

Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo



Consejería de Agricultura y Pesca



Título: RECICLADO DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DEL CORCHO PARA SU APROVECHAMIENTO COMO SUSTRATO DE CULTIVO

©: JUNTA DE ANDALUCÍA. *Consejería de Agricultura y Pesca*

©: *Textos:*

Carmona Chiara E.
Ordovás Ascaso J.
Moreno Aguirre Mª T.

Aguado Abril Mª T.
Ortega de la Torre Mª C.

Publica: VICECONSEJERÍA. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Colección: Agricultura.

Serie: Horticultura.

Ilustraciones: De los autores

I.S.B.N.: 84-8474-011-0

Depósito Legal: SE-1604-2001

Fotocomposición e Impresión:

IDEAS
EXCLUSIVAS Y PUBLICIDAD

RECICLADO DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DEL CORCHO PARA SU APROVECHAMIENTO COMO SUSTRATO DE CULTIVO

Carmona Chiara E.
Dr. Ingeniero Agrónomo
Ordovás Ascaso J.
Dr. Ingeniero Agrónomo
Moreno Aguirre Mª T.
Dra. en Ciencias Biológicas

Aguado Abril Mª T.
Dra. Ingeniero Agrónomo
Ortega de la Torre Mª C.
Dra. en Farmacia

Departamento de Ciencias Agroforestales. EUITA. Cortijo de Cuarto.
EUITA. Universidad de Sevilla. Diputación de Sevilla.



INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. RECICLADO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS DE CULTIVO. EL CASO DE LOS RESIDUOS DEL COCHO..	7
3. CARACTERÍSTICAS DEL RESIDUO INDUSTRIAL DE CORCHO PARA SU USO COMO SUSTRATO.....	9
4. COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DEL CORCHO.....	12
5. CARACTERÍSTICAS DEL COMPOST DE CORCHO.....	15
6. RESULTADOS DE LA UTILIZACIÓN DEL COMPOST DE CORCHO COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO SINSUELO.....	18
6.1. EL COMPOST DE CORCHO COMO SUSTRATO PARA SEMILLERO DE PLANTAS HORTÍCOLAS.....	18
6.2. EL COMPOST DE CORCHO COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DE PLANTAS ORNAMENTALES EN CONTENEDOR.....	22
6.3. EL COMPOST DE CORCHO COMO SUSTRATO PARA LA GERMINACIÓN Y CRIANZA DE ESPECIES	25
6.3.1. RESULTADOS EN ESPECIES FORESTALES.....	25
6.3.2. RESULTADOS EN ESPECIES ORNAMENTALES LEÑOSAS.....	28
7. EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS A BASE DE CORCHO DURANTE EL CULTIVO.....	31
8. CONCLUSIONES.....	34
9. BIBLIOGRAFÍA.....	35



1. INTRODUCCIÓN.

Bajo el nombre de residuo se denominan y agrupan a todo un conjunto de materiales y productos generados en las actividades de producción y consumo, que no tienen valor comercial en las condiciones particulares de tiempo y de lugar en que se han producido, y que se hace preciso recoger, acumular, y, a ser posible, eliminar, por razones de salud, para evitar ocupaciones innecesarias de espacio, o, simplemente, por motivaciones estéticas. Esta falta de asignación económica para los materiales residuales puede deberse tanto a la inexistencia de una tecnología adecuada para su reciclaje y aprovechamiento, como a la dificultad en la comercialización de los productos recuperados, bien por su elevado coste, bien por la inexistencia de mercados para tales materias, o bien, por el rechazo del producto (Otero, 1992).

En España, el conjunto de los residuos generados en actividades agrícolas, ganaderas y forestales representa alrededor del 53% del total de residuos (orgánicos e inorgánicos), el resto provienen de desechos urbanos, industriales y mineros (Climent *et al.*, 1996).

La forma tradicional de eliminación de los residuos agrícolas y forestales, cuando no han sido útiles para alimentación del ganado, ha sido el abandono de los mismos en ramblas y solares o la incineración incontrolada. Con estas prácticas, los residuos orgánicos tienen un fuerte impacto sobre el medio ambiente, contaminando la atmósfera, el suelo y las aguas (superficiales y subterráneas). Este impacto ambiental proviene de sus altos contenidos en materia orgánica y la posible presencia de compuestos orgánicos recalcitrantes, metales pesados, etc., los cuales son altamente contaminantes. Para hacernos una idea de la magnitud de la contaminación por emisión de CO₂, que a nivel nacional produce la incineración de restos vegetales en el sector agrícola, baste decir que es la equivalente a la que por consumo de energía para calefacción se produce en el ámbito urbano en todo el país (22.000 Tm de CO₂ en 1993) (Escobar, 1999).

La imperiosa necesidad de la sociedad actual de proteger el medio ambiente de la contaminación, exige por tanto el reciclado y la reutilización de estos materiales residuales, ya que ello constituye una manera eficaz de evitar su degradación y de recuperar recursos infrutilizados.

2. RECICLADO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS COMO SUSTRATOS DE CULTIVO. EL CASO DE LOS RESIDUOS DEL CORCHO.

En horticultura, un sustrato es en general cualquier medio que se utilice para cultivar plantas dentro de un contenedor. El aprovechamiento de los residuos como sustratos o componentes de los sustratos para el cultivo sin suelo constituye una de las alternativas más satisfactorias de reciclado de desechos, reportando un doble beneficio: 1) Ambiental, al eliminarse los residuos sin alteración relevante del equilibrio ecológico, y 2) hortícola, al recuperarse y aprovecharse la materia orgánica y los elementos fertilizantes contenidos en los mencionados residuos (Abad *et al.*, 1997). En España el Grupo de Trabajo de "Sustratos de Cultivo" de la Sociedad Española de



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

Ciencias Hortícolas ha realizado un inventario de materiales con uso potencial como sustratos o componentes de sustratos de cultivo. Tras la caracterización de las propiedades físicas, químicas y biológicas se ha construido una Base de Datos informatizada de acceso sencillo ubicada en el servidor de Internet del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación que puede ser consultada en la web: <http://www.mapya.es>.

El cultivo sin suelo encuentra una importante aplicación como técnica de producción comercial en el cultivo en sustrato de plantas ornamentales en contenedor, así como en semilleros "industriales" para la obtención de plantas hortícolas y en viveros para la crianza de especies leñosas frutales y forestales. Sólo en el sector de plantas ornamentales se estima una producción de alrededor de 106 millones de unidades para el conjunto de España (Anuario de Estadística Agraria 1993; MAPA.)

La turba *Sphagnum* ("rubia"), por sus características intrínsecas, ha sido durante muchos años el componente orgánico más importante y más ampliamente utilizado en los medios de cultivo de las plantas ornamentales en maceta. Sin embargo en los últimos años se ha emprendido una activa búsqueda de materiales orgánicos sustitutivos de éstas en numerosas partes del mundo debido a: 1) el elevado precio de la turba hortícola de calidad, particularmente en países que como el nuestro carecen de recursos locales de turba *Sphagnum* (las importaciones españolas de este material en el año 1994 alcanzaron las 100.000 toneladas (Burés, 1997) y 2) su cuestionable disponibilidad futura por motivos ecológicos ya que las reservas de turba no son renovables e intervienen, además, como potentes centros "sumideros" del CO₂ atmosférico. Ello ha conducido al aprovechamiento, por parte del sector profesional de los sustratos, de aquellos materiales autóctonos y que son residuos o subproductos con un nulo o escaso valor, como alternativos y/o sustitutivos de la turba en los medios de cultivo, favoreciendo así una demanda creciente de estos materiales de desecho y revalorizando, a la vez, dichos productos.

En este contexto, al final de la década de los ochenta comenzaron, por parte de personal investigador de la Diputación Provincial y la Universidad de Sevilla, los primeros estudios sobre la potencial utilidad de los Residuos de la Industria Corchera como sustrato de cultivo (Márquez et al., 1990; Aguado et al., 1992; Ordovás et al., 1992; Aguado et al., 1993a y 1993b; Ortega et al., 1993; Suárez et al., 1993).

La producción mundial de corcho está localizada en la cuenca mediterránea y se estima en 378.000 toneladas al año (López, 1993) de las cuales más del 70% corresponden a la Península Ibérica: 189.000 toneladas a Portugal y 85.000 a España.

La producción española distribuida por comunidades, a partir de estadísticas del MAPA, se concentra en Andalucía, 52.700 toneladas (62%); Extremadura, 27.000 (32%) y Cataluña, 5.000 (6%) (Lozano, 1996).

Con la política de expansión y regeneración de montes, prevista en el Plan Forestal Andaluz de 1989, se preveía incrementar la masa forestal de alcornoque puro desde unas 183.000 has. existentes aquel año hasta algo más de 236.000 para el 2.048; sin embargo esa estimación está siendo superada en la actualidad ya que sólo en los últimos 5 años, y gracias a las ayudas para la forestación de superficies agrarias, se han plantado 20.000 nuevas hectáreas de alcornoques. Es de esperar por

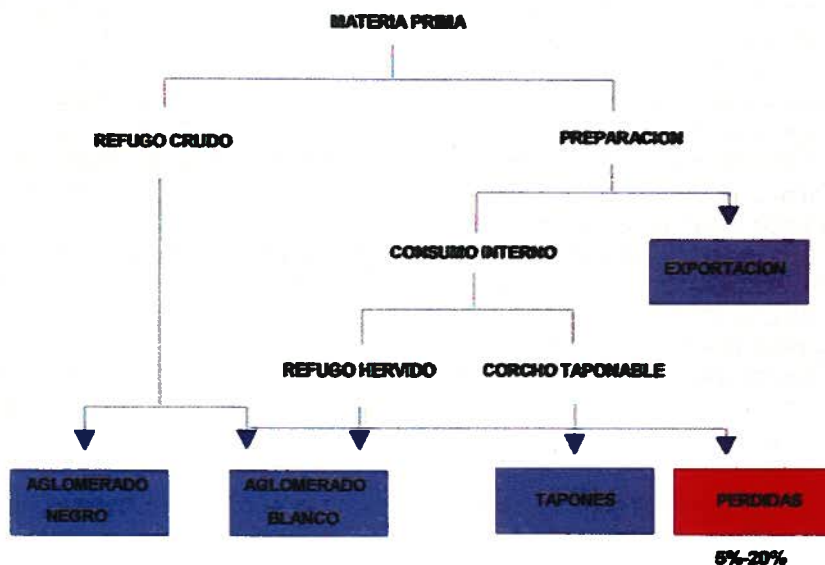


Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

tanto que en un futuro la producción de corcho, al menos en Andalucía, aumente de forma significativa.

En el proceso industrial de transformación del corcho se genera una cantidad importante de desperdicios (Figura 1) (en torno a 3000 kg diarios para una factoría de tamaño medio), que pueden suponer en función del proceso productivo, entre un 5-20% del total de corcho manipulado (Montoya, 1988; Moreno *et al.*, 1995). Esto significa generar un volumen de residuos muy superior a los 90.000 m³ anuales para el conjunto de la Península Ibérica.

Figura 1



El aprovechamiento de este material como sustrato de cultivo ayudaría a disminuir nuestras importaciones de turba y supondría revalorizar un producto autóctono y renovable, resolviendo al mismo tiempo un problema medioambiental de eliminación de residuos y emisión de CO₂ ya que su destino actual es la incineración.

3. CARACTERÍSTICAS DEL RESIDUO INDUSTRIAL DE CORCHO PARA SU USO COMO SUSTRATO.

El material está compuesto por partículas poliédricas que presentan en conjunto un aspecto similar al de una grava fina o "gravilla" (Figuras 2 y 3). Los gránulos de tamaño superior a 0,5 mm (que suponen sobre un 70% en volumen) corresponden básicamente a tejido suberoso, es decir corcho, que por su peculiar estructura física, al propiciar la existencia de poros internos ocluidos, y composición química (más del 70 % corresponde a suberina más lignina) posee una altísima estabilidad frente a la



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

Los primeros resultados de evaluación agronómica del producto pusieron en evidencia que puede ser utilizado con éxito como medio de enraizamiento (Suárez *et al.* 1993). Pero en un gran número de especies hortícolas y ornamentales aparecían ciertas depresiones en el desarrollo de las plantas cuando eran cultivadas sobre estos residuos (Moreno, 1994): más lenta germinación y crecimiento, retrasos en floración, menor número de flores, menor altura y peso seco por planta, etc. en comparación con los resultados obtenidos en turba. La Figura 4 muestra el menor desarrollo de plántulas de tomate en semilleros con residuo de corcho (en el centro) con respecto a semilleros con turba.

Estas anomalías fueron relacionadas con dos causas principales no excluyentes entre sí como son: posibles desequilibrios nutritivos, producidos por la especial composición señalada anteriormente, y/o los más que probables efectos alelopáticos derivados del alto contenido en sustancias fenólicas que, como recoge ampliamente la literatura sobre el tema, pueden afectar tanto a la dinámica del N en el medio de cultivo como al mecanismo de acción hormonal de Auxinas y Giberelinas y a la producción de energía en la planta.

Estas circunstancias limitarían el empleo de los residuos de la industria corchera como medio de cultivo a sólo aquellas especies resistentes a las citadas sustancias orgánicas, lo que restringe su utilización, puro o en mezclas, por parte de las empresas productoras de sustratos así como su aceptación por los sectores productivos de plantas ornamentales en maceta y de viveristas, consumidores finales del producto.



Figura 4. Semilleros de tomate sobre residuo de corcho (centro de la imagen) y turba (izquierda y derecha de la imagen)

4. COMPOSTAJE DE LOS RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DEL CORCHO

Existen algunos métodos capaces de reducir el contenido en sustancias orgánicas fitotóxicas de estos residuos. El lavado con agua caliente, por ejemplo, se ha mostrado muy eficaz y rápido a nivel de laboratorio (Moreno, 1994), sin embargo no parece viable a escala industrial por su alto coste y porque además las aguas de lavado resultarían tóxicas y por tanto contaminantes. También hemos encontrado eficaz un



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

método tradicionalmente utilizado en cortezas como es el envejecimiento, proceso durante el que se produce la oxidación química de las sustancias fenólicas hidrosolubles; sin embargo, tal oxidación resulta sumamente lenta, lo que obligaría a que el proceso se prolongara más allá de un año, y además no afecta prácticamente a la fracción celulósica, principal fuente de carbono fácilmente oxidable en el corcho; esto originaría apreciables inmovilizaciones de N posteriormente, durante su uso como sustrato (Carmona et al., 1996 y 1997).

Frente a los dos métodos descritos, el compostaje de los residuos de la industria del corcho (Patente nº 9602093) mediante un sistema de "pilas abiertas" al aire libre y con volteos periódicos, se ha mostrado un método muy eficiente a gran escala a la vez que rápido, barato y nada contaminante.

El compostaje es un proceso biooxidativo controlado que se desarrolla sobre materiales orgánicos por la acción de numerosos y variados microorganismos. El proceso implica el paso por una etapa termofílica, generándose, como productos de la biodegradación, dióxido de carbono, agua, sustancias minerales y una materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas y de patógenos, y con ciertas características húmicas.

Para que el proceso resulte eficaz, en el caso del corcho, es necesario una adecuada preparación de la pila en cuanto a volumen, humedad, y fertilización inicial, así como un apropiado manejo de la misma que permita, mediante periódicos volteos y aplicaciones fraccionadas de nitrógeno, controlar la aireación y temperatura del montón y dirigir correctamente el proceso microbiano de descomposición.

Un manejo adecuado nos ha permitido alcanzar temperaturas con un salto térmico respecto a la exterior de 40-45°C, desarrollándose la fase termofílica en toda la masa, lo que asegura una rápida descomposición de las sustancias fenólicas. Sin embargo, una escasez de N o un exceso del mismo capaz de salinizar el medio, provocan el enfriamiento de la pila como resultado de una ralentización en el metabolismo microbiano (Carmona, 1999). La Figura 5, muestra el volteo de una pila de compost de corcho, realizado con objeto de airear y homogeneizar la masa.



Figura 5. Volteo de la pila de compost con objeto de airear y homogeneizar el producto

Los análisis químicos efectuados durante el compostaje, así como los bioensayos con semillas y pruebas de evaluación agronómica con un amplísimo número de



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

especies hortícolas, ornamentales y forestales, confirman que en un período inferior a 4 meses se reduce el contenido en fenoles del material hasta niveles no tóxicos para las plantas, disminuyendo, simultáneamente, su potencial Inmovilizador de N en proporción a la reducción de celulosa conseguida durante el proceso. Asimismo, baja el contenido de Mn, al favorecer el compostaje su oxidación a formas no asimilables, y son corregidos, mediante la fertilización inicial, los deficientes niveles de Ca y Mg (Ortega *et al.*, 1997; Carmona, 1999).

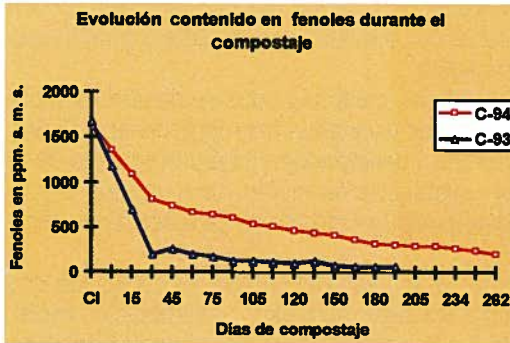


Figura 6.

La Figura 6, muestra la disminución del contenido en sustancias fenólicas de dos procesos de compostaje realizados durante los años 1993 y 1994. Las características del producto inicial y las condiciones en que se desarrolle el proceso de descomposición (temperatura alcanzada y disponibilidad de oxígeno y nitrógeno) pueden incidir en la velocidad de oxidación de las fitotoxinas.

La figura 7, muestra Bioensayos realizados con semillas de tomate (especie que junto a la lechuga se ha mostrado muy sensible a la presencia de fenoles) donde puede observarse el diferente desarrollo de las radículas sobre residuo de corcho (izquierda), compost de corcho (centro) y vermiculita (derecha).



Figura 7. Bioensayos de toxicidad con semillas de tomate sobre residuo de corcho (izquierda), compost de corcho (centro) y vermiculita (derecha).

Estos ensayos biológicos son de gran utilidad en la caracterización agronómica de un residuo al existir una estrecha relación entre los resultados obtenidos y la potencialidad hortícola de los mismos (Ortega *et al.*, 1996). La utilización de materiales inadecuados, con propiedades físico-químicas y químicas desfavorables para el crecimiento vegetal (salinidad elevada, presencia de ácidos alifáticos de cadena corta, de compuestos fenólicos, etc.). dan como resultado la inhibición de la germinación de las semillas y la reducción del crecimiento de la radícula. El modo de operar en estos tests, consiste básicamente en controlar la germinación y elongación radicular, de semillas de especies sensibles, sobre el sustrato o extractos acuosos del mismo. Los



índices de germinación (IG.) se obtienen mediante el producto del porcentaje de germinación (G) por la longitud de la radícula (L), expresados ambos como porcentajes respecto a los obtenidos sobre un material testigo, en nuestro caso vermiculita (Go y Lo).

La Figura 8 muestra los resultados de bioensayos realizados con semillas de tomate. Los materiales probados como sustratos fueron residuo de corcho (C.I.), y compost de corcho con diferentes tiempos de compostaje: 2,5 (CC-2,5), y 4 (CC-4) meses, de dos partidas diferentes de corcho correspondientes a los años 1993 y 1994. Obsérvese cómo el material fresco presenta IG. menores del 50% de los obtenidos sobre vermiculita o compost de corcho.

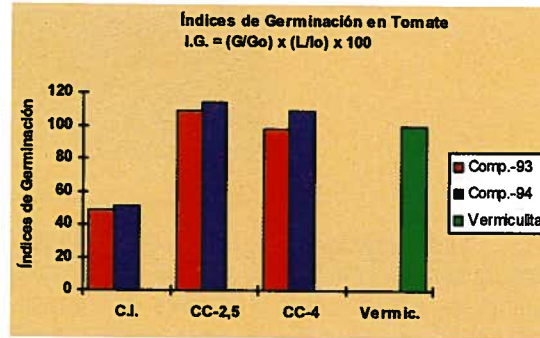


Figura 8

La Figura 9, muestra plantas de raigrás cultivadas en contenedor sobre residuo de corcho y compost de corcho. La evidente debilidad de las raíces así como la escasa colonización del sustrato ponen en evidencia la existencia de algún factor tóxico en el residuo de corcho que ha desaparecido en el compost de corcho. Asimismo puede apreciarse el diferente desarrollo y color de la parte aérea consecuencia tanto de la fitotoxicidad como de la escasez de N.



Figura 9. Plantas de raigrás desarrolladas sobre residuo de corcho (izquierda) y compost de corcho (derecha).

5. CARACTERÍSTICAS DEL COMPOST DE CORCHO

Las principales **características químicas** del compost de corcho aparecen en la Tabla 4 (Ortega *et al.*, 1997; Carmona, 1999). Se trata de un producto con un pH cercano a la neutralidad y baja Salinidad, aunque ambas características dependerán del tipo de fertilización llevado a cabo durante el compostaje. Deben destacarse también el apreciable valor de la capacidad de cambio, la ausencia de fitotoxicidad, una muy alta estabilidad biológica y moderada capacidad inmovilizadora de N en comparación con otras cortezas. En cualquier caso, hemos comprobado que el empleo de fertilizantes de lenta liberación (14-16% N), a una dosis de 4 g/litro de sustrato, per-



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

miten superar con garantía la inmovilización del citado elemento más las extracciones del cultivo (Carmona, 1999).

Tabla 4. Características químicas del compost de corcho

pH en agua	6,5-7
C.E. mS/cm	0,5
C.I.C me/100 g	50
M.O. total %	85 %
M.O. oxidable %	30%
C/N	20

Las características físicas del compost de corcho pueden variar algo en función de la granulometría del material. La distribución del tamaño de partículas más frecuente, expresado como porcentaje en volumen, es: 31% < 0,5 mm; 21% entre 0,5-1 mm y 48 % > 1 mm; a la que corresponde aproximadamente una media geométrica del tamaño de partículas: $d_g = 0,789$ mm y una desviación geométrica: $sg = 2,91$

La Tabla 5 muestra las principales **propiedades físicas** del compost de corcho, obtenidas en condiciones estándar de laboratorio, las cuales estarían cercanas a los valores considerados óptimos en un sustrato. Durante el proceso de compostaje se produce una reducción de sustancias hidrofóbicas, lo que se pone de manifiesto por una más fácil humectación del material y un aumento significativo en la capacidad de retención de humedad (Figura 10). Si bien esta última no se traduce en un aumento importante del agua fácilmente asimilable en el sustrato, sí mejora de forma sustancial su conductividad hidráulica, parámetro que resulta fundamental en medios que van a ser usados en contenedor, donde la presencia de una alta proporción de macroporos, indispensable para asegurar el drenaje y la aireación radicular, propicia una fuerte reducción de la capacidad de transmisión de agua durante el secado del medio.

Tabla 5. Características físicas del compost de corcho

Densidad real g/cm ³	1,45
Densidad aparente g/cm ³	0,2-0,24
Espacio poroso efectivo (%)	> 80 %
Contenido de humedad a 10 cm.c.a. de succión (% v)	60 %
Contenido de humedad a 50 cm.c.a. de succión (% v)	43 %
Contenido de humedad a 100 cm.c.a. de succión (%v)	41 %
Capacidad aireación (%)	> 20 %
Agua total disponible (%)	19 %



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

La Tabla 6, muestra diversas propiedades físicas del compost de corcho obtenidas en condiciones de cultivo comparadas con los valores obtenidos en turba. Los parámetros medidos, se obtuvieron tras cultivar durante 2,5 meses tagetes, geranios y petunias en macetas de 1 y 2,5 litros de capacidad, rellenas de compost de corcho con diferentes tiempos de compostaje (4, 5,5 y 7 meses) y turba (Ordovás et al. 1997).

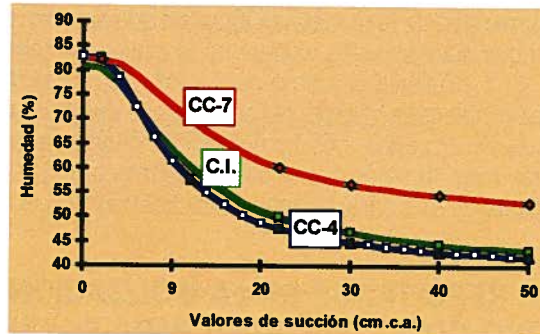


Figura 10. Evolución de las curvas de liberación de agua durante el compostaje: residuo de corcho (C.I.) y compost de corcho con 4 (CC-4) y 7 (CC-7) meses de compostaje.

Tabla 6. Efecto de diferentes sustratos (turba y compost de Corcho con 4; 5,5 y 7 meses de compostaje) sobre las propiedades físicas en condiciones de cultivo. Densidad aparente (Da.). Relación entre Da. al inicio y final del cultivo (I.C.). Espacio ocupado por aire a capacidad de contenedor (E.A.). Contenido de humedad a capacidad de contenedor (C.C.). Relación entre el contenido de humedad regando por vertido y la capacidad de contenedor (I.S.). Espacio ocupado por aire en riego por vertido (E.A.R.). (n=18 y 12 en macetas de 1 y 2,5 litros respectivamente). Para cada parámetro, las medias con igual letra no difieren estadísticamente según el test de Tukey.

Parámetro	Turba	CC-4	CC-5.5	CC-7
Da. Inicial (g/cm ³)	0,103 a	0,169 c	0,171 c	0,171 c
Da. Final (g/cm ³)	0,124 a	0,187 c	0,190 c	0,188 c
I.C.(Da. final/Da. Inicial)	1,21 b	1,10 a	1,11 a	1,10 a
E.A. (%)	21,3 b	16,9a	15,3 a	14,9 a
C.C.(%)	71,5 b	71,1 b	72,4 b	73,6 b
I.S.(%)	93,3 a	91,0 a	89,9 a	89,5 a
E.A.R. (%)	25,7 a	23,2 a	23,1 a	22,5 a

Como puede observarse, la Da. tras los 2,5 meses que duró el cultivo, aumentó más en la turba (21%) que en los sustratos a base de compost de corcho, que no mostraron diferencias entre sí, lo que pone de manifiesto para el compost de corcho lo descrito en otros trabajos, donde la turba muestra más contracción que sustratos a base de cortezas.

En cuanto a la humedad retenida a capacidad de contenedor, no se aprecian diferencias significativas respecto a la turba, y si bien la capacidad de aireación es menor que en ésta, siempre queda por encima de los valores considerados críticos.

Puede apreciarse también cómo mediante el riego por vertido se alcanzan valores del contenido de humedad cercanos (en torno al 90%) a los obtenidos por



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

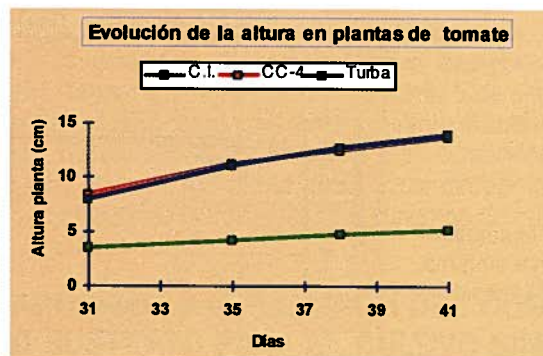


Figura 14. Evolución de la altura en plántulas de tomate sobre residuo de corcho (C.I.), compost de corcho (CC-4) y turba (T).

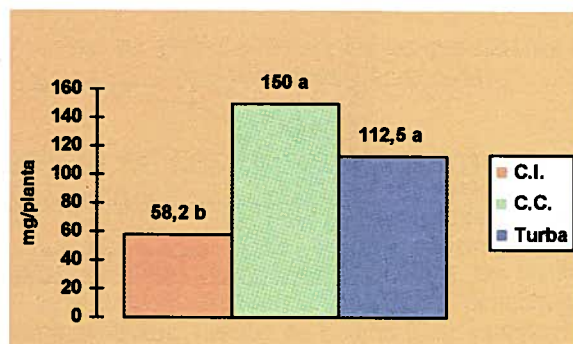


Figura 15. Peso seco de plantas de lechuga en el momento del trasplante: C.I. (desarrolladas sobre residuo de corcho), CC (desarrolladas sobre compost de corcho), turba (desarrolladas sobre turba).

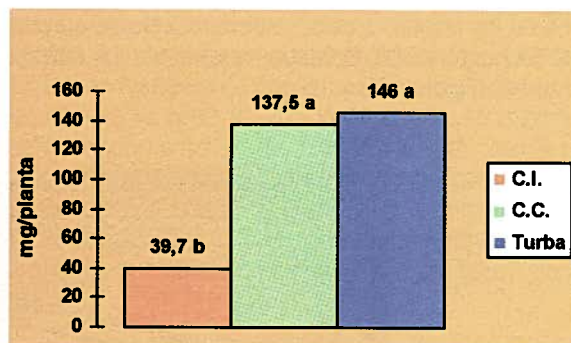


Figura 16. Peso seco de plantas de tomate en el momento del trasplante: C.I. (desarrolladas sobre residuo de corcho), CC (desarrolladas sobre compost de corcho), turba (desarrolladas sobre turba).



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

La ausencia de diferencias entre las plantas obtenidas en compost de corcho y turba, no sólo son indicativas de ausencia de fitotoxicidad; un manejo del riego idéntico en cuanto a cantidad, frecuencia y momento de aplicación del agua muestran que las características físicas e hidrológicas del compost corcho no han resultado limitantes para el desarrollo de las plántulas en semilleros. En éstos, la habitualmente escasa profundidad de los alveolos en las bandejas suele provocar problemas de asfixia radicular o, por el contrario, muy escaso almacenamiento de agua cuando la granulometría del material no resulta adecuada.

Las figuras 17 y 18 muestran respectivamente plantas de lechuga y tomate obtenidas en semilleros con turba, compost de corcho y residuo de corcho.

Es previsible que otras especies hortícolas mucho menos sensibles que tomate o lechuga a los efectos fitotóxicos mostrados en el residuo de corcho, como son: pimiento, melón, sandía, pepino, berenjena, col, etc., muestren un excelente comportamiento en semilleros sobre compost de corcho.



Figura 17. Plántulas de lechuga obtenidas en semilleros sobre turba (superior izquierda), compost de corcho (superior derecha e inferior izquierda) y residuo de corcho (inferior derecha).

Figura 18. Plántulas de tomate obtenidas en semilleros sobre turba (las dos plantas de la izquierda), compost de corcho (las dos centrales) y residuo de corcho (las dos de la derecha).





6.2. EL COMPOST DE CORCHO COMO SUSTRATO PARA EL CULTIVO DE PLANTAS ORNAMENTALES EN CONTENEDOR.

Se presentan los resultados obtenidos con una especie ornamental como el geranio (*Pelargonium x Hortorum*), que ya en ensayos previos había mostrado mal desarrollo al ser cultivada sobre residuo de corcho.

Los sustratos probados fueron turba rubia (T), usada como testigo, y dos tipos de compost de corcho: CC1 (con un período de compostaje no mayor de 4 meses) y CC2 (con un período superior a los 10 meses).

Como fertilizante se usaron abonos de lenta liberación (15-10-12+2MgO+micro), aplicados sobre los tres materiales a una dosis de 4 g.l⁻¹ de sustrato, con un período de liberación de 6 meses. Junto a éstos, y con objeto de cubrir las primeras fases de desarrollo tras el trasplante, se aplicó un abono soluble comercial (14-16-18+micro), a una dosis de 0,5 g.l⁻¹ de sustrato.

La experiencia se llevó a cabo en un invernadero con cubierta de poliéster y fibra de vidrio. Las macetas, de 1 litro de capacidad, fueron colocadas en un diseño completamente aleatorio, con 18 repeticiones (macetas) para cada uno de los 3 tratamientos.

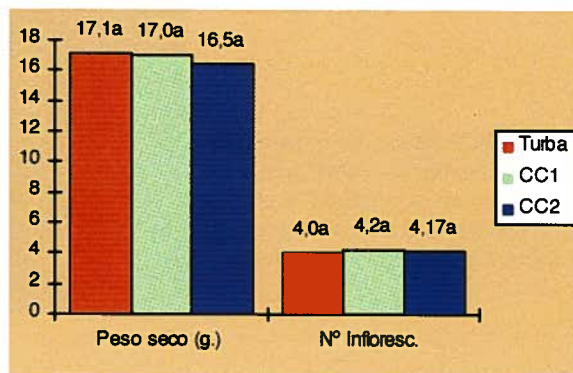
El riego fue diario, aportándose una vez a la semana una solución fertilizante a base de abono soluble comercial (20-20-20+micro) a 1g./l solución.

La duración del ensayo fue de 60 días, controlándose durante ese tiempo la altura (cada 2 ó 3 semanas), número de inflorescencias y el peso seco final y composición mineral de la parte aérea.

El estudio estadístico se realizó mediante análisis de la varianza; realizando la separación de medias mediante el Test de Tukey, considerando un nivel de significación del 5%.

Como puede observarse (Figura 19), no se encontraron diferencias significativas ni en peso seco ni en número de inflorescencias entre las plantas crecidas sobre turba y los dos tipos de compost de corcho. Tales diferencias sólo se dan en lo referente a la evolución de las alturas de las plantas en CC1 respecto a turba, durante el 3º y 4º muestreo (Figura 20). La falta de diferencias observadas entre los dos tipos de compost de corcho ponen de manifiesto que un período de compostaje no superior a los 4 meses es suficiente para alcanzar excelentes resultados.

Figura 19. Peso seco y nº de inflorescencias en plantas de geranio cultivadas sobre turba y compost de corcho con menos de 4 (CC1) y más de 10 (CC2) meses de compostaje.





Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

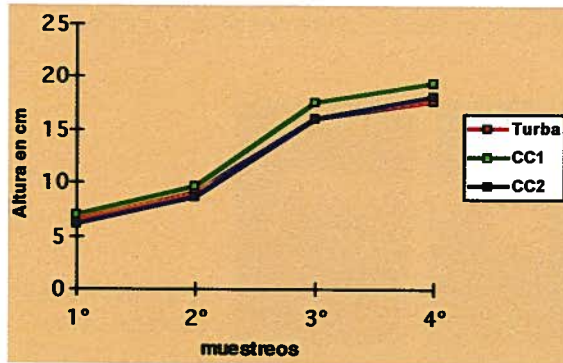


Figura 20. Evolución de la altura de plantas de geranio cultivadas sobre turba y compost de corcho con menos de 4 (CC1) y más de 10 (CC2) meses de compostaje.

En cuanto a composición mineral, la Tabla 6, muestra los resultados de los análisis de la parte aérea de los geranios tras los 60 días de cultivo, encontrándose escasas diferencias en la composición mineral de las crecidas en turba y compost de corcho, y quedando los contenidos siempre por encima de los referidos como niveles críticos en la bibliografía. A pesar de los altos niveles de Mn encontrados las plantas no mostraron ninguno de los síntomas de toxicidad descritos para este elemento en geranios.

Tabla 7.- Contenidos de elementos minerales en la parte aérea de plantas de Geranio cultivadas sobre sustratos a base de compost de corcho (CC1 y CC2) y turba. Los niveles críticos y normales son correspondientes a hojas de esa especie según Kreij et al. (1992). Los niveles críticos de Fe y B son los indicados por Kofranek y Lunt (1969).

Element	Turba	CC1	CC2	Nivel Crítico	Nivel Normal
N %	2,89b	2,63a	2,66a	2,38	3,3-4,7
P%	0,49b	0,45a	0,48ab	0,26	0,4-1,2
K%	2,34a	3,00c	2,67 b	0,62	2,5-6,2
Ca%	2,49a	2,36a	3,10b	0,76	1,2-2,4
Mg%	0,542a	0,541a	0,596b	0,14	0,2-0,5
Fe ppm.	213b	109a	175ab	60	-
Cu ppm.	38,9a	40,7a	42,1a	5,7	6,3-19
Zn ppm.	50,35a	52,28a	55,31a	5,9	6,5-26
Mn ppm.	85a	120a	362b	11,0	44-137
B ppm.	34,86	34,53	40,48	18	-

Para cada nutriente, los tratamientos seguidos de la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey con $p < 0,05$.



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

La Figura 21, muestra plantas de geranios cultivadas sobre compost de corcho.



Figura 21. Plantas de geranio cultivadas sobre compost de corcho.

Aunque no se presenten los resultados, el compost de corcho ha resultado también ser un adecuado sustrato para el cultivo, en diferentes tipos de contenedor, de otras especies ornamentales como: Petunias (Figura 22), Tagetes (Figura 23), Gladiolos, Gerbera, Liliun o Vinca, las cuales han mostrado un desarrollo satisfactorio y muy similar al conseguido sobre otros sustratos utilizados usualmente en su cultivo como turba, arena, perlita o fibra de coco.



Figura 22. Plantas de petunia cultivadas sobre turba (120) y sobre compost de corcho (137 y 130).



Figura 23. Plantas de Tagetes cultivadas sobre compost de corcho.



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

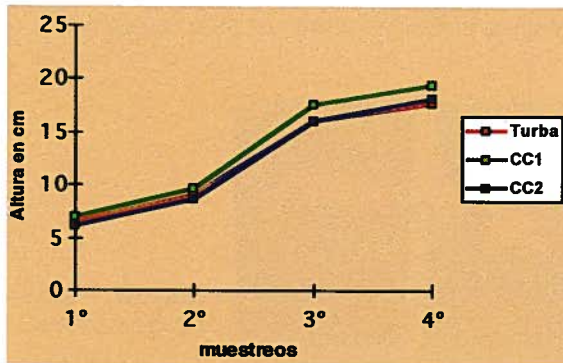


Figura 20. Evolución de la altura de plantas de geranio cultivadas sobre turba y compost de corcho con menos de 4 (CC1) y más de 10 (CC2) meses de compostaje.

En cuanto a composición mineral, la Tabla 6, muestra los resultados de los análisis de la parte aérea de los geranios tras los 60 días de cultivo, encontrándose escasas diferencias en la composición mineral de las crecidas en turba y compost de corcho, y quedando los contenidos siempre por encima de los referidos como niveles críticos en la bibliografía. A pesar de los altos niveles de Mn encontrados las plantas no mostraron ninguno de los síntomas de toxicidad descritos para este elemento en geranios.

Tabla 7.- Contenidos de elementos minerales en la parte aérea de plantas de Geranio cultivadas sobre sustratos a base de compost de corcho (CC1 y CC2) y turba. Los niveles críticos y normales son correspondientes a hojas de esa especie según Krejčí et al. (1992). Los niveles críticos de Fe y B son los indicados por Kofranek y Lunt (1969).

Element	Turba	CC1	CC2	Nivel Crítico	Nivel Normal
N %	2,89b	2,63a	2,66a	2,38	3,3-4,7
P%	0,49b	0,45a	0,48ab	0,26	0,4-1,2
K%	2,34a	3,00c	2,67 b	0,62	2,5-6,2
Ca%	2,49a	2,36a	3,10b	0,76	1,2-2,4
Mg%	0,542a	0,541a	0,596b	0,14	0,2-0,5
Fe ppm.	213b	109a	175ab	60	-
Cu ppm.	38,9a	40,7a	42,1a	5,7	6,3-19
Zn ppm.	50,35a	52,28a	55,31a	5,9	6,5-26
Mn ppm.	85a	120a	362b	11,0	44-137
B ppm.	34,86	34,53	40,48	18	-

Para cada nutriente, los tratamientos seguidos de la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey con $p < 0,05$.



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

La Figura 21, muestra plantas de geranios cultivadas sobre compost de corcho.



Figura 21. Plantas de geranio cultivadas sobre compost de corcho.

Aunque no se presenten los resultados, el compost de corcho ha resultado también ser un adecuado sustrato para el cultivo, en diferentes tipos de contenedor, de otras especies ornamentales como: Petunias (Figura 22), Tagetes (Figura 23), Gladiolos, Gerbera, Liliun o Vinca, las cuales han mostrado un desarrollo satisfactorio y muy similar al conseguido sobre otros sustratos utilizados usualmente en su cultivo como turba, arena, perlita o fibra de coco.



Figura 22. Plantas de petunia cultivadas sobre turba (120) y sobre compost de corcho (137 y 130).



Figura 23. Plantas de Tagetes cultivadas sobre compost de corcho.



6.3. EL COMPOST DE CORCHO COMO SUSTRATO PARA LA GERMINACIÓN Y CRIANZA DE ESPECIES LENOSAS

6.3.1. RESULTADOS EN ESPECIES FORESTALES

En los viveros forestales de la Junta de Andalucía se producen anualmente entre 10 y 15 millones de plantas predominando las especies de pino carrasco, piñonero y negral; encina, alcornoque y algarrobo. Estas plantas se cultivan en bandejas forestales con volumen de cepellón de 200 a 300 cc. según especies, siendo la turba el sustrato más empleado para su germinación y crianza.

Con los presentes ensayos, realizados en el vivero forestal de San Jerónimo (Sevilla) dependiente de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, se pretende comprobar el comportamiento del compost de corcho en mezclas con turba, como sustrato en viveros forestales.

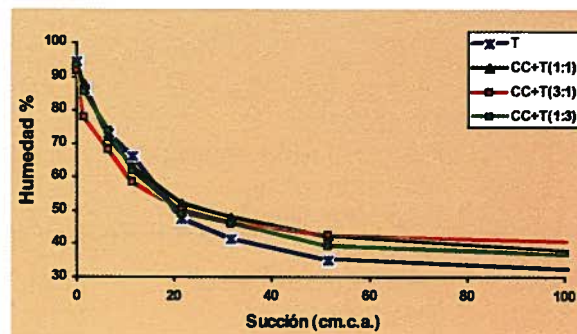
Las especies probadas fueron pino piñonero (*Pinus pinea* L.), sembrado a principios de marzo sobre bandejas de 28 alveolos y 220 cc; encina (*Quercus ilex* L.) y alcornoque (*Quercus suber* L.) sembrados a mitad de febrero sobre bandejas de 40 alveolos y 400 cc.

Como sustrato se emplearon mezclas en proporciones: 3:1; 1:1 y 1:3 (v:v) de compost de corcho (C), fertilizado con 1,2 g.l-1 de un abono soluble comercial (14-16-18+Micro), y Turba Vapo Forestal XL tipo 2 (T) la cual llevaba 1,2 kg.m-3 de un fertilizante base (16-18-19+micro). El manejo de las plantas fue el habitualmente llevado a cabo en el vivero.

El diseño del ensayo fue en bloques al azar con 5 repeticiones (bandejas) por tratamiento. Tras 1 año de crianza se eligieron 15 plantones al azar en cada bandeja, sobre las que se midieron los parámetros vegetativos que definen los estándares de calidad en plantas forestales.

En la Figura 24, se muestran las curvas de liberación de agua de cada mezcla, de donde pueden deducirse las principales características físicas de las mismas: Espacio Poroso Total, Capacidad de Aireación, Agua Total Disponible, etc.

Figura 24. Curvas de liberación de agua de turba (T) y mezclas de compost de corcho (CC) y turba en proporciones 1:1; 3:1 y 1:3.





Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

Tanto el porcentaje como la velocidad de germinación fueron similares en las 4 mezclas ensayadas (Tabla 8).

Tabla 8. Porcentajes de germinación de pino, alcornoque y encina sobre turba (T) y mezclas de compost de corcho y turba en proporciones 3:1; 1:1 y 1:3

Especie	C+T (3:1)	C+T(1:1)	C+T(1:3)	T
Pino	88,6 a	88,6 a	89,3 a	79,3 a
Alcornoque	74,5 a	84 b	87 b	84,5 b
Encina	54 a	52 a	45 a	50,5 a

La Tabla 9 muestra los resultados correspondientes a los parámetros vegetativos controlados. Sólo el pino se vió afectado de forma significativa por el tipo de sustrato empleado, observándose un gradual aumento de altura, diámetro de cuello y peso seco conforme disminuía la proporción de corcho en la mezcla; ésto podría estar relacionado con la mayor cantidad de agua disponible al reducirse la citada proporción. A pesar de ello, las plantas obtenidas sobre cualquiera de las mezclas ensayadas alcanzan los valores mínimos de calidad exigidos por las Normas Cuantitativas de Calidad para Plantas Forestales (Peñuelas y Ocaña, 1996).

Tabla 9. Parámetros vegetativos obtenidos en pino, alcornoque y encina criados sobre turba (T) y mezclas de compost de corcho y turba en proporciones: 3:1; 1:1 y 1:3.

Especie	Parámetro	Sustratos			
		C+T (3:1)	C+T (1:1)	C+T (1:3)	T
Pino Piñonero	Altura (cm)	13,2 a	16,3 b	18,4 c	21,9 d
	Diámetro de cuello (mm)	3,3 a	3,5 a	4,4 b	5,4 c
	Altura/Diámetro	4,1 a	4,8 b	4,2 a	4,1 a
	Nº de ramas	6,8 a	9,1 bc	7,9 ab	10,0 c
	Longitud Total (cm)	35,6 a	60,0 b	46,7 ab	77,1 c
	Peso Seco parte aérea (g)	1,8 a	2,4 ab	3,1 b	4,2 c
	Peso seco raíz (g)	1,2 a	1,4 a	1,5 a	2,3 b
	Peso parte aérea/raíz	1,4 a	1,8 ab	2,0 b	1,8 ab
Alcornoq.	Altura (cm)	47,2 a	49,7 ab	51,9 ab	52,7 b
	Diámetro de cuello (mm)	4,3 a	4,1 a	4,2 a	4,4 a
	Altura/Diámetro	11,5 a	12,6 ab	12,9 b	12,2ab
	Peso seco parte aérea (g)	3,6 a	3,8 a	4,0 a	4,2 a
	Peso seco raíz (g)	3,4 a	3,5 a	3,4 a	3,5 a
	Peso parte aérea/raíz	1,1 a	1,1 a	1,2 a	1,2 a
Encina	Altura (cm)	18,6 a	18,5 a1	8,7 a	19,6 a
	Peso seco parte aérea (g)	2,9 a	2,8 a	3,0 a	3,0 a
	Peso seco raíz (g)	5,6 a	4,6 a	5,3 a	5,1 a
	Peso parte aérea/raíz	0,5 a	0,6 a	0,6 a	0,6 a



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

En las Figura 25 y 26 puede apreciarse respectivamente la similitud en la distribución de frecuencias de altura en plántulas de alcornoque y encina criados en las diferentes mezclas probadas.

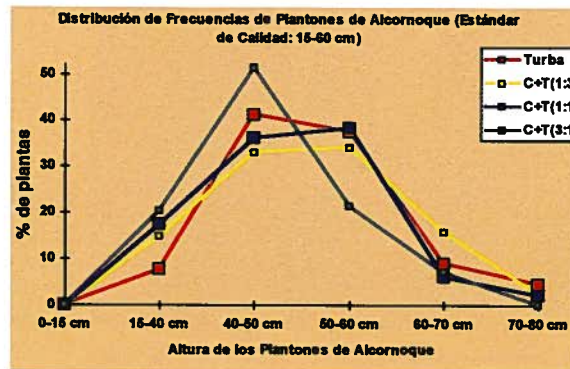


Figura 25

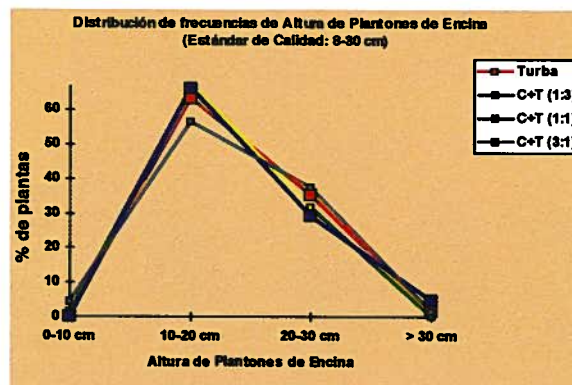


Figura 26

Otras características de tipo cualitativo, recogidas también por las Normas de Calidad para Planta Forestal anteriormente referidas, como son: ausencia de tallos múltiples, sin fuertes curvaturas y provistos de yema terminal, ausencia de reviramiento radicular, de daños en cuello o raíz, etc. serían superadas ampliamente por las plantas criadas en cualquiera de las mezclas ensayadas. Asimismo, el verdor y estado sanitario de las plantas fue similar a las obtenidas en turba, presentando los cepellones una buena compacidad.

Las Figuras 27 y 28 muestran respectivamente plantas de pino y encina criadas sobre turba y mezclas de ésta con compost de corcho.



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

El conjunto de resultados obtenidos justificarían la sustitución parcial de la turba por compost de corcho en los viveros de producción forestal.

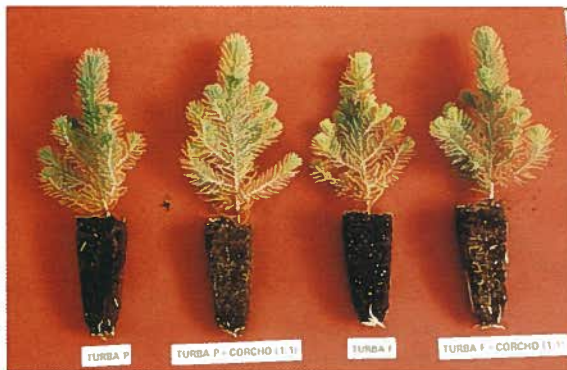


Figura 27. Plantones de pino criados sobre turba (1ª planta izquierda y 3ª) y sobre mezclas 1:1 de turba y compost de corcho (2ª y 4ª).



Figura 28. Plantones de encina criados sobre turba (1ª planta izquierda) y mezclas de turba y compost de corcho en proporciones: 3:1 (2ª planta), 1:1 (3ª planta) y 1:3 (4ª planta).

6.3.2. RESULTADOS EN ESPECIES ORNAMENTALES LEÑOSAS

En este caso las experiencias fueron realizadas en los Viveros de Valdezorras, pertenecientes al Área de Medio Ambiente de la Diputación de Sevilla, encargados del abastecimiento y reposición de parques y jardines en los diferentes municipios de la provincia. En éstos se producen y crían, en diferentes tipos de contenedor y sustratos según características de la especie, una gran variedad de árboles y arbustos ornamentales.



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

Se trabajó con un amplio número de especies de entre las que suponen el mayor volumen de producción del citado vivero: Tuya (*Thuja orientalis* L.), Falsa pimienta (*Schinus molle* L.), Grevillea (*Grevillea robusta* Cunn.), Pitosporum (*Pittosporum tobira* Ait.), Lantana (*Lantana camara* L.), Cassia (*Cassia corymbosa* Lam.) y tres especies de Acacia (*A. floribunda* Willd.; *A. longifolia* Willd. y *A. saligna* Wend.).

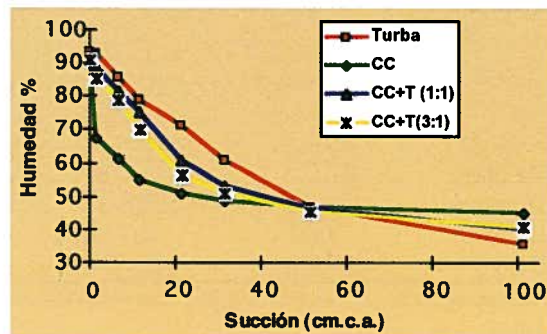
Los sustratos empleados fueron compost de corcho (C) y mezclas de éste en proporciones 3:1 y 1:1 (v:v) con un sustrato comercial a base de turba: Plantaflor sustrat 1 (T), el cual está fertilizado con: 180, 120 y 220 mg.l⁻¹ de N, P y K, respectivamente, más microelementos. Como testigo se usó el sustrato comercial puro. Todos los medios fueron fertilizados con 4 g.l⁻¹ de un abono de lenta liberación (15-8-11+2 MgO+micro) de 12-14 meses. Al compost de corcho se le aplicó además un abono soluble comercial (14-16-18+micro) para cubrir las primeras fases tras el trasplante e igualar su riqueza nutritiva con el sustrato comercial. El manejo de las plantas fue el habitual en el vivero: localización bajo umbráculo o al aire libre, según especies, y riego por aspersión.

El número de repeticiones (macetas) fue de 15 por cada tratamiento, disponiéndose en un diseño totalmente al azar. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de la varianza separando las medias con el Test de Tukey ($p < 5\%$).

Del examen de las curvas de liberación de agua de los diferentes sustratos (figura 29), pueden deducirse sus características hidrofísicas. El pequeño valor del agua total disponible en el compost de corcho, es consecuencia de la anormalmente gruesa granulometría de la partida usada en este ensayo. A pesar de ello, dicha característica no parece haber resultado limitante para el buen desarrollo de las plantas.

Como puede apreciarse en la Tabla 9, en 6 de las 9 especies ensayadas: *Grevillea*, *A. saligna*, *Cassia*, *Lantana*, Falsa pimienta y Tuya, no se encontraron diferencias significativas ni en peso ni en altura entre los sustratos utilizados. Sólo las plantas de *A. longifolia* y *A. floribunda* desarrolladas en turba mostraron mejores resultados que las correspondientes en compost de corcho, aunque no sobre las mezclas de ambos.

Figura 29. Curvas de liberación de agua de compost de corcho (CC), turba (T) y mezclas de ambos en proporciones 1:1 y 1:3





Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

Tabla 10. Parámetros vegetativos: altura (cm.) y peso (gr.) obtenidos en diferentes especies ornamentales leñosas cultivadas sobre turba (T), compost de corcho (C) y mezclas de ambos en proporciones: 1:1 y 3:1.

Especie	Parámetro	T	C	C+T(1:1)	C+T(3:1)
Tuya	Altura	62,9 a	51,5 a	54,6 a	56,8 a
	Peso	66,7 a	46,2 a	53,7 a	49,9 a
Grevillea	Altura	109,9 a	109,2 a	123,7 a	121,2 a
	Peso	120,9 a	121,5 a	159,9 a	163,6 a
Pittosporum	Altura	70,1 b	64,5 ab	70,7 b	52,4 a
	Peso	132,1 ab	137,1 ab	151,5 b	100,0 a
A. saligna	Altura	221,9 a	194,3 a	215,9 a	224,3 a
	Peso	528,6 a	528,7 a	574,6 a	733,6 a
A. longifolia	Altura	122,1 a	113,9 a	117,8 a	128,1 a
	Peso	354,3 b	208,9 a	280,5 ab	309,4 b
A. floribunda	Altura	171,3 b	138,5 a	187,9 b	167,2 ab
	Peso	357,8 b	210,5 a	333,3 b	307,8 b
Cassia	Altura	100,6 a	108,8 a	100,6 a	108,7 a
	Peso	133,1 a	110,3 a	122,6 a	123,9 a
Falsa pimienta	Altura	198,1 a	185,6 a	202,9 a	206,5 a
	Peso	217,4 a	138,5 a	198,3 a	184,1 a
Lantana	Peso	117,3 a	115,3 a	122,8 a	134,3 a

La composición mineral de las plantas de tuya criadas en los diferentes sustratos (Tabla 10) presenta reducidas diferencias, y sólo significativas en Zn, Cu, Ca y Mg. En cualquier caso las plantas no mostraron ningún síntoma de carencias minerales.

Tabla 11.- Contenido en elementos minerales de plantas de *Thuja* de 9 meses de edad criadas en contenedor con diferentes sustratos: compost de corcho(CC), turba (T) y mezclas de ambos en proporciones 1:1 y 3:1 (CC/T). (n=4).

ELEMENTO	T	CC	CC+T (1:1)	CC+T (1:3)
N %	2,18 a	2,11 a	1,89 a	2,03 a
P %	0,39 a	0,26 a	0,36 a	0,28 a
K %	1,83 a	1,47 a	1,95 a	1,81 a
Ca %	1,30 ab	1,07 a	1,20 ab	1,33 b
Mg %	0,47 ab	0,36 a	0,43 ab	0,48 b
Na %	0,065 a	0,088 a	0,072 a	0,083 a
Fe ppm.	96,0 a	86,8 a	94,5 a	91,0 a
Mn ppm.	87,0 a	115,3 a	121,3 a	150,5 a
Zn ppm.	20,0 b	15,8 a	17,0 ab	16,0 a
Cu ppm.	7,00 c	4,75 ab	4,50 ab	3,50 a
B ppm	25,0 a	23,75 a	23,0 a	25,5 a

Para cada elemento, los tratamientos seguidos con la misma letra no difieren significativamente según el test de Tukey con $p < 0,05$.



La Figura 30 muestra plantas de *Pittosporum* criadas sobre turba, compost de corcho y mezclas de ambos.

Otras especies leñosas ensayadas y cuyos resultados no se recogen, como algarrobo, ciprés, adelfa, ficus y olivo, han mostrado también un satisfactorio desarrollo sobre compost de corcho.



Figura 30. Plantas de *Pittosporum* criadas sobre compost de corcho (maceta 2), turba (macetas 1 y 5) y mezclas de ambos en proporciones 1:1 (maceta 3) y 3:1 (maceta 4).

7. EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS A BASE DE CORCHO DURANTE EL CULTIVO

Al principio del cultivo, las propiedades físicas de un sustrato en contenedor puede alcanzar valores cercanos a los considerados óptimos. Sin embargo, muchas plantas ornamentales deben crecer en el limitado volumen de una maceta durante mucho tiempo antes del trasplante, pudiendo ocurrir en dicho período modificaciones importantes en las características físicas del medio como consecuencia de: alteraciones granulométricas, migración de partículas finas hacia el fondo del contenedor, compactación, contracción del material, descomposición biológica del mismo, etc. Estos cambios pueden afectar al normal desarrollo de las plantas, por lo que una de las características más importantes a tener en cuenta en los nuevos materiales usados como sustratos es el de su estabilidad.

Con objeto de estudiar la estabilidad y la evolución de las propiedades físicas a lo largo del tiempo de cultivo en los sustratos a base de corcho, se cultivaron adelfas durante unos 2,5 años en contenedores de 15 litros de capacidad.

Los sustratos estudiados fueron: residuo de corcho (C.I.), compost de corcho con 4 meses de compostaje (CC-4) y compost de corcho con más de 7 meses de compostaje (CC-7). Los tres materiales se fertilizaron con 4 g.l⁻¹ de un abono de lenta liberación (15-8-11+2 MgO+micro). De cada sustrato estudiado se hicieron 12 repeticiones.

Las macetas fueron colocadas en invernadero de plástico sin calefacción, durando el ensayo desde diciembre de 1993 hasta el verano de 1996. Durante ese tiempo, las plantas se regaron por vertido, abonaron y podaron para evitar el excesivo desarrollo. Durante el verano fueron sacadas al aire libre.



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

El muestreo de los sustratos, para controlar la evolución de las propiedades físicas, se llevó a cabo cada 6 meses, en primavera y otoño; para ello se utilizó una barrena para toma de muestras inalteradas, determinando sobre las muestras obtenidas las curvas de liberación de agua y sus densidades real y aparente. A partir de dichos datos se obtuvieron los principales parámetros relativos a las relaciones sustrato-agua-aire.

Las figuras 33, 34 y 35, muestran la evolución de la capacidad de aireación, y del agua fácilmente disponible y de reserva a lo largo del tiempo de cultivo.

Desde la fecha del trasplante, en diciembre de 1993, hasta la primera toma de muestras en abril del siguiente año, se observó una disminución de la altura de los sustratos en todas las macetas debida al asentamiento y compactación que provoca el riego, lo cual se puso en evidencia por el aumento en la densidad aparente de los sustratos. A partir de la fecha indicada, y durante los dos años siguientes que duró el ensayo, continuó observándose la citada reducción de volumen, sin embargo ésta fue mucho más suave, y probablemente se debió menos a nuevas compactaciones que a la descomposición biológica del material, ya que el espacio poroso total permaneció sensiblemente constante.

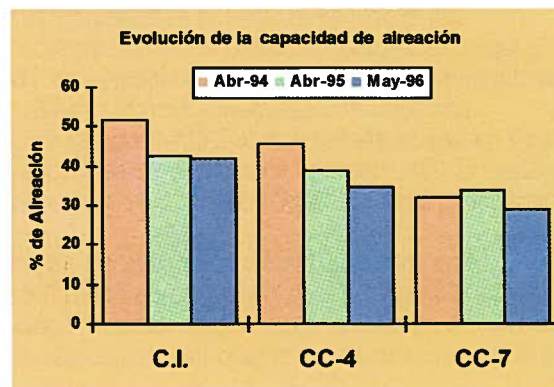
La descomposición biológica referida mejora de forma apreciable tanto la capacidad de retención de agua como la cantidad disponible para la planta a lo largo del tiempo de cultivo; esto se produce como consecuencia de la aparición de nuevos poros sobre la superficie de las partículas y sobre todo por la desaparición de sustancias hidrofóbicas que impedían la correcta mojabilidad de los materiales. Se produce además, dentro del intervalo de potencial hídrico en el que se maneja normalmente el riego en los sustratos (10-50 cm.c.a.) una mejora de la conductividad hidráulica no saturada en la medida que aumenta la capacidad de retención de humedad.

Los cambios referidos, no comprometieron sin embargo a la capacidad de aireación de los sustratos, que permaneció siempre por encima de los valores considerados críticos (20%) en los tres materiales estudiados.

La figura 36 muestra plantas de adelfa cultivadas sobre los diferentes sustratos a base de corcho.

Las mejoras observadas durante el tiempo de cultivo reflejan la gran estabilidad de este material, muy superior a la de la turba, haciéndolo muy apropiado como sustrato para cultivos de larga duración.

Figura 33. Evolución de la capacidad de aireación durante 2,5 años de cultivo de sustratos a base de corcho: C.I. (residuo industrial de corcho) y compost de corcho con 4 (CC-4) y 7 (CC-7) meses de compostaje.





Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

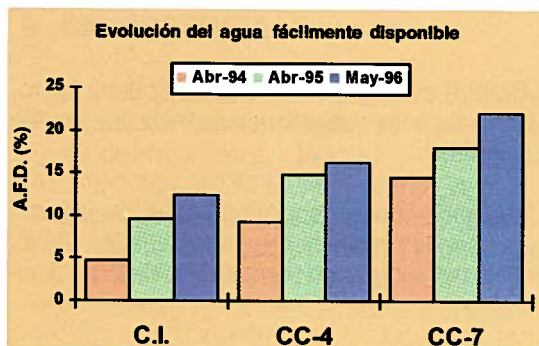


Figura 34. Evolución del agua fácilmente disponible durante 2,5 años de cultivo de sustratos a base de corcho: C.I. (residuo industrial de corcho) y compost de corcho con 4 (CC-4) y 7 (CC-7) meses de compostaje.

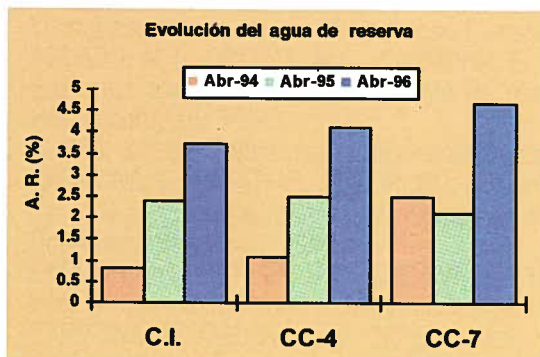


Figura 35. Evolución del agua de reserva durante 2,5 años de cultivo de sustratos a base de corcho: C.I. (residuo industrial de corcho) y compost de corcho con 4 (CC-4) y 7 (CC-7) meses de compostaje.

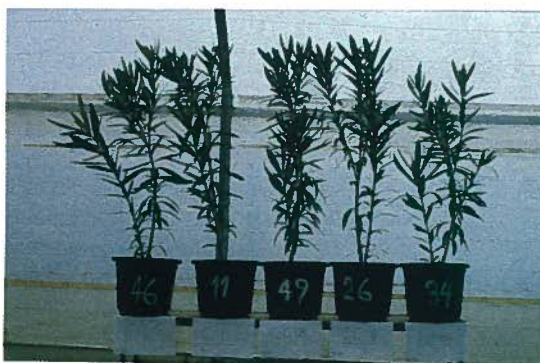


Figura 36. Plantas de adelfas cultivadas sobre residuo de corcho y compost de corcho por un período de 3 años.



Reciclado de los residuos de la industria del corcho para su aprovechamiento como sustrato de cultivo

- MONTOYA, J.M. 1988. Los alcornoques. Serie manuales técnicos, M.A.P.A., 267 pp. Madrid.
- MORENO, M.T. 1994. Estudio del residuo de la industria del corcho como sustrato hortícola. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 288 pp.
- MORENO, M.T., ORTEGA, M.C., ORDOVÁS, J. y AGUADO, M.T. 1995. Características químicas del sustrato de corcho: Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg., 10: 485-494.
- MORENO, M.T., ORDOVÁS, J., AGUADO, M.T., ORTEGA, M.C. 1997. Desarrollo de diferentes especies hortícolas en semillero con sustratos de corcho. Actas de Horticultura, 19: 405-411.
- ORDOVÁS, J., AGUADO, M.T., ORTEGA, M.C., MORENO, M.T. y SUÁREZ, M.P. 1992. Utilización del corcho como sustrato para semilleros de tomate con seguimiento de las plantas en campo: Actas de Horticultura, 11: 155-159.
- ORDOVÁS, J., CARMONA, E., MORENO, M.T. y ORTEGA, M.C. 1996. Characteristics of internal porosity of cork container media: HortScience, 31: 1177-1179.
- ORDOVÁS, J., CARMONA, E., ORTEGA, M.C. y AGUADO, M.T. 1997. Características físicas de sustratos de corcho y turba en macetas tras 2,5 meses de cultivo: Actas de Horticultura, 18: 464-467.
- ORTEGA, M.C., ORDOVÁS, J., AGUADO, M.T. y MORENO, M.T. 1993. Desarrollo de tagetes cultivados en residuos de la industria corchera. European Federation Chemical Engineering (EFCE) Publications Series Nº 101, vol. 2: 205-210.
- ORTEGA, M.C., MORENO, M.T., ORDOVÁS, J. y AGUADO, M.T. 1996. Behaviour of different horticultural species in phytotoxicity bioassays of bark substrates: Scientia Horticulturae, 66: 125-132.
- ORTEGA, M.C., AGUADO, M.T., ORDOVÁS, J. y MORENO, M.T. 1997. Respuesta a diferentes soluciones nutritivas de Petunia y Geranio en sustrato de Corcho Compostado: I Congreso Ibérico y III Nacional de Fertirrigación. Murcia (España).
- ORTEGA, M.C., AGUADO, M.T., MORENO, M.T., ORDOVÁS, J. y CARMONA, E. 1997. Evolution of chemical parameters during composting of cork. International Symposium Composting and use of composted material for horticulture. Auchincruive, Escocia (Reino Unido).
- OTERO, L.R. 1992 Residuos Sólidos Urbanos. Unidades Temáticas Ambientales. Ministerio de Obras públicas y Transportes, Madrid. 198 pp.
- PATENTE Nº 9602093. Procedimiento para la producción de un sustrato hortícola a partir del residuo de la industria del corcho. Producto obtenido y sus aplicaciones. Ortega, M^oC., Ordovás, J., Aguado, M^oT., Moreno, M^oT., Carmona, E., Diputación de Sevilla.
- PEÑUELAS, J.L. y OCAÑA, L. 1996. Cultivos de plantas forestales en contenedor. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Mundi-Prensa. Madrid. 190 pp.
- SUÁREZ, M.P., LÓPEZ-RIVARES, E.P., ORDOVÁS, J., AGUADO, M.T. 1993. Enraizamiento de estaquillas de adelfa, olivo y geranio en sustrato de corcho: Actas de Horticultura, 10: 1185-1190.



AGRICULTURA



GANADERÍA



PESCA Y AGRICULTURA



POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIA



FORMACIÓN AGRARIA



CONGRESOS Y JORNADAS



R.A.E.A.



ISBN 84-8474-011-0



9 788484 740117

P.V.P.: 600 ptas.
3,61 €



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca