



Consejería de Agua, Agricultura y  
Medio Ambiente

Dirección General de Innovación  
Agroalimentaria

Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica  
Plaza Juan XXIII s/n  
30008 Murcia



FONDO EUROPEO  
AGRICOLA DE  
DESARROLLO RURAL  
EUROPA INVIERTE EN  
LAS ZONAS RURALES

## **Proyecto ENSAYO DE DESINFECCIÓN CON AGUA OZONIZADA EN INVERNADERO Y POSTERIOR CULTIVO DE PIMIENTO CALIFORNIA CON APORTACIONES AL RIEGO DE AGUA OZONIZADA**

**Área:** AGRICULTURA

**Ubicación:** El Mirador, San Javier (Murcia)

**Coordinación:** Pedro Mínguez

Vicente José Pascual Navarro (Coordinador técnico del Centro por La  
Consejería Agua, agricultura y Medio Ambiente)

**Técnicos** Fernando Lozano (Técnico agrícola Hortamira)

Encarnación Mercader ( Técnico agrícola S.A.T San Cayetano)

Antonio Luis Alcaraz (Técnico agrícola Gregal)

Antonio Pato Folgoso (Técnico OCA Cartagena-Mar Menor)

**Duración del ensayo:** Agosto 2016- Julio 2017

**Código de ensayo:** 04205717MI31

### **Justificación y objetivos.**

La mayoría de los hongos patógenos que producen enfermedades de las raíces y de la base del tallo en los cultivos hortícolas se conservan en el suelo. Algunos durante periodos prolongados de tiempo como *Pythium spp.*, *Chalara elegans*, *Verticillium dahliae* y las diferentes formas





especializadas de *Fusarium oxysporum*, mientras que otros se conservan durante un periodo más limitado de tiempo como *Rhizoctonia solani* y algunas especies de *Phytophthora*. Cuando es necesaria la eliminación del inóculo en un suelo de cultivo se puede realizar la desinfección del mismo mediante tratamientos químicos, físicos-biológicos o ambos a la vez. Los métodos más habituales para la desinfección de suelos son el uso de productos químicos como desinfectantes o la biosolarización.

En la desinfección química del suelo se utilizan compuestos químicos como desinfectantes junto con láminas especiales de plástico para sellar el terreno y evitar escape de gases aumentando la eficacia de la desinfección. Los desinfectantes comúnmente utilizados son: Cloropicrina, Dicloropropeno, Metam-sodio, Metam-potasio, Metil tioisocianato, Agrocellhone o alguna combinación de estos. La desinfección química del suelo es una de las soluciones más extendida, por su sencillez de aplicación y su eficaz acción insecticida, nematocida, fungicida y herbicida.

El uso de una lámina especial de plástico se debe al hecho de que estos desinfectantes químicos pasan a estado gaseoso en el momento en que son liberados y es necesario impedir que estos se escapen. Los plásticos convencionales contienen una porosidad que, aunque sea mínima, permite que los gases liberados se escapen. De esta manera el aire del invernadero podría ir envenenándose, provocando un riesgo por intoxicación en las personas que puedan estar expuestas.

La biosolarización es un sistema de desinfección del suelo que consiste en acolchar un suelo húmedo con plástico transparente y fino (generalmente polietileno), durante 4-6 semanas en la época de mayor intensidad de radiación solar y temperatura (en este caso se ha realizado en el mes de Agosto). Se utiliza en el control de bacterias, hongos, nemátodos, insectos y malas hierbas. Entre sus ventajas cabe destacar que: su eficacia es equiparable a la obtenida con tratamientos químicos, no utiliza ni produce compuestos tóxicos, es económicamente viable, fácil de utilizar tanto en parcelas pequeñas como a gran escala con maquinaria, y además es



una práctica aceptada en agricultura ecológica y recomendada en producción integrada. Su efecto depende de la radiación solar y también de la temperatura ambiente.

Una de las alternativas a la biosolarización y al uso de desinfectantes químicos sería la desinfección con agua ozonizada. Lo que se busca con esto, es comprobar si a la hora de desinfectar el suelo con ozono, las UFC de hongos existentes se reducen en un porcentaje igual o mayor a la desinfección por biosolarización y con productos químicos. Este sería el objetivo principal del ensayo. Si se vieran reducidas las UFC, la desinfección podría realizarse en el mes de Noviembre y, de esta manera, alargar la cosecha de pimiento hasta el mes de Septiembre y evitar el coste que supone la biosolarización o la desinfección química (abono, plásticos, mano de obra, etc.)

Tras la desinfección con agua ozonizada, se realizará el trasplante y durante todo el cultivo el agua de riego del sector "tratamiento" llevará un 5% de concentración de agua ozonizada, que al actuar como abono, consigue:

- Plantas con más fuerza
- Colores más vivos por efecto de la velocidad de oxidación del ozono
- Desarrollo más rápido
- Fruto de mayor volumen, jugoso y homogéneo
- Mayor producción por planta
- Mas cosecha en menos tiempo
- Reducción del tiempo de producción



## Descripción técnica detallada del proyecto.

### 1. Cultivo.

En el inicio de este ensayo, no hubo ningún cultivo (el cultivo anterior fue pimienta). Una vez realizada la desinfección, el cultivo utilizado es el pimiento California de variedad Maestral.

### 2. Ubicación y superficie.

El ensayo estará ubicado en El Centro de Demostración y Transferencia Tecnológica "El Mirador". Está ubicado en el paraje del Hondón, en la pedanía del El Mirador, San Javier (Murcia) Polígono 2, Parcela 24, Recinto 3. La superficie total del centro es de 2,6 Ha.



El ensayo estará ubicado en el invernadero 2, con una superficie total de 300 m<sup>2</sup>.



El ensayo estará dividido en 3 tesis:

**Tesis 1ª o Testigo:** Desinfección por biosolarización + Riego y abonado habitual de la zona en el cultivo.

**Tesis 2ª:** Desinfección por biosolarización + 5% agua ozonizada en riego y abonado en el cultivo.

**Tesis 3ª:** Desinfección con agua ozonizada + 5% agua ozonizada en riego y abonado en el cultivo.

Las zonas utilizadas para la toma de muestras y posterior recolección serán las dos líneas centrales de cada tesis.

PUERTA	MÓDULO 2		PLANTAS/ TRATAMIENTO
	FILA	VARIEDAD / TRATAMIENTO	
CAMINO	1		36/34
	2		36/34
	3		36/34
	4		36/34
	5	ZONA TESTIGO (BIOSOLARIZACIÓN)	36/34
	6		36/34
	7		36/34
	8		36/34
	9		36/34
	10	ZONA 2ª TESIS : BIOSOLARIZACIÓN (AGUA OZONIZADA EN EL RIEGO)	36/34
	11		36/34
	12		36/34
	13		36/34
	14	ZONA 3ª TESIS: DESINFECCIÓN SOLO CON AGUA OZONIZADA	36/34
	15		36/34
	16		36/34
	17		36/34
	18		36/34
	19		36/34
	20		36/34
	21		36/34
	22		36/34
	23		36/34
	24		36/34

	ZONA TESTIGO: BIOSOLARIZACION
	ZONA BIOSOLARIZACION (OZONO EN RIEGO)
	ZONA DESINFECCIÓN CON OZONO
	ZONA SISTEMA MIXTO



### 3. Infraestructura existente.

- Nave-almacén, de 420 m2 para oficina, cabezal y sala de calderas.
- Nave de 170 m2 para maquinaria agrícola.
- Tractor propio John Deere de 100 C.V.
- Red de riego con tuberías independientes para cada sector de riego.
- Embalse cubierto con capacidad para 4.000 m3
- Depósito de recogida de aguas pluviales
- Línea de calibrado y confección de frutas y hortalizas
- Cámara frigorífica de 20 m3
- Cabezal de riego automático con 28 sectores
- Invernadero multitúnel de 2.160 m2 para cultivo en suelo
- Invernadero multitúnel de 1.840 m2 para cultivo hidropónico
- Trituradora-astilladora para eliminación de restos vegetales
- Dos estaciones meteorológicas en invernadero y al aire libre
- La parte destinada a ensayos de cultivos al aire libre dispone de una superficie de 8.000 m2 dividida en diez sectores.
- Electrificación general mediante línea subterránea de A.T., de 800 m de longitud y un transformador de 100 kVA

### 4. Marco de plantación/densidad.

La densidad es de 2,85 pl/m<sup>2</sup>. El marco de plantación es de 1 metro entre líneas y 0,35 metros entre plantas situadas linealmente.

### 5. Sistema de formación/entutorado.

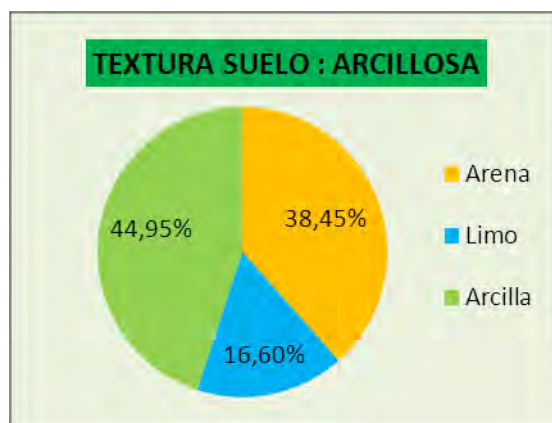
Invernadero y entutorado en espaldera.



## 6. Características de agua y suelo.

### Características del suelo

Ph (extracto acuoso 1:2, a 25,83°C)	7,93	Potasio asimilable	529,59 ppm
Conductividad (Extracto acuoso 1:2, 25°C)	1,73 Ms/CM	Calcio asimilable	2045,41 ppm
Cloruros	5,52 mEq/l	Magnesio asimilable	385,69 ppm
Sulfatos	7,68 mEq/l	Materia Orgánica	2,89%
Sodio	4,00 mEq/l	Carbono orgánico	1,64%
Sodio asimilable	197,93 ppm	Hierro asimilable	0,24 ppm
Bicarbonatos	0,60 mEq/l	Boro asimilable	0,66 ppm
Nitratos	786,16 ppm	Manganeso asimilable	0,24 ppm
Fosforo asimilable	410,90 ppm	Cobre asimilable	0,15 ppm
Potasio	2,39 mEq/l	Zinc asimilable	4,07 ppm
Calcio	7,9 mEq/l	Caliza total	62,21%
Magnesio	4,33 mEq/l	Caliza activa	18,81%





### Características del agua

Sodio	116 mg/l	Ph (23,5° C)	7,84
Potasio	7,04 mg/l	Conductividad eléctrica (25°C)	1,24 mS/cm
Calcio	71,40 mg/l	Boro	0,251 mg/l
Magnesio	51,80 mg/l	Sales solubles	0,79 g/l
Cloruros	171 mg/l	Presión osmótica	0,45 atm
Sulfatos	236 mg/l	Punto de congelación	-0,03°C
Carbonatos	< 5,00 mg/l	Dureza	39,21 °FRANCESES
Bicarbonatos	141 mg/l	Ph corregido (pHc)	7,65
Nitratos	< 2,00 mg/l	Carbonato sódico residual (C.S.R)	-5,53 mEq/l
Nitrogeno Amoniacal	0,14 mg/l	salinidad	0,79 g/l
Fostatos	< 0,31 mg/l		

### 7. Datos climáticos.

Se dispone de una estación meteorológica de la red SIAM (TP52) en el centro.

Los datos medios obtenidos en el año 2015 son los siguientes:





- Tª media (°C): 18,21
- HRMED (Humedad relativa media %): 63,07
- Prec (mm): 216,50
- Horas frío (< 7°C): 351,00
- ETo (mm): 1354,1



### 8. Fases del proyecto.

Preparación del suelo: Antes de realizar el trasplante se realizaron dos labores de subsolador, otras dos de rotovator, una aplicación de estiércol, (esta aplicación se hizo entre la primera labor de subsolador y rotovator), y por último, un corte de tierra con tilde para dejar definidos los caballones.

#### Preparación del terreno

LABOR	HORAS/DOSIS
Subsolador	1 Horas
Estercolado	1 Horas (3Kg/m <sup>2</sup> )
Rotovator	2 Horas
Tilde	2 Hora

Riego y abonado: Los dos primeros riegos (plantación y enjuague) se realizaron sin abono, con una duración de 5 horas el primero y 1,5 horas el segundo.

En el siguiente periodo de cultivo (desde los 45 días del trasplante hasta los 90) se llevará a cabo un incremento de la CE. de 0,5 mS/cm sobre el agua del pantano (1.1 mS/cm) con Ca (NO<sub>3</sub>) al 40%, KNO<sub>3</sub> al 30% y (KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>) al 30%, manteniendo un ph de 6 (ph del agua del pantano de 8,5) con aportaciones de HNO<sub>3</sub>.



En el periodo comprendido entre los 90 días del trasplante y el final del cultivo se mantendrá el incremento de CE pero cambiando algunos de los porcentajes de los abonos (35% Ca (NO<sub>3</sub>), 25% KNO<sub>3</sub>, 25% de (KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>) y 15% de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). En la fase de abonado del cultivo los riegos serán de una duración de 1 hora con una carencia de un riego cada dos días. (\*)

(\*) Los riegos pueden variar dependiendo de las condiciones meteorológicas y las necesidades del cultivo en cada momento del ciclo.

La 2ª y 3ª tesis llevarán incorporadas en el riego un 5 % de agua ozonizada.

### 9. Diseño estadístico y control.

A lo largo del cultivo, se realizarán las mediciones y observaciones siguientes:

- Temperaturas ambiental y de suelo
- Obtención de muestras de suelo
- Producción (Kg/m<sup>2</sup>)
- Ingresos por hectárea
- Parámetros de calidad: Peso (Extra, primera, segunda, destrío), forma del pimiento, consistencia y coloración.

### 10. Organismos, personal del proyecto y dedicación.

El presente proyecto será realizado por el siguiente personal:

#### Coordinador:

- D. Pedro Mínguez Alcaraz. Director CDTT "El Mirador".

Dedicación: Completa

#### Técnicos.

- Técnicos de las Cooperativas:
  - Fernando Lozano (Hortamira)
  - Encarnación Mercader (S.A.T San Cayetano)
  - Antonio Luis Alcaraz (Gregal)



Consejería de Agua, Agricultura y  
Medio Ambiente

Dirección General de Innovación  
Agroalimentaria

Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica  
Plaza Juan XXIII s/n  
30008 Murcia



FONDO EUROPEO  
AGRICOLA DE  
DESARROLLO RURAL  
EUROPA INVIERTE EN  
LAS ZONAS RURALES

Dedicación: 96 h/año/persona en el CDTT

- Técnicos de otras entidades
- Antonio Pato Folgoso (OCA Cartagena-Mar Menor)

#### Operarios/otro

- Operarios de campo

Dedicación: 425 Horas

### 11. Plan de eficiencia Medioambiental del Proyecto y otros.

Uno de los principales objetivos en el centro es disminuir los residuos, el consumo de materias primas y mantener un uso eficiente de los recursos como el agua.

Para poder conseguir estos objetivos, es necesario elaborar un plan de ejecución y de medidas, entre las que encontramos las siguientes:

#### Riego y abonados:

- El uso de programas de riego para evitar un consumo innecesario del agua. Este programa de riego tiene en cuenta parámetros como el clima y los datos del cultivo.



Cabezal de riego

- El uso de sensores de alta precisión para el control efectivo del fertirriego. Esto permite un control en tiempo real de la tensión y la conductividad del suelo además de otras variables. Mediante un acceso a un portal web, se proporciona la información minuto a minuto de todas las variables del suelo. El uso de alarmas avisa cuando estas variables salen de los rangos predefinidos.





### *Sensores de alta precisión*

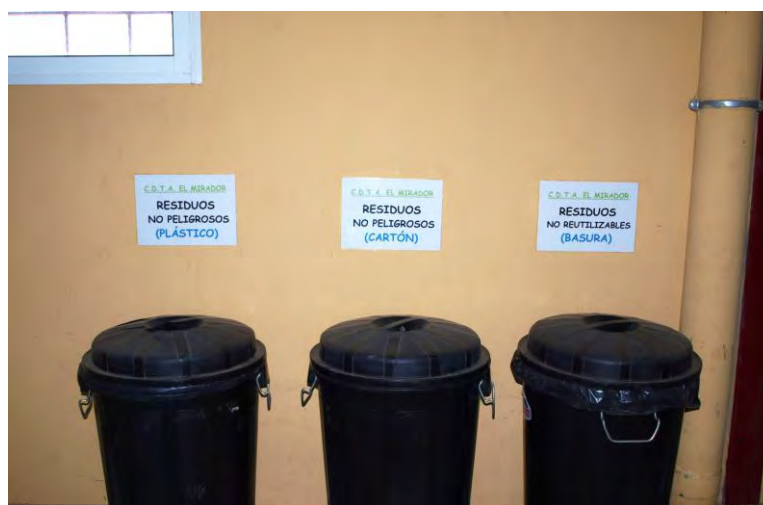
- Se abonará siguiendo los criterios fijados en las normas de producción integrada, cuando no existan estos criterios, se tendrán en cuenta las características del cultivo y los análisis del agua y suelo.
- En cuanto a los nitratos, se seguirá el Código de Buenas Prácticas Agrarias. Para evitar la contaminación de acuíferos y de suelos por nitratos, los abonados nitrogenados se realizarán con formas amoniacales u orgánicas. En el caso de abonados en forma nítrica estos se emplearán a bajas dosis y dosis asimilables por el cultivo para evitar su lixiviación.

#### Flora y fauna.

- La finca se encuentra cercada por tanto inaccesible para especies de fauna como mamíferos, etc. Se respetarán los animales autóctonos de la zona. Cuando se realicen plantaciones en la finca tipo setos, jardinería, etc se realizarán con especies autóctonas de la comarca.
- Los tratamientos con agroquímicos se realizarán en condiciones climatológicas favorables para evitar la dispersión a zonas colindantes y que puedan afectar a la flora y fauna silvestre de la zona.

#### Residuos.

- Se dispone en la finca contenedores para los diversos tipos de residuos (papel, vidrio, etc) que periódicamente serán llevados a contenedores municipales.



Contenedores para los distintos tipos de residuos

- Los residuos de envases de fitosanitarios serán depositados en los centros de la red SIGFITO más próximos.

#### Contaminación atmosférica, consumo de energía, etc.

- Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ , etc). La maquinaria a emplear en el proyecto se encontrará en perfecto estado de conservación, con las revisiones oficiales al día, etc. El empleo del tractor para realizar laboreo del terreno se realizará bajo criterios técnicos, en los casos que sea posible se realizará desbroce en lugar del laboreo de menor demanda de potencia y consumo de energía y menor emisiones.
- En el intento de reducir el consumo de energía eléctrica se realizará una revisión anual de los equipos y el empleo de maquinaria eléctrica (bombas, caldera, etc) se empleará siempre bajo criterios de eficiencia energética.

#### Fitosanitarios.



- Con el objetivo de disminuir el consumo de fitosanitarios y evitar la posible contaminación por los mismos, se realizará su aplicación cuando se supere el umbral de daños o de plaga recogido en las normas de producción integrada.
- Solo se emplearán productos recogidos en las normas de producción integrada, productos autorizados por el MAGRAMA, a las dosis autorizadas y siguiendo en todo momento las normas del fabricante.
- Se emplearán las materias activas de menor categoría toxicológica, de menor persistencia en el medio ambiente y de menor peligro para el medio ambiente. Así mismo las materias activas se rotaran para evitar resistencias. Además a la hora de realizar el tratamiento se tendrá en cuenta los posibles daños a abejas, etc.
- Los tratamientos se realizarán por personal cualificado, con los equipos de protección adecuados y con maquinaria en perfectas condiciones (ITEAF, etc). Se evitara tratar en días con viento, lluvia que dispersen las aplicaciones.
- A la hora de realizar tratamientos herbicidas estos solo se realizarán estrictamente cuando sean necesarios, con productos recogidos en las normas de producción integrada.

#### Prevención de la erosión de suelos:

- Se establecerán fajas o franjas vegetales en con una anchura mínima de 1 - 1,5 m, en recintos con pendiente media igual o superior al 5%-10%, o bien obras permanentes de conservación de suelos (terrazas, abanalamiento, etc.).
- Se corregirán mediante obras de conservación de suelos los surcos profundos y cárcavas que puedan producirse.
- Los restos de poda se triturarán e incorporarán al terreno así como otros restos vegetales, para favorecer la conservación de suelos
- Reducir al máximo el número de labores y profundidad de las mismas, siguiendo siempre criterios técnicos.
- Se mantendrá los niveles de materia orgánica 2% en regadío, para preservar una correcta estructura del suelo.



Consejería de Agua, Agricultura y  
Medio Ambiente

Dirección General de Innovación  
Agroalimentaria

Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica  
Plaza Juan XXIII s/n  
30008 Murcia



FONDO EUROPEO  
AGRICOLA DE  
DESARROLLO RURAL  
EUROPA INVIERTE EN  
LAS ZONAS RURALES

## Medios necesarios.

- Nave-almacén, de 420 m<sup>2</sup> para oficina, cabezal y sala de calderas.
- Tractor propio John Deere de 100 C.V
- Red de riego con tuberías independiente para cada sector de riego.
- Embalse cubierto con capacidad para 4.000 m<sup>3</sup>
- Línea de calibrado y confección de frutas y hortalizas
- Cámara frigorífica de 20 m<sup>3</sup>
- Cabezal de riego automático con 28 sectores
- Dos estaciones meteorológicas en invernadero y al aire libre
- Electrificación general mediante línea subterránea de A.T., de 800 m de longitud y un transformador de 100 kVA
- Dos parcelas para el ensayo de 700 m<sup>2</sup> cada una.
- Personal técnico del centro, mano de obra de empleo temporal (peones) y el material necesario para llevar a cabo el ensayo.

## Perfil del potencial beneficiario final de la acción.

Agricultores socios de las tres cooperativas miembros del centro (HORTAMIRA, GREGAL Y S.A.T San Cayetano), agricultores del Campo de Cartagena de otras empresas relacionadas con la comercialización, técnicos y estudiantes. Participación de entidades como OCA.







## Divulgación de resultados.

- Se realizará una memoria de resultados anual
- Se realizarán publicaciones técnicas de los proyectos realizados que se pondrán a disposición de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
- Visitas técnicas para dar a conocer las instalaciones del centro e informar de los ensayos llevados a cabo en el mismo.
- Participación en Jornadas Hortofrutícolas propuestas por diversas entidades para informar de los proyectos de transferencia realizados.

## Calendario

Fase del proyecto	Año	En	Fb	Mr	Ab	My	Jun	Jul	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
Preparación parcela (Estercolado, corte de tierra)	2016												
Semillero	2016												
Riego, abonado	2016/2017												
Seguimiento y control de plagas	2016/2017												
Plantación	2016												
Recolección	2017												
Toma de datos	2016/2017												
Desmontaje de la parcela	2017												



## Valoración económica de la acción total.

Denominación	Importe <sup>i</sup>	Mes previsto <sup>ii</sup>	Subconcepto <sup>iii</sup>
Gastos de personal externo	5097,73€		227.09
Gastos de Cultivo			
• Agua.	164,98€		221.01
• Combustibles.	101,31€		221.03
• Abonados	220,22€		221.09
• Semillas			221.09
• Fitosanitarios	57,13€		221.09
• Análisis	3234,34€		227.09
• Semillero	68,43€		227.09
Materiales y Mejoras			
Entutorado	34,72€		221.09
Material de riego	169,70€		221.09
Herramientas, plásticos e insectos	56,73€		221.09
<b>Total</b>	<b>9205,29€</b>		



Consejería de Agua, Agricultura y  
Medio Ambiente

Dirección General de Innovación  
Agroalimentaria

Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica  
Plaza Juan XXIII s/n  
30008 Murcia



FONDO EUROPEO  
AGRICOLA DE  
DESARROLLO RURAL  
EUROPA INVIERTE EN  
LAS ZONAS RURALES

**Se admite una variación entre los distintos capítulos y conceptos de un 10%, sin superar el total del presupuesto y sin que suponga variación sustancial del objetivo del proyecto.**

<sup>i</sup> Expresado en euros e incluido el IVA

<sup>ii</sup> Se indicará el mes previsto en el que se ejecutará el pago.

<sup>iii</sup> Se indicará el subconcepto presupuestario según Orden de la Consejería de Economía y Hacienda de 25 de junio de 2002 (BORM 178 año 2002).