



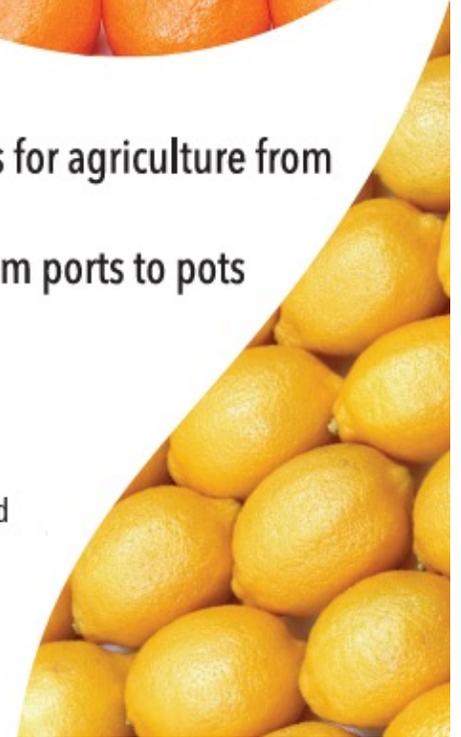
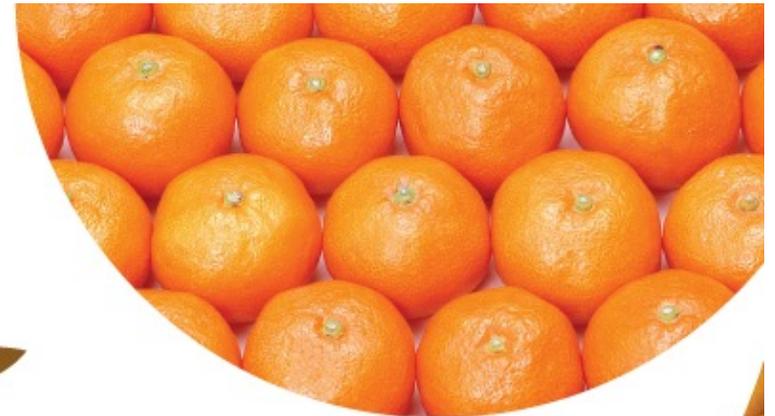
**LIFE17 ENV/IT/000347**  
**01/10/2018 - 30/09/2021**

**This project is co-financed by  
the European Union through the LIFE programme**

# SUB SED

A stylized plant logo with green leaves and brown branches, integrated into the letters of "SUBSED".

**Sustainable substrates for agriculture from  
dredged remediated  
marine sediments: from ports to pots**



**Project Coordinator**

**Dr. Maria Castellani, Flora Toscana**  
life@floratoscana.it



[www.lifesubsed.com](http://www.lifesubsed.com)



Life Subsed

**Beneficiaries**



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Istituto di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri



# Resultados del cultivo de granado con sedimentos marinos: Proyecto LIFE HORTISED (España)

Dr. Pablo Melgarejo



DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL Y  
MICROBIOLOGÍA



# PROYECTO HORTISED

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

"DEMONSTRATION OF THE SUITABILITY OF DREDGED REMEDIATED SEDIMENTS FOR SAFE AND SUSTAINABLE HORTICULTURE PRODUCTION".

## RESULTADOS EN GRANADO

I.P.: Pablo Melgarejo

Investigadores: P. Legua, J. J. Martínez., F. Hernández, R. Martínez y F. Pérez

Dpto. de Producción Vegetal y Microbiología (UMH)

Orihuela, 29 de noviembre de 2021



UNIVERSITAS  
Miguel Hernández

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL Y  
MICROBIOLOGÍA



# PROYECTO HORTISED

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

Fig. 2 - Phytoremediation site (Agriport project) (top left) inside the Port of Leghorn (43°33'31.78"N, 10°18'29.32"E) (top right); site preparation (bottom left) and sediment sampling (bottom right).



# PROYECTO HORTISED

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

AGRIPORT:



# PROYECTO HORTISED

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## OBJETIVOS:

- Reducir el uso de turba y otros sustratos.
- Demostrar la viabilidad de su uso en agricultura/forestal sin riesgo para la salud: cambio de legislación europea.
- Crear empleo en la UE
- Producir un gran ahorro en los Puertos, tras su biorremediación, evitando el envío a vertedero: Residuo → Input
- Economía circular.



# PROYECTO HORTISED

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## **Material vegetal ensayado:**

Granado (2016-2017)

Fresa

## **Sustratos ensayados:**

Sedimentos marinos: S100 (100% S), S50 (50%S+50%T) y S0% (100% turba)

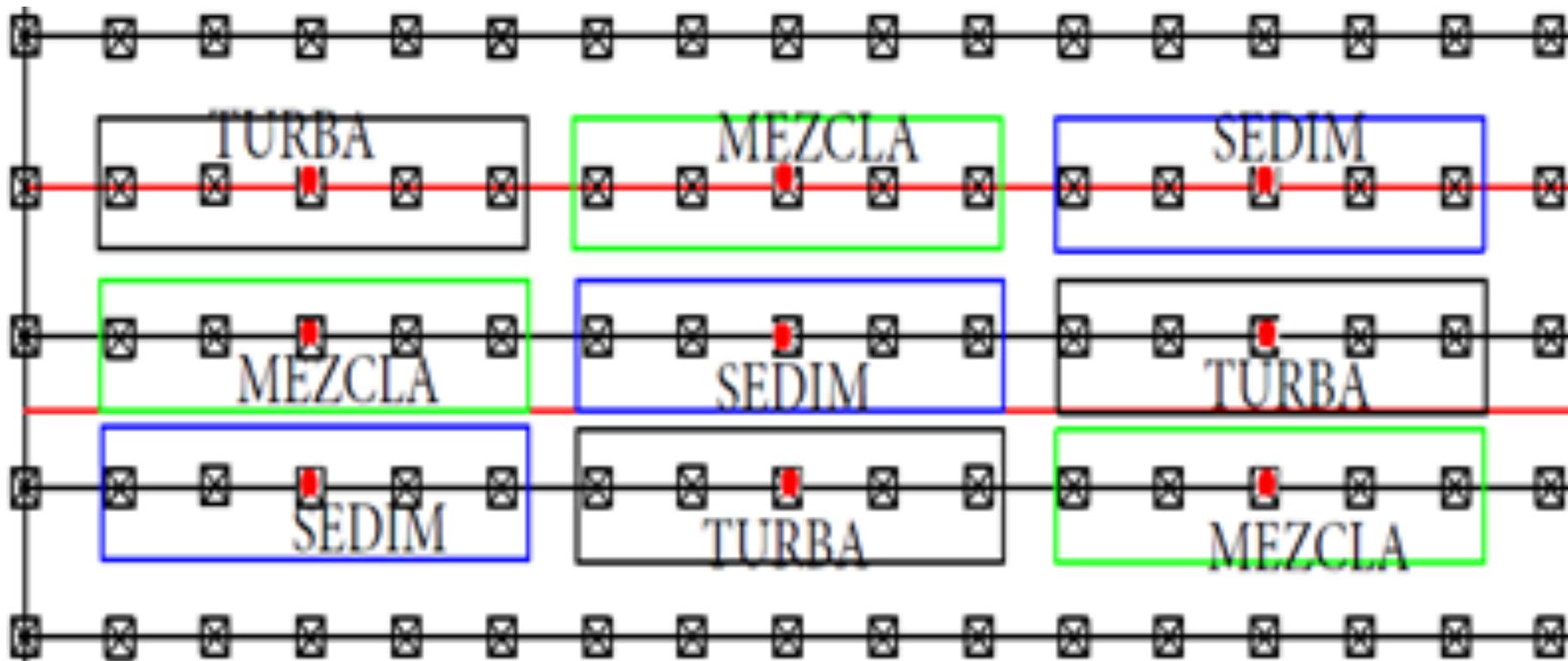
## **Diseño experimental:**

Bloques al azar con 3 rep/trat y 5 árb/trat



# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )





# PROYECTO HORTISED-Granado

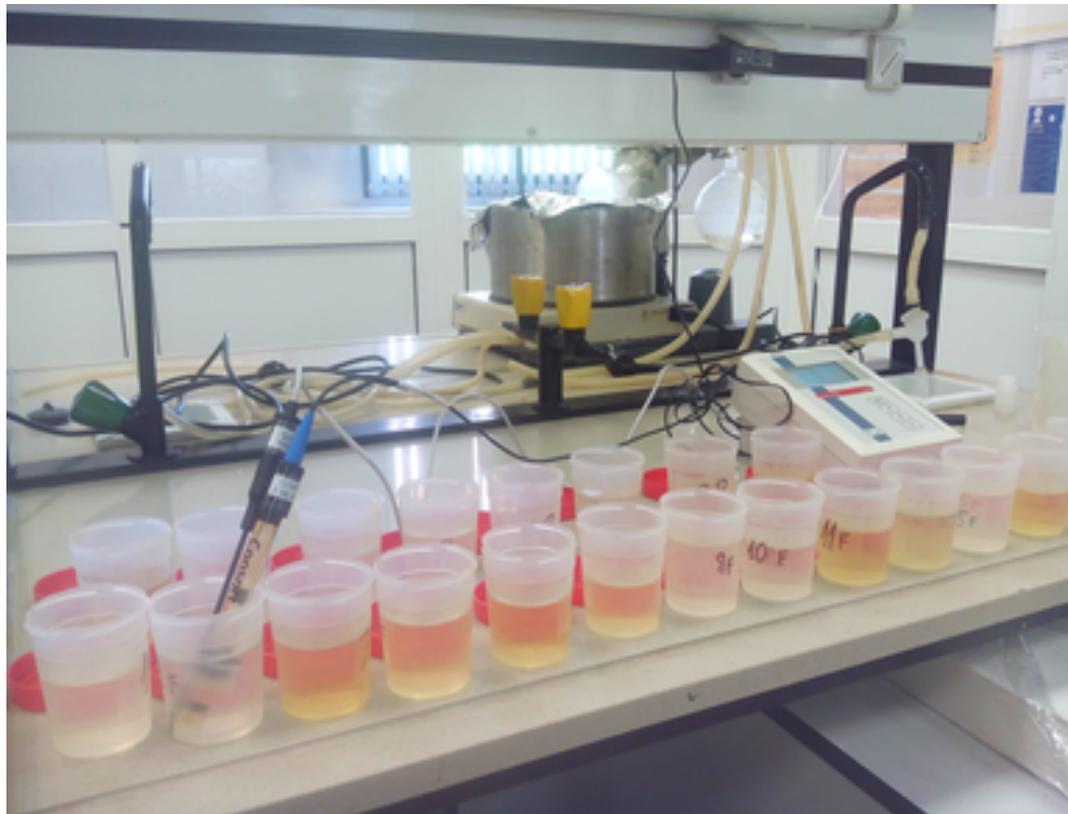
(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )



# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

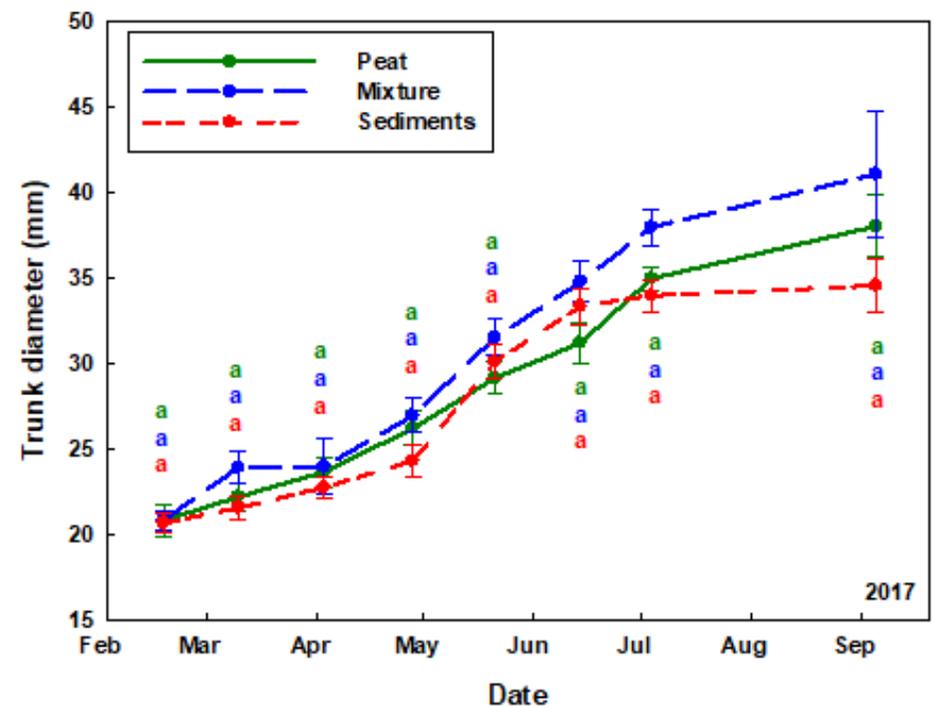
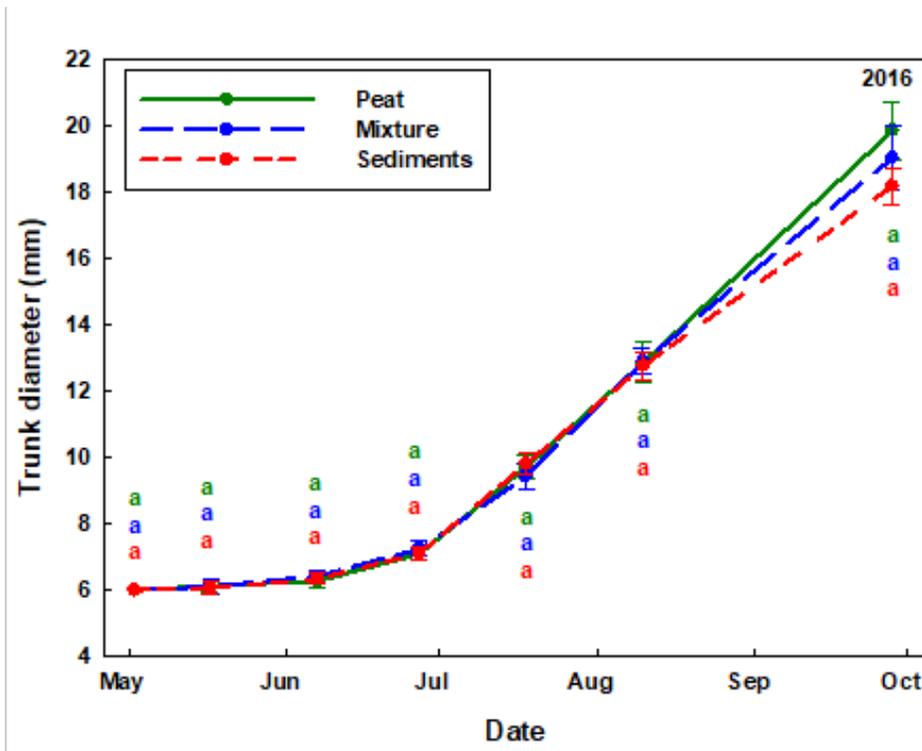
Diversas medidas en campo y en laboratorio



# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## Resultados: - Diámetro de tronco

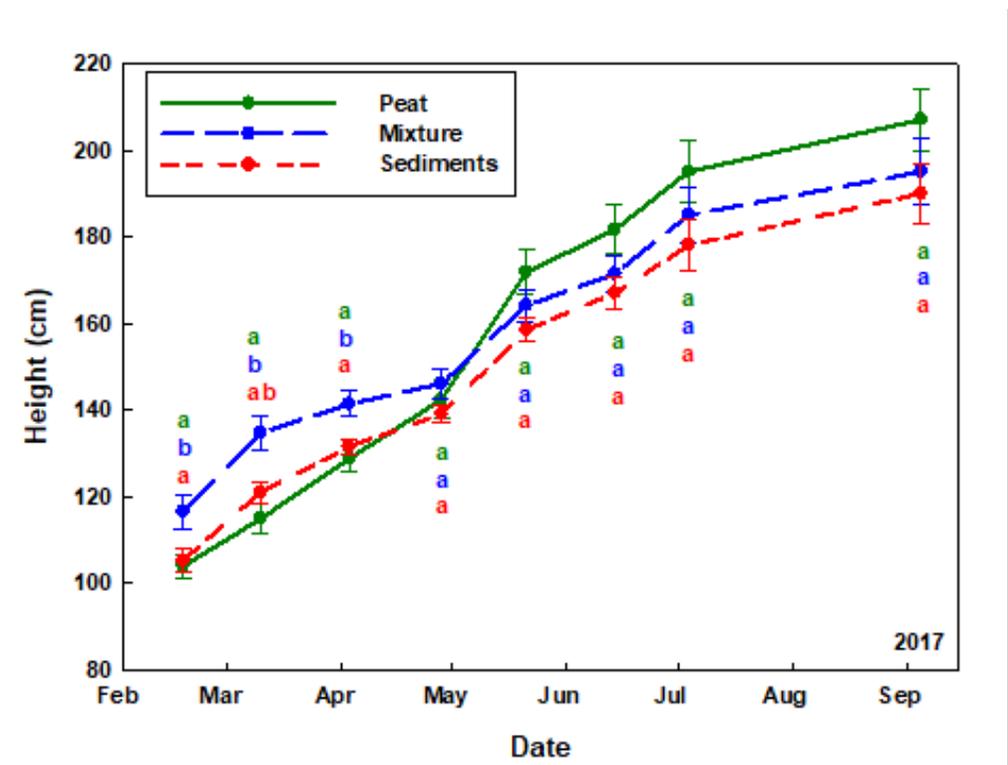
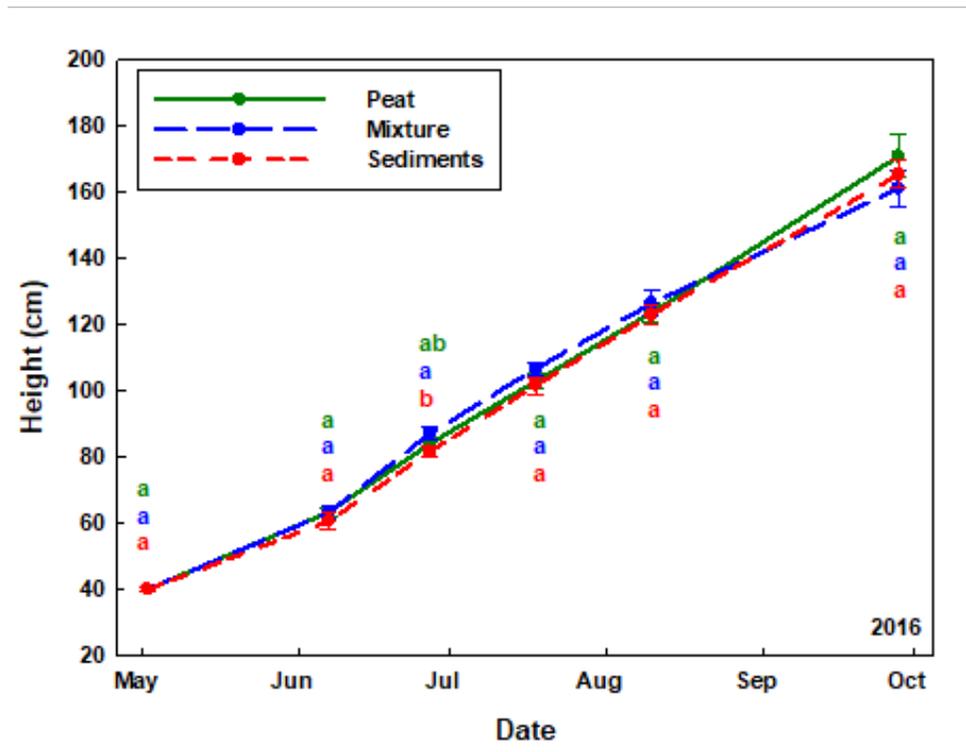


# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## Resultados:

- Altura del árbol



# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## Resultados:

Tabla 3. Análisis de agua de drenaje. Macroelementos

Sediments	Macroelements		
	Unit	2016	2017
Sodium (Na)	mg L <sup>-1</sup>	197	119
Potassium (K)	mg L <sup>-1</sup>	412	266
Calcium (Ca)	mg L <sup>-1</sup>	286	152
Magnesium (Mg)	mg L <sup>-1</sup>	78.8	44.5
Boron (B)	mg L <sup>-1</sup>	1.53	0.784
Chlorides (Cl <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	304	215
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	418	400
Carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	< 5.00	< 5.00
Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	268	168
Nitrates (NO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	909	269
Ammoniacal nitrogen (NH <sub>4</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	< 0.100	0.331
Phosphates (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	39.2	28.4

Tabla 4. Análisis de agua de drenaje. Microelementos

Sediments	Microelements		
	Unit	2016	2017
Manganese (Mn)	µg L <sup>-1</sup>	164	104
Iron (Fe)	µg L <sup>-1</sup>	672	1840
Zinc (Zn)	µg L <sup>-1</sup>	660	670
Copper (Cu)	µg L <sup>-1</sup>	183	131
Molybdenum (Mo)	µg L <sup>-1</sup>	91.2	62

# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## Resultados:

Tabla 6. Suma de la fracción de tóxicos metálicos analizados en agua de drenaje

Sediments	Metal toxics					
	Unit	2016	2017	MPL	Fraction 2016	Fraction 2017
Arsenic (As)	µg L <sup>-1</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmium (Cd)	µg L <sup>-1</sup>	17.2	11	500	0.0344	0.022
Chromium (Cr)	µg L <sup>-1</sup>	< 10.00	< 10.00	500	0.02	0.02
Nickel (Ni)	µg L <sup>-1</sup>	41	16.5	10000	0.0041	0.00165
Mercury (Hg)	µg L <sup>-1</sup>	< 0.200	1.83	100	0.002	0.0183
Lead (Pb)	µg L <sup>-1</sup>	7.71	2.58	500	0.01542	0.00516
Selenium (Se)	µg L <sup>-1</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
Copper (Cu)	µg L <sup>-1</sup>	183	131	10000	0.0183	0.0131
Zinc (Zn)	µg L <sup>-1</sup>	660	670	20000	0.033	0.0335
				<b>Σ total</b>	<b>0,12722</b>	<b>0.09371</b>
				<b>MPL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

MLP: Límite máximo permitido



# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## Resultados:

Otros análisis: raíz, tallo, hojas, frutos

Tabla 12. Producción, número de frutos y peso medio del fruto de granado.

	Yield tree <sup>-1</sup>	Fruits tree <sup>-1</sup>	Fruit weight average
Pomegranate	(Kg)	(nº)	(g)
Peat	6.63 ± 0.35 a	22 ± 1.33 a	261.8 ± 11.32 a
Mixture	6.29 ± 0.28 a	25 ± 1.29 a	248.8 ± 11.64 a
Sediments	4.30 ± 0.37 b	18 ± 1.86 a	227.4 ± 10.29 b

# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## Resultados:

Fig. 7 – Pomegranate demonstration trials:  
pomegranate plants Spain 01-09-2016 (right)



Foto 15. Frutos en el árbol en el momento de la recolección



# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

## Resultados:

Pomegranate demonstration trials: pomegranate plants Spain 15-09-2017



# PROYECTO HORTISED-Granado

(LIFE14 ENV/IT/000113 - HORTISED )

**Resultados:**



# PROYECTO HORTISED-Granado

Tabla 15. Análisis de metales en el fruto

Fruit analyses	Unit	Seeds			Skin + Membranes		
		Peat	Mixture	Sediments	Peat	Mixture	Sediment
Molybdenum (Mo)	mg Kg <sup>-1</sup>	0.0605	0.0759	0.0821	0.0671	0.0711	0.0786
Tin (Sn)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200	< 0.200
Cobalt (Co)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500
Antimony (Sb)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500
Arsenic (As)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500
Beryllium (Be)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.00500	< 0.00500	< 0.00500	< 0.00500	< 0.00500	< 0.00500
Strontium (Sr)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.500	< 0.500	< 0.500	1.13	0.97	< 0.500
Total Iron (Fe)	mg Kg <sup>-1</sup>	8.05	3.39	4.17	2.87	2.94	3.01
Total Manganese (Mn)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00	< 2.00
Silver (Ag)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.0250	< 0.0250	< 0.0250	< 0.0250	< 0.0250	< 0.0250
Thallium (Tl)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.00500	< 0.00500	< 0.00500	< 0.00500	< 0.00500	< 0.00500
Vanadium (V)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500
Selenium (Se)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500	< 0.0500
Aluminum (Al)	mg Kg <sup>-1</sup>	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500	< 0.500

# PROYECTO HORTISED-Granado

Tabla 17. . PH, contenido en solidos solubles (TSS, °Brix), acidez (TA, g 100 mL<sup>-1</sup>) e índice de madurez (SSC/TA).

Seeds	Peat	Mixture	Sediments
<b>pH</b>	4.67 ± 0.25a	5.41 ± 0.31a	4.98 ± 0.09a
<b>TSS</b>	14.60 ± 0.15a	15.83 ± 0.64ab	16.40 ± 0.25b
<b>Acidity</b>	3.18 ± 0.13a	3.20 ± 0.11a	3.13 ± 0.14a
<b>Mat. Index</b>	45.99 ± 1.60a	49.43 ± 0.80a	52.67 ± 2.44a
<b>Seed+Memb</b>			
<b>pH</b>	4.75 ± 0.19a	4.85 ± 0.17a	4.35 ± 0.15a
<b>TSS</b>	15.00 ± 0.05ab	14.70 ± 0.1a	16.23 ± 0.49b
<b>Acidity</b>	3.94 ± 0.16a	3.53 ± 0.21a	4.19 ± 0.18a
<b>Mat. Index</b>	38.23 ± 1.49a	42.01 ± 2.68a	38.91 ± 2.00a

# PROYECTO HORTISED-Granado

Tabla 18. Concentración de ácidos orgánicos (Oxálico, cítrico y quínico) y azúcares (Glucosa y fructosa) (%) en los distintos sustratos estudiados.

	Acids			Sugars	
	Oxalic	Citric	Quinic	Glucose	Fructose
<b>Seed</b>					
Peat	0.10 ± 0.00 ab	0.11 ± 0.01 a	0.59 ± 0.04 a	9.97 ± 0.16 a	12.46 ± 0.21 a
Mixture	0.10 ± 0.00 a	0.11 ± 0.00 a	0.60 ± 0.01 a	10.48 ± 0.02 ab	13.15 ± 0.04 ab
Sediments	0.09 ± 0.00 b	0.09 ± 0.01 a	0.42 ± 0.03 b	10.92 ± 0.21 b	13.73 ± 0.23 b
<b>Seed+Membranes</b>					
Peat	0.07 ± 0.01 ab	0.09 ± 0.00 a	0.35 ± 0.06 a	9.78 ± 0.21 a	12.39 ± 0.25 ab
Mixture	0.05 ± 0.00 a	0.09 ± 0.00 a	0.57 ± 0.03 b	9.19 ± 0.02 a	11.50 ± 0.11 a
Sediments	0.08 ± 0.00 b	0.09 ± 0.00 a	0.75 ± 0.05 b	10.73 ± 0.31 b	12.76 ± 0.33 b

Otros compuestos analizados: plaguicidas, derivados del petróleo,...



# PROYECTO HORTISED-Granado

Tabla 19. Actividad antioxidante por los métodos ABTS, DPPH and FRAP y fenoles totales para cada sustrato.

Seeds	ANTIOXIDANT ACTIVITY			TOTAL PHENOLS
	ABTS	DPPH	FRAP	
Peat	8.05 ± 0.54a	4.95 ± 0.22a	552.32 ± 51.11a	244.91 ± 12.01a
Mixture	8.58 ± 0.24a	5.41 ± 0.10a	583.66 ± 14.14a	246.78 ± 6.45a
Sediments	7.72 ± 0.34a	4.96 ± 0.24a	611.83 ± 54.13a	247.13 ± 12.53a
<b>Seeds+Membranes</b>				
Peat	15.13 ± 0.33a	8.68 ± 0.23a	1965.42 ± 163.64a	257.46 ± 4.89a
Mixture	13.45 ± 0.20a	8.06 ± 0.24a	1584.08 ± 124.32a	253.35 ± 4.82a
Sediments	14.79 ± 0.89a	8.85 ± 0.38a	1782.67 ± 116.87a	250.42 ± 4.47a

# PROYECTO HORTISED-Granado

## Conclusiones:

No se sobrepasaron los límites legales de: Mp, tóxicos metálicos y de residuos de plaguicidas en el agua de drenaje, ni en dif. Partes de la planta.

Se ahorró un 13% de agua en TS50 y un 26% en TS100 respecto a TS0

## Conclusión final:

En los tres tratamientos se obtuvo un crecimiento vegetativo similar, si bien respecto a la producción y morfología del fruto, el tratamiento TS100 quedó por debajo de los otros dos tratamientos (TS0 y TS50) en algunos parámetros medidos, por lo que sería conveniente estudiar otras mezclas



PROYECTO SUBSED



UNIVERSITAS  
Miguel Hernández

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL Y  
MICROBIOLOGÍA



# PROYECTO HORTISED-Granado

## Actividades científicas y de difusión:

- Artículos científicos en revistas del JCR: 8+2
- Artículos de difusión en español: 5
- Difusión a autoridades de Administraciones públicas: 4
- Asistencia y difusión en ferias nacionales: 2
- Asistencia y difusión en ferias internacionales: 1
- Organización y asistencia a Wokshop: 3
- Entrevistas en radio y TV: 2

