

# Control biológico de la vegetación acuática en los canales y balsas de riego en el SE de España

JUAN AVILES GARCIA (\*)  
MANUEL TORO VELASCO (\*\*)

**RESUMEN.** Uno de los problemas recientes surgidos relativos a la calidad de las aguas, es la invasión de sistemas acuáticos naturales y artificiales por plantas acuáticas de rápido crecimiento. En 1992 se inició una experiencia de tratamiento biológico de unas balsas de riego en el SE de España con graves problemas de invasión por macrófitos acuáticos, mediante el uso de la carpa verde (*Ctenopharyngodon idella*). Se exponen los resultados positivos obtenidos al cabo de un año de tratamiento.

## BIOLOGICAL CONTROL OF AQUATIC VEGETATION IN CANALS AND IRRIGATION PONDS IN SE SPAIN

**ABSTRACT.** Invasion of aquatic vegetation in natural and artificial aquatic systems is a recent problem with regard to water quality. In 1992 one biological control project was initialized in some Southeast Spain irrigation ponds with aquatic vegetation problems, by means of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). The positive results one year after beginning treatment are exposed.

**Palabras clave:** Calidad de las aguas; Vegetación acuática; Control biológico; Carpa verde.

## INTRODUCCION

Uno de los principales problemas actuales en el campo de la agricultura de regadíos es la aparición de malezas o vegetación acuática en los canales y balsas de riego. Debido al alto contenido en nutrientes del agua de riego proveniente de embalses con un alto grado de eutrofización, determinadas especies vegetales acuáticas alcanzan un grado de desarrollo elevado en los meses estivales principalmente, disminuyendo la sección útil de los canales de riego, lo que dificulta el transporte del caudal previsto. Asimismo se origina una obturación de las bombas elevadoras en las distribuciones de aguas de las balsas de riego, alterando todas las previsiones para este tipo de construcciones.

La utilización de compuestos químicos en forma de insecticidas, herbicidas o pesticidas para el control y erradicación de plagas en la agricultura hoy en día, no hace sino contribuir a un mayor deterioro del Medio Ambiente al generar nuevos problemas de contaminación en nuestro suelo y agua, siendo estos compuestos de gran toxicidad para numerosos organismos y difícilmente eliminables del medio.

Por otro lado, el uso de técnicas para erradicar dichas plagas de «malas hierbas» o especies invasoras en cultivos suponen un gran costo, en la mayoría de los casos inabordable para el agricultor o empresa explotadora. El empleo de métodos biológicos como alternativa está adquiriendo en los últimos años una gran importancia debido a sus bajos costes, gran rendimiento y menor efecto negativo sobre el Medio Ambiente.

La experiencia que se describe es parte de un Convenio Marco de cooperación científica y tecnológica entre el Bu-

reau of Reclamation, Department of the Interior de los Estados Unidos de América y el Centro de Estudios y Experimentación del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente de España, con el objetivo de realizar una investigación conjunta en el campo del control biológico de plantas acuáticas invasoras. En Estados Unidos se posee una gran experiencia en la utilización de especies piscícolas como comedores de algas y plantas acuáticas, siendo *Ctenopharyngodon idella* una de las especies que mejores resultados ha proporcionado en este campo. Son numerosos los canales que presentaban problemas de invasión de la planta acuática llamada hidrilla (*Hydrilla verticillata*), siendo solucionados radicalmente con la liberación de carpas verdes a lo largo de los mismos.

La carpa verde ha sido utilizada con éxito en diversos países (Unión Soviética, Israel, EE.UU, México y varios países europeos) como control biológico de malezas acuáticas en las últimas décadas (Niblíng, 1992; Beyers & Carlson, 1993; Díaz & Olvera, 1986; Kirk, 1992).

## DESCRIPCION DE LA ESPECIE

La especie *Ctenopharyngodon idella*, «carpa verde» o «carpa de hierba», pertenece a la familia de los ciprinidos, nativa de Asia Oriental, introducida en Europa Oriental en 1949 (Holcik, 1991) y en Europa Occidental en 1965 (Hofer, 1990). Se alimenta principalmente de plantas acuáticas y su reproducción en Europa es exclusivamente artificial, no habiéndose constatado la reproducción natural en las poblaciones libres (Hofer, 1990).

La carpa herbívora puede vivir entre 10 y 15 años y su capacidad de consumo va aumentando hasta los 5 años. A partir de entonces, disminuye paulatinamente su eficacia, para llegar a unos límites aceptables a los 10 años, edad en la que puede alcanzar un tamaño de 1 metro y un peso de 20 kilos (Ortiz, 1990). Es una especie euriterma, si bien su

(\*) Ingeniero de Montes. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

(\*\*) Licenciado en Ciencias Biológicas. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.



FOTO 5. Comparación del tamaño de los cuerpos al cabo de un mes y al cabo de un año.

Continuando con el Convenio Marco entre el USBR y el CEDEX se prevén las siguientes actuaciones:

- Estudio de las posibilidades de desarrollo del proyecto a una mayor-escala, mediante la introducción de nuevas carpas en canales de riego y otras balsas.
- Continuación de los muestreos y análisis físico-químicos y biológicos en las zonas seleccionadas.
- Evaluación de la efectividad de las introducciones en diferentes ambientes (balsas, canales, estanques, etc.).
- Posibilidad de realizar la cría de la carpa verde triploide en España.

#### EQUIPOS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

Environmental Sciences Section, USBR: James F. LaBounty, Fred L. Nibling, Rick Rollins.

División Eutrofización y Calidad de las Aguas, CEDEX: Juan Avilés García, Manuel Toro Velasco, Ramón Peña Martínez.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada por los propietarios de las balsas de riego, Francisco Gómez Escobar, Francisco Gómez Fornieles y Vicente Hernández Mora, haciendo posible la realización de este proyecto.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BEYERS, D. W., y CARLSON, C. A. (1993). «Movement and habitat use of triploid grass carp in a Colorado irrigation canal». *North Amer. J. Fish. Man.*, 13: 141-150.
- DIAZ, G., y OLIVERA, V. (1986). «Control biológico de la Hydrilla por el pez Amur». *Ingeniería Hidráulica en México*, sept.-dic., 40-46.
- HOFER, R. (1990). *Peces de agua dulce*. Ed. Everest. León, 79 pp.
- HOLCIK, J. (1991). «Fish introductions in Europe with particular reference to its central and eastern part». *Cont. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48 (Suppl. 1): 13-23.
- KIRK, J. P. (1992). «Efficacy of triploid grass carp in controlling nuisance aquatic vegetation in South Carolina farm ponds». *North Amer. J. Fish. Man.*, 12: 581-584.
- NIBLING, F. L. (1992). «Use of Grass Carp for aquatic weed control in irrigation systems in the Western United States» (sin publicar).
- ORTIZ, J. L. (1990). «Las malezas acuáticas en los canales de riego». *Abrego*, 108: 26-35.

# LA REACCION DEL LIDER

*"Solamente el LIDER es capaz de  
alcanzar las cotas más altas".*



**M**ás de diez años de experiencia en la tecnología de los betunes modificados y la ejecución de veinte millones de metros cuadrados de distintos pavimentos, junto con un gran esfuerzo de investigación, nos permiten hoy, la presentación de nuestros nuevos productos **SUPERTELCOLASTIC**, una gama de betunes modificados producidos por **REACCION QUIMICA**, cuya virtud principal es la óptima adecuación a cada tipo de tratamiento.

## SUPERTELCOLASTIC

Gama de betunes modificados especializados por aplicaciones.

- MEZCLAS DE ALTO PODER DE REFUERZO
- MEMBRANAS ANTIRREMONTA DE FISURAS
- RODADURAS ESPECIALES, ETC.

**COMPOSAN**  
DISTRIBUCION

*Tecnología viva.*

Carrera de San Jerónimo, 14 / 28014 Madrid (91) 522 64 90

FABRICA DE SEÑALES Y CARTELES  
PARA CARRETERAS, AUTOPISTAS Y VIAS URBANAS

  
**Seversa**  
SEÑALES VERTICALES, S.A.

JESUS ARTESANO, s/n.  
Poligono Industrial  
28695 Navas del Rey (MADRID)  
Telf.: 865 00 14/11 - Fax: 865 00 37

# Efecto de las condensaciones en la señalización vertical de carreteras

## I. Sustratos de chapa de acero

MANUEL BLANCO (\*)  
ANGEL CUEVAS (\*\*)  
FRANCISCA CASTILLO (\*\*\*)

**RESUMEN.** En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en el estudio del efecto de condensaciones sobre dos señales verticales instaladas en la carretera N-111 y constituidas por sustratos de chapa de acero y láminas retrorreflectantes de nivel 1. Se ha seguido su comportamiento durante dos meses y se han medido sus características ópticas cada cuatro horas a lo largo de la noche, durante el período de evaluación.

### ROADS VERTICAL SIGNALIZATION. I. SUPPORTS OF STEEL PLATES

**ABSTRACT.** In this work, we show the results obtained in the study of the effects of dew on two vertical signs were installed in N-111 Road. They were formed by panels made up of steel plates and retroreflecting sheets of level 1 of retroreflection. Their performance during two months was made. Measurements of the optical properties were made every four hours during periods from 9 p.m. to 9 a.m. along the evaluation.

**Palabras clave:** Señalización vertical; Carreteras; Comportamiento; Humedad; Propiedades ópticas.

### 1. INTRODUCCION

Un problema observado con frecuencia en nuestro país, fundamentalmente en invierno, es la falta de visibilidad de las señales verticales de circulación en horas nocturnas, por efecto de las condensaciones.

Debido a la gran tensión superficial del agua, la condensación aparece como diminutas gotas esféricas que dan lugar a fenómenos ópticos indeseables. Su formación sobre los materiales retrorreflectantes, afectan de forma negativa al fenómeno de la retrorreflexión (figura 1).

El presente artículo forma parte de un amplio trabajo de investigación realizado por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Carreteras y del Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (1). Este primer documento se centra sobre los efectos de las condensaciones en señales cuyo sustrato es chapa de acero.

### 2. MATERIALES

Se han ensayado dos señales verticales de circulación de «adelantamiento prohibido», R-305, de 90 cm de diámetro, constituidas una de ellas por un sustrato de chapa de hierro

(señal A) y la otra, por dos chapas de hierro entre las que se ha insertado poliestireno expandido (señal B). Como parte retrorreflectante se ha hecho uso de una lámina de nivel 1 de retrorreflexión.

### 3. CAMPO DE ENSAYO

Para que el fenómeno de las condensaciones tenga lugar, han de darse ciertas condiciones meteorológicas o ambientales. Este fenómeno se ve favorecido con cielos despejados, ausencia de viento y una humedad del aire elevada. La frecuencia y duración del fenómeno varía con factores como el clima, lugar, estación del año y condiciones atmosféricas.

La zona de pruebas elegida ha sido la carretera nacional N-111, en las cercanías de la ciudad de Soria, tramo Soria-Medina del Campo, que debido a sus condiciones meteorológicas se ha considerado adecuada para este tipo de experimentación. Las señales se colocaron en el punto kilométrico 218,650 de la citada carretera con una orientación de 190° SO.

### 4. EXPERIMENTAL

Una vez instaladas las señales de circulación, se han efectuado una serie de medidas sobre las mismas. Posteriormente, se determinaron sus características durante dos meses, entre noviembre de 1992 y febrero de 1993. Las medidas se realizaron cada cuatro horas, en períodos de tiempo comprendidos entre las nueve de la noche y las nueve de la mañana.

#### 4.1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

En cada evaluación se midió la temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento, cielo cubierto o despejado, estado del tiempo (lluvia, nieve, niebla, helos). Asimismo, se

(\*) Doctor en Ciencias Químicas. Jefe del Sector de Materiales del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPTMA).

(\*\*) Licenciada en Ciencias Químicas. Jefe de la División de Materiales para señalización del laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPTMA).

(\*\*\*) Doctora en Ciencias Químicas. Jefe de la División de Materiales Orgánicos del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPTMA).

## REFLEXION DIFUSA

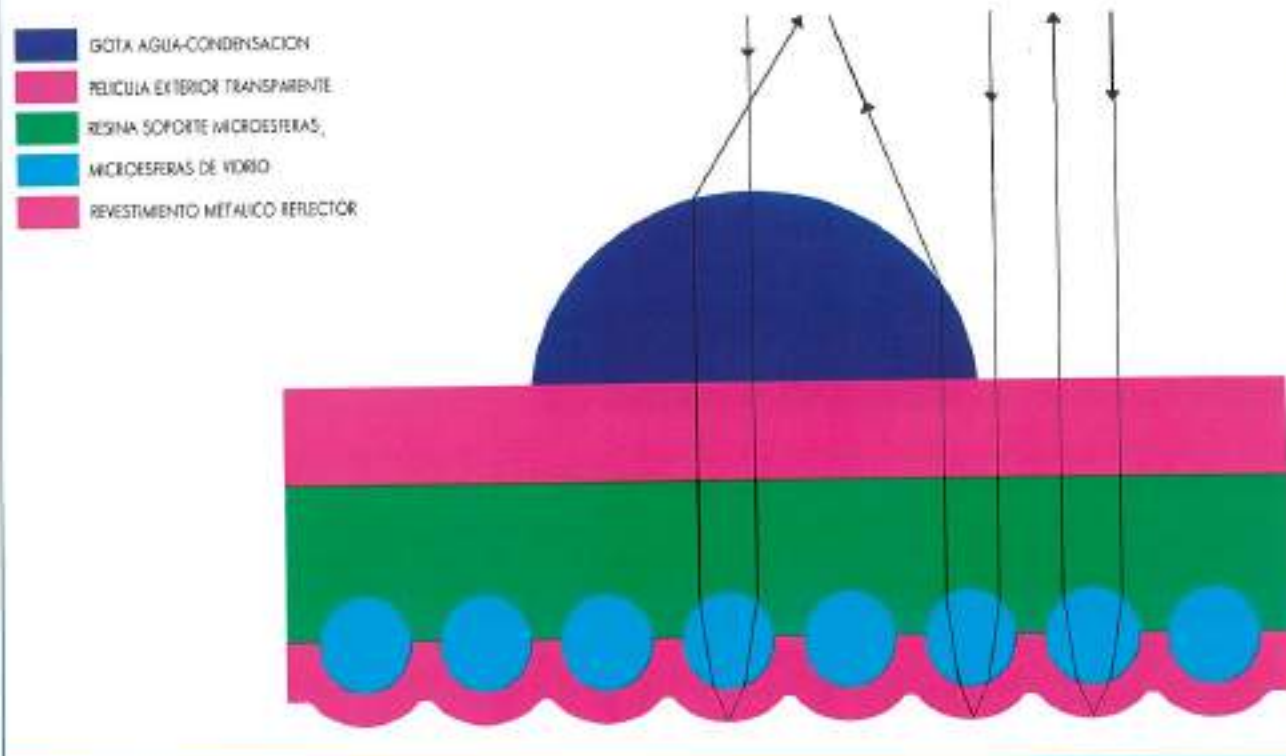


FIGURA 1. Efecto de las condensaciones sobre una lámina retrorreflectante empleada en la señalización vertical de carreteras.

anotó la temperatura en el anverso y reverso de cada una de las señales.

La medida de la temperatura se realizó con un termómetro de infrarrojos. Cuando la diferencia de temperatura entre los valores de los puntos 1 ó 3 (figura 2), con relación al 2 fue notable, en este último la medida de la temperatura se llevó a cabo con un termómetro de contacto (T. C.).

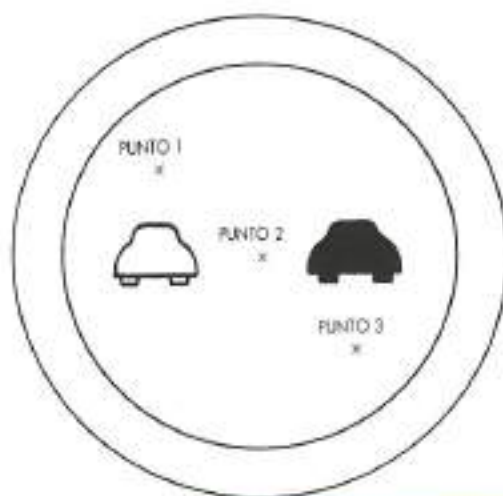


FIGURA 2. Zonas de medida en cada señal.

Se ha observado, en varios casos, una diferencia apreciable entre la temperatura ambiente y la temperatura de la señal.

## 4.2. ASPECTO

Se ha comprobado, visualmente, la aparición de manchas sobre las señales verticales de circulación y otros fenómenos ópticos que se producen a lo largo de los ensayos.

## 4.3. COLOR Y FACTOR DE LUMINANCIA

La determinación del color, mediante coordenadas cromáticas ( $x$ ,  $y$ ) y el factor de luminancia  $\beta$ , se ha llevado a cabo con un espectrocolorímetro portátil empleando un iluminante patrón de la CIE D65, con una geometría 45/0 y con un observador patrón de 2° (2, 3 y 4).

## 4.4. COEFICIENTE DE RETRORREFLEXION

El coeficiente de retrorreflexión  $R'$ , se determinó mediante un retrorreflectómetro portátil con un ángulo de divergencia,  $\alpha$ , de 0,38° y ángulo de incidencia,  $\beta_1$ , de 5° ( $\beta_2 = 0^\circ$ ), empleando un iluminante A de la CIE, cuya temperatura de color es de 2.856 K (5 y 6).

## 4.5. PUNTOS DE MEDIDA

La determinación de las características ópticas de las señales se han llevado a cabo en los tres puntos de las zonas señaladas en la figura 2.