



*Caracterización y revalorización de los restos de poda en viñedo
como sustrato para la elaboración de cultivo ornamental*



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL



Caracterización y valorización de los restos de poda en viñedo como sustrato para la elaboración de cultivo ornamental

TRABAJO FIN DE GRADO EN: **INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
DEL MEDIO RURAL**

ALUMNO: **JAVIER GIMÉNEZ MARTÍNEZ**

TUTOR: **BERNARDO PASCUAL ESPAÑA**

Curso Académico: 2019-2020

VALENCIA, NOVIEMBRE DE 2020



- **Título del trabajo:** Caracterización y valorización de los restos de poda en viñedo como sustrato para la elaboración de cultivo ornamental
- **Autor:** Javier Giménez Martínez
- **Localidad y fecha:** Valencia, noviembre de 2020
- **Tutor académico:** Bernardo Pascual España
- **Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural**

- **Resumen:**

Hoy en día los restos de la poda de la vid, sarmientos, no tienen ningún aprovechamiento relevante. Actualmente, se trituran directamente en el campo, lo que supone un riesgo de enfermedades fúngicas, o se recogen y queman. Su utilización como materia prima para la obtención de sustratos para jardinería representa una alternativa interesante para sustituir otras fuentes que provienen de fuera de nuestro país. Así, se mejoraría la sostenibilidad de este producto reduciendo su huella de carbono y generando riqueza en el sector vitícola. Por lo tanto, el principal objetivo del presente proyecto consiste en determinar la viabilidad del uso de los sarmientos procedentes de los restos de poda en el cultivo de vid para vinificación para su posterior utilización en la obtención de sustratos para plantas ornamentales, en este caso en adelfas.

Para alcanzar este objetivo, se desarrolló un sustrato modificado añadiendo el sarmiento (25 %) al resto de materiales base (40% turba rubia, 40% fibra de coco y 20% corteza de pino). Los sarmientos se recogieron en campo y posteriormente, se manipularon en una planta de obtención de sustratos. Los sarmientos se redujeron a un calibre adecuado (0-20 mm), se dejaron compostar (120 días) y se mezclaron con el resto de materiales base (30% turba rubia, 30% fibra de coco y 15% corteza de pino). Se utilizó el sustrato para el cultivo de adelfa (27 plantas) y se compararon diferentes parámetros de calidad de la planta cultivadas con sustratos convencionales (40% turba rubia, 40% fibra de coco y 20% corteza de pino).

Los resultados experimentales pusieron de manifiesto que, en general, se observó una ligera mejora de los parámetros de calidad en las plantas cultivadas con el sustrato modificado con el sarmiento. Esta mejora puede deberse a la elevada capacidad de retención de agua y nutrientes del sustrato modificado frente al convencional, ya que los restos de sarmientos de vid proporcionan una mayor capacidad de aireación. Por lo tanto, este TFG pone de manifiesto el potencial del sarmiento de vid como nuevo material para la obtención de sustratos en el cultivo de plantas ornamentales. Trabajos posteriores deben realizarse incorporando un mayor número de plantas al estudio y optimizando el porcentaje de sarmiento a utilizar.

PALABRAS CLAVE: sarmiento, sustrato, revalorización, caracterización, vid.



- **Thesis title:** Characterization and valuation of the pruning waste streams as substrate for ornamental cultivation
- **Author:** Javier Giménez Martínez
- **Location and date:** Valencia, november of 2020
- **Academic tutor:** Bernardo Pascual España
- **Bachelor's in Agri-food engineering and Rural Environment - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural**

- **Summary:**

Nowadays, the canes resulting from grapevine pruning have no value. Canes are disposed by being shredded directly in the fields, increasing the risk of fungal infections, or by their incineration. Cane utilization as supplement in gardening-substrate manufacture poses as a promising alternative to substitute sources from abroad. Henceforth, the sustainability of the product would be improved by reducing the carbon fingerprint and generating wealth in the wine-making industry. Therefore, the core objective of this project consists in determining the viability of using canes resulting from grapevine pruning as substrate supplements for the growth of ornamental plants, in this case oleanders.

To reach this end, a modified substrate was developed by adding the cane (25%) to the rest of base materials (40% blond peat, 40% coconut fibre and 20% pine fibre). Canes were collected from the field and processed in a substrate-production plant. Canes were trimmed to an adequate calibre (0-20 mm), composted for 120 days, and mixed with the rest of base materials (30% blond peat, 30% coconut fibre and 15% pine fibre). The substrate was used for oleander growth (27 plants) and different quality parameters were compared against the standard substrate (40% blond peat, 40% coconut fibre and 20% pine fibre).

Experimental results show a slight increase in quality parameters in the plants grown with the cane-supplemented substrate. This improvement could be caused by the increased water and nutrient retention capabilities of the supplemented substrate, due to the increase of aeration caused by cane fragments. Therefore, this thesis exposes the potential of grapevine canes as a new material for the manufacturing of substrates for the cultivation of ornamental plants. Future studies would need to be performed, increasing the number of studied plants and optimizing the percentage of cane to be used.

KEYWORDS: grape vine cane, substrate, revaluation, characterization, grape vine.



AGRADECIMIENTOS

A mi tutor Bernardo Pascual por darme la oportunidad de realizar este Trabajo Final de Grado, por su dedicación y apoyo.

A mi familia, por ayudarme a cumplir mis objetivos y por confiar en mis posibilidades, en especial a mi padre, por despertar la ilusión en esta carrera y en este proyecto.

A Vicente, María, Flora y José Vicente, por su gran disposición, ánimos y ayuda durante la elaboración del proyecto.

A todas las personas que no he mencionado y que, de una forma u otra, hayan formado parte de mi etapa universitaria y la realización de este trabajo.



Índice general

Índice de figuras	7
Índice de tablas	9
1. Introducción	10
1.1 Sustratos.....	10
1.2 Materiales utilizados como sustratos o componentes de sustratos de cultivo	10
1.3 Turbas.....	11
1.3.1 Turba rubia	12
1.3.2 Ventajas.....	12
1.3.3 Inconvenientes	13
1.4 Residuos y subproductos orgánicos	13
1.4.1 Fibra de coco	13
1.4.2 Corteza de pino	14
1.4.3 Restos de poda de sarmientos de vid.....	14
1.4.4 Mezclas de materiales	14
1.5 Adelfa	15
1.6 Vid.....	15
2. Antecedentes	16
3. Objetivos	17
4. Material y métodos	17
4.1 Ubicación del vivero y condiciones ambientales de la zona	18
4.1.1 Datos meteorológicos de la zona	19
4.1.2 Condiciones de riego y fertilización en el vivero	20
4.1.3 Distribución de las plantas en el vivero.....	21
4.2 Planta de producción de sustratos.....	21
4.2.1 Ubicación y descripción de la planta de producción de sustratos	21
4.2.2 Instalaciones de la planta de producción de sustratos	22
4.3 Materiales base	23
4.4 Mezclas.....	25
4.5 Monitorización de la evolución de temperatura, pH y conductividad eléctrica del sustrato durante el cultivo	26
4.5.1 Temperatura.....	26
4.5.2 Conductividad eléctrica y pH.....	26
4.6 Caracterización de los parámetros de calidad de los plantones	27
4.6.1 Número de raíces	27



*Caracterización y valorización de los restos de poda en viñedo
como sustrato para la elaboración de cultivo ornamental*



4.6.2	Altura de la planta	27
4.6.3	Diámetro del arbusto	28
4.6.4	Número de hojas y superficie foliar	28
4.6.5	Peso húmedo y seco de las hojas y tallo	29
4.7	Análisis estadístico de los datos	30
5.	Resultados y discusión de los resultados	31
5.1	Selectividad	31
5.2	Número de raíces por planta.....	31
5.3	Altura y diámetro del arbusto	33
5.4	Número de hojas y área foliar	34
5.5	Peso fresco y seco de hojas.....	35
5.6	Peso fresco y seco de tallo	37
6.	Conclusiones.....	38
7.	Referencias bibliográficas.....	39

Índice de figuras

<i>Figura 2.1. Sarmientos preparados para su recogida</i>	16
<i>Figura 4.1. Vista aérea de la ubicación del vivero. (Fuente: Google Maps)</i>	18
<i>Figura 4.2. Vista aérea de la superficie del vivero. (Fuente: Google Maps)</i>	18
<i>Figura 4.3. Datos de temperaturas (°C) medias diarias, máximas y mínimas registradas en la estación meteorológica de Picassent. (Fuente: IVIA)</i>	19
<i>Figura 4.4. Datos de precipitación total diaria (mm) recogidos por la estación meteorológica de Picassent. (Fuente: IVIA)</i>	20
<i>Figura 4.5. a) Instalación de riego por goteo en el vivero. b) Goma utilizada para la distribución del agua de riego y de fertilizantes.</i>	20
<i>Figura 4.6. Disposición de las plantas por bloques en el vivero.</i>	21
<i>Figura 4.7. Vista aérea de la superficie de la planta de producción de sustratos. (Fuente: Google Maps)</i>	21
<i>Figura 4.8. a) Tolva de recepción de la corteza de pino. b) Cinta transportadora que permite la entrada de la corteza de pino al molino. c) Salida de la corteza de pino molida.</i>	22
<i>Figura 4.9. a) Tromel. b) Criba. c) Explanada y balsa de humectación para la fibra de coco.</i>	23
<i>Figura 4.10. a) Fibra de coco preparada para su utilización. b) Turba rubia paletizada.</i>	24
<i>Figura 4.11. Corteza de pino limpia preparada para pasar por el molino.</i>	24
<i>Figura 4.12. a) Sarmientos procedentes de restos de poda de vid. b) Máquina trituradora y recolectora de sarmientos arrastrada por tractor.</i>	25
<i>Figura 4.13. a) Sarmientos procedentes de restos de poda de vid. b) Máquina trituradora y recolectora de sarmientos arrastrada por tractor.</i>	26
<i>Figura 4.14. a) Conductímetro utilizado para la medición de la conductividad del suelo. b) Medidor de pH.</i>	26
<i>Figura 4.15. Medida del número de raíces.</i>	27
<i>Figura 4.16. Medida de la altura de la planta.</i>	27
<i>Figura 4.17. Medida del diámetro del arbusto.</i>	28
<i>Figura 4.18. Ejemplo de procedimiento de medición de la superficie foliar y número de hojas.</i> ...	29
<i>Figura 4.19. Ejemplo de resultados obtenidos del programa informático Digimizer.</i>	29
<i>Figura 4.20. Procedimiento de medición del peso seco en laboratorio.</i>	30
<i>Figura 5.1. Número de raíces por planta. Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).</i>	32
<i>Figura 5.2. a) Altura de la planta (cm). b) Diámetro del arbusto (cm). Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).</i>	33
<i>Figura 5.3. a) Número medio de hojas por planta. b) Área foliar media por planta (cm²). Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).</i>	34
<i>Figura 5.4. Peso de las hojas por planta (g). a) Peso fresco de las hojas (g) previo a la introducción de estas a la estufa. b) Peso seco de las hojas (g) tras la introducción de las hojas a la estufa. Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).</i>	36
<i>Figura 5.5. Peso del tallo por planta (g). a) Peso fresco de los tallos (g) previo a la introducción de estos a la estufa. b) Peso seco de los tallos (g) tras la introducción de estos a la estufa. Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).</i>	37



*Caracterización y valorización de los restos de poda en viñedo
como sustrato para la elaboración de cultivo ornamental*



Figura 7.1. Tª mínimas y máximas del sustrato medida diariamente durante el cultivo..... 42
Figura 7.2. pH y CE del sustrato medida el día 15 de cada mes durante el cultivo. 42



Índice de tablas

<i>Tabla 4.1. Composición (%v/v) de las mezclas realizadas para cada sustrato.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 5.1. Influencia del sustrato (S) A y B y de la posición del contenedor (P) inicial, intermedia y final en los valores de distintos parámetros de calidad (nº de raíces, altura (cm), diámetro de copa (cm), número de hojas y área foliar (cm²)), y resultados de ANOVA multifactorial considerando el tipo de sustrato y la posición de la planta en la fila como factores y su interacción. Parte I</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5.2. Influencia del sustrato (S) A y B y de la posición del contenedor (P) inicial, intermedia y final en los valores de distintos parámetros de calidad (peso fresco de hojas (g), peso seco de hojas (g), peso fresco de tallo (g) y peso seco de tallo (g)), y resultados de ANOVA multifactorial considerando el tipo de sustrato y la posición de la planta en la fila como factores y su interacción. Parte II.</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7.1. Parámetros determinados en las plantas cultivadas en sustrato A el día en que las plantas están listas para su comercialización</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 7.2. Parámetros determinados en las plantas cultivadas en sustrato B el día en que las plantas están listas para su comercialización.</i>	<i>41</i>



1. Introducción

1.1 Sustratos

Se denomina sustrato a todo material sólido diferente del suelo que, colocado en un contenedor, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando un papel de soporte para la planta. Los materiales utilizados como sustratos o componentes de sustratos son productos orgánicos y minerales, distintos del suelo.

En el caso de los sistemas de cultivo de planta ornamental, el sustrato suele intervenir, además, en el proceso de la nutrición mineral. La finalidad del sustrato es producir una planta de calidad en el mínimo periodo de tiempo, con los más bajos costes de producción. Asimismo, la obtención y la eliminación del sustrato, cuando ya se ha utilizado, no deberían incidir negativamente en el medioambiente de manera importante.

La interacción sustrato-contenedor es importante puesto que afecta fundamentalmente a las propiedades físicas y químicas del volumen de sustrato, y, por tanto, a la calidad y desarrollo de la planta.

1.2 Materiales utilizados como sustratos o componentes de sustratos de cultivo

La elección de un material para la preparación de sustratos de cultivo viene determinada por factores como el coste, las propiedades de este, su disponibilidad, el conocimiento que se tenga sobre este, su impacto ambiental, etc.

No obstante, a la hora de elegir un material como sustrato, el factor más restrictivo es la ausencia de sustancias que sean tóxicas para la planta, las conocidas fitotoxinas.

Durante mucho tiempo, las turbas *Sphagnum* han sido uno de los materiales que más se han utilizado en la formulación de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. El *Sphagnum* es un musgo que se desarrolla por yemas apicales mientras que las partes bajas de la planta mueren, de esta forma, se van depositando capas de este musgo que van creciendo sobre sus propios restos, conformando definitivamente las turberas.

No obstante, no se ha dejado de buscar nuevos materiales que sustituyan el papel de estas turbas debido a su limitada disponibilidad.

Esta búsqueda ha dado lugar a la utilización de materiales procedentes de zonas cercanas a la zona de elaboración, especialmente residuos y subproductos orgánicos creados por diferentes actividades de producción (residuos agrícolas, ganaderos, etc.) y consumo (residuos urbanos).

Las plantas pueden desarrollarse y cultivarse en diferentes tipos de materiales, además, estas pueden sobrevivir en cualquier medio, siempre y cuando las raíces puedan introducirse en un sustrato. Es importante desarrollar investigaciones con la finalidad de encontrar, tanto el sustrato como las condiciones de cultivo óptimas para la mayoría de las plantas.

Para cada caso concreto, el mejor medio de cultivo será diferente, y variará dependiendo de numerosos factores: tipo de material vegetal con el que se está trabajando, especie vegetal, sistemas y regímenes de riego, aspectos económicos, condiciones climáticas, etc.



Según Cánovas y Díaz (1993) para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

- **Propiedades físicas**
 - Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
 - Suficiente suministro de aire.
 - Distribución del tamaño de las partículas que mantendrá las condiciones antes mencionadas.
 - Baja densidad aparente.
 - Elevada porosidad.
 - Estructura estable, que impedirá la contracción (y expansión) del medio.
- **Propiedades químicas**
 - Baja o moderada capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
 - Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
 - Baja densidad.
 - Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
 - Mínima velocidad de descomposición.
- **Otras propiedades**
 - Debe estar libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos.
 - Reproductibilidad y disponibilidad.
 - Bajo coste.
 - Fácil de mezclar.
 - Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
 - Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

1.3 Turbas

Turba es el nombre que se aplica a distintos materiales que proceden de la descomposición de los vegetales, generalmente fosilizados.

Strasburger et al. (1983) han señalado que este material natural está formado por restos de musgos y otras plantas superiores, que se hallan en proceso de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica.

Su naturaleza dependerá tanto del origen botánico, como de las condiciones climáticas dominantes durante su formación, las cuales determinarán también el estado de descomposición.

Los depósitos de restos de vegetales pueden formarse en diferentes ecosistemas:

- 1) En zonas cercanas a las aguas freáticas (lagos, lagunas, etc.), bajo la influencia de las aguas subterráneas y de las superficiales.
- 2) En terrenos encharcados de modo permanente que se sostienen únicamente de las precipitaciones.



En estas situaciones puede tener lugar la formación de dos tipos de turberas: bajas o llanas y altas.

En las turberas bajas, si la composición de las aguas es rica en caliza y nutrientes, las turbas poseen mayor o menor cantidad de elementos nutritivos, especialmente calcio, magnesio y potasio, y son de reacción ligeramente ácida o neutra.

Las turberas altas se forman en las regiones frías, con altas precipitaciones y humedad relativa elevada, lo cual determina que este tipo de turba sea extremadamente pobre en bases y elementos nutritivos, y, además, presente una reacción fuertemente ácida. En función de su grado de descomposición se diferencian dos tipos de turbas: turba ligeramente descompuesta o turba rubia y turba fuertemente descompuesta o turba negra.

A continuación, se explica la turba rubia al ser la utilizada para la realización de este proyecto.

1.3.1 Turba rubia

La turba rubia se corresponde con la capa gruesa que se forma en la superficie del terreno, encontrándose en condiciones de bajas temperaturas, poca luz solar y frecuentes precipitaciones. Todos estos factores originan que el sustrato tenga un pH ácido y un nivel importante para retener humedad, lo que permite que las plantas reciban lo necesario para su correcto desarrollo. La procedencia de este material es de las zonas del norte de Europa, principalmente de los países del Báltico. En estas zonas las condiciones climáticas son de frío extremo, baja evaporación, elevada pluviometría y bajos índices de radiación solar, lo que ocasiona un bajo contenido en nutrientes y pH ácidos, condiciones que, como se ha visto anteriormente, son necesarias para que se forme esta superficie.

El principal motivo de aceptación de la turba rubia de *Sphagnum* es su uniformidad, ya que disminuye la complejidad del manejo.

1.3.2 Ventajas

Desde hace años, las turbas son los materiales orgánicos que más se han utilizado como medios de cultivo de las plantas que crecen en contenedores, debido a sus óptimas propiedades físicas, químicas y biológicas.

Este tipo de turba aporta numerosos beneficios a la hora de cultivar, puesto que además de tener una alta capacidad de retención de nutrientes, también posee un elevado grado de aireación que favorece la propagación de diferentes especies vegetales. Su composición porosa permite que el sistema radical de las plantas se expanda sin limitaciones.

También es una ventaja el hecho de que esté exenta de patógenos y de semillas de malas hierbas.



1.3.3 Inconvenientes

La disponibilidad de turba es limitada y no renovable y, consecuentemente, el uso indiscriminado de turba puede resultar un impacto medioambiental de gran importancia.

Es importante destacar que, al tratarse de un material de origen natural, se pueden encontrar diferencias en calidad entre lotes distintos, por lo que se deben controlar ciertos parámetros antes de su uso.

La turba *Sphagnum* requiere una preparación previamente a su utilización como es el encalado, molido, fertilización de fondo, etc. Además, se descompone y se degrada físicamente durante el cultivo.

Asimismo, el hecho de que una gran parte de la turba se deba importar en nuestro país supone una desventaja, existiendo actualmente una tendencia a la búsqueda de recursos autóctonos que la sustituyan total o parcialmente y que, además, permitan reducir los gastos en las importaciones, así como los posibles problemas de suministro.

1.4 Residuos y subproductos orgánicos

1.4.1 Fibra de coco

La denominada “fibra de coco” es un residuo orgánico agroindustrial de origen tropical, con una enorme potencialidad para ser utilizada como sustrato de cultivo. Se obtiene como residuo de las fibras de los frutos del coco (*Cocos nucifera*).

El residuo de fibra de coco se genera y se acumula en los países tropicales, siendo Sri Lanka el principal productor de sustratos de cultivo mediante el reciclado de dicho residuo orgánico.

Este producto tiene una alta capacidad de retención de agua, puesto que sus fibras se comportan como esponjas, por lo que las plantas pueden aguantar más tiempo sin aporte hídrico.

El hecho de que exista un buen equilibrio entre retención de agua y capacidad de aireación garantiza que no existan enfermedades de origen fúngico en las raíces por exceso de humedad.

En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico, la fibra de coco tiene capacidad de retener y liberar nutrientes, permitiendo un crecimiento más vigoroso tanto de las plantas, como de las raíces. Además, evita pérdidas por lixiviación y ejerce un efecto amortiguador en caso de que ocurran errores de abonado.

En definitiva, se trata de un producto ecológico y sostenible. Su extracción y posterior eliminación no conlleva impacto medioambiental.

Uno de los motivos por los que se quiere buscar un producto que sustituya a la fibra de coco es que hay que lavarla, debido a la variabilidad que existe en su conductividad eléctrica. En una zona como es Valencia, con problemas de agua, no se puede desaprovechar el agua lavando la fibra de coco antes de su mezcla con los otros materiales. Otro motivo es el elevado coste que conlleva el transporte del producto desde la zona de producción de este a la zona de elaboración del sustrato.



1.4.2 Corteza de pino

La corteza de pino es un subproducto de la industria aserradora de la madera. Este es un material generalmente utilizado como sustrato de cultivo en la producción de plantas ornamentales. Ha constituido durante los últimos 25 años el sustrato por excelencia en numerosos países con disponibilidad limitada de turba.

Es un material de características variables debido a su origen y se puede usar directamente o después de someterlo a un proceso de compostaje de maduración para mejorar sus propiedades y, sobre todo, para convertirlo en un material más estable.

Como en cualquier sustrato, en las cortezas es decisiva la granulometría para determinar las propiedades físicas. Se considera conveniente que un 20-40% (peso) de las partículas sean menores de 8 mm.

1.4.3 Restos de poda de sarmientos de vid

Los restos de poda procedentes de vid, que se han utilizado en este proyecto, son sarmientos que se generan anualmente tras la época de la poda de la viña y, se consideran residuos debido a que, actualmente, no poseen ningún valor ni utilidad.

Los restos de poda deben compostarse previamente a su uso como sustratos. Suelen tener elevados contenidos de lignina (20% de la materia seca en vid), por lo que su descomposición es lenta y dificultosa.

1.4.4 Mezclas de materiales

Un material puro no suele recoger las características físicas y químicas más adecuadas para la elaboración de un sustrato en unas determinadas condiciones de cultivo, es por ello que en la mayoría de los casos sea necesario mezclarlo con otro tipo de materiales, en distintas cantidades, para adaptarlo a las condiciones requeridas.

La mezcla de un material con otros tiene unos efectos importantes y altamente favorables sobre las propiedades físicas y químicas de este, como son el aumento en el contenido en aire, el incremento de la capacidad de retención de agua disponible o asimilable, la reducción de la salinidad, la disminución o aumento del pH, etc.

Siempre que se mezclen dos o más materiales se deberá prestar atención a la homogeneidad de la mezcla resultante, ya que el objetivo principal es obtener mezclas lo más uniformes posible. Se evitará la incorporación de un número elevado de materiales (óptimo de 2 a 4), para que la mezcla sea homogénea y económicamente viable.



1.5 Adelfa

En este trabajo se ha elegido el cultivo de la adelfa debido a que es el típico cultivo ornamental en la Comunidad Valenciana, concretamente en la provincia de Valencia.

La adelfa pertenece a la familia de las *Apocináceas*, que son plantas perennes, herbáceas o leñosas, a veces trepadoras y con látex, el cual a menudo suele ser venenoso.

Del género *Nerium* solo tiene interés ornamental *Nerium oleander*, la adelfa. Esta tiene un gran interés como planta ornamental y en jardinería.

La adelfa es una planta muy resistente, que en estado silvestre la podemos localizar en numerosos barrancos y ramblas, así como también en cualquier jardín, bien formando setos o como pantallas aisladas, también hay en autopistas y autovías diferenciando las medianas. Son plantas de numerosos tipos y colores.

Para el enraizamiento se deben utilizar sustratos preparados que existen en el mercado o bien turba rubia de textura fina-media sin fertilizar.

El ciclo habitual de producción de la adelfa en la zona de Valencia se inicia en marzo con el estaquillado en bandejas de alveolos. Posteriormente se procede al trasplante en maceta entre los meses de junio y julio. Comercializándose finalmente en los meses de marzo a mayo siendo el principal mercado el alemán, que acompañado de Holanda se redistribuyen al resto de los países europeos.

1.6 Vid

La vid es un arbusto, sarmentoso y trepador, que se fija a tutores naturales o artificiales, mediante órganos de los que va provista. Cuando estos tutores faltan, se extiende sobre la superficie del terreno, en posición más o menos erguida, ocupando extensiones considerables (Hidalgo, 2002).

La poda es una actividad que tiene significativas implicaciones en el funcionamiento de la planta, ya que es responsable del equilibrio de crecimiento entre la parte vegetativa y la producción, afectando esto en la calidad y cantidad de la uva obtenida.

Como consecuencia de esta actividad anual, se obtienen los residuos de poda, comúnmente conocidos como sarmientos, los cuales constituyen alrededor del 95% del total de los residuos que se generan en viticultura.

Cada vez es más habitual que se busquen nuevas alternativas para el uso de estos residuos, ya que hasta hace relativamente poco tiempo, o incluso hoy en día, la mayoría de estos se queman en campo o se abandonan, lo que supone, por una parte, una fuente de contaminación al medio ambiente, y, por otra parte, la pérdida anual de millones de toneladas de estos residuos, que podrían aprovecharse para otros usos y, en consecuencia, poder ser considerados como materia prima.

Según la *Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural*, el área de producción en la D.O. Utiel-Requena ocupa unas 35.000 hectáreas de viñas.

Suponiendo un marco de plantación de 2,8 x 2,5 m en una ha de vid existen 1.428 cepas. Cada cepa puede producir de 15 a 21 sarmientos. Teniendo en cuenta un mínimo de 15 sarmientos pueden obtenerse 1,4 kg de sarmientos en verde (considerando un 30 % humedad) o 1 kg neto por cepa de sarmiento seco.

2. Antecedentes

Hace unas décadas, el sustrato que se servía a los productores de plantas ornamentales se componía especialmente de corteza de pino y orujo de uva (que proviene de las industrias alcohólicas), ambos procedentes de zonas accesibles para las empresas productoras de sustrato.

Con el paso del tiempo, se ha disminuido el uso de estas materias primas, aumentando a gran velocidad el uso de turba rubia y fibra de coco, hasta el punto de que la mayoría de las plantaciones solamente se realizan a base de mezclas de estas dos últimas.

La utilización de productos como la turba rubia y la fibra de coco, puesto que no se encuentran presentes en la península, suponen un elevado coste en la logística, siendo también importante la contaminación que se produce al ser trasladado la mayoría del producto por transporte terrestre o marítimo, así como el elevado coste de su puesta a punto, sobre todo de la fibra de coco, al exigir sus lavados.

En la zona Utiel-Requena, lugar de preparación del sustrato del presente proyecto, la principal actividad agrícola es el cultivo de la vid. La poda se realiza anualmente de forma manual dejando los sarmientos en el centro de las hileras con el fin de ser recogidos y posteriormente quemados o bien triturados en el propio campo.

Con el uso de los restos de poda se pretende eliminar un grave problema en la viticultura, puesto que este residuo, se recoge y se quema provocando un riesgo de incendio de zonas cercanas a monte, además de afectar al gran aprecio ecológico de estas zonas.

Para llevar a cabo esta práctica, en primer lugar, se deben recoger los sarmientos y almacenarlos en un punto de la parcela. Posteriormente se dejan secar durante un periodo de tiempo, lo cual puede provocar que aparezcan plagas como puede ser el barrenillo.



Figura 2.1. Sarmientos preparados para su recogida



En aquellos casos en los que se abandonan los sarmientos se puede producir, además, la proliferación de enfermedades de madera, así como servir de madriguera para los conejos, una gran problemática en la viticultura actual.

Con el fin de reducir este problema, en los últimos años se ha optado por realizar un triturado de los sarmientos en campo de forma mecanizada mediante picadora de los sarmientos en el propio campo sin tener que recogerlos previamente. Con esto se evitan los problemas ecológicos, pero conlleva elevados riesgos si la madera se encuentra infectada por enfermedades fúngicas, puesto que, al triturar el sarmiento, enfermedades como oidio y mildiu, permanecen en la superficie del suelo influyendo negativamente sobre el desarrollo de la madera del año siguiente debido a la presencia del inóculo.

3. Objetivos

El principal objetivo del proyecto es conocer el cómo se comportarán los restos compostados de los sarmientos como componente de los sustratos de plantas ornamentales.

El objetivo de este Trabajo Final de Grado es analizar la posibilidad de introducir los restos compostados de los sarmientos como componente de los sustratos de plantas ornamentales, concretamente de la adelfa. Se compara el comportamiento de un sustrato estándar con el de un sustrato experimental. El sustrato estándar está compuesto por la mezcla de un 40% de turba rubia, 40% de fibra de coco y 20% de corteza de pino. El sustrato experimental está constituido por 75% del sustrato anterior y 25% de restos de sarmiento, de forma que se obtendrá una mezcla con un 30% de turba rubia, 30% de fibra de coco, 15% de corteza de pino y un 25% de restos de poda.

4. Material y métodos

El trabajo se ha realizado en un vivero de producción de planta ornamental, en la localidad de Silla (Valencia). Se llevará a cabo en macetas con una capacidad de 3 litros y 17 cm de diámetro, con riego localizado, aportando los nutrientes en función de las necesidades diarias mediante fertirrigación a toda el área de ensayo.

Por tanto, se dispone del sustrato estándar (A) anteriormente citado, y del sustrato experimental (B) en el que se incluyen los restos de poda compostados. Se comprobará el comportamiento de ambos sustratos en *Nerium oleander L.* estudiando las diferencias en distintos parámetros y características.

Los parámetros que se van a controlar desde el inicio del cultivo son:

1. Temperaturas del sustrato
2. pH
3. Conductividad eléctrica

El día en el que las plantas estaban listas para su comercialización (5 de abril de 2019) se midieron los siguientes parámetros:

1. Número de raíces
2. Altura de la planta
3. Diámetro de la copa
4. Número de hojas
5. Superficie foliar
6. Peso húmedo y seco de las hojas
7. Peso húmedo y seco del tallo

4.1 Ubicación del vivero y condiciones ambientales de la zona

El presente trabajo se ha realizado en un vivero situado en la localidad de Silla, a 4 km de esta. A este vivero se puede acceder a través de la carretera CV-42. Se trata de un vivero especializado en el cultivo de planta ornamental, concretamente de adelfa, para su posterior exportación a países del norte de Europa.



Figura 4.1. Vista aérea de la ubicación del vivero. (Fuente: Google Maps)



Figura 4.2. Vista aérea de la superficie del vivero. (Fuente: Google Maps)

4.1.1 Datos meteorológicos de la zona

A continuación, se muestran los datos meteorológicos de la estación más cercana al vivero, la estación de Picassent (Valencia), extraídos de la página web del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Los datos extraídos abarcan desde el momento en el que las plantas se colocan en el lugar de ensayo el 22 de julio de 2018, hasta el momento en el que la planta estuvo lista para ser comercializada, el día 5 de abril de 2019, cumpliendo con el ciclo de cultivo habitual. Los datos detallados pueden verse en el Anejo de datos meteorológicos.

Como se muestra en la *Figura 4.3.*, durante el inicio de la plantación se han obtenido las temperaturas máximas, medias y mínimas más elevadas, las cuales han disminuido progresivamente hasta los meses de invierno y, posteriormente se ha observado un ligero incremento con el inicio de la primavera. Se han registrado temperaturas por debajo de 0°C en una única ocasión, en el mes de enero, siendo habitual en la zona. Las temperaturas por debajo de 0°C que se dan con baja frecuencia y durante un periodo muy corto no suelen influir en el desarrollo del cultivo, como es el caso.



Figura 4.3. Datos de temperaturas (°C) medias diarias, máximas y mínimas registradas en la estación meteorológica de Picassent. (Fuente: IVIA)

En cuanto a la precipitación, como se muestra en la *Figura 4.4.*, se ha registrado una elevada precipitación en los meses de otoño del año 2018. Una precipitación elevada puede conllevar beneficios como el ahorro en el aporte hídrico, pero también puede conllevar inconvenientes, en este caso, como complicar el aporte de nutrientes, puesto que este se realiza a través del agua de riego. Durante el desarrollo del trabajo no ha habido problemas de este tipo, pero sí ha habido periodos en los que no ha sido necesario el aporte de agua.

En los primeros meses de 2019, la precipitación ha sido escasa hasta el mes en el que el cultivo estaba listo para su comercialización. En este caso, el apoyo hídrico durante estos meses secos ha sido fundamental para alcanzar los parámetros de calidad exigidos en el mercado.

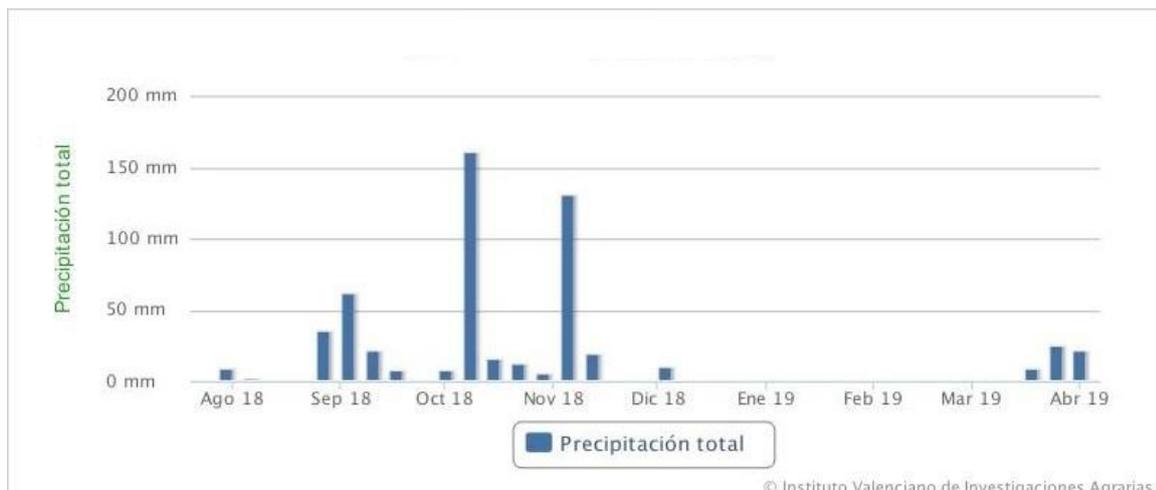


Figura 4.4. Datos de precipitación total diaria (mm) recogidos por la estación meteorológica de Picassent. (Fuente: IVIA)

4.1.2 Condiciones de riego y fertilización en el vivero

El aporte hídrico se realiza diariamente utilizando emisores, variando la cantidad aportada según las condiciones en que se encuentren las plantas cada día. La cinta de goteo utilizada para el ensayo es del fabricante PATHFINDER y modelo PATH 3000. La distancia entre los emisores es de 10 cm, aportando un caudal de 1020 L/h por cada 100 m de cinta y de 1,02 L/h por cada emisor. En condiciones normales, el rango de volúmenes de riego es entre 3,5 - 5 litros por planta y semana.

Para determinar el momento y la cuantía del riego el viverista se basa en su propia experiencia y dependiendo de las condiciones climatológicas en cada momento.

Durante todo el cultivo el aporte de elementos nutrientes se ha realizado mediante fertirrigación.

La fertilización se ha realizado con una solución de abono líquido de 11-3-5. Además, se realiza un aporte de Magnesio (1%). Las dosis y la fecha dependen de la fase en la que se encuentra el cultivo y de las condiciones ambientales en cada momento, por lo que es difícil fijar una dosis concreta.

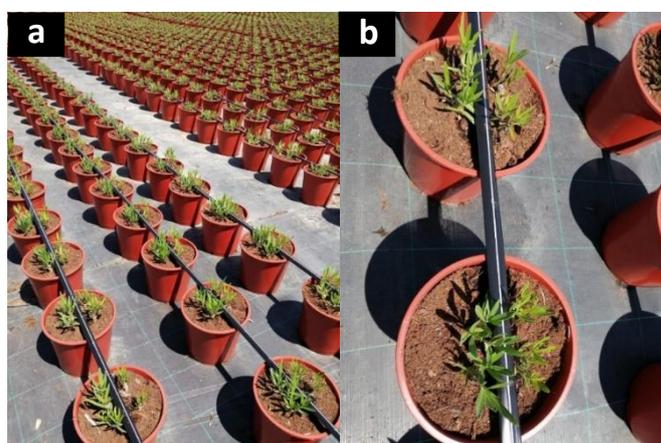


Figura 4.5. a) Instalación de riego por goteo en el vivero. b) Goma utilizada para la distribución del agua de riego y de fertilizantes.

4.1.3 Distribución de las plantas en el vivero

La distribución de las plantas se ha realizado por bloques aleatorios compuestos por 9 plantas, como se puede observar en la *Figura 4.6*. La colocación de cada sustrato sigue un patrón aleatorio, con diferentes posiciones dentro de la fila.

El motivo por el que se ha decidido realizar esta disposición aleatoria es porque existen factores que pueden influir en el correcto desarrollo de las plantas cultivadas. Estos pueden ser:

- La influencia de agentes atmosféricos como viento y radiación solar.
- La distribución de agua y nutrientes, que se realiza a través de cinta de riego. Esto es debido a que, en las plantas situadas en el bloque inicial, el aporte de estos será mayor al inicio y final del riego, debido a que la ubicación de la tubería que abastece dichas gomas se encuentra conectada en el extremo del bloque inicial.

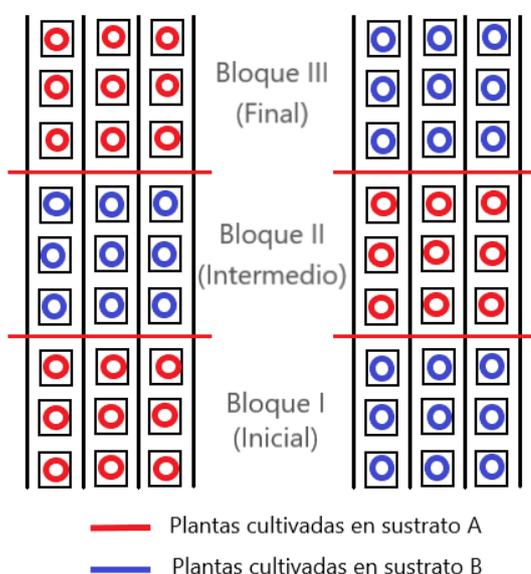


Figura 4.6. Disposición de las plantas por bloques en el vivero.

4.2 Planta de producción de sustratos

4.2.1 Ubicación y descripción de la planta de producción de sustratos

La planta destinada a la elaboración de los distintos sustratos para satisfacer los requerimientos de los viveristas, se encuentra situada a 3 km de la localidad de Utiel, accediendo por la carretera CV-470, que comunica Utiel con Camporrobles.



Figura 4.7. Vista aérea de la superficie de la planta de producción de sustratos. (Fuente: Google Maps)

Se trata de una empresa dedicada a la preparación de sustratos, realizando las mezclas que los clientes solicitan según el tipo de cultivo. El sustrato se puede servir a granel, en big bag o envasado.

Las instalaciones cuentan con molino, criba, tromel, balsa para hidratar la fibra de coco, pala frontal, elevador mecánico para llenado de *big bag*, y un almacén para conservar el abono sólido, cada vez más utilizado.

4.2.2 Instalaciones de la planta de producción de sustratos

En este apartado se van a mostrar las principales etapas del proceso de obtención del sustrato vegetal. Así también, se verán las instalaciones y maquinaria que será necesaria para la elaboración de dicho sustrato.

La corteza de pino, en primer lugar, se deposita en una tolva con una capacidad de 6 m³.

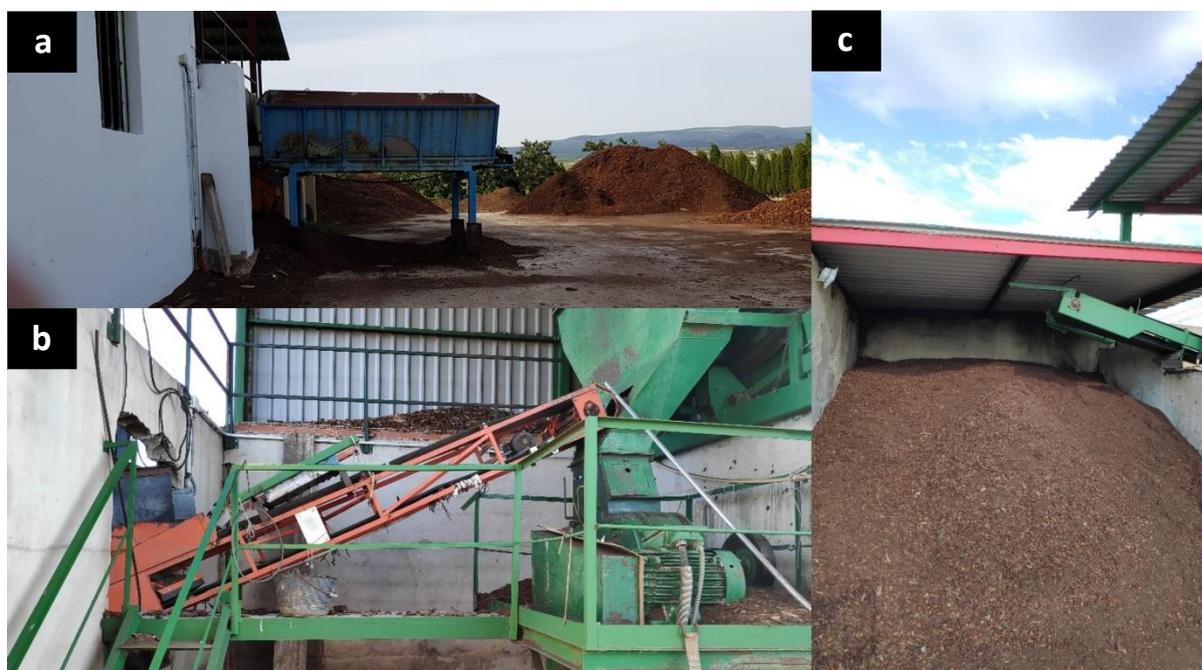


Figura 4.8. a) Tolva de recepción de la corteza de pino. b) Cinta transportadora que permite la entrada de la corteza de pino al molino. c) Salida de la corteza de pino molida.

Después, por medio de una cinta, la corteza de pino se introduce en un molino. Una vez la corteza de pino está molida, esta es almacenada en un lugar protegido del aire para evitar la dispersión tras disminuir su granulometría.

El tromel es un equipo empleado para separar todo material que tenga un tamaño superior a 18 mm. Disponiendo de mayor precisión que el cribado.

La criba sirve para clasificar el material dependiendo del grosor, en este caso, grosores comprendidos entre 0-25 mm.

La explanada cuenta con una ligera pendiente, con el objetivo de conducir a la balsa de humectación, el agua sobrante al lavar la fibra de coco y haberla dejado secar.



Figura 4.9. a) Tromel. b) Criba. c) Explanada y balsa de humectación para la fibra de coco.

4.3 Materiales base

En este proyecto se ha trabajado con 3 materiales base para el desarrollo de sustratos: fibra de coco, turba rubia y corteza de pino. Además, también se ha utilizado restos de sarmientos de vid procedentes de la poda en vistas a determinar su potencial como nuevo material base de sustratos.

La fibra de coco utilizada ha sido suministrada por la empresa *Projar*. La marca del producto es Golden Grow Blend y el modelo *Medium Chips*. Esta pasa por un proceso de transporte intermodal, puesto que llega a la planta de preparación vía terrestre, pero, anteriormente ha sido transportado vía marítima. Esta llega en contenedores y puede presentarse a granel o embalado en palés.

La fibra de coco se encuentra deshidratada y compactada en forma de pastillas de unos 5 kilogramos. Para que este material adquiriera las características deseadas, la fibra compactada (ladrillos) se introduce en la balsa de agua durante seis horas aproximadamente. Con esto se consigue aumentar la densidad a unos 70 litros por cada pastilla, y además solucionar un problema como es disminuir el elevado contenido en sales presentes inicialmente.

Una vez se ha conseguido una hidratación de todo el producto, este se saca de la balsa con una pala frontal almacenándolo de forma conjunta, y dejándolo en el exterior aproximadamente dos días para que el exceso de agua que pueda contener sea eliminado. Se debe volver a hacer hincapié en la problemática que conlleva el elevado consumo de agua al lavar la fibra de coco, en una zona con limitados recursos hídricos.

Por último, con la ayuda de un esparcidor (Tritón, Hermanos García, España), que posee dos rulos que giran a gran velocidad, se consigue una densidad idónea, así como un contenido en humedad adecuado a la hora de ser mezclado con el resto de los materiales.

La **turba**, de la marca *Kalloween*, que se utiliza en la preparación de sustratos es turba rubia, cuyo transporte es terrestre en su totalidad. El producto llega embalado con plástico en palés con un volumen de 6 m³.

La turba rubia utilizada es cribada y tiene un calibre desde 0 hasta 40 milímetros. Para ser utilizada, en primer lugar, se rompe el embalaje de forma manual y se vuelcan los *pallets* con la ayuda de una carretilla elevadora. Después, se voltea con una pala frontal con la finalidad de descompactar el material, pues al venir embalado se encuentra compactado.



Figura 4.10. a) Fibra de coco preparada para su utilización. b) Turba rubia paletizada.

La **corteza de pino** es un producto procedente de zonas cercanas a la planta de producción. El transporte se realiza vía terrestre, encontrándose la fuente de producción de este material a unos 50 kilómetros de la planta de sustratos en serrerías localizadas en las provincias de Valencia y Cuenca.

A la planta de sustratos puede llegar la corteza de pino con la presencia de troncos y ramas que deberán ser retirados. Una vez el material se encuentra limpio, se pasa por un molino para que la granulometría de esta se encuentre entre 0-30 milímetros. Después se deja compostar durante unos 90 días hasta su posterior mezcla con el resto de los materiales.



Figura 4.11. Corteza de pino limpia preparada para pasar por el molino.

En cuanto a los **restos de poda** procedente de los sarmientos de la vid, tras la poda, se utiliza una máquina especializada en la recogida y triturado de sarmientos (Bioalcazar, Picursa, España). Esta máquina es arrastrada por el tractor y recoge el sarmiento, triturándolo y depositándolo en una tolva (4,25 m³). De este modo, se realiza el acopio del producto que se vierte directamente a la tolva de la propia planta de sustratos.

El principal motivo por el que resulta interesante introducir este material en la utilización como sustrato es porque se valoriza un residuo del cultivo de la vid y, otro de los motivos es el bajo costo que supone el transporte a la planta de sustratos, pues se encuentra en los alrededores a esta. Una vez estos restos de poda triturados se encuentran en la planta de producción de sustratos, pasan por un molino similar al citado para la corteza de pino con la finalidad de disminuir el tamaño del material. Más tarde, se deja compostar alrededor de 120 días.



Figura 4.12. a) Sarmientos procedentes de restos de poda de vid. b) Máquina trituradora y recolectora de sarmientos arrastrada por tractor.

4.4 Mezclas

Una vez se encuentran todos los componentes en condiciones adecuadas, se procede a la mezcla de los materiales.

La mezcla se realiza con pala frontal volteando los materiales entre dos y tres veces con la finalidad de obtener un producto homogéneo. Cuando la mezcla esté preparada, será cargada en camión, presentándose a granel o en *big bags* de rafia de capacidad de 6m³.

El sustrato estándar, como ya se ha citado anteriormente, está compuesto por tres materiales: fibra de coco (40%), turba rubia (40%) y corteza de pino (20 %). El sustrato objeto de estudio está formado por la mezcla de fibra de coco (30%), turba rubia (30%), corteza de pino (15%) y restos de poda de vid (25%).

Tabla 4.1. Composición (%v/v) de las mezclas realizadas para cada sustrato.

SUSTRATO A
Turba rubia : Fibra de coco : Corteza de pino 40 : 40 : 20
SUSTRATO B
Turba rubia : Fibra de coco : Corteza de pino : Restos de poda de vid 30 : 30 : 15 : 25

4.5 Monitorización de la evolución de temperatura, pH y conductividad eléctrica del sustrato durante el cultivo

A continuación, se procede a explicar cada uno de los métodos utilizados para la caracterización de cada uno de los sustratos. Con la finalidad de garantizar que las variaciones en las condiciones en las que se encuentran ambos sustratos no influyen en las condiciones físico-químicas del sustrato, se efectúan mediciones de temperatura y humedad diarias, y conductividad eléctrica y pH mensuales de ambos sustratos desde su plantación en maceta.

4.5.1 Temperatura

Desde el inicio de la plantación, el 23 de julio, se han tomado diariamente las temperaturas mínimas y máximas del sustrato. Estos datos se presentan en el Anejo de datos.

Para determinar los parámetros de temperatura, conductividad eléctrica y pH se ha utilizado el Multiparamétrico portátil modelo PC7+DHS, (Figura 4.13.), utilizando un sensor específico distinto según el parámetro que se desea conocer. Cabe destacar que la temperatura del sustrato se ha medido con este dispositivo a una profundidad de 12 centímetros.



Figura 4.13. a) Sarmientos procedentes de restos de poda de vid.
b) Máquina trituradora y recolectora de sarmientos arrastrada por tractor.

4.5.2 Conductividad eléctrica y pH

Tanto la conductividad eléctrica como el pH se han medido el día 15 de cada mes.

El equipo utilizado es el mismo que para la medición de la temperatura, Multiparamétrico portátil modelo PC7+DHS, con el sensor de medición correspondiente para cada caso.

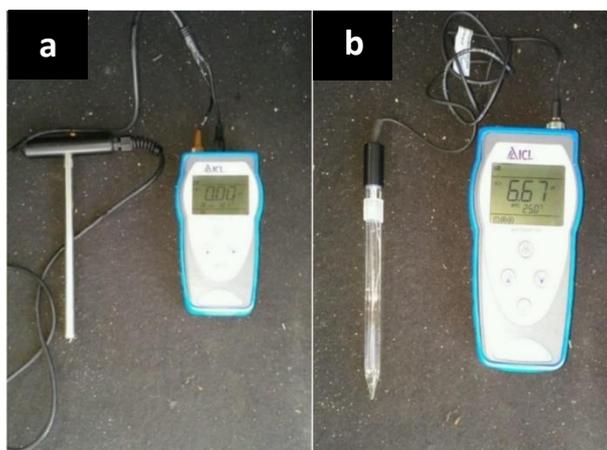


Figura 4.14. a) Conductímetro utilizado para la medición de la conductividad del suelo. b) Medidor de pH.

4.6 Caracterización de los parámetros de calidad de los plantones

A continuación, se detallan los procedimientos para medir los principales parámetros de calidad de los plantones.

4.6.1 Número de raíces

Para la determinación del número de raíces se extrae la planta de la maceta, y se procede a contar el número de raíces visibles en la superficie del cepellón, rodeándolo con una malla de perforaciones cuadradas (1 cm x 1 cm). Para obtener el resultado se ha considerado que cualquier cuadrado con presencia de raíces (aunque estas no llenen por completo el cuadrado) se contabilizará como superficie ocupada por raíz.



Figura 4.15. Medida del número de raíces.

4.6.2 Altura de la planta

La altura de la planta se ha medido desde el sustrato hasta el tallo más alto que compone la planta. Este tallo se tomará como referencia a la hora de medir el diámetro de la copa. Este procedimiento se ha llevado a cabo de la misma forma en todas las plantas.



Figura 4.16. Medida de la altura de la planta.

4.6.3 Diámetro del arbusto

El diámetro de la planta o de la parte aérea de la planta se mide siempre de la misma forma en todas las plantas, para no dejar lugar a duda de que en alguna se haya medido de forma diferente y salgan resultados dispares. Como se ha comentado anteriormente, se toma como referencia el tallo más alto de la planta, poniendo la cinta métrica en horizontal y midiendo en dirección al extremo más lejano.



Figura 4.17. Medida del diámetro del arbusto.

4.6.4 Número de hojas y superficie foliar

Para la obtención de este parámetro se ha utilizado el programa informático *Digimizer*, herramienta útil que permite realizar mediciones manuales precisas. Para ello, antes se han tenido que separar todas las hojas de las plantas del tallo, y colocarlas ordenadamente sobre un panel con fondo blanco (papel de filtro de dimensiones 42 x 52 cm). Sobre estas hojas se coloca un cristal transparente. Se debe disponer de una cinta métrica y situarla al lado del panel para que el programa, más tarde, reconozca la escala en la que se está trabajando y pueda tomar referencia.

Tras poner el cristal, se realizará una foto teniendo en cuenta que no debe haber ningún reflejo y que, la foto, debe ser tomada de forma totalmente paralela al cristal. Este proceso se ha realizado individualmente con todas las plantas.

El programa calcula la superficie foliar máxima, media y mínima de las hojas que componen la planta, así como el número de hojas totales.

Se debe aclarar que, en la mayoría de casos, todas las hojas que componían la planta no cabían en el panel, por lo que se distribuían en dos, incluso en tres paneles.

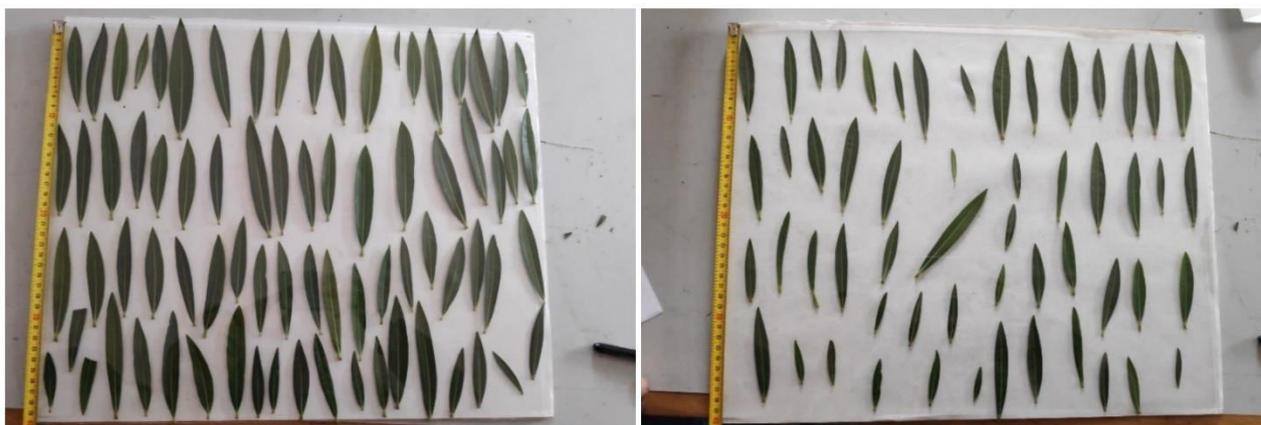


Figura 4.18. Ejemplo de procedimiento de medición de la superficie foliar y número de hojas.

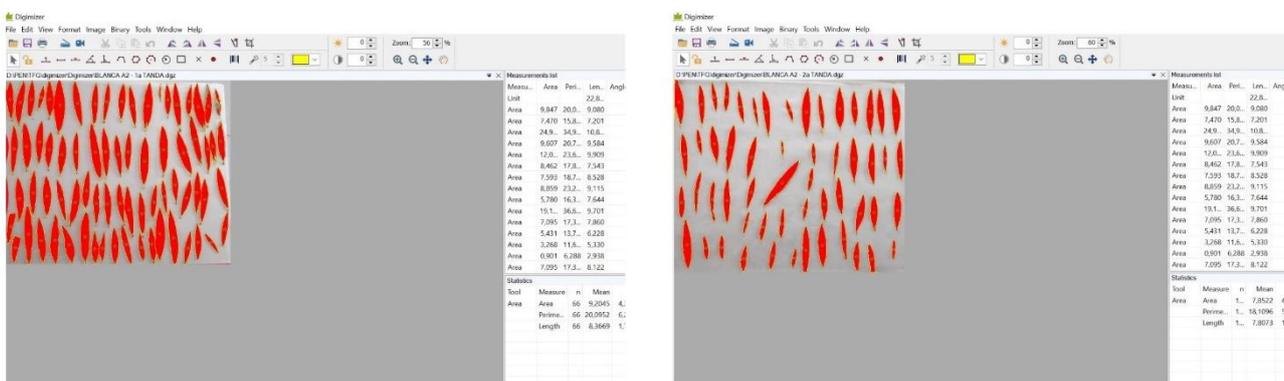


Figura 4.19. Ejemplo de resultados obtenidos del programa informático Digimizer.

4.6.5 Peso húmedo y seco de las hojas y tallo

Tras separar las hojas del tallo para realizar el procedimiento anterior, se pesan las hojas de cada planta por un lado y, los tallos correspondientes por otro lado.

El peso fresco de hojas y tallos se realiza con una balanza de laboratorio en el vivero justo después de separar las hojas y el tallo de la planta. La medición se realiza con una balanza KERN 572 con una precisión de 0,01g.

Una vez determinado el **peso húmedo**, las hojas y los tallos de cada planta se introducen por separado en sobres realizados con papel de filtro, para facilitar el transporte hasta el laboratorio, en el que se realiza el secado en estufa.

Las hojas y los tallos se desecan en estufa de laboratorio durante 72 horas, a una temperatura de entre 103-105°C, y se determinan los respectivos pesos secos.



Figura 4.20. Procedimiento de medición del peso seco en laboratorio.

4.7 Análisis estadístico de los datos

Para analizar si el tipo de sustrato (Sustrato A - Convencional y Sustrato B – Modificado) y la posición de la planta en las filas (bloque I - inicial, bloque II - intermedio, bloque III - final) influyeron de forma significativa en los distintos parámetros de calidad se realizaron análisis de varianza multifactoriales (ANOVA). Las medias se compararon de acuerdo con los intervalos LSD (Least Significant Difference) con el fin de identificar grupos diferentes. En estos casos, se consideró un nivel de significación del 95 % y se empleó el programa estadístico de Statgraphis Centurion XVII.



5. Resultados y discusión de los resultados

5.1 Selectividad

Tras el tiempo que ha durado el estudio, no se han observado daños relevantes en ninguna planta de adelfa desarrollada en sustrato experimental y, por tanto, no se ha tenido que apartar del estudio ninguna planta. Podemos afirmar que el sustrato es selectivo con el cultivo.

5.2 Número de raíces por planta

En la *Tabla 5.1.* se muestra el número de raíces para cada uno de los dos sustratos evaluados y en función de la posición.

El sustrato influyó de manera significativa en el número de raíces ($p < 0.05$). Así, se obtuvieron 391,52 raíces para el sustrato A y 394,26 raíces para el sustrato B. De manera que la adición del sarmiento al sustrato supuso un incremento relativo del 0,7 % para este parámetro.

Este incremento en el sustrato modificado puede deberse a una mayor capacidad de aireación de este sustrato, lo que facilita el movimiento del agua y nutrientes, así como el intercambio de aire dentro y en todas las partes de la raíz. No existen trabajos previos que hayan evaluado el uso de los sarmientos como material base para sustratos de plantas ornamentales.

La posición de la planta también influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) en el número de raíces (*Tabla 5.1.*). Se observó un descenso del número de raíces en las plantas ubicadas en las zonas finales de las líneas, así, los valores medios oscilaron entre 390,89 (bloque III - final) y 393,94 (bloque I - inicial). Estas diferencias pueden deberse a la disposición de las plantas pues, aquellas que están situadas al inicio son las primeras en recibir el agua y los nutrientes y también las últimas. Las mayores diferencias en cuanto a la posición se dieron para el sustrato A – Convencional (*Figura 5.1.*) los valores medios oscilaron entre 388,33 (bloque III – final) y 392,56 (bloque I – inicial). Esto puede deberse a que, además de tratarse del sustrato A (menor capacidad de aireación y de absorción de agua y nutrientes), la posición es la más alejada (menor aporte de agua y nutrientes). Sin embargo, para el sustrato B las diferencias entre las distintas posiciones de la fila fueron de pequeña magnitud.

Tabla 5.1. Influencia del sustrato (S) A y B y de la posición del contenedor (P) inicial, intermedia y final en los valores de distintos parámetros de calidad (nº de raíces, altura (cm), diámetro de copa (cm), número de hojas y área foliar (cm²)), y resultados de ANOVA multifactorial considerando el tipo de sustrato y la posición de la planta en la fila como factores y su interacción. Parte I.

		Nº de raíces	Altura (cm)	Φ arbusto (cm)	Número de hojas	Área foliar (cm ²)
Sustrato (S)						
	Convencional	391,52 b	36,04 b	25,59 b	68,63 b	7,59 b
	Modificado	394,26 a	43,26 a	29,33 a	123,44 a	11,70 a
Posición (P)						
	Bloque I - Inicial	393,94 a	35,39 c	26,56 b	95,78 ab	9,97 a
	Bloque II - Intermedio	393,83 a	43,11 a	25,94 b	98,11 a	9,55 b
	Bloque III - Final	390,89 b	40,44 b	29,89 a	94,22 b	9,43 b
Parámetros ANOVA		% Suma de cuadrados				
S		11,30 *	36,67 *	21,38 *	97,55 *	91,42 *
P		12,05 *	28,84 *	18,37 *	0,33 *	1,16 *
S X P		5,72 n.s.	3,41 n.s.	6,09 n.s.	0,40 *	1,94 *
Residual		70,93	31,08	54,16	1,72	5,48

Letras diferentes en un mismo parámetro muestran diferencias significativas con ($p \leq 0,05$) según el test LSD. n.s. No significativo * Nivel de significación ($p \leq 0,05$) ** Nivel de significación ($p \leq 0,01$)

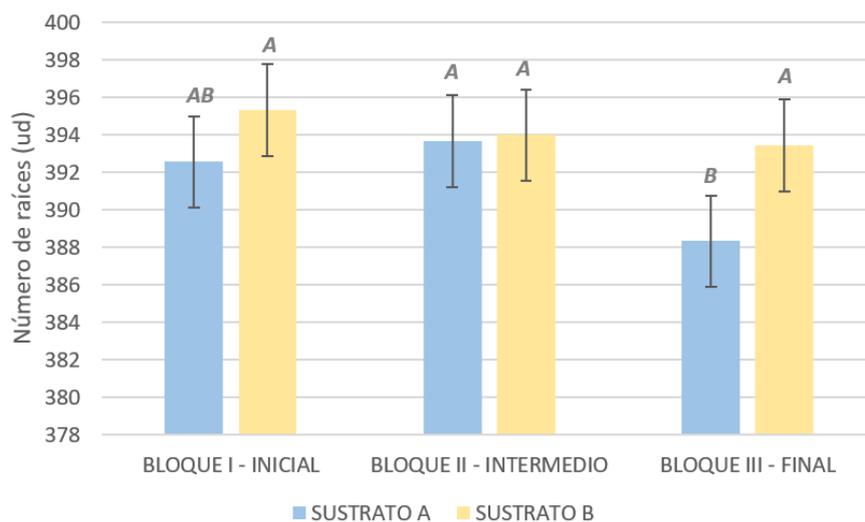


Figura 5.1. Número de raíces por planta. Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

5.3 Altura y diámetro del arbusto

La altura y el diámetro de copa de las plantas para cada uno de los dos sustratos evaluados y en función de su posición puede observarse en la *Tabla 5.1*.

En este caso el sustrato también influyó de manera significativa en la altura y diámetro del arbusto ($p < 0.05$). Así, los valores alcanzados de altura de la planta fueron 36,04 cm para el sustrato A y 43,26 cm para el sustrato B. De manera que la adición del sarmiento al sustrato supuso un incremento relativo del 20 % para este parámetro. Del mismo modo, los valores obtenidos de diámetro de arbusto fueron 25,59 cm para el sustrato A y 29,33 cm para el sustrato B. En este caso, la adición del sarmiento al sustrato supuso un incremento relativo del 14,70 %. Estos incrementos en el sustrato modificado pueden deberse a los motivos expuestos en el apartado anterior.

La posición de la planta también influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) tanto en la altura de la planta como en el diámetro del arbusto (*Tabla 5.1*). En ambos casos y sustratos se observaron aumentos de estos valores conforme la posición era más lejana. Se percibió un aumento de altura de la planta ubicadas en las zonas finales de las líneas, así, los valores medios oscilaron entre 40,44 cm (bloque III - final) y 35,59 cm (bloque I - inicial), mientras que para el diámetro del arbusto se alcanzaron valores medios de 29,89 cm (bloque III – final) y 26,56 cm (bloque I – inicial). Las mayores diferencias en cuanto a la posición para la altura de la planta se dieron para el sustrato A – Convencional (*Figura 5.2*.) los valores medios oscilaron entre 37,67 cm (bloque III – final) y 30,22 cm (bloque I – inicial). Respecto al diámetro del arbusto se obtuvieron valores medios de 33 cm (bloque III – final) y 27,22 cm (bloque I – inicial). Como se ha comentado anteriormente, los parámetros van adquiriendo valores más elevados conforme la posición es más alejada, esto puede deberse a la localización de las plantas respecto a la incidencia solar, siendo este un parámetro que no se ha tenido en cuenta en el presente trabajo y, convendría tenerlo en cuenta en futuros estudios.

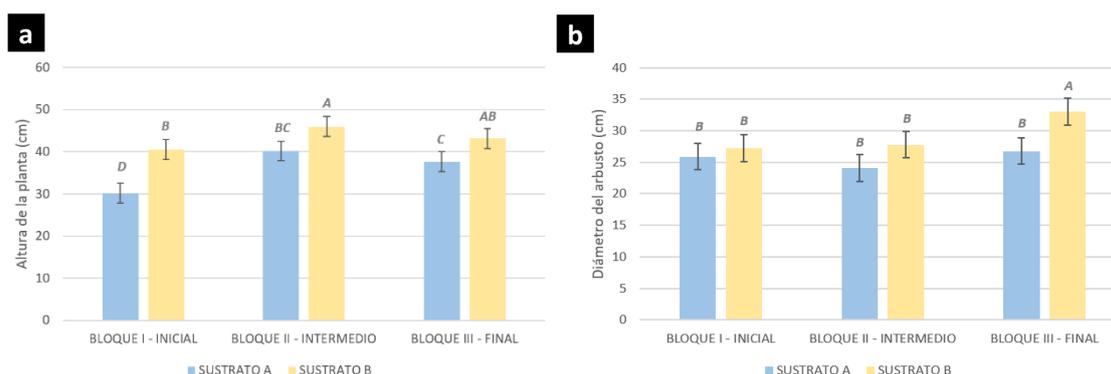


Figura 5.2. a) Altura de la planta (cm). b) Diámetro del arbusto (cm). Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

5.4 Número de hojas y área foliar

En la *Tabla 5.1.* se muestra el número de hojas y el área foliar para cada uno de los dos sustratos evaluados y en función de la posición.

Se comprobó que el sustrato influyó de manera significativa en el número de hojas y área foliar ($p < 0.05$). Así, los valores obtenidos del número de hojas fueron 68,63 hojas para el sustrato A y 123,44 cm para el sustrato B. De manera que la adición del sarmiento al sustrato supuso un incremento relativo del 80 % para este parámetro. Del mismo modo, los valores alcanzados de área foliar fueron de 7,59 cm² para el sustrato A y 11,70 cm² para el sustrato B. En este caso, la adición del sarmiento al sustrato supuso un incremento relativo del 54,20 %. Estos incrementos pueden deberse a que las plantas cultivadas en el sustrato B poseen una mayor capacidad de desarrollo de vegetación.

La posición de la planta también influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) en el número de hojas y área foliar (*Tabla 5.1.*). Se observó un descenso de estos valores en las plantas ubicadas en las zonas finales de las líneas, así, los valores medios del número de hojas oscilaron entre 94,22 (bloque III - final) y 95,78 (bloque I - inicial), mientras que para el área foliar se alcanzaron valores medios de 9,43 (bloque III – final) y 9,57 (bloque I – inicial). No se debe prestar especial atención a estas diferencias al ser tan bajas, no obstante, las diferencias pueden deberse a que aquellas que están situadas al inicio son las primeras en recibir el agua y los nutrientes, y también las últimas. A la vista de la *Figura 5.3.* se puede decir que los resultados alcanzados en cuanto a la posición son uniformes y, por lo tanto, no se puede relacionar el comportamiento de las plantas con ningún factor como la radiación y aporte de agua y nutrientes.

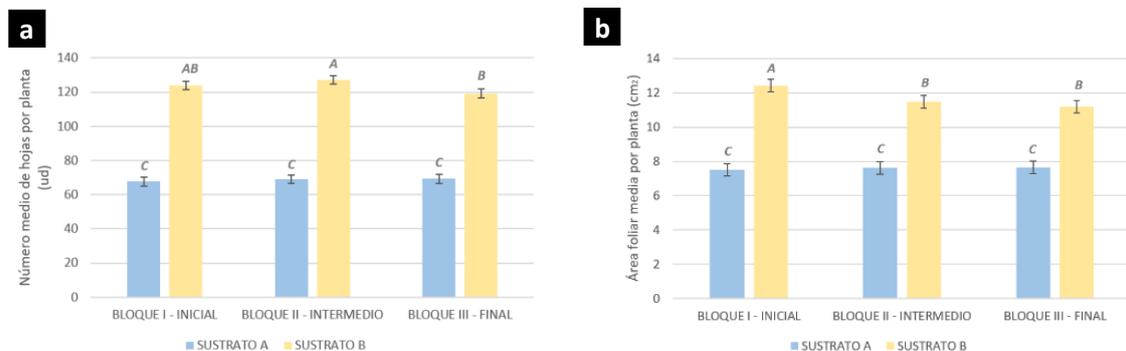


Figura 5.3. a) Número medio de hojas por planta. b) Área foliar media por planta (cm²). Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

5.5 Peso fresco y seco de hojas

El peso fresco y seco de hojas para cada uno de los dos sustratos evaluados y en función de la posición se muestra en la *Tabla 5.2*.

Se comprobó que el sustrato influyó de manera significativa en el peso fresco y seco de hojas ($p < 0.05$). Así, los valores obtenidos de peso fresco de hojas fueron 61,50 g para el sustrato A y 105,97 g para el sustrato B. De manera que la adición del sarmiento al sustrato supuso un incremento relativo del 72 % para este parámetro. Del mismo modo, los valores obtenidos de peso seco de hojas fueron de 23,75 g para el sustrato A y 45,91 g para el sustrato B. En este caso, la adición del sarmiento al sustrato supuso un incremento relativo del 93,3 %. Analizando los resultados obtenidos, se ha visto que el sustrato B ha perdido mayor peso que el sustrato A tras someterlo a estufa, afirmando así las justificaciones que se han hecho anteriormente de que el sustrato B posee una mayor retención de agua y nutrientes, teniendo en cuenta que este primero tenía una mayor cantidad de hojas y de mayor tamaño.

La posición de la planta también influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) en el número de hojas y área foliar (*Tabla 5.2*). Se observó un aumento del peso fresco de hojas en las plantas ubicadas en las zonas finales de las líneas, así, los valores medios oscilaron entre 95,04 g (bloque III - final) y 70,64 g (bloque I - inicial), mientras que para el peso seco de hojas se observó una disminución de los valores en las zonas más alejadas de las líneas, pues se alcanzaron valores medios de 30,20 g (bloque III – final) y 39,73 g (bloque I – inicial). Las mayores diferencias en cuanto a la posición se dieron, en ambos casos, para el sustrato B – Experimental (*Figura 5.4*). Los valores medios de peso fresco de hojas oscilaron entre 128,78 g (bloque III – final) y 84,30 g (bloque I – inicial), mientras que los valores obtenidos de peso seco de hojas fluctuaron entre 37,99 g (bloque III – final) y 55,67 g (bloque I – inicial).

Tabla 5.2. Influencia del sustrato (S) A y B y de la posición del contenedor (P) inicial, intermedia y final en los valores de distintos parámetros de calidad (peso fresco de hojas (g), peso seco de hojas (g), peso fresco de tallo (g) y peso seco de tallo (g)), y resultados de ANOVA multifactorial considerando el tipo de sustrato y la posición de la planta en la fila como factores y su interacción. Parte II.

	Peso fresco hojas (g)	Peso seco hojas (g)	Peso fresco tallo (g)	Peso seco tallo (g)
Sustrato (S)				
Convencional	61,59 b	23,75 b	20,83 b	8,50 b
Modificado	105,97 a	45,91 a	43,16 a	18,60 a
Posición (P)				
Bloque I - Inicial	70,64 b	39,73 a	25,83 b	14,91 a
Bloque II - Intermedio	85,65 ab	34,56 b	35,65 a	13,84 a
Bloque III - Final	95,04 a	30,20 c	34,51 a	11,90 b
Parámetros ANOVA	% Suma de cuadrados			
S	50,41 *	79,03 *	57,27 *	80,49 *
P	10,33 *	9,77 *	8,84 *	4,92 *
S X P	7,36 *	7,89 *	4,62 *	4,76 *
Residual	31,90	3,31	29,27	9,84

Subíndices (a,b) en un parámetro de calidad muestran grupos homogéneos según intervalos LSD ($p < 0,05$). n.s. No significativo * Nivel de significación ($p \leq 0,05$) ** Nivel de significación ($p \leq 0,01$)

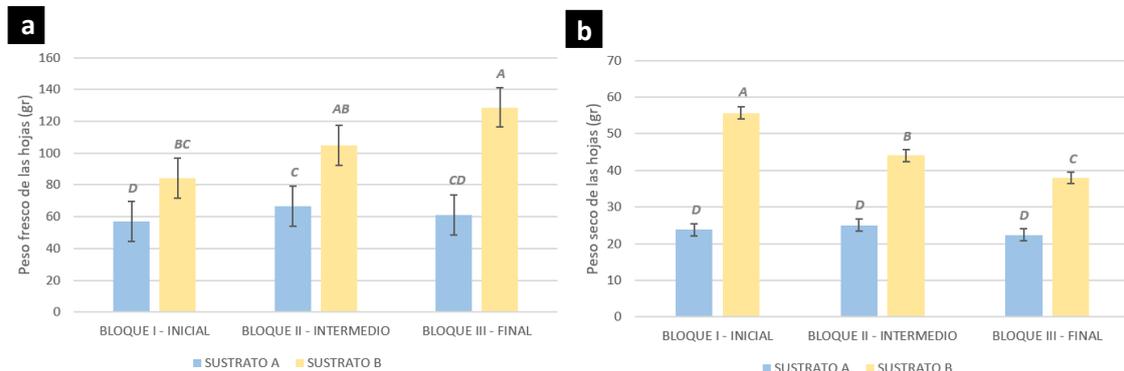


Figura 5.4. Peso de las hojas por planta (g). a) Peso fresco de las hojas (g) previo a la introducción de estas a la estufa. b) Peso seco de las hojas (g) tras la introducción de las hojas a la estufa. Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

5.6 Peso fresco y seco de tallo

En la Tabla 5.2. se observan el peso fresco y seco de tallo para cada uno de los dos sustratos evaluados y en función de la posición.

Se comprobó que el sustrato influyó de manera significativa en el peso fresco y seco de tallo ($p < 0.05$). Así, los valores obtenidos de peso fresco de tallo fueron 20,83 g para el sustrato A y 43,16 g para el sustrato B. De manera que la adición del sarmiento al sustrato significó un incremento relativo del 107 % para este parámetro. Del mismo modo, los valores obtenidos de peso seco de tallo fueron de 8,50 g para el sustrato A y 18,60 g para el sustrato B. En este caso, la adición del sarmiento al sustrato constituyó un incremento relativo del 93,3 %. Puesto que existe una relación entre el peso de hojas y de tallo en una planta, este aumento se justifica del mismo modo que se ha justificado el punto anterior.

La posición de la planta también influyó de manera significativa ($p \leq 0.05$) en el número de hojas y área foliar (Tabla 5.2.). Se observó un aumento del peso fresco de tallo en las plantas colocadas en las zonas finales de las líneas, así, los valores medios oscilaron entre 34,51 g (bloque III - final) y 25,83 g (bloque I - inicial), mientras que para el peso seco de hojas se observó una disminución de los valores en las zonas más alejadas de las líneas, pues se alcanzaron valores medios de 11,90 g (bloque III – final) y 14,91 g (bloque I – inicial). Las mayores diferencias en cuanto a la posición se dieron, en ambos casos, para el sustrato B – Experimental (Figura 5.5.). Los valores medios de peso fresco de tallo oscilaron entre 50,18 g (bloque III – final) y 34,58 g (bloque I – inicial), mientras que los valores obtenidos de peso seco de tallo fluctuaron entre 15,69 g (bloque III – final) y 21,62 g (bloque I – inicial). A la vista de los resultados, tanto en relación al peso fresco y seco de hojas, como en el de tallos, el comportamiento de las plantas cultivadas en el sustrato modificado no ha sido el esperado. Puesto que lo que se observa en los gráficos es que los resultados en la posición final se muestran más favorables que en posiciones cercanas. Es probable que las plantas, en las posiciones cercana e intermedia, hayan recibido un aporte de agua y nutrientes por encima de sus necesidades, afectando negativamente al correcto desarrollo de la parte aérea de la planta.

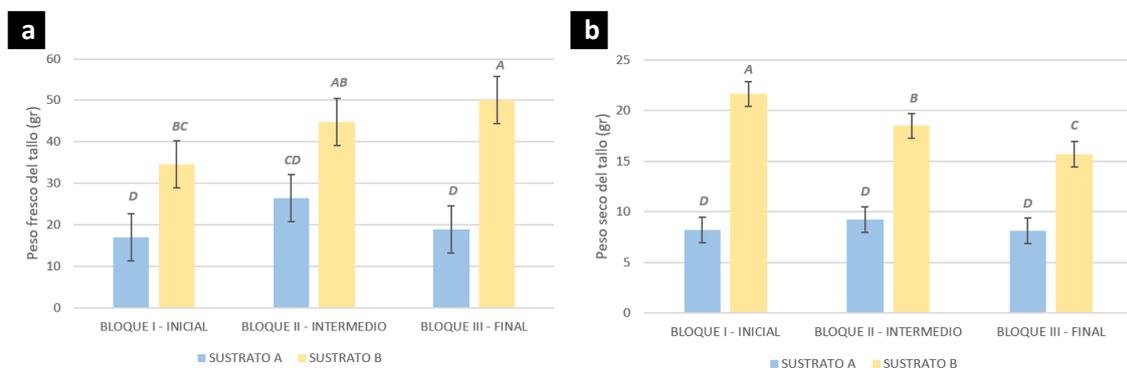


Figura 5.5. Peso del tallo por planta (g). a) Peso fresco de los tallos (g) previo a la introducción de estos a la estufa. b) Peso seco de los tallos (g) tras la introducción de estos a la estufa. Las barras verticales muestran el valor medio y el intervalo LSD. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).



6. Conclusiones

En este estudio preliminar acerca del uso de los sarmientos de la vid como material base en el desarrollo de sustratos para plantas ornamentales, en concreto de adelfas, han puesto de manifiesto unos resultados muy prometedores para su futuro uso. Así, en la mayoría de parámetros de calidad, el sustrato modificado con el sarmiento (%porcentaje) ha arrojado mejores valores que el sustrato convencional. Estos resultados son positivos, ya que, inicialmente, el objetivo del trabajo era conseguir que el sustrato modificado se comportase al menos igual que el sustrato estándar.

Así también, se han observado diferencias en cuanto a la posición en la que se encontraba la planta aportando, por lo general, mejores resultados a aquellas que estaban en la posición del bloque I (cercano), pero, en otros casos, la calidad de la planta se ha visto afectada negativamente, probablemente debido al exceso de agua y nutrientes en esas posiciones.

Trabajos posteriores deben ir dirigidos a repetir el estudio con un mayor número de plantas y utilizando otras especies de plantas ornamentales. Al mismo tiempo, posteriormente, será necesario optimizar el porcentaje del sarmiento en el sustrato, así como su interacción con otros materiales base. Finalmente, el impacto de las variables agronómicas, como sistema de drenaje, dosis de riego, fertilizantes y radiación, debe ser rigurosamente estudiado.



7. Referencias bibliográficas

ALARCÓN, A.L.; ANDALUCÍA CONSERJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (2000). Cultivos sin suelo. Ediciones de Horticultura. Reus. 269 pp.

BALLESTER-OLMOS, J.F.; COLLADO, F.; MARINA, G. (2002). Sustratos de cultivo en alveolos, macetas y contenedores, en: Nuevas tecnologías en la viverística de plantas ornamentales. Editorial Llig. Valencia: 149-164.

BALLESTER-OLMOS, J.F.; COLLADO, F.; MARINA, G. (2002). Producción de adelfas, aromáticas y otras mediterráneas, en: Nuevas tecnologías en la viverística de plantas ornamentales. Editorial Llig. Valencia: 351-365.

BURÉS, S. (1997). Sustratos. Ediciones Agrotécnicas, S.L. Madrid. 342 pp.

CONSELLERIA D'AGRICULTURA, DESENVOLUPAMENT RURAL, EMERGÈNCIA CLIMÀTICA I TRANSICIÓ ECOLÒGICA. Denominaciones de Origen, visto el 30 de junio de 2019
www.agroambient.gva.es/es/web/desarrollo-rural/crdo-utiel-requena

EL BLOG DE HYDRO ENVIRONMENT. (2017), visto el 17 de febrero de 2019
<https://hidroponia.mx/principales-caracteristicas-de-la-turba-rubia/>

GOSÁLBEZ, C., 2012.PLANETA HUERTO, visto el 10 de agosto de 2020
https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-la-fibra-de-coco_00151

HIDALGO, L. (1993). Tratado de viticultura general. Mundi-Prensa. Madrid. 983 pps.

INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS, visto el 30 de junio de 2019
<http://riegos.ivia.es/>

MAPAMA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, visto el 10 de febrero de 2019 de
https://www.mapa.gob.es/va/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/UtielRequena_tcm39-210874.pdf

SÁNCHEZ, R.; ZALACAIN, A.; PARDO, F.; TORREGROSA, L.; OJEDA, H.; ALONSO, G.L.; SALINAS, M.R.; (2018). La Semana Vitivinícola. Visto el 12 de septiembre de 2019
https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-la-fibra-de-coco_00151

URRESTARAZU, M.; UNIVERSIDA DE ALMERÍA. (2000). Manual de cultivo sin suelo. Mundi-Prensa. Almería. 648 pp.

Anejo de parámetros determinados en la planta

Tabla 7.1. Parámetros determinados en las plantas cultivadas en sustrato A el día en que las plantas están listas para su comercialización

SUSTRATO A	Porcentaje raíces (%)	Altura (cm)	Φ copa (cm)	Nº de hojas	Área foliar (cm ²)	Peso fresco hojas (g)	Peso seco hojas (g)	Peso fresco tallo (g)	Peso seco tallo (g)
BLOQUE I - INICIAL									
1	389,00	37,40	27,20	68	8,32	61,68	24,37	18,84	7,31
2	392,00	32,90	29,40	66	7,15	64,78	26,53	19,84	7,46
3	393,00	35,50	28,10	64	6,71	63,93	24,33	22,11	8,06
4	392,00	32,50	28,60	68	8,24	59,25	21,78	19,10	8,12
5	387,00	34,90	27,60	69	8,49	56,65	23,34	20,33	9,54
6	390,00	33,50	26,70	68	7,24	66,62	21,27	19,68	8,19
7	398,00	32,80	23,50	72	7,89	58,31	24,15	21,28	7,29
8	396,00	32,90	23,30	68	6,55	62,33	23,28	19,44	8,79
9	396,00	33,80	25,30	66	6,89	63,25	25,16	20,06	9,01
BLOQUE II - INTERMEDIO									
10	397,00	34,40	25,80	69	8,15	56,21	20,76	19,73	7,19
11	388,00	37,80	24,30	72	8,06	60,61	26,68	22,87	10,46
12	389,00	36,60	23,70	71	7,04	64,06	25,23	23,43	9,33
13	393,00	37,30	24,50	73	8,05	64,19	26,68	22,21	10,74
14	395,00	35,80	23,90	65	7,98	65,91	25,42	23,91	8,59
15	398,00	37,40	23,60	67	7,44	65,05	26,93	23,11	9,06
16	398,00	36,40	27,80	69	6,59	59,03	26,02	21,65	9,21
17	397,00	37,50	23,20	72	7,98	61,80	25,62	21,92	10,37
18	388,00	37,80	26,90	63	7,41	60,54	22,05	22,20	7,89
BLOQUE III - FINAL									
19	385,00	35,50	28,40	68	8,13	57,90	27,84	21,28	9,07
20	382,00	37,10	28,60	73	7,66	58,05	20,84	22,79	7,89
21	389,00	36,80	29,30	69	7,13	62,54	21,71	18,63	7,31
22	386,00	37,60	26,60	67	7,64	62,71	23,91	21,24	7,41
23	388,00	33,50	25,70	68	7,04	62,55	20,51	19,65	8,22
24	388,00	37,40	27,10	70	8,02	59,05	20,87	19,70	7,09
25	389,00	38,50	25,40	71	8,27	57,01	20,34	20,32	8,21
26	395,00	37,70	26,50	69	7,46	58,97	25,49	22,04	9,01
27	393,00	37,50	27,90	68	7,49	64,82	20,14	21,55	8,72

Tabla 7.2. Parámetros determinados en las plantas cultivadas en sustrato B el día en que las plantas están listas para su comercialización.

SUSTRATO B	Porcentaje raíces (%)	Altura (cm)	Φ copa (cm)	Nº de hojas	Área foliar (cm ²)	Peso fresco hojas (g)	Peso seco hojas (g)	Peso fresco tallo (g)	Peso seco tallo (g)
BLOQUE I - INICIAL									
1	392,00	40,10	31,30	131	12,22	126,21	52,40	44,24	18,43
2	393,00	44,80	29,10	119	12,43	123,93	59,61	43,20	21,48
3	393,00	41,40	29,20	118	11,98	125,07	55,64	44,36	20,23
4	395,00	40,90	28,80	122	12,12	109,68	59,70	41,08	24,02
5	399,00	41,10	29,10	124	12,89	114,88	59,13	43,48	25,47
6	398,00	41,70	30,10	121	13,25	109,87	58,89	45,52	20,84
7	398,00	41,50	29,20	128	11,99	117,82	51,75	41,55	22,91
8	394,00	42,70	30,20	130	12,04	109,89	51,76	40,68	17,15
9	396,00	40,10	31,50	122	13,03	122,36	52,12	41,28	24,08
BLOQUE II - INTERMEDIO									
10	394,00	46,70	29,80	134	11,23	119,09	46,74	46,21	17,37
11	395,00	43,90	30,30	132	11,45	111,03	45,83	43,52	14,10
12	395,00	46,80	32,50	121	11,98	128,06	43,04	44,21	20,30
13	393,00	48,10	31,30	122	11,76	113,44	46,15	43,36	14,77
14	395,00	45,30	28,20	125	12,06	109,26	43,69	46,91	18,86
15	388,00	46,50	30,10	135	10,78	122,03	45,62	48,28	18,48
16	398,00	47,50	32,30	123	10,88	110,24	42,80	41,27	22,81
17	394,00	40,70	29,80	124	11,29	114,86	41,45	41,68	17,21
18	394,00	47,50	35,40	129	11,78	107,65	41,42	40,98	22,42
BLOQUE III - FINAL									
19	397,00	46,70	31,40	122	11,07	120,86	37,13	44,23	13,66
20	397,00	45,20	32,60	117	10,87	127,11	37,62	48,40	14,97
21	399,00	42,50	33,10	110	11,77	127,52	38,16	45,95	14,95
22	396,00	46,90	34,70	120	10,98	121,34	36,79	41,62	15,11
23	392,00	42,20	34,50	118	11,01	124,22	37,09	42,43	17,45
24	392,00	46,60	32,10	119	12,09	112,37	37,72	43,64	16,10
25	394,00	43,60	30,40	120	10,58	115,54	41,75	46,86	17,54
26	386,00	42,80	28,90	122	11,12	122,90	37,71	47,28	15,16
27	388,00	42,90	29,80	125	11,34	117,12	37,97	42,59	16,25

Anejo de datos meteorológicos

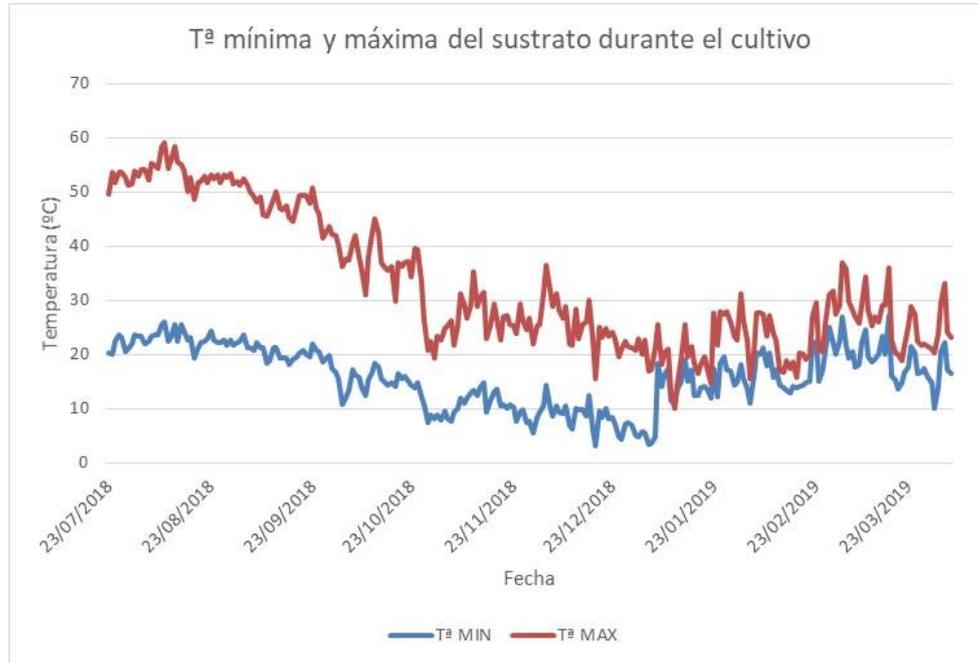


Figura 7.1. Tª mínimas y máximas del sustrato medida diariamente durante el cultivo.

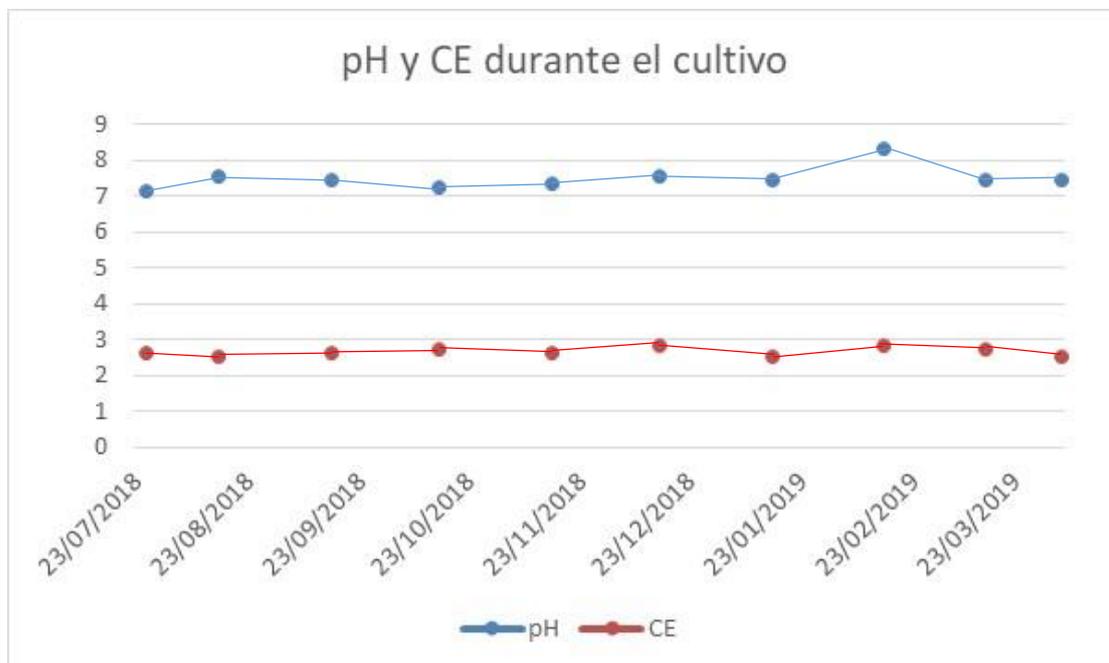


Figura 7.2. pH y CE del sustrato medida el día 15 de cada mes durante el cultivo.