



**Plástico biobasado, biodegradable y aditivado  
para una agricultura sostenible.  
Resultados preliminares.**

Redondo, D., Díaz, A., Pérez, M., Remón, S. & Val, J.

Estación Experimental de Aula Dei (CSIC).  
Avda. Montañana 1005 – 50059 Zaragoza – Spain

[jesus.val@csic.es](mailto:jesus.val@csic.es)



LIFE14 ENV/ES/000486



MATURAÇÃO E PÓS-COLHEITA



- Las prácticas de cultivo semi-intensivas e intensivas actuales requieren el uso de grandes cantidades de film plástico y de papel parafinado.



- ✓ Retener el agua y los nutrientes
- ✓ Prevenir el crecimiento de malas hierbas
- ✓ Temperatura adecuada en la rizosfera



- ✓ Protege frente a plagas e infestaciones
- ✓ Aísla el fruto del contacto con fitosanitarios
- ✓ Color de la piel mucho más uniforme.

► Problema medioambiental: **NO BIODEGRADABLE**



- ✓ Un solo uso
- ✓ Su retirada supone un coste de tiempo y dinero
- ✓ Consecuencias medioambientales si no se retira adecuadamente

*Innovative fully biodegradable mulching films & fruit protection bags for sustainable agricultural practices LIFE14 ENV/ES/000486*

LIFE MULTIBIOSOL



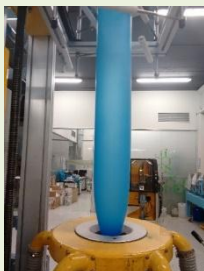
## ► Objetivo general

**Demostrar que la sostenibilidad y la eficiencia de las prácticas agrícolas pueden lograrse mediante la introducción de un plástico innovador, económicamente viable y totalmente biodegradable que elimina los residuos por completo tanto en acolchado en cultivos hortícolas como en embolsado en cultivos frutales**

## ► Objetivos parciales:

- Eliminar de residuos
- Desarrollar nuevos films plásticos biodegradables con un impacto medioambiental más bajo
- Mejorar el suelo y la calidad del producto

## ➤ Fabricación bioplásticos





## ➔ Cultivos hortícolas



PCL  
Policaprolactona-  
almidón



PHA  
polihidroxialcaonatos



PBS  
polibutileno succinato

Plástico	Oligoelementos (Mn y Zn)	Dimensiones (m)	Repeticiones
Control	-	0,6 X 6	6
M3	3%	0,6 X 6	6
M2	1,5%	0,6 X 6	6
M1	0%	0,6 X 6	6
N3	3%	0,6 X 6	6
N2	1,5%	0,6 X 6	6
N1	0%	0,6 X 6	6
P3	3%	0,6 X 6	6
P2	1,5%	0,6 X 6	6
P1	0%	0,6 X 6	6






Tomate 'Manitu'



Pimiento Rojo 'Morrón'



Pepino 'Urano'

									
P91 1	P91 2	P91 3	N041	N042	N043	M211	M212	M213	Control 1
									
P91 1	P91 2	P91 3	N041	N042	N043	M211	M212	M213	Control 2
									
P91 1	P91 2	P91 3	N041	N042	N043	M211	M212	M213	Control 3

## Riego por goteo

Cultivo	Separación entre líneas (m)	Separación entre plantas (m)	Fecha plantación	Fecha recolección
Tomate	1	0,5	24/05/2016	25/08/2016
Pimiento	1	0,5	24/05/2016	13/10/2016
Pepino	1,5	0,7	24/05/2016	07/07/2016





## ➔ Cultivos hortícolas

### **Análisis suelos**



Malas hierbas



Conductividad  
Materia orgánica  
Relación C/N  
Microelementos y aniones

### **Análisis plásticos**



Grosor



Resistencia a rotura

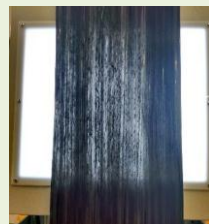
### **Análisis cultivos**



Fluorescencia



SPAD



Dispersión  
materiales



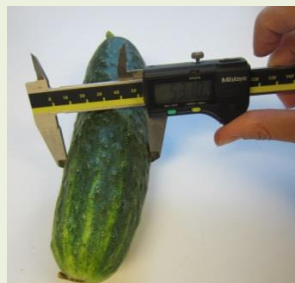
Biodegradabilidad  
Metales pesados  
Fitotoxicidad

## ➤ Cultivos hortícolas

### Análisis calidad



Peso



Calibre



Sólidos  
solubles



Color



Firmeza



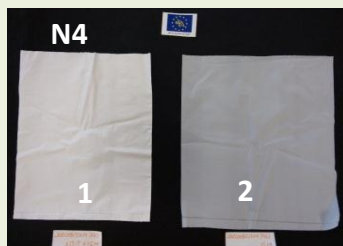
Análisis sensorial y  
olfatométrico



## ➔ Cultivos frutales: MELOCOTÓN



Papel parafinado



PHA  
polihidroxialcaonatos



PHA  
polihidroxialcaonatos



PCL  
Policaprolactona-almidón

Código	Bolsa	Blanqueante (TiO <sub>2</sub> )
C	Parafina	-
1	N4	5%
2	N4	0%
3	N5	5%
4	N5	0%
5	M2	5%
6	M2	0%



Melocotón 'Septiembre'



Embolsado: 14/07/2016

Recolección: 13/09/2016

## ➔ Cultivos frutales: MANZANO



Papel parafinado



PHA  
polihidroxiclcaonatos



PHA  
polihidroxiclcaonatos



PCL  
Policaprolactona-almidón

Código	Bolsa	Colorante
C	Sin bolsa	-
P	Parafina	-
1	N4	-
2	N4	Rojo
3	N5	-
4	N5	Rojo
5	M2	
6	M2	Rojo
7	M2	Azul



Manzana 'Fuji'



Embolsado: 18/08/2016

Recolección: 18/10/2016





## ➔ Cultivos FRUTALES

### Análisis plásticos



Grosor



Resistencia a  
rotura



Dispersión  
materiales



Biodegradabilidad  
Metales pesados  
Fitotoxicidad

### Análisis cultivos



Fluorescencia



SPAD

## ➤ Cultivos frutales

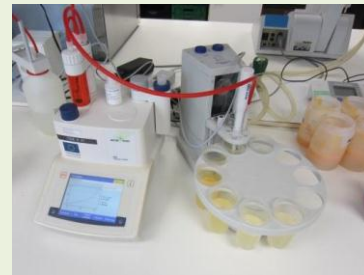
### Análisis calidad



Calibre



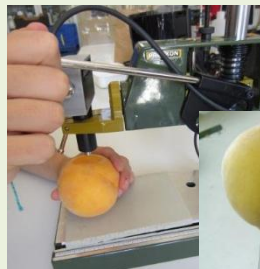
Sólidos solubles



Acidez



Color

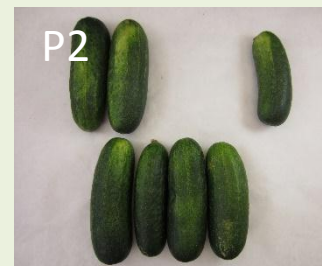
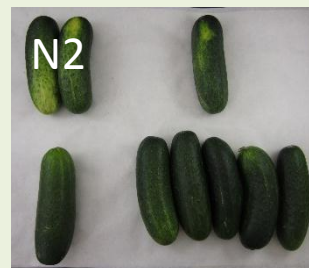


Firmeza



Análisis sensorial y  
olfatométrico

## ➡ Cultivos hortícolas: PEPINO



## ➡ Cultivos hortícolas: PEPINO

Plástico	Peso (g)	Calibre ecuatorial (cm)	Calibre longitudinal (cm)	Coordenada a*	Penetrometría (Kg)	Fenoles (mg/100 g pf)	Valoración hedónica sabor	Valoración hedónica aspecto
<b>Control</b>	<b>212,21</b>	<b>46,18</b>	<b>14,84</b>	<b>-9,68</b>	<b>1,44</b>	<b>12,06</b>	<b>5,9</b>	<b>7,1</b>
M3	255,85	50,59	15,55	-9,21	1,53	13,76	5,6	6,9
M2	244,20	49,40	15,32	-9,68	1,43	12,76	5,8	6,4
M1	250,25	49,26	15,41	-8,52	1,51	11,36	5,8	7,2
N3	275,52	51,02	15,99	-8,17	1,53	11,42	5,7	6,5
N2	240,42	49,85	15,69	-9,19	1,62	12,11	5,7	6,6
N1	240,42	48,60	15,32	-9,24	1,54	13,24	6,1	6,7
P3	250,33	50,17	15,26	-9,78	1,55	11,24	5,7	6,4
P2	224,65	47,68	15,06	8,95	1,52	10,79	5,9	7,1
P1	237,13	48,58	15,23	-9,72	1,54	13,89	6,0	7,3

\*Diferencia estadísticamente significativa  $p < 0,05$

## ➡ Cultivos hortícolas: TOMATE



## ➡ Cultivos hortícolas: TOMATE

Plástico	Peso (g)	Calibre ecuatorial (cm)	Calibre longitudinal (cm)	Coordenada a*	Penetrometría (Kg)	Fenoles (mg/100 g pf)	Valoración hedónica sabor	Valoración hedónica aspecto
<b>Control</b>	<b>110,42</b>	<b>46,49</b>	<b>87,14</b>	<b>33,22</b>	<b>69,02</b>	<b>42,03</b>	<b>6,2</b>	<b>5,4</b>
M3	105,50	46,36	88,17	34,17	68,18	39,15	6,4	6,1
M2	106,11	46,77	85,,63	33,47	69,26	39,07	6,2	5,9
M1	97,97	44,27	86,80	32,76	65,04	36,72	5,8	6,0
N3	107,84	44,83	87,57	32,75	68,76	37,86	5,6	6,1
N2	108,44	43,23	83,47	33,93	68,34	37,93	5,8	5,5
N1	102,11	46,33	89,78	31,99	63,62	36,01	5,9	5,8
P3	102,54	46,19	85,25	33,12	68,90	38,75	5,9	5,6
P2	91,78	46,05	86,74	33,44	70,60	41,56	6,2	6,0
P1	113,42	43,78	86,17	31,69	70,26	35,29	6,2	5,8

\*Diferencia estadísticamente significativa  $p < 0,05$



## ➤ Cultivos hortícolas: PIMIENTO





## ➡ Cultivos hortícolas: PIMIENTO

Plástico	Peso (g)	Calibre ecuatorial (cm)	Calibre longitudinal (cm)	Coordenada a*	Penetrometría (Kg)	Valoración hedónica sabor	Valoración hedónica aspecto
<b>Control</b>	<b>139,63</b>	<b>74,90</b>	<b>88,97</b>	<b>32,47</b>	<b>1,76</b>	<b>6,8</b>	<b>3,4</b>
M3	148,10	79,72	85,22	32,04	1,98	4,5*	4,3
M2	141,08	76,57	92,28	33,73	1,77	5,1	3,9
M1	134,10	78,71	81,50	35,63	1,60	4,6*	4,2
N3	122,53	72,39	84,40	34,00	1,48*	5,5	5,6*
N2	16,83	75,49	90,48	34,28	1,80	6,2	5,0
N1	149,59	77,16	85,30	32,82	1,96	6,4	4,0
P3	130,49	75,34	89,63	32,85	1,69	4,3*	5,1*
P2	170,17	80,26	90,58	31,90	1,86	5,9	5,1*
P1	138,693	76,93	82,75	30,86	1,65	6,2	4,2

\*Diferencia estadísticamente significativa  $p < 0,05$

## Estado visual plásticos

Cultivo	P1	P2	P3	N1	N2	N3	M1	M2	M3	CTL
Pepino										INTACTO
Tomate										INTACTO
Pimiento										INTACTO



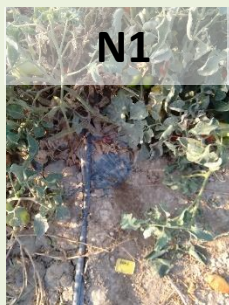
BIEN



REGULAR



MAL

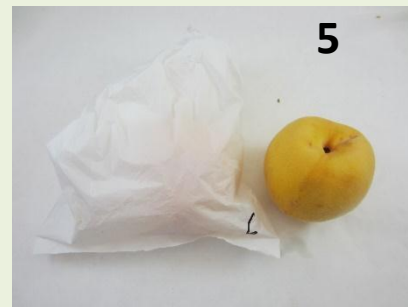
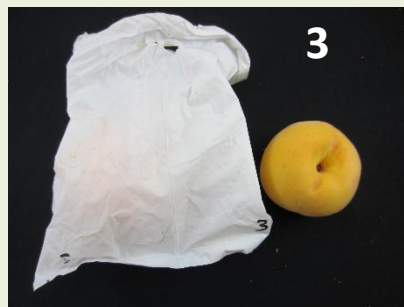
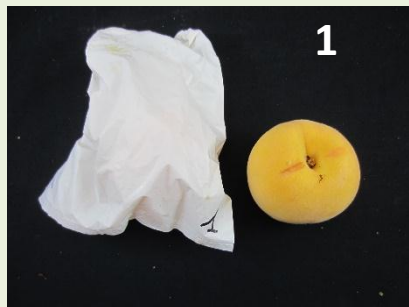


## ➔ Cultivos frutales: MELOCOTÓN





## ➤ Cultivos frutales: MELOCOTÓN



## ➡ Cultivos frutales: MELOCOTÓN

Plástico	Peso (g)	Calibre ecuatorial (cm)	Calibre longitudinal (cm)	Coordenada a*	Penetrometría (kg)	SST (°Brix)	Valoración hedónica sabor	Valoración hedónica aspecto
<b>Control</b>	<b>233,77</b>	<b>74,87</b>	<b>67,72</b>	<b>16,40</b>	<b>3,21</b>	<b>12,78</b>	<b>6,2</b>	<b>7,3</b>
1	235,17	75,28	69,75	14,49	3,23	14,58	6,4	7,8
2	220,83	73,90	67,96	<b>14,88</b>	3,19	14,03	7,1	6,3
3	221,30	74,08	68,29	13,16	3,23	13,08	6,8	7,6
4	207,53	71,91	65,80	<b>16,05</b>	3,20	14,70	6,6	7,7
5	230,00	74,38	67,82	13,34	3,03	12,35	5,8	7,1
6	232,27	74,46	67,43	<b>15,76</b>	3,24	12,93	5,9	7,3

\*Diferencia estadísticamente significativa  $p < 0,05$

## ➤ Cultivos frutales: MANZANA







## ➡ Cultivos frutales: MANZANA

Plástico	Peso (g)	Calibre ecuatorial (cm)	Calibre longitudinal (cm)	Coordenada a*	Penetrometría (kg)	SST (°Brix)
<b>Control sin bolsa</b>	<b>230,33</b>	<b>79,31</b>	<b>68,79</b>	<b>12,27</b>	<b>6,32</b>	14,83
Control con bolsa	229,43	79,35	67,91	<b>9,36</b>	6,72	15,33
1	252,63	81,45	70,85	0,67*	6,88	16,23
2	219,83	78,42	66,59	<b>5,27*</b>	6,91	16,83
3	241,63	80,37	69,76	2,95*	6,71	16,13
4	244,87	80,69	70,18	<b>7,66</b>	6,91	17,37
5	246,60	80,53	70,75	-0,27*	6,79	16,47
6	222,93	78,20	66,32	<b>4,37*</b>	6,80	15,77
7	251,07	80,82	68,64	-2,12*	6,84	14,70

\*Diferencia estadísticamente significativa  $p < 0,05$

### ➤ CONCLUSIONES

- De los tres tipos de bioplásticos para acolchado ensayados, solo uno ha logrado una **velocidad de biodegradabilidad en campo óptima (P: PBS)**. Los otros dos (M: PCL y N: PCA), se han degradado demasiado rápido.
- **No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas** en los parámetros de calidad entre las hortalizas cultivadas con mulching biodegradables con respecto al plástico control.
- El análisis sensorial ha puesto de manifiesto que el uso de plásticos biodegradables **no repercute en las características sensoriales** de los cultivos hortícolas (pepino, tomate y pimiento).

### ➤ CONCLUSIONES

- El empleo de bolsas biodegradables permite **reducir la cantidad de chapa rojiza** en el melocotón, llegando incluso a eliminara si en la fabricación de las biobolsas se emplea blanqueante ( $\text{TiO}_2$ ).
- En el caso de la manzana 'Fuji', el empleo de **bolsas biodegradables de color rojo permite alcanzar el tipo color rojizo de esta variedad**, hecho que no se obtiene empleando bolsas blancas o azules.
- El análisis sensorial de los melocotones ha demostrado que con el empleo de bolsas biodegradables se obtiene las **mismas valoraciones de los catadores** que con las bolsas control.

## Grupo de Investigación "Nutrición de Cultivos Frutales"



Estación Experimental de Aula Dei (CSIC).  
Avda. Montañana 1005 – 50059 Zaragoza – Spain

**Contacto:**  
**Diego Redondo Taberner**  
[dredondo@eead.csic.es](mailto:dredondo@eead.csic.es)

MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN

