



FUNDACIÓN
FORO AGRARIO



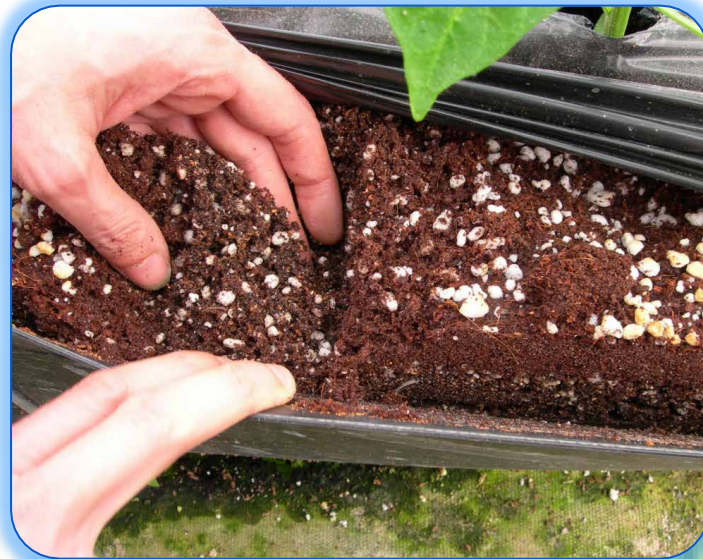
POLITÉCNICA



WORLD GREEN INFRASTRUCTURE NETWORK
vegetation makes it possible!



Jornada sobre "Agricultura Urbana Integral "(AUI)



E.T.S. Ingenieros Agrónomos
26 de marzo de 2015



AGRÓNOMOS
ETSIAUPM
We Engineer
LIFE, FOOD AND ENVIRONMENT

LOS SUSTRATOS EN LA AGRICULTURA URBANA INTEGRAL

ALBERTO MASAGUER
Departamento
Producción Agraria
Universidad Politécnica
de Madrid

26 de marzo de 2015

ÍNDICE

Introducción

Concepto de sustrato de cultivo

Propiedades a considerar

Criterios de selección sostenible

Investigación e innovación

Conclusiones

CONCEPTO DE SUSTRATO



Material sólido

Natural-Síntesis-Residual

Distinto del suelo *in situ*

Anclaje del sistema radicular

Sustrato de cultivo: Material sólido distinto del suelo “*in situ*” donde se cultivan las plantas.

FUNCIONES DE LOS SUSTRATOS

Anclaje mecánico

Reserva hídrica

Proporciona el aire necesario

Asegurar la nutrición mineral de la planta



PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS

Sustrato ideal Vs. Propiedades de un “buen sustrato”.

Propiedades físicas:

Densidad aparente.

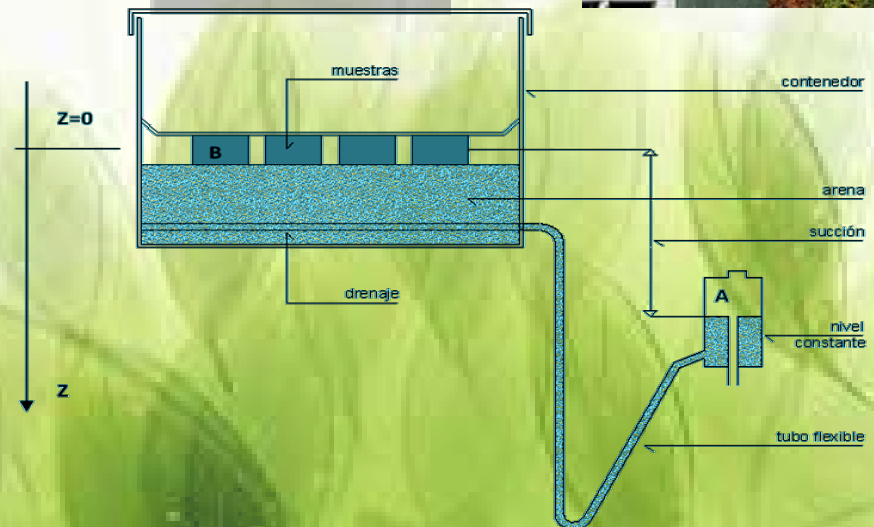
Elevada porosidad total.

Capacidad de retención de agua.

Suministro de aire.

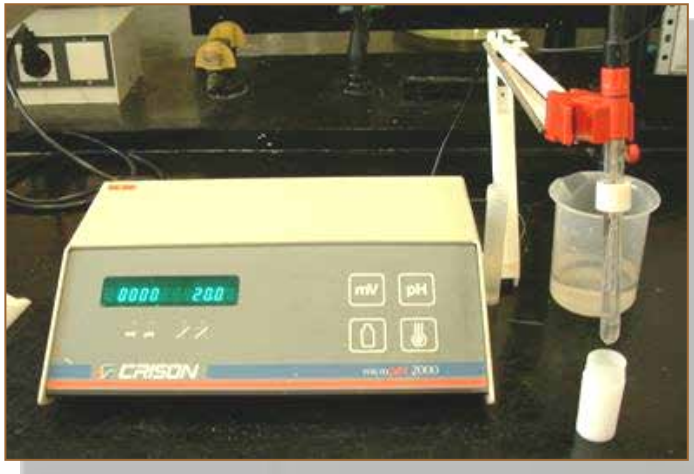
Estructura estable que impida la contracción.

Distribución del tamaño de partículas adecuado.



PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS

Sustrato ideal Vs. Propiedades de un “*buen sustrato*”.



Propiedades químicas:

Capacidad de intercambio catiónico.

Nutrientes asimilables.

Baja salinidad.

Elevada capacidad tampón y pH ligeramente ácido.

Mínima velocidad de descomposición.

PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS

Sustrato ideal Vs. Propiedades de un “buen sustrato”.

Otras propiedades:

Libre de **Patógenos** y sustancias **fitotóxicas**.

Reproducibilidad, disponibilidad y bajo **coste**

Fácil de **manejar**, rehumectar y desinfectar.

Resistencia a cambios físicos, químicos y ambientales externos.



PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS

Métodos analíticos normalizados

Determinación	Referencia norma UNE-EN
Toma de muestras	<u>UNE-EN 12579:2000</u>
Preparación de la muestra	
Contenido en materia seca	<u>UNE-EN 13040:2001</u>
Densidad Aparente Compactada de Laboratorio	
pH	<u>UNE-EN 13037:2001</u>
Conductividad Eléctrica	<u>UNE-EN 13038:2001</u>
Materia orgánica y cenizas	<u>UNE-EN 13039:2001</u>
Cationes solubles en agua	
Aniones solubles en agua	<u>UNE-EN 13652:2002</u>
Granulometría	<u>UNE-EN 15428:2008</u>
Determinación de las propiedades hidrofísicas	<u>UNE-EN 13041:2001/A1:2007</u>
Nitrógeno Kjeldahl	<u>UNE-EN 13654-1:2002</u>

CRITERIOS DE SELECCIÓN



Horticultura urbana



Terrazas verdes



Jardinería vertical

SUSTRATOS SOSTENIBLES

El interés de **gestión ambiental** incita a: *reciclar, reducir y reutilizar los residuos orgánicos generados por la sociedad en diversas actividades.*

Reciclar

Reducir

Reutilizar



Muchos de estos materiales pueden ser utilizados para la elaboración de **sustratos sostenibles, eficaces y estables.**

HORTICULTURA URBANA

A. Periurbana



A. Urbana

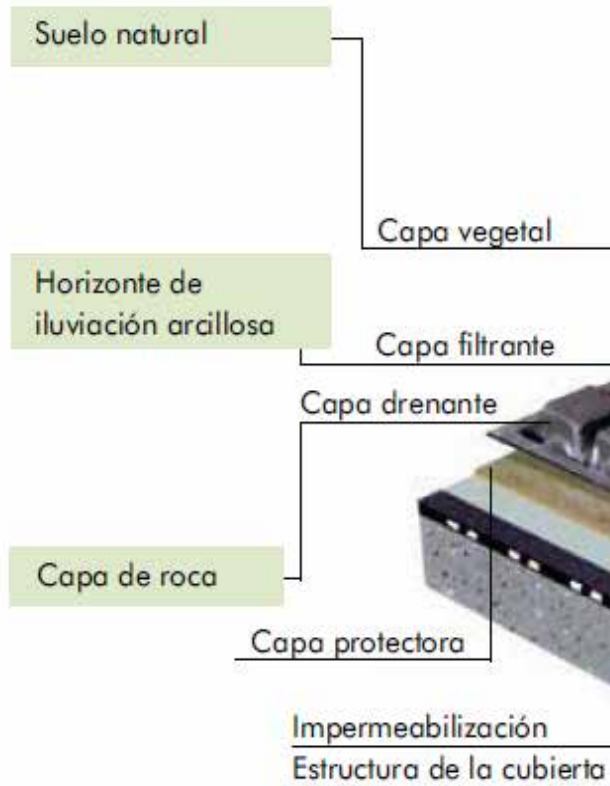


Mejora de suelos

Efecto de
contaminantes

Sustratos en
contenedores

TERRAZAS VERDES



FUENTE: ZinCo

TERRAZAS VERDES



PLANTAS INDICADORAS:

- 1) *Teucrium chamaedrys*
- 3) *Frankenia thymifolia*

- 2) *Othonna cheirifolia*
- 4) *Crassula poliploides*

TERRAZAS VERDES

SUSTRATOS ENSAYADOS

RVC + PV



CPC + PV



CPC + FC



RVC + CPC



RVC + FC



*RVC = restos vegetales compostados, PV = puzolana volcánica,
CPC = corteza de pino compostados y FC = fibra de coco.
(Proporción: 70% / 30% v/v)*

TERRAZAS VERDES

Tabla 1. Propiedades físicas iniciales en sustratos de cultivo ensayados en un sistema de cubierta vegetal (valores promedios*).

Sustrato	Hg (%)	Da (Kg.m ⁻³)	dr (Kg.m ⁻³)	EPT (%)
RVC+PV	9,43 a	848,95 e	2419,67 e	65,02 a
CPC+PV	16,06 b	719,57 d	2375,03 d	68,92 b
CPC+FC	45,06 e	196,06 a	1823,05 a	89,25 e
RVC+CPC	36,40 d	363,44 b	2022,99 b	82,00 d
RVC+FC	27,20 c	387,89 c	2025,95 c	79,65 c
Nivel óptimo¹	-	< 400	1450 -2650	>85

*Medias con una letra común en una misma columna no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$), Tukey HSD. RVC=Restos vegetales compostados, PV= puzolana volcánica, CPC=corteza de pino compostada, FC= fibra de coco. Hg=humedad gravimétrica, Da=densidad aparente, dr=densidad real y EPT=espacio poroso total. ¹Abad y col., 1992.

TERRAZAS VERDES

Tabla 2. Propiedades hidrofísicas en sustratos de cultivo ensayados en un sistema de cubierta vegetal (valores en porcentaje/volumen).

Sustrato	Espacio poroso total			
	CA (%)	AFD (%)	AR (%)	ADD (%)
RVC+PV	39,80 d	4,42 a	2,58 a	18,23 a
CPC+PV	37,88 c	7,58 b	2,66 a	20,80 b
CPC+FC	41,98 e	8,59 b	3,52 ab	35,16 d
RVC+CPC	29,42 a	17,00 c	4,79 b	30,79 c
RVC+FC	31,65 b	16,72 c	3,18 a	28,10 c
Nivel de referencia¹	20-30		4-10	25-31

* Medias con una letra común en una misma columna no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$), Tukey HSD. RVC=Restos vegetales compostados, PV= puzolana volcánica, CPC=corteza de pino compostada, FC= fibra de coco. CA=capacidad de aireación, AFD=agua fácilmente disponible, AR=agua de reserva, ADD=agua difícilmente disponible. ¹Abad y col., 1992.

TERRAZAS VERDES

CONCLUSIONES DESTACADAS

- Los niveles de referencia empleados corresponden a propiedades generales de sustratos, **no existen datos** específicos de esos sustratos en **terrazas verdes**.
- De las propiedades estudiadas se resalta la necesidad de **bajas densidades, elevadas porosidades** y **estructura estable**.
- De forma **preliminar** se puede afirmar que los sustratos ensayados muestran **características adecuadas** para la producción y desarrollo de estas plantas en el sistema de **cubierta vegetal** utilizado.

JARDINERÍA VERTICAL



iMiDRA
Instituto Madrileño de Investigación
y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario



JARDINERÍA VERTICAL

CPC + FC



*CPC =corteza de pino compostados,
FC =fibra de coco,
RVC =restos vegetales compostados
PE =poliestireno expandido.*

(Proporción: 70% / 30% v/v)

FC + CPC



RVC + FC



FC +PE (Testigo)



RVC +CPC



JARDINERÍA VERTICAL

Tabla 1. Propiedades químicas iniciales de los sustratos evaluados en un jardín vertical con vegetación tapizante (valores promedios*).

Sustrato	Da (g.cm ⁻³)	dr (Kg.m ⁻³)	EPT (%)	pH	CE (mS.m ⁻¹)
CPC+FC	0,19 b	1823 b	89 c	5,5 a	46 a
FC+CPC	0,23 c	1841 c	96 e	6,3 b	69 b
FC+PE	0,14 a	1682 a	92 d	6,2 b	40 a
RVC+CPC	0,36 d	2023 d	82 b	8,0 d	49 a
RVC+FC	0,39 e	2026 e	79 a	7,4 c	40 a
Nivel de referencia ¹	< 0,40	1405 -2650	>85	5,5-6,8	15-50

*Medias con una letra común en una misma columna no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$), Tukey HSD. RVC=Restos vegetales compostados, CPC=corteza de pino compostada, FC= fibra de coco, PE=poliestireno expandido. Da=densidad aparente, dr=densidad real o de partículas y EPT=espacio poroso total, CE= Conductividad Eléctrica. ¹Abad et al., (1992).

JARDINERÍA VERTICAL

Tabla 2. Valores medios correspondientes al porcentaje de materia orgánica inicial y final y la relación carbono-nitrógeno inicial y final en sustratos estudiados.

Sustrato	MO inicial	MO final	C/N inicial	C/N final
	(%)			
CPC+FC	52,6 b	61,5 b	78,2 c	53,1 b
FC+CPC	57,5 b	62,3 b	67,6 b	53,5 b
FC+PE	69,4 c	63,7 b	30,1 a	46,2 b
RVC+CPC	38,1 a	45,0 a	26,6 a	25,6 a
RVC+FC	42,9 a	42,9 a	31,1 a	26,7 a
Nivel de referencia ¹	>80%		20-40	

*Medias con una letra común en una misma columna no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$), Tukey HSD. RVC=Restos vegetales compostados, CPC=corteza de pino compostada, FC= fibra de coco, PE=poliestireno expandido. Hg=humedad gravimétrica, Da=densidad aparente, dr=densidad real o de partículas y EPT=espacio poroso total. ¹Abad et al., (1992).

JARDINERÍA VERTICAL

Conclusiones iniciales sustratos eco-compatibles

- Como **conclusión general** y analizando en perspectiva los datos presentados se puede considerar que **los sustratos orgánicos empleados evolucionan bien** a lo largo del tiempo sin un deterioro importante en las características, lo cual **garantiza la duración y la estabilidad de los materiales ensayados** en el jardín vertical.

- De todas maneras, el **jardín continúa evolucionando** y es preciso conocer a largo plazo cuál será la **vida útil** de los sustratos ensayados y cuánto tiempo pueden los materiales **mantener sus propiedades sin detrimento para la vegetación y estética del jardín vertical**.



CONCLUSIONES

CONCEPCIÓN



PREGUNTAS

2015

Año Internacional
de los Suelos



ALBERTO MASAGUER

Departamento Producción Agraria (UPM)

alberto.masaguer@upm.es

GRACIAS