

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL QUE EVALÚE LA INTEGRIDAD BIÓTICA DE MEDIOS ACUÁTICOS CONTINENTALES Y SE AJUSTE A LAS DIRECTRICES DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

Investigador Principal: **José Prenda Marín**

Organismo: **Universidad de Huelva**

Centro: **Facultad de Ciencias Experimentales**

Subvención concedida: **49.800 euros**

Fecha Inicio: **31-12-2005**

Fecha finalización: **31-12-2008**

PARTICIPANTES

Entidades Públicas:

Universidad de Huelva

Confederación Hidrográfica del Guadiana

Confederación Hidrográfica del Júcar

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

Entidades Privadas:

United Research Services (URS)

Red Control SL

Investigadores:

José Prenda

Virgilio Hermoso

Francisco Blanco-Garrido

Arturo Menor Campillo

Miguel Clavero Pineda

Juan Carlos Pérez Quintero

Universidad de Huelva

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

*La **evaluación del estado ecológico de los ríos** es imprescindible para alcanzar los objetivos de la **DMA**. Los **IBI** han demostrado ser una herramienta muy eficaz de diagnóstico y monitoreo de la calidad global de estos medios. Existen en Europa diferentes propuestas de IBIs desarrolladas a partir de la idea original planteada por Karr. La aplicación de un índice de estas características en aguas ibéricas permitirá la evaluación rigurosa del estado ecológico de los cauces mediterráneos. Para ello el índice deber estar adaptado a las condiciones peculiares de la Península Ibérica, que afectan a la ictiofauna nativa (pocas especies y muy singulares) y a la problemática general de nuestros ríos (contaminación, regulación generalizada y elevada presencia de elementos alóctonos).*

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Desarrollo y validación de un índice de calidad ambiental que evalúe la integridad biótica de medios acuáticos continentales y se ajuste a las directrices de la Directiva Marco del Agua

Creación de una base de datos con información procedente de un número importante de puntos de muestreo

Complementar las condiciones de referencia de las comunidades ícticas por medio de documentación histórica

Modelar la presencia y abundancia de las principales especies de peces del área de estudio en relación a factores ambientales a escalas local y regional

Adaptar, calibrar y validar un índice de calidad ambiental de ríos, basado en los fundamentos de los IBIs, útil en la mitad meridional del sur de España

TAREAS Y ACCIONES DEL PROYECTO

1. Creación de una base de datos con información procedente de un número importante de puntos de muestreo

1.1. Muestreo de campo

1.2. Caracterización GIS



2. Análisis de la distribución histórica de la ictiofauna



3. Establecimiento de criterios objetivos para determinar localidades de referencia



4. Modelado de la presencia y de la abundancia de las principales especies de peces del área de estudio en relación a factores ambientales a escalas local y regional



5. Adaptación, calibración y validación del índice

5.1. Determinación de la sensibilidad de las especies a distintos factores de perturbación

5.2. Formulación y validación del índice



DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Creación de una base de datos con información procedente de un número importante de puntos de muestreo

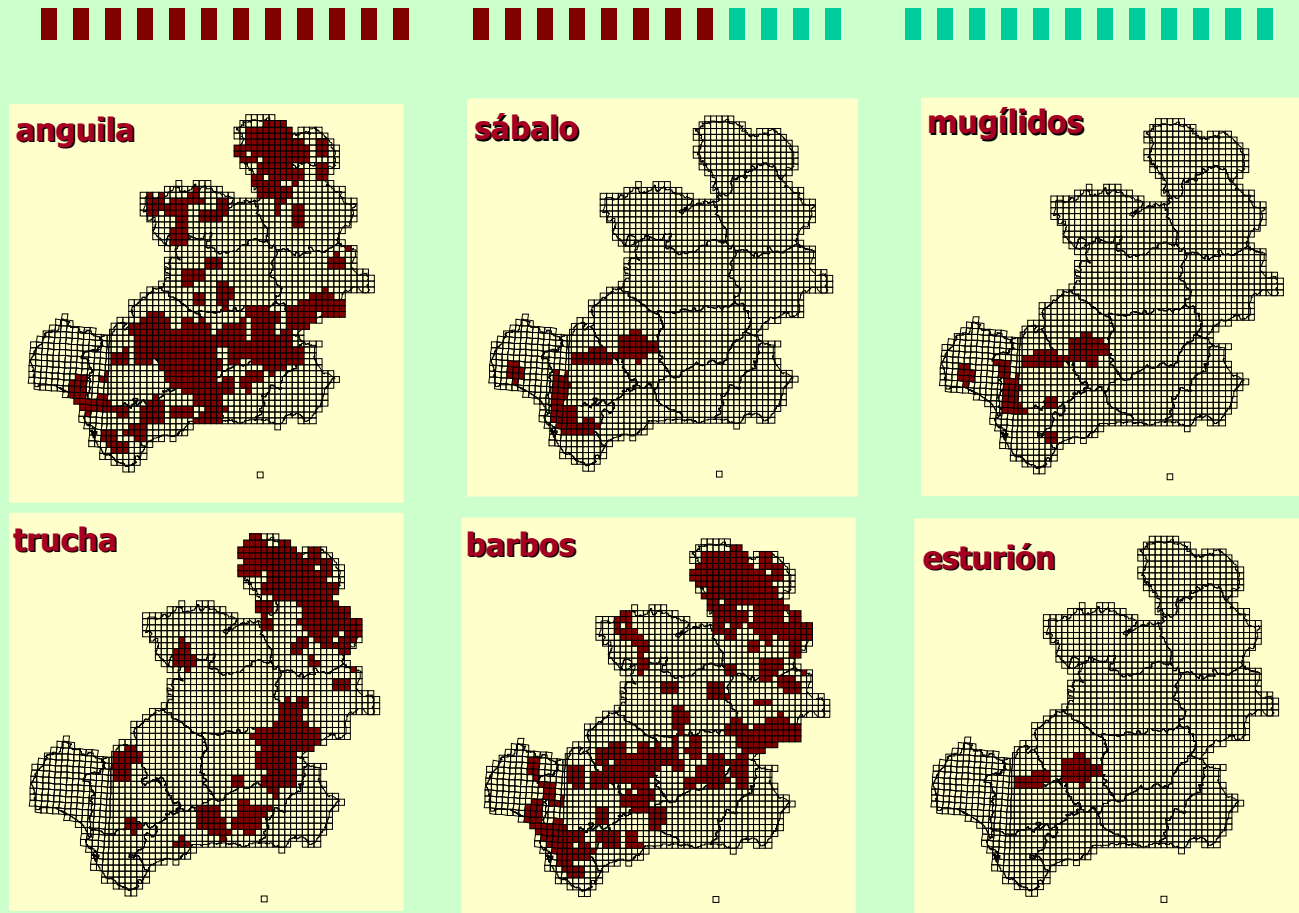
1.1. Muestreo de campo

1.2. Caracterización GIS

Scale	Variable	Method	Code	
Site	Water depth (cm)	<i>In situ</i>	DEP	
	River width (m) *	<i>In situ</i>	WID	
	Substrate coarseness (Wentworth scale) *	<i>In situ</i>	SUS	
	Riparian Quality Index (QBR, Mune et al. 2003) *	<i>In situ</i>	QBR	
	NH ₄ ⁺ (mg/L) *	<i>In situ</i>	AMO	
	NO ₂ ⁻ (mg/L) *	<i>In situ</i>	NTI	
	NO ₃ ⁻ (mg/L) *	<i>In situ</i>	NTA	
	PO ₄ ³⁻ (mg/L) *	<i>In situ</i>	PHS	
	SO ₄ ²⁻ (mg/L) *	<i>In situ</i>	SLF	
	Cl ⁻ (mg/L) *	<i>In situ</i>	CLR	
	Water temperature (°C) *	<i>In situ</i>	WTE	
	Conductivity (µS/cm) *	<i>In situ</i>	CND	
	pH *	<i>In situ</i>	PH	
	Dissolved oxygen (mg/L and %) *	<i>In situ</i>	OXG	
	Annual precipitation (mm/m ²)	GIS	PRE	
	Solar radiation (10 KJ/m ² *dia*µm)	GIS	RAD	
	Average annual air temperature (°C)	GIS	ATEM	
	Elevation (m)	GIS	ELE	
	Relative position (dist. to the most headwater point/total length of the stream)	GIS	POR	
	Stream order (Strahler)	GIS	ORD	
	Distance to headwater (Km)	GIS	HED	
	Distance to Guadiana River (Km)	GIS	GUA	
Distance to the nearest reservoir upstream (Km) *	GIS	DUP		
Distance to the nearest reservoir downstream (Km) *	GIS	DWN		
Reach	Land uses in a buffer of 500 m	Urban/Industrial *	GIS	RUI
		Intensive agriculture *	GIS	RIA
		Extensive agriculture *	GIS	REA
		Natural *	GIS	RNA
	Slope (‰)	GIS	SLO	
	Sinuosity	GIS	SIN	
Basin	Land uses	Urban/Industrial *	GIS	BUI
		Intensive agriculture *	GIS	BIA
		Extensive agriculture *	GIS	BEA
		Natural *	GIS	BNA
		Reservoir *	GIS	BRS
	Gravelius index	GIS	GRA	
	Population density (Hab/Km ²) *	GIS	POP	
	Population index (N° hab/dist for the nearest upstream populations) *	GIS	PIN	
Basin area (Drainage surface in each site, Km ²)	GIS	ARE		

DESARROLLO DEL PROYECTO

2. Análisis de la distribución histórica de la ictiofauna



Distribución de diferentes especies de peces a mediados del siglo XIX

DESARROLLO DEL PROYECTO

3. Establecimiento de criterios objetivos para determinar localidades de referencia



Pressure variable		Pressure Class	
Distance to downstream reservoirs	No reservoir	1	
	> 50 Km	2	
	15-50 Km	3	
	5-15 Km	4	
	< 5Km	5	
Modification in the river channel	No modification	1	
	Fluvial terraces modified and constraining the river channel	2	
	Channel modified by rigid structures along the margins	3	
	Canalized river	4	
	River bed with rigid structures (Wells) or Transverse structures into the channel (weirs)	+1	
Connectivity and internal cohesion	Connectivity between the riparian forest and the woodland	Longitudinal cohesion of the riparian forest	
	Total	>75%	1
		50-75%	1
		<50%	2
	>50%	>75%	1
		50-75%	2
		<50%	3
	25-50%	>75%	2
		50-75%	3
	<50%	4	
<25%	>75%	3	
	50-75%	4	
	<50%	5	
QBR	>90	1	
	70-90	2	
	50-70	3	
	30-50	4	
	<30	5	
Land uses (Basin and Reach)	Urban/Industrial	Intensive Agriculture	
	>1%	>30%	5
		10-30%	4
		<10%	3
<1%	>30%	4	
	10-30%	2	
	<10%	1	

DESARROLLO DEL PROYECTO

4. Modelado de la presencia y de la abundancia de las principales especies de peces del área de estudio en relación a factores ambientales a escalas local y regional



Base de datos con 90 puntos de referencia pertenecientes a cuatro cuencas (Guadiana, Guadalquivir, Tinto y Odiel)

*70 puntos para
construcción de los
modelos*



*20 puntos para
validación*

MODELOS

ANNA (Assesment by Near Neighbour Analysis)

RIVPACS (River InVertebrate Prediction and Assessment System)

MARS (Multivariate Adaptative Regression Splines)

THE ASSESSMENT OF ECOLOGICAL STATUS OF MEDITERRANEAN RIVERS BASED ON FISH COMMUNITIES USING A RECENTLY DEVELOPED PREDICTIVE METHOD

63 sites

Reference sites
(<5% abundance of exotic species)

"Perturbed" sites
(>5% abundance of exotic species)

1 Model construction (30 sites)

Matrix of presence-absence of species

was run through a

Correspondence Analysis (CA)

Obtaining a

Ordination of sites in a three-dimensional space defined by the first three axes

were provided with meaning through

Pearson Correlation + **Multiple regression**

in order to

Choice of environmental variables as predictors

Table 1. Multiple regression models for each of the axes obtained in the Correspondence Analysis.

Axes	Multiple regression model	R ²	p
1	-0.37*ALTITUDE + 0.43*PRECIPITATION - 0.35*SLOPE - 1.277	0.42	<0.001
2	-0.47*TEMPERATURE - 0.37*DISTANCE TO SOURCE + 2.988	0.29	0.004
3	-0.5*DISTANCE TO SOURCE + 0.168	0.23	0.004

MODEL OPTIMISATION

To improve the predictive power of the model, two steps were followed

a) Evaluation of optimal cut-off point to establish the presence-absence of species

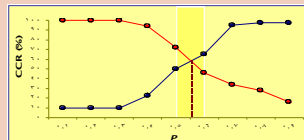


Fig. 2. Correct classification rates (CRR) for the model at all possible cut-off points at 0.1 intervals. The blue line represents presences and red absences.

b) Evaluation of optimal number of neighbour localities to use as predictor

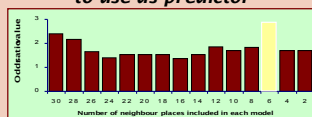


Fig. 3. Odds ratio values for each of the models obtained increasing the number of neighbour localities to predict de presence of species.

2 Model validation (15 sites)

Environmental variables

Through regression equations obtained above for each axes

Localization of a point in the three-dimensional space defined in the fish CA

Assessment of Euclidean distance to the 6 nearest points

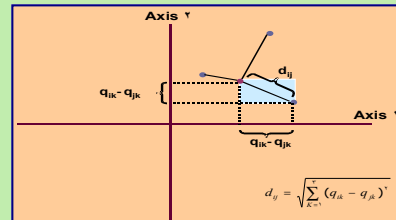


Fig. 4. Assessment of modified Euclidean distance from a reference point and the nearest neighbour ones. Total distance in the three-dimensional space is obtained combining the weights on the three axes by the formula showed in the down-right corner.

is transformed in probability of occurrence through

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot \frac{1}{\sqrt{d_{ij}}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{d_{ij}}}}$$

Formula.1. Assessment of probability of presence for each specie in each point. $X_i=1$ if the specie is present at the neighbour locality and $X_i=0$ if it is absent.

Applying the optimal cut-off point obtained

Expected taxonomic composition derived from the nearest localities

Calculation of total O/E for each species and plot all of them

If slope is not different from 1 and intercept not from 0

Model validated

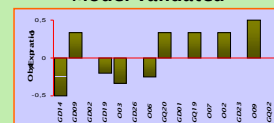


Fig.5. Deviation of O/E values from 1. There was no significant difference from 0 (t -student= -0.62, $p>0.05$). It is an additional prove of validation

3 Model application (18 sites)

Calculation of O/E from observed and expected communities at perturbed sites

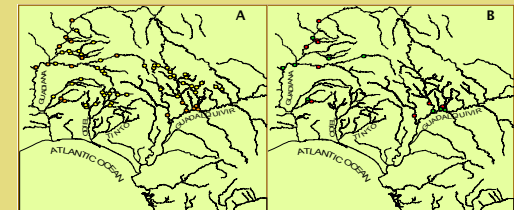


Fig. 6. Set of reference (yellow) and "perturbed" (orange) localities (A) and results from application of the O/E evaluation over the perturbed sites (B). Points in red show real perturbed places, while green point out not perturbed ones. The Q_{10} of E/O values from reference sites was taken as perturbation threshold.

The model was valid (slope of O/E plot not different from 1 and intercept not from 0). It showed that some localities initially considered as perturbed were not seriously affected by exotic degradation, since their species richness were not different from the expected (O/E values not different from 1).

The model optimisation showed the ideal cut-off point to consider the presences or absences of species and the optimal number of neighbour localities to include in the prediction to improve its efficiency.

A wide range of habitat types were accounted in the model construction, but the high abundance of exotic species, specially in downstream reaches, made difficult to obtain enough data from there. Additional studies are needed to solve this problem.

Only a few localities were badly perturbed (8/63). They appeared specially in middle-downstream reaches, where the more perturbed habitats allowed exotic species to establish permanent populations.

DESARROLLO DEL PROYECTO

5. Adaptación, calibración y validación del índice



En construcción

RESUMEN FINAL DEL SEGUIMIENTO

- Una **tesis doctoral** finalizada y **otra** en desarrollo.
- Seis **artículos científicos** publicados y dos en preparación.
- Seis comunicaciones a **congresos internacionales**.
- Tres **convenios de investigación** firmados con las Confederaciones Hidrográficas del Guadiana, Guadalquivir y Júcar.