1.3. Estructura	10
2.1.2. Tipos de sustratos	10
2.1.2.1. Según sus propiedades	10
2.1.2.2. Según el origen de los materiales	11
2.2. Descripción general de la lana de roca	12
2.3. Tratamientos para esterilizar sustratos	12
2.3.1. Tratamientos con calor	13
2.3.2. Fumigación con sustancias químicas	13
2.4. Descripción general del quitosano	14
2.5. Restricciones ambientales para el uso de fumigantes de suelo y barrido de suelo para extracción de tierra de hoja	15
2.5.1. Restricciones de uso del Bromuro de metilo	15
2.5.2. Alternativas al uso del Bromuro de metilo	16
2.5.3. Propuesta sobre extracción de materia orgánica en forma de tierra de hoja	16
2.6. Propagación del palto (<i>Persea americana</i>)	17
2.6.1. Obtención de semilla	17
2.6.2. Almacenaje y tratamiento a la semilla	18
2.6.3. Siembra	18

3. MATERIALES Y MÉTODO	19
3.1. Ubicación del experimento	19
3.2. Materiales	19
3.3. Método	20
3.4. Tratamientos	21
3.5. Diseño experimental	22
3.6. Evaluaciones	22
3.7. Análisis estadístico	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Resultados	23
4.2. Discusión	26
5. CONCLUSIÓN	28
6. LITERATURA CITADA	29
ANEXOS	31

1. INTRODUCCIÓN

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

Dentro del sector viveristas, uno de los factores que determina el éxito de la propagación de las plantas en contenedores, son los materiales utilizados como sustratos. Es, así como, en el caso de las plantas hortícolas y ornamentales, se emplean mezclas de sustratos, normalmente tierra de hoja, arena y suelo del lugar, para la preparación de speedling como parte de la técnica almácigo y transplante. En el caso de los frutales, se recurre al mismo método, en especies de hoja persistente, entre las cuales se encuentran los paltos, cítricos, papayos y nisperos (por señalar los más importantes), y en algunas de hoja caduca, como las vides y, en el último tiempo, cerezos.

En los casos aludidos, se utilizan las mismas mezclas descritas anteriormente, con mayor o menor proporción de uno u otro sustrato, las que son sometidas, en la mayoría de los casos, a una esterilización con bromuro de metilo, y en menor medida, con vapor de agua, técnica que involucra un alto costo por la operación y mantención de una caldera. En los dos casos, el objetivo es eliminar fitopatógenos, plagas y malezas presentes en la mezcla, para de esta forma, obtener un óptimo desarrollo de las plantas. Ambas técnicas bien aplicadas son una solución adecuada para esterilizar sustratos.

Sin embargo, el inminente cese mundial de la producción de bromuro de metilo, el cual hoy en día está siendo severamente cuestionado por producir daños en la capa de ozono, sumado al creciente interés de las autoridades por controlar la extracción de tierra de hoja y sustratos ricos en materia orgánica, por la alteración que provoca a los ecosistemas, configuran un difícil panorama futuro para los viveristas y propagadores de plantas, en general.

Con el objetivo de propagar plantas en contenedor, actualmente, en el ámbito mundial, existen diversos grupos de investigación buscando alternativas al bromuro de metilo, ya sea de nuevos fumigantes inocuos para el ambiente, o bien, nuevos sustratos alternativos a los comúnmente utilizados. La búsqueda se ha orientado básicamente, a materiales que se encuentren en grandes volúmenes y en forma natural, como también de productos artificiales o provenientes de residuos de algún proceso productivo.

En este contexto, en Chile ya están en plena ejecución proyectos tendientes a investigar y validar nuevas tecnologías para abordar el problema. Dentro de las alternativas estudiadas se encuentra la "lana de roca", que es un sustrato inerte.

Uno de los aspectos importantes a destacar de la alternativa anterior, es que al trabajar con sustratos inertes, como la lana de roca, es imprescindible regar con soluciones nutritivas que contengan todos los elementos minerales que las plantas requieren para su desarrollo.

Como complemento al uso de soluciones nutritivas para la lana de roca, es interesante la evaluación de productos como el quitosano (poli – D – glucosamina) que es un derivado obtenido de la quitina, a partir de su desacetilización, y que actúa principalmente de dos formas: elicitando los mecanismos de defensa de la planta (efecto de Resistencia Sistémica Adquirida RSA) e induciendo un estímulo al desarrollo de las raíces.

Sobre la base de los antecedentes descritos, los objetivos del presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

1. Evaluar la lana de roca como alternativa tecnológica en la propagación de paltos en contenedor.
2. Evaluar en forma preliminar el efecto del quitosano sobre el desarrollo vegetativo y de raíces en propagación de paltos, aplicados a sustratos como lana de roca y sustrato normal.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sustratos

La producción de plantas ornamentales, flores y especies frutales y forestales en viveros, requiere del uso de medios artificiales o sustratos, distintos de los suelos naturales, que deben proporcionar a las plantas condiciones de crecimiento y desarrollo más eficientes y en períodos más cortos (HONORATO y BONOMELLI, 1999).

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (INFOAGRO, 2001).

ABAD (1991), define sustrato como todo aquel material sólido distinto del suelo, natural o sintético, orgánico o mineral, en forma pura o en mezcla, que otorga anclaje al sistema radicular y, por consiguiente, desempeña un rol de soporte a la planta.

Según HARTMANN *et al.* (1990), citado por MESSERER (1998), son aptos como sustratos todos aquellos materiales que por su granulometría y estabilidad estructural, permiten una aireación elevada.

Un importante papel del sustrato es su aprovisionamiento como un buen medio para el crecimiento radicular, debido a que una planta con un buen sistema radicular generalmente es más vigorosa y tolerante a condiciones ambientales adversas (HARTMANN *et al.*, 1990, citado por MESSERER, 1998).

Según BURES (1993), el sustrato es un factor más del cultivo, como la luz o la temperatura, pero a diferencia de estos, el sustrato es un medio biológico, física y químicamente activo, cuya actividad depende del resto de factores ambientales, además del contenedor, las técnicas de cultivo y el cultivo.

2.1.1. Propiedades físicas de los sustratos

Existe una gran cantidad de sustratos que pueden utilizarse para la producción de plantas, ya sea orgánicos e inorgánicos, naturales o artificiales, por lo que es necesario clasificarlos y conocer sus propiedades, utilizando el más adecuado para el objetivo perseguido (HONORATO y BONOMELLI, 1999).

2.1.1.1. Porosidad

La porosidad es el volumen total del medio que no está ocupado por partículas orgánicas ni minerales. El total de poros se reparte en microporos, los más finos, que son los que retienen el agua, y los macroporos, que son los que se vacían después que el sustrato ha drenado. De estos poros depende la aireación del sustrato y la retención de humedad, dependiendo del tamaño (HONORATO y BONOMELLI, 1999).

El porcentaje de la porosidad ocupado por el aire se denomina porosidad de aire, y es uno de los parámetros más importantes, para valorar la calidad de un sustrato (HONORATO y BONOMELLI, 1999).

TERES (2001), se refiere a la importancia de la porosidad, ya que el agua retenida por las partículas de sustrato constituye la reserva de agua que, en mayor o menor medida, está a disposición de la planta. El volumen de poros no ocupado por agua está ocupado por aire y proporciona el medio adecuado para el intercambio de gases necesario para la respiración del sistema radicular.

Si la disponibilidad de aire es escasa, el intercambio de gases también lo será, y por lo tanto se presentan condiciones de asfixia radicular que limitan el desarrollo de la planta y la pueden hacer más susceptible al ataque de patógenos, en particular, a los del sistema radicular (TERES, 2001).

En cuanto a la porosidad total ideal que debiera presentar un sustrato, según INFOAGRO (2001) y HONORATO y BONOMELLI (1999), afirman que esta debe ser mayor al 85 % en condiciones óptimas, debido al pequeño volumen disponible en los contenedores para el desarrollo radicular.

2.1.1.2. Densidad

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien la densidad calculada considerando el espacio total ocupados por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina densidad aparente (INFOAGRO, 2001).

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor varía según la materia que se trate y suele oscilar entre 2,5 a 3 g/cc para la mayoría de los materiales de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparentes se prefieren bajos (0,1 a 0,7 g/cc) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura (INFOAGRO, 2001).

2.1.1.3. Estructura

Puede ser granular, como la mayoría de los sustratos minerales o bien, fibrilar. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente, pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (INFOAGRO, 2001).

Según HONORATO y BONOMELLI (1999), un buen sustrato debe resistir la compactación en el tiempo, ya que se traduce inmediatamente en una disminución de la porosidad en el medio.

2.1.2. Tipos de sustratos

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

2.1.2.1. Según sus propiedades

Sustratos químicamente inertes. Sustratos que actúan únicamente como soporte de la planta, tales como arena, gravas, roca volcánica, perlita, lana de roca y arcilla expandida (HONORATO y BONOMELLI, 1999).

Sustratos químicamente activos. Son definidos por HONORATO y BONOMELLI (1999), como sustratos que, además de soporte, son capaces de retener y posteriormente proporcionar cationes y otros elementos, que a veces no se encuentran inmediatamente disponibles, tales como turbas, corteza de pino y vermiculita.

2.1.2.2. Según el origen de los materiales

a) Materiales orgánicos

Naturales. Sustratos de origen natural, que se caracterizan por estar sujetos a un proceso de descomposición biológica, como las turbas (ANSORENA, 1994).

Sintéticos. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis de quitina (INFOAGRO, 2001).

Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas, Tales como residuos orgánicos de feria, materiales de poda y orujo, entre otros, sometidos a transformaciones sencillas (ANSORENA, 1994).

b) Materiales inorgánicos

Naturales. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (INFOAGRO, 2001).

Transformados. Se obtiene a partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos y/o químicos más complejos, que modifican notablemente los minerales de partida. Los más utilizados son perlita, lana de roca y vermiculita (ANSORENA, 1994).

Residuos o subproductos industriales: comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (INFOAGRO, 2001).

2.2. Descripción general de la lana de roca

La lana de roca es un sustrato inerte obtenido a partir de una mezcla de piedras de óxido de sílice, carbonato de calcio y carbón coque, fundidas a 1.600 °C, obteniéndose como resultado un producto similar al tradicional algodón de azúcar que consumen los niños (LOBATO *et al.*, 2001).

Es considerado como un sustrato inerte, con una capacidad de intercambio catiónico casi nula y un pH ligeramente alcalino, fácil de controlar. Tiene una estructura homogénea, un buen equilibrio entre agua y aire, pero presenta una degradación de su estructura, lo que condiciona que su empleo no sobrepase los 3 años (INFOAGRO, 2001). Su propiedades físicas aparecen en Cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades físicas de la lana de roca.

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD
Densidad aparente	0,09 g/cm ³
Espacio poroso total	96,7 %
Material sólido	3,3 % en volumen
Aire	14,9 % en volumen
Agua fácilmente disponible más reserva	77,8 % en volumen

Fuente: Rodríguez, E. (1996).

2.3. Tratamientos para esterilizar sustratos

Los suelos pueden contener semillas de malezas, nemátodos y diversos hongos y bacterias dañinas para los tejidos vegetales. Para evitar las pérdidas que causan esos organismos patógenos, es recomendable tratar el suelo o las mezclas que tienen suelo y hojas, antes de usarlos (HARTMANN y KESTER, 1997).

GARDIAZABAL y ROSEMBERG (1985) agregan que la desinfección del suelo es una práctica muy importante que debe ser realizada en forma obligatoria, para eliminar malezas y agentes patógenos, obteniendo una óptima propagación.

2.3.1. Tratamientos con calor

HARTMANN y KESTER (1997), señalan que el término comúnmente usado es el de “esterilización”, pero es más correcto utilizar el término de “pasteurización”, debido a que los procesos de calentamiento recomendados no matan a todos los organismos.

Al calentar el suelo este debe estar húmedo pero no mojado, la recomendación estándar es usar una temperatura de 82 °C durante 30 min. Con este procedimiento elimina la mayoría de las bacterias y hongos fitopatógenos, así como, a nemátodos, insectos y a la mayoría de las semillas de malezas (HARTMANN y KESTER, 1997).

2.3.2. Fumigación con sustancias químicas

Según HARTMANN y KESTER (1997), la fumigación química elimina organismos en las mezclas de propagación sin alterar sus características físicas y químicas, al grado que ocurre con los tratamientos de calor.

Los mismos autores agregan que para obtener resultados satisfactorios, las mezclas deben estar húmedas (entre 40 y 80 % de su capacidad de campo) y a temperaturas de 18 a 24 °C.

a) Formaldehído. Mata algunas semillas de malezas, pero no es confiable para matar nemátodos o insectos. Se aplica al suelo, usando una mezcla de 3,8 l de formalina comercial en 190 l de agua, aplicándolo al suelo a razón de 21 a 42 l/m³. El área tratada debe ser cubierta con un material impermeable por 24 o más horas. Después se deben dejar pasar unas dos semanas para que se seque y airee (HARTMANN y KESTER, 1997).

b) Cloropicrina (Gas lacrimógeno). HARTMANN y KESTER (1997) señalan que es un líquido aplicado ordinariamente con un inyector, colocando de 2 a 4 ml en hoyos de 7,5 a 15 cm de profundidad, espaciados de 23 a 30 cm entre sí. Además, agregan que la cloropicrina se convierte en un gas que penetra el suelo. El gas debe ser confinado asperjando el terreno con agua y cubriéndolo luego con un material impermeable, durante tres días, antes de plantar se deben dejar transcurrir 7 a 10 días para que se efectúe una buena aireación.

La cloropicrina controla efectivamente nemátodos, algunas semillas de malezas, *verticillium* y la mayoría de los hongos resistentes.

c) Bromuro de Metilo. El Bromuro de Metilo (BrMe) es un fumigante agrícola, con propiedades de biocida total, ampliamente utilizado en la agricultura intensiva como desinfectante previo de suelos por su alta actividad en el control de insectos, roedores, hongos, nemátodos, bacterias, ácaros y malas hierbas (CIENCIAS, 2001).

HARTMANN y KESTER (1997), señalan que el bromuro de metilo es un material inodoro, muy volátil y tóxico para los humanos. Debe mezclarse con otros materiales y aplicarse por personal adecuado.

A menudo el bromuro de metilo se aplica inyectando el material contenido en materiales presurizados a vasijas abiertas colocadas debajo de una película de plástico que cubre el terreno que se va a tratar. La cubierta se cierra alrededor con tierra y debe mantenerse durante 48 horas. La penetración es muy buena y sus efectos se extienden a unos 30 cm de profundidad (HARTMANN y KESTER, 1997).

d) Mezclas de Bromuro de Metilo y Cloropicrinas. HARTMANN y KESTER (1997) aseguran que el uso de bromuro de metilo en combinación con cloropicrina es más efectivo que cualquiera de los dos materiales aislados para el control de malezas, insectos, nemátodos y organismos del suelo. Además señalan que la mezcla de bromuro de metilo-cloropicrina requiere de un período de aireación de 10 a 14 días antes de ser usado el medio tratado.

2.4. Descripción general del quitosano

El quitosano (poli - D - glucosamina) es un derivado obtenido de la quitina, a partir de su desacetilización. Su ocurrencia natural es baja, por lo que debe obtenerse industrialmente¹.

El quitosano al igual que la quitina es un producto de origen natural, no tóxico y biodegradable. Por esto no presenta periodo de carencia, cumpliendo además con las normas de la International

¹ Manuel Silva. Ing. Civil. Gerente técnico. Actigen, 2001, Chile. (Comunicación personal)

Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) que le habilitan como insumo para agricultura orgánica, tanto en Europa como en los Estados Unidos (BIOPOL, 2001).

Según LOBATO *et al* (2001), sobre la base de trabajos realizados en propagación de vides, afirma que el quitosano junto a sus atributos desde el punto de vista fitosanitario (inductor de mecanismos de defensa RSA), también produciría un estímulo al desarrollo de raíces, pudiendo tener esto un positivo efecto sobre el desarrollo vegetativo de plantas que se propagan en contenedor.

2.5. Restricciones ambientales para el uso de fumigantes de suelo y barrido de suelos para la extracción de tierra de hoja

2.5.1. Restricciones de uso del Bromuro de metilo

La situación de continuo deterioro de la capa de ozono, causado por elementos artificiales como los clorofluorcarbonos (CFC) y el bromuro de metilo (BM), llevó a Chile a firmar el Protocolo de Montreal en 1990. Este plantea la eliminación de CFCs el 2010 y el bromuro de metilo el 2015 (CONAMA, 2002a).

Los gobiernos suscriptores del acuerdo convinieron en la eliminación progresiva del fumigante en cuestión, para lo cual se determinó una velocidad distinta de retiro del producto, según el grado de desarrollo de los países. Las naciones industrializadas adoptaron un compromiso más rápido, que consiste en 25 por ciento en 1999, 50 por ciento en 2001, 75 por ciento en 2003 y 100 por ciento en 2005 (EL MERCURIO, 2002a).

CONAMA (2002a) indica, que en 1994, Chile comenzó a implementar un Programa para la Protección de la Capa de Ozono. Los compromisos del país ante el protocolo son:

- Congelar las importaciones de CFCs a partir de julio de 1999 hasta diciembre del 2004.
- Congelar las importaciones de bromuro de metilo a 369 toneladas por año para el período 2000-2004, y reducción del 20 % a partir del 2005.

- Reducción del 50 % de las importaciones de CFCs para el período 2005-2006, y 85 % para el período 2007-2009.

2.5.2. Alternativas al Bromuro de metilo

Existen varias alternativas al BrMe para controlar los parásitos del suelo, ya se han utilizado con éxito en diversos países, pero existe la necesidad de ser evaluados a nivel local, considerando la necesidad de conocer su funcionamiento y los costos de aplicación. Estas alternativas incluyen los métodos físicos (solarización, pasteurización por vapor), los productos químicos alternativos, los controles biológicos, la crianza de plantas, las prácticas culturales (rotación de cultivos, modificación de los sustratos), y el manejo integrado de plagas (MIP), que es una combinación de los métodos para sostener niveles bajos de los parásitos. En Chile, además de MIP, existen varios productos químicos sustitutivos al BrMe, dentro de los cuales se encuentra Metan sodio y Enzone (CONAMA, 2002b).

Actualmente en el país se encuentran validando alternativas sustitutivas al uso del Bromuro de Metilo. Los estudios están a cargo del Centro Regional de Investigación (CRI), La Platina².

El proyecto durará 5,5 años y se llevará a cabo en dos etapas. En la primera las alternativas serán adaptadas y probadas durante dos temporadas agrícolas, identificando las alternativas económicamente viables y efectivas para este sector. La segunda etapa desarrollará un programa de extensión y capacitación que garantice que las alternativas tecnológicas sean adoptadas por los usuarios de Bromuro de Metilo³.

2.5.3. Propuesta sobre extracción de materia orgánica en forma de tierra de hoja

El suelo se encuentra entre los recursos más deteriorados del país, alcanzado niveles tales que es difícil encontrar suelos sin manifestaciones de degradación. El 78 % de la superficie estudiada por CIREN, correspondiente a los suelos productivos del país, presenta grados de erosión que van desde moderado a muy grave. Por otro lado, estudios recientes realizados por CONAF indican que un 62 % del territorio nacional enfrenta en la actualidad procesos de desertificación (CONAMA, 2002c).

² Antonio Lobato. Ing. Agrónomo. Consultor. 2002. Chile. (Comunicación personal)

³ Jorge Carrasco. Ing. Agrónomo. Investigador. CRI La Platina (INIA). 2002. Chile. (Comunicación personal)

Los bosques cordilleranos atraviesan por una grave situación, producto de las depredadoras extracciones de tierra de hoja, por lo que existe un gran interés, por parte de las autoridades, de crear una normativa que prohíba o fiscalice el retiro de dichas materias por el grave deterioro que causan al ecosistema.

CONAMA (2002c) afirma que el foco de la propuesta normativa está puesto en detener, en el mediano plazo, los principales procesos que afectan negativamente la sustentabilidad del suelo, esencialmente en lo referido a las extracciones de materia orgánica. Para esto, se enfrentan los distintos problemas de conservación de suelos con un enfoque que integra los instrumentos de fomento e información existentes, y define un marco regulatorio para las prácticas que implican una degradación severa y acelerada del recurso suelo.

Las regulaciones al uso del suelo se aplicarán gradualmente y su puesta en marcha será apoyada mediante la entrega de información e incentivos (CONAMA, 2002c).

Del mismo modo EL MERCURIO (2002b), afirmó que el director del SAG, manifestó que impulsarán medidas, junto con otros organismos, para frenar el problema. Incluso se acudirá al Consejo de Defensa del Estado para aplicar rigurosamente la Ley y sancionar a las personas que causen ese daño al suelo.

2.6. Propagación de palto (*Persea americana*)

El palto es una especie de hoja persistente, con un proceso de propagación de dos etapas: obtención del portainjerto mediante la siembra de semillas; y posterior injertación con la variedad deseada. El proceso es lento, con una duración total de aproximadamente 15 meses. A continuación se describen las distintas etapas y procedimientos empleados.

2.6.1. Obtención de semilla

Las semillas deben provenir de árboles vigorosos, libres de enfermedades y de frutos que no hayan caído al suelo donde puede infectarse con hongos como *Phytophthora cinnamoni* y, que hayan alcanzado su madurez fisiológica (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1985).

En Chile, puede utilizarse como fuente de semilla la variedad Mexícola, que es un portainjerto que le confiere cierta resistencia al frío, origina plantas uniformes y de buen vigor (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1985).

2.6.2. Almacenaje y tratamiento a la semilla

Las semillas se pueden almacenar en un lugar fresco y seco durante dos a tres semanas después de sacadas del fruto o también pueden ser almacenadas a temperatura de 4,5 a 7 °C en un medio húmedo utilizando aserrín, arena, etc. (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1985).

Estos mismos autores recomiendan para obtener un buen porcentaje de germinación (98 %), realizar una remoción de la testa y corte del ápice y base de los cotiledones (2 cm de ápice y 0,5 cm de base).

Según CASTRO (1996), el preacondicionamiento de la semilla se debe realizar porque las semillas contienen inhibidores bioquímicos en la testa y barreras mecánicas dado por el tamaño de los cotiledones, factores que dificultan la germinación.

GARDIAZABAL y ROSENBERG (1985) señalan que un tratamiento que debiera realizarse siempre es la desinfección de la semilla contra *Phytophthora*, para esto en Chile sólo se utilizan productos químicos (Captan, Azufre) con el fin de prevenir los ataques de hongos del complejo Dumping-off.

2.6.3. Siembra

La siembra puede ser directa en contenedores, o bien con semilla pregerminada. En la siembra directa la semilla se ubica sobre la superficie del sustrato, apoyando su base y enterrándola de modo que la parte superior quede a ras de suelo, las bolsas deben regarse antes y después de la siembra, para darle humedad al sustrato y evitar bolsones de aire que dificulten la germinación (CASTRO, 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Ubicación del experimento

El experimento se llevó a cabo en el vivero Tecnocitrus®, ubicado en la comuna de Ovalle, localidad de Carachilla, IV Región, entre los meses de agosto del 2001 a abril del 2002.

3.2. Materiales

El material a propagar correspondió a semillas de paltos (*Persea americana*), variedad Mexícola.

Los sustratos utilizados correspondieron a sustrato normal usado comúnmente por el viverista y lana de roca producido por la compañía El Volcán®. El primero consiste en 1/3 de tierra de hoja, 1/3 de arena y 1/3 de suelo corriente. El segundo corresponde a la formulación de lana de roca granulada para facilitar el llenado final de las bolsas. Los contenedores utilizados durante todo el periodo del experimento fueron bolsas de polietileno de 5 l de capacidad.

La fertilización se realizó mediante el riego con solución nutritiva empleando una mezcla comercial (Ultrasol Multipropósito) preparada a partir de macro y microelementos. Sus características se detallan en la figura 1.

Figura 1. Características y composición nutricional de la Mezcla comercial (ultrasol multipropósito)

N:P:K:18-18-18+1 Mg + 1 S +M.E. (*) (50 % N nítrico y 50 % N amoniacal)
C.E.:1,18 mmhos/cm
pH en solución 1 g/l: 5,2
(*) M.E.: Concentración de micronutrientes en esta formula: 0,04% Fe; 0,02% Mn; 0,01% Cu; 0,02% Zn; 0,01% B; 0,001 Mo

Además se aplicó quitosano, producido por Actigen®, formulado comercialmente como Biorriego® al 5 %.

Durante el ensayo se utilizaron productos destinados al control preventivo de plagas, además de productos foliares y fertilizantes aplicados al suelo (Anexo 1 y 2), y otros materiales como metro lineal, pie de metro, estufa de aire forzado, etc.

3.3. Método

El experimento de esta Tesis correspondió desde la siembra de semillas hasta patrón terminado para ser injertado.

Las semillas fueron escarificadas removiéndoles la testa y cortando 0,5 cm del ápice. En el corte se le aplicó Captan en polvo en la herida del corte para prevenir enfermedades fungosas. Después de 24 hr fueron inmersas en agua a 50 °C por 10 minutos, y posteriormente, estratificadas por dos a tres semanas en arena húmeda. (sistema utilizado por el vivero)

La siembra se realizó directamente sobre los contenedores el 25 de agosto del 2001, usando dos sustratos distintos: el primero consistió en lana de roca y el segundo sustrato normal, tamizado en malla de 5 mm y esterilizado con bromuro de metilo.

Se realizó un riego sin solución nutritiva antes y después de efectuada la siembra. Estos continuaron realizándose para los contenedores con lana de roca con una frecuencia de dos veces por día utilizando un volumen de 100 cc por riego. Para el sustrato normal se realizó un régimen de riego cada 4 días con un volumen de gasto de 300 cc por riego.

Una vez que las semillas germinaron y formaron sus primeras hojas verdaderas, se comenzó con los riegos con solución nutritiva para ambos sustratos, siguiendo la práctica del vivero, para lo cual se preparó esta con la mezcla comercial descrita, en dosis de 50 g de producto comercial por 100 litros de agua. El régimen hídrico para el sustrato estándar continuó invariable hasta el final del experimento. En cambio, para la lana de roca se modificó a mediados de febrero (180 Días Después de Siembra, DDS), instaurándose un régimen de riego cada 2 días con un volumen suficiente para obtener drenaje, el cual correspondía aproximadamente a 400 cc por planta.

La aplicación del quitosano se realizó una vez que las plantas alcanzaron una altura de 15 a 20 cm de brote, momento en el cual se preparó una solución de quitosano de pH balanceado a 6,5 el que se aplicó en forma parcializada (mensualmente desde noviembre del 2001), las dosis se detallan en el Cuadro 2. El volumen de aplicación correspondió a 200 cc/pl.

Cuadro 2. Dosis y aplicación de quitosano, Días Después de Siembra (DDS).

Aplicación (DDS)	Dosis
86 DDS (19 Noviembre)	250 ppm.
119 DDS (22 Diciembre)	250 ppm.
146 DDS (18 Enero)	250 ppm
182 DDS (23 Febrero)	500 ppm.
206 DDS (19 Marzo)	500 ppm.
235 DDS (17 Abril)	500 ppm.

Se realizaron aplicaciones de quelatos de fierro desde febrero del 2002, con el objetivo de corregir deficiencias de fierro que se presentaron en todos los tratamientos. La dosis de aplicación fue de 10.000 ppm, la que fue incorporada en el riego y se prolongó hasta el término de los ensayos.

3.4. Tratamientos

Utilizando la metodología descrita anteriormente, se diseñaron los siguientes tratamientos en diseño factorial 2x2:

- T1: Lana de roca con quitosano
- T2: Lana de roca
- T3: Sustrato normal con quitosano
- T4: Sustrato normal

3.5. Diseño Experimental

El experimento correspondió a un diseño en bloques completos al azar con 10 repeticiones, siendo la unidad experimental una parcela con 6 plantas.

3.6. Evaluaciones

El ensayo finalizó el 18 de abril (a 235 DDS), procediendo al análisis de las siguientes variables:

- Altura de tallo (cm).
- Diámetro medio final del tallo (mm).
- Peso fresco promedio de follaje (brotes y hojas) (g).
- Peso seco promedio de follaje (brotes y hojas) (g).
- Peso fresco promedio de raíces (g).
- Peso seco promedio de raíces (g).

El diámetro final del tallo se efectuó a una altura promedio de 23 cm desde el corte de la semilla, altura donde el viverista realiza el injerto.

Para obtener el peso seco de brotes y raíces, las muestras fueron sometidas a estufa de aire forzado a 60 °C por un periodo de 72 h, en el Laboratorio de la Universidad Iberoamericana de Ciencia y Tecnología.

3.7. Análisis Estadístico

Cada una de las variables fue sometida a análisis de varianza, descomponiéndose los efectos de tratamientos en lana de roca, quitosano e interacción. Las variables que resultaron significativas, se les realizó la Prueba de Comparación Múltiple de Duncan ($P < 0,05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

Todos los resultados se obtuvieron bajo un ambiente de propagación semiregulado por malla rushell (80 % sombra).

Al observar los resultados del cuadro 3, se puede apreciar que la lana de roca presenta efecto en todas las variables analizadas. Con respecto a la aplicación del quitosano este no presenta efectos en el desarrollo vegetativo de las plantas propagadas, a excepción del diámetro de tallo en donde la aplicación del producto presenta un efecto significativo sobre las plantas tratadas. Además se puede advertir que no existe interacción entre los tratamientos realizados en la propagación de los patrones de paltos.

Cuadro 3. Análisis de varianza para las diferentes variables analizadas en patrones de paltos variedad mexícola propagados en contenedor. Ovalle, 2001-2001.

	Altura (cm)	Diámetro Tallo (mm)	Peso fresco follaje (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco follaje (g)	Peso seco raíces (g)
Efecto lana de roca	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Efecto del Quitosano	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Interacción	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Tratamiento	SI	SI	SI	SI	SI	SI

SI: Diferencia significativa al 5% de probabilidad.

Al comparar los sustratos con aplicación de quitosano, se observa que la expresión vegetativa de la planta, es superior cuando se desarrolla sobre lana de roca con quitosano que en el sustrato normal igualmente tratado (Cuadro 4). Lo mismo ocurre en las otras variables analizadas, como diámetro de tallo, peso fresco de follaje y raíces, y peso seco de follaje y raíces (Cuadro 5).

Al analizar las variables sin aplicación de quitosano se observa que existe un claro efecto positivo en las muestras que crecieron en lana de roca sobre la evolución de las alturas (Cuadro 4).

Igualmente ocurre en las variables de diámetro de tallo, peso fresco de follaje, peso fresco de raíces, peso seco de follaje y peso seco de raíces (Cuadro 5).

Cuadro 4. Efecto de los sustratos y aplicación de quitosano sobre la evolución del largo de tallos en patrones de paltos variedad mexicana propagados en contenedor. Ovale, 2001-2002.

Tratamientos	Altura	Altura	Altura	Altura
	(cm) 119 DDS	(cm) 146 DDS	(cm) 222 DDS	(cm) 235 DDS
Lana de roca con quitosano	26,4 a*	33,1 a	47,5 a	52,2 a
Lana de roca sin quitosano	26,3 a	32,1 a	45,6 a	51,5 a
Sustrato normal con quitosano	20,1 b	23,4 b	37,6 b	40,6 b
Sustrato normal sin quitosano	19,5 b	22,1 b	31,5 b	33,8 b
C. V. (%)	12,8	13,5	18,0	16,8

* Medias, en cada columna, seguidas de letras iguales no difieren estadísticamente entre si. Duncan $p < 0,05$.

Al analizar el efecto del quitosano sobre las plantas que crecieron en lana de roca, no existe un mayor desarrollo de las plantas tratadas con quitosano en relación con la evolución de altura de las plantas (Cuadro 4). Lo mismo ocurre con el diámetro de tallo, peso fresco de follaje, peso fresco de raíces, peso seco de follaje y peso seco de raíces (Cuadro 5).

Al comparar el efecto de quitosano sobre el sustrato normal, se puede apreciar que las plantas en el sustrato normal con aplicación de quitosano no difieren en la evolución de alturas, con respecto al sustrato normal no tratado con quitosano (Cuadro 4). Igual efecto se observa en las variables de diámetro de tallo y, peso seco y fresco de follaje, con excepción del peso fresco de raíces en donde las plantas en el sustrato normal tratado con quitosano presentan un peso superior significativo con respecto del tratamiento sin la aplicación de quitosano (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de los sustratos y aplicación de quitosano en desarrollo vegetativo, de raíces y diámetro de tallo en patrones de paltos variedad mexicana propagados en contenedor. Ovalle, 2002.

Tratamientos	Diámetro Tallo (mm)	Peso fresco follaje (g)	Peso fresco raíces (g)	Peso seco follaje (g)	Peso seco raíces (g)
Lana de roca Con quitosano	6,6 a*	60,6 a	22,9 a	20.8 a	7.9 a
Lana de roca sin quitosano	6,1 a	55,2 a	22,9 a	18.9 a	7.9 a
Sustrato normal Con quitosano	4,9 b	28,7 b	15,7 b	9.8 b	5.4 b
Sustrato normal Sin quitosano	4,3 b	24,2 b	11,0 c	8.3 b	4.1 b
C. V. (%)	14,7	33,7	27,5	33.7	26.8

* Medias, en cada columna, seguidas de letras iguales no difieren estadísticamente entre si. Duncan $p < 0,05$.

Es necesario señalar que en el sustrato lana de roca con y sin aplicación de quitosano siempre se obtuvo un desarrollo mayor, en todas las variables analizadas, al sustrato normal tratado y no tratado con quitosano (Cuadros 4 y 5).

4.2. Discusión

El mayor desarrollo de las plantas que crecieron en lana de roca con respecto a las de sustrato normal, se debe principalmente a la gran diferencia de densidad aparente y como consecuencia el contenido de oxígeno existente entre ambos sustratos, ya que la densidad aparente obtenida al final del periodo de propagación de patrones de paltos en contenedor, revelan que la densidad aparente de la lana de roca es 3 veces menor a la del sustrato normal (Anexo 3), además concuerda con los resultados de densidad aparente obtenidos por LOBATO *et al.* (2001), en propagación de vides en contenedor (Anexo 4).

Se suma al problema de mayor densidad aparente del sustrato normal, la pérdida de estructura que sufre éste en su preparación por efecto del tamizado, que se traduce en pérdida sistemática de la porosidad. Además la densidad aparente del sustrato normal se va perdiendo y agravando a medida que las plantas se van desarrollando debido al efecto acarreador de partículas finas, principalmente arcillas y limos, a la parte más baja del contenedor provocadas por el agua de riego.

En el sustrato normal se produce un sellamiento superficial a causa del impacto de las gotas de agua en los riegos, provocando una saturación de los poros y un menor movimiento del agua.

El aumento de la densidad aparente, por pérdida de la porosidad sumado con la compactación y sellamiento superficial explicaría el menor desarrollo de follaje y raíces observado en las plantas establecidas en el sustrato normal, debido a que de la porosidad va a depender la capacidad de retención de agua, que en menor o mayor medida, estará a disposición de la planta. Además, el volumen de poros que no está ocupado por el agua debería proporcionar el medio adecuado para el intercambio gaseoso necesario para la respiración del sistema radicular.

Para la propagación de plantas en contenedor es necesario trabajar con un sustrato que contenga una densidad aparente menor a 0,7 g/cc en consideración a que el volumen destinado para el crecimiento de las raíces en los contenedor es muy reducido. Además, el tamaño de los poros debe ser mayor o cercano a un diámetro de 10 μm , considerando que los pelos radicales presentan un diámetro similar al ya mencionado, con el objetivo de que las raíces puedan penetrar sin mayor esfuerzo, lo que se traduce en plantas de mayor crecimiento y vigor (LOBATO *et al.*, 2001).

Las plantas que se desarrollaron en lana de roca presentaron un mayor crecimiento y fueron más vigorosas con respecto a las que lo hicieron en el sustrato normal, debido a que la lana de roca presenta características que se acercan a las de un sustrato ideal, por su contenido de espacio poroso total (96.7 %), y concuerda con lo propuesto por HONORATO y BONOMELLI (1999) quienes afirman que la porosidad debe ser mayor a 85 %.

Con respecto al efecto del quitosano, este reveló que en todas las variables analizadas a excepción del diámetro de tallo (cuadro 3), no tiene efecto estimulante de desarrollo vegetativo y de raíces de patrones de paltos propagados en contenedor.

Sin embargo a lo anterior, LOBATO *et al.* (2001), encontró efectos positivos en la aplicación del quitosano en propagación de vides en contenedor utilizando como sustratos lana de roca y sustrato normal. La explicación se debe presumiblemente a que estos autores emplearon el quitosano en dosis de 5.000 ppm, aplicados de una sola vez, por tratarse de la vid una especie cuyo periodo de propagación por estacas en contenedor no sobrepasa más allá de 50 días, comparando con la propagación del palto, este es muy reducido, debido a que el palto requiere de un periodo vegetativo mínimo en vivero de aproximadamente 15 meses.

En este ensayo de evaluación de lana de roca y quitosano en propagación de paltos en contenedor para generar plantas aptas para injertación, el quitosano aplicado solo alcanzó a un acumulado de 2.250 ppm.

Por lo tanto, el no encontrar resultados satisfactorios de la aplicación del quitosano se puede deber a que las aplicaciones acumuladas del producto están en un nivel insuficiente. También se pueden sumar algunos problemas nutricionales relacionados con deficiencias de fierro que aparecieron en todos los tratamientos, y que debieron ser tratados con quelatos de fierro para solucionarlos. Esto provocó un retraso en el desarrollo de las plantas, y posiblemente influyó en la posible respuesta inducida por el quitosano.

El efecto aislado del quitosano, solo sobre el diámetro del tallo, pudo deberse presumiblemente al cambio en el régimen hídrico y solución nutritiva, el cual produjo un crecimiento acelerado de las plantas, pero al ser afectado por la disminución de las temperaturas del otoño generaron solo un crecimiento en grosor de diámetro de tallo.

5. CONCLUSIONES

Considerando que:

- Las plantas que crecieron sobre sustrato lana de roca presentaron una tasa de crecimiento mayor, permitiendo que las plantas obtuvieran un tamaño de injertación antes que las que crecieron en sustrato normal,
- La lana de roca presenta características que se acercan a las de un sustrato ideal, por su contenido de espacio poroso total,

Se concluye que la lana de roca es un sustrato factible de utilizar como alternativa en la propagación de paltos en contenedor.

La aplicación del quitosano no mostró efectos en el desarrollo vegetativo y de raíces de las plantas tratadas con el producto.

Considerando que:

- aparecieron problemas de hierro en las plantas,
- la solución nutritiva podría ser insuficiente,
- la dosis de quitosano tuvo efecto parcial,

Se sugiere realizar estudios acabados con respecto a la solución nutritiva y dosis a utilizar, estudiar y analizar las dosis más adecuadas de quitosano para lograr un mayor estímulo vegetativo en la propagación de paltos en contenedor e incluir mayor información, como análisis de agua de riego, análisis foliares y otros para mayor conocimiento del tema evaluado.

6. LITERATURA CITADA

ANSORENA, J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 172 p.

ABAD, M. 1991. Los sustratos hortícolas. In: II Congreso nacional de fertirrigación. Almería, 18-20 septiembre. Fundación para la investigación agraria en la provincia de Almería. p 1-15.

BURES, S. 1993. Congreso internacional de sustratos. Horticultura, 86:30-39:41.

CASTRO, M. 1996. Técnicas de propagación para la obtención de plantas de palto de óptima calidad. Public. Misceláneas Agrícolas N° 45: 31-34.

CIENCIAS, 2001. Posibles alternativas al uso convencional del bromuro de metilo. <http://www.ciencias.uma.es/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS48/bromuro.html>. 06 de noviembre 2001.

CONAMA, 2002a. Con fondos de Naciones Unidas Chile impulsa medidas para enfrentar debilitamiento de la capa de ozono. http://www.conama.cl/noticias/capa_ozono300102.htm. 03 de mayo 2002.

CONAMA, 2002b. MeBr Phase Out in Chile: An Overview. http://www.conama.cl/investigacion_info/temas_ambientales/ozono/bromuro.htm. 08 de mayo 2002.

CONAMA, 2002c. Criterios para elaboración de una ley marco para la conservación de suelos. http://www.conama.cl/nuestra_institucion/areas_de_trabajos/u_rrnn/criterios_leymarco/documentos/Propuesta%20Criterios%20para%20Ley%20de%20Conservaci%C3%B3n%20de%20Suelos.doc. 03 de mayo 2002.

BIOPOL, 2001. Bioriego, formulación aplicable vía riego tecnificado. <http://www.biopol.cl/index2.html>. 26 de octubre 2001.

EL MERCURIO, 2002a. Millonarias pérdidas. Revista del campo N° 1346.p.B1.

EL MERCURIO, 2002b. Alertan por extracción de tierra de hoja. Revista del campo N° 1347. p.A13.

GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, M. 1985. El cultivo del palto. Universidad Católica de Valpo. Quillota, Chile. 128 p.

HARTMANN, H. y KESTER, D. 1997. Propagación de Plantas. Ed. Continental. México. 760 p

HONORATO, R. y BONOMELLI, C. 1999. Medios artificiales en producción de plantas. El Campesino 130 (2): 36-39.

INFOAGRO. 2001. Tipos de sustratos de cultivo. http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.asp. 20 de octubre 2001.

LOBATO, A., CARRASCO, J., RUIZ, R. Y AGUIRRE, A. 2001. Lana de roca y quitosano como alternativa tecnológica para la propagación de vides en contenedor. En: Frutícola. 22(3). p 77-82.

MESSERER, D. 1998. Sustratos alternativos en la propagación del palto (*Persea americana*). Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica Valpo. Fac. de Agronomía. 63 p.

RODRÍGUEZ, E. 1996. Sistemas hidropónicos tecnificados. En: Cultivos hidropónicos una alternativa para la producción de cultivos hortícolas de alta calidad. Universidad de Talca.

TERES, V. 2001. Caracterización física de los sustratos de cultivo. http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/sustrato.html. 20 de octubre 2001.

ANEXOS

Anexo 1. Aplicación de productos químicos para el control de plagas.

Fecha Aplicación	Producto Comercial	Ingrediente Activo	Control	Dosis
25/10/01	Pirimor	Pirimicarb	Pulgón	70 g/100 l agua
11/12/01	Clorpirifos 48 E	Clorpirifos	Gusano	100 cc/100 l agua
			Pulgón	
			Langostino	
19/02/02	Clorpirifos 48 E	Clorpirifos	Pulgón	100 cc/100 l agua
			Gusano	
			Langostino	
22/03/02	Lorsban 4 E	Clorpirifos	Pulgón	150 cc/100 l agua
			Gusano	
			Langostino	
11/04/02	Clorpirifos 48 E	Clorpirifos	Pulgón	100 cc/100 l agua
			Gusano	
			Langostino	
15/04/02	Methomet 90 SP	Metomilo	Pulgón	60 g/100 l agua

Anexo 2. Aplicación de fertilizantes y reguladores de crecimiento.

Fecha Aplicación	Lana de roca	Sustrato Normal	Producto	Dosis
16/10/01	✓	✓	KNO ₃	300 g/100 l agua
24/10/01	✓	✓	Bioplus	250 cc
(Foliar)			Naturfos	200 cc
			Urea	250 g/l agua
31/10/01	✓	✓	Naturfos	200 cc
(Foliar)			Bioplus	250cc/l agua
03/11/01	✓	✓	Salitre K	5 g/pl
15/11/01 (Foliar)	✓	✓	Bayfolan 250 SL	350 cc/100 l agua
19/03/02	✗	✓	Salitre K	5 g/pl
26/03/02	✗	✓	Salitre K	5 g/pl
01/04/02	✗	✓	Salitre K	5 g/pl
04/04/02	✗	✓	Salitre K	5 g/pl
08/04/02	✗	✓	Salitre K	5 g/pl
12/04/02	✗	✓	Salitre K	5 g/pl

Anexo 3. Efecto de los sustratos sin considerar la aplicación de quitosano, sobre la densidad aparente (g/cm³), en patrones de palto variedad mexicana propagados en contenedor. Ovalle, 2001-2002.

Tratamiento	Densidad aparente (g/cm ³)
Lana de roca	0,27
Sustrato normal	1,03

Elaborado a partir de análisis realizados en laboratorio Agrolab®

Anexo 4. Efecto de los sustratos sin considerar la aplicación de quitosano, sobre la densidad aparente (g/cm³) y porosidad total (%), en plantas de cv. Carmenére propagadas en contenedor. Ovalle, 2000.

Tratamiento	Densidad aparente (g/cm ³)	Porosidad Total (%)
Lana de roca	0,23	91,2
Sustrato normal	1,28	51,9

Fuente: Lobato *et al.*, (2001)

Figura 2. Efecto de sustratos en el desarrollo vegetativo y de raíces en propagación de patrones de paltos variedad mexícolá.



Plantas que se desarrollaron en sustrato lana de roca con quitosano (Izquierda) y sustrato normal con quitosano (derecha).

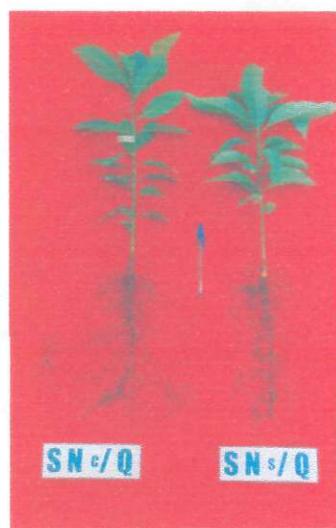


Plantas que se desarrollaron en sustrato lana de roca sin quitosano (izquierda) y sustrato normal sin quitosano (derecha).

Figura 3. Efecto de aplicación de quitosano en el desarrollo vegetativo y de raíces en propagación de patrones de palto variedad mexícolá.



Plantas que se desarrollaron en sustrato lana de roca con quitosano (izquierda) y lana de roca sin quitosano (derecha).



Plantas que se desarrollaron en sustrato sustrato normal con quitosano (izquierda) y sustrato normal sin quitosano (derecha).

Figura 4. Deficiencia de hierro en patrones de palto variedad mexícola propagados en sustrato lana de roca y sustrato normal.

Deficiencia de hierro generalizada en el vivero.



Deficiencia de hierro en plantas que se desarrollan en sustrato normal (izquierda) y en sustrato lana de roca (derecha).



Figura 5. Efecto de aplicación de quelatos de hierro en patrones de palto variedad mexícola propagados en sustrato lana de roca y sustrato normal.

Plantas que se desarrollan en lana de roca post-aplicación de quelatos de hierro.



Plantas que se desarrollan en sustrato normal post-aplicación de quelatos de hierro.

