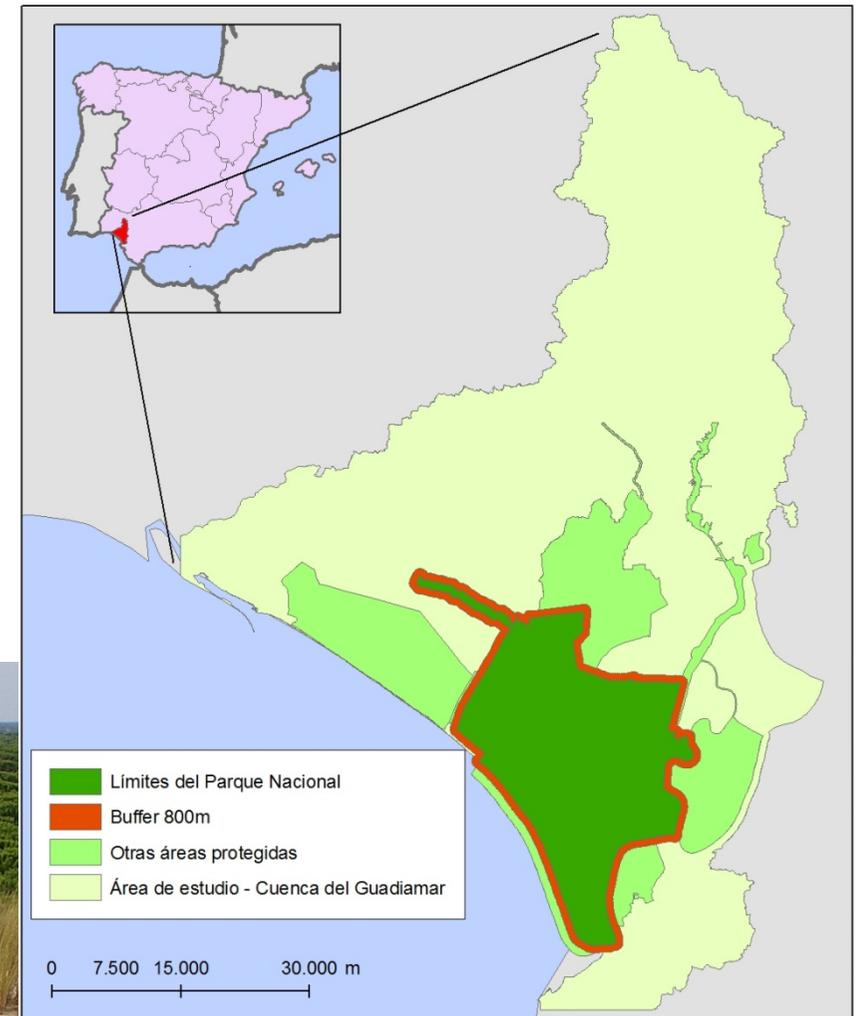


DUSPANAC

# Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno

Richard Hewitt<sup>1</sup>, Verónica Hernández Jiménez<sup>2</sup>, Francisco Escobar<sup>1</sup>

1. *Universidad de Alcalá*
2. *Observatorio para una cultura del territorio*



DUSPANAC

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## **Estructura de la presentación**

1. Introducción (Doñana)
2. Objetivos del proyecto DUSPANAC
3. Modelización AC para la creación de escenarios futuros
4. Autómatas Celulares
5. Métodos
6. Resultados
7. Discusión y conclusión



DUSPANAC

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## **Introducción: DOÑANA:**

Destacada importancia para la biodiversidad

Desarrollo socio-económico en 60 años ha aumentado renta p.c. pero ha contribuido al deterioro del entorno - intensificación agrícola, urbanización etc.

mayor sensibilización de la importancia del espacio natural PN 1969, UNESCO 1993, entre otras...

## **UN DOÑANA SOSTENIBLE?**

Conservación como patrón de desarrollo

Una serie de ecosistemas litorales interconectados (dunas, marismas, etc.)



**OTRA DOÑANA ES POSIBLE!**

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## **2. Objetivos del proyecto DUSPANAC:**

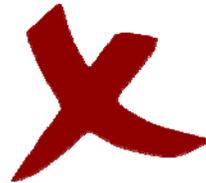
- Investigar los cambios recientes ocurridos en la ocupación/uso del suelo (1990-2006; 1956-2007)
- Modelizar las dinámicas del O/US para crear escenarios futuros a un horizonte de 25-30 años.
- Establecer procesos participativos con los agentes claves del Espacio natural de Doñana (END). Desarrollar herramientas de ayuda a la toma de decisiones (gestión y conservación)

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

### 3. Modelización AC para la creación de escenarios futuros:

- Una modelización determinista (algorítmica/lineal) partiendo de condiciones estáticas?

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}\mathbf{x}^T \mathbf{A} \mathbf{x} - \mathbf{x}^T \mathbf{b}, \quad \mathbf{x} \in \mathbb{R}^n.$$



- Una herramienta para predecir el futuro?



DUSPANAC

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

### 3. Modelización AC para la creación de escenarios futuros:

- simulaciones de posibles consecuencias en la configuración del territorio a largo plazo sobre medidas adoptadas hoy....



Fuente: Palomo et al (2011), informe ecofuturos

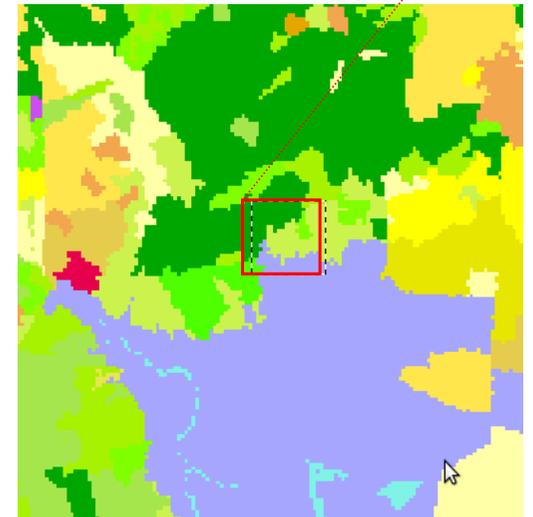
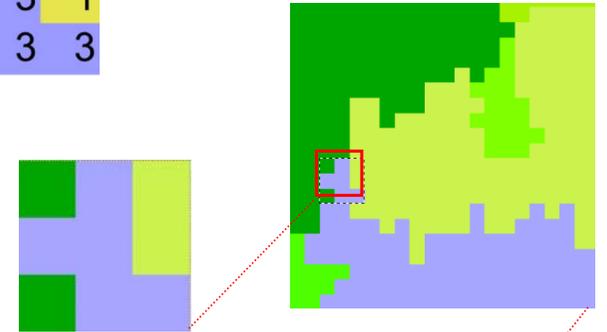
## *Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

### 5. Métodos:

- TIG - análisis de cambios (tabulaciones cruzadas de mapas de uso del suelo).
- Modelización con AC (METRONAMICA) de la evolución del territorio; dinámicas impulsores/obstructores de cambio.
- Creación de escenarios con METRONAMICA para la futura gestión del END, a través de talleres participativos

2	3	1
3	3	1
2	3	3

2	3	1
3	3	1
2	3	3



*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

METRONAMICA™ software, un autómata celular (White and Engelen 1993)

evolución paso a paso de células controlada por la Potencialidad de Transición (PT):

**MS2 → M1\*n\*a\*s\*z\*á**

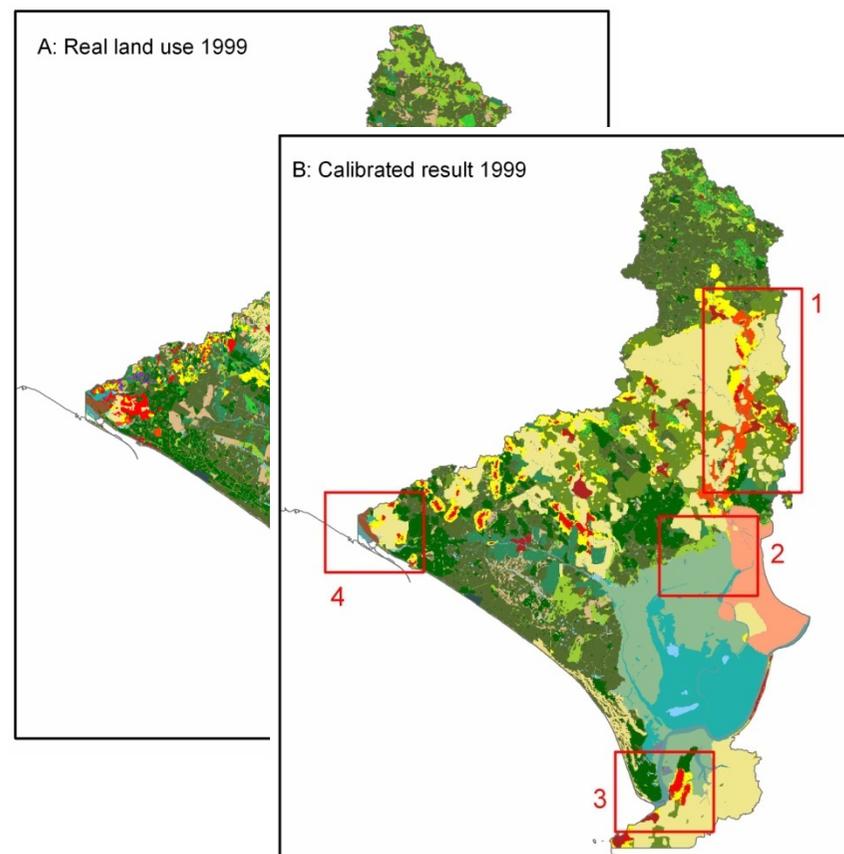
n = dinámicas de vecindad

a = accesibilidad

s = aptitud (biofísica)

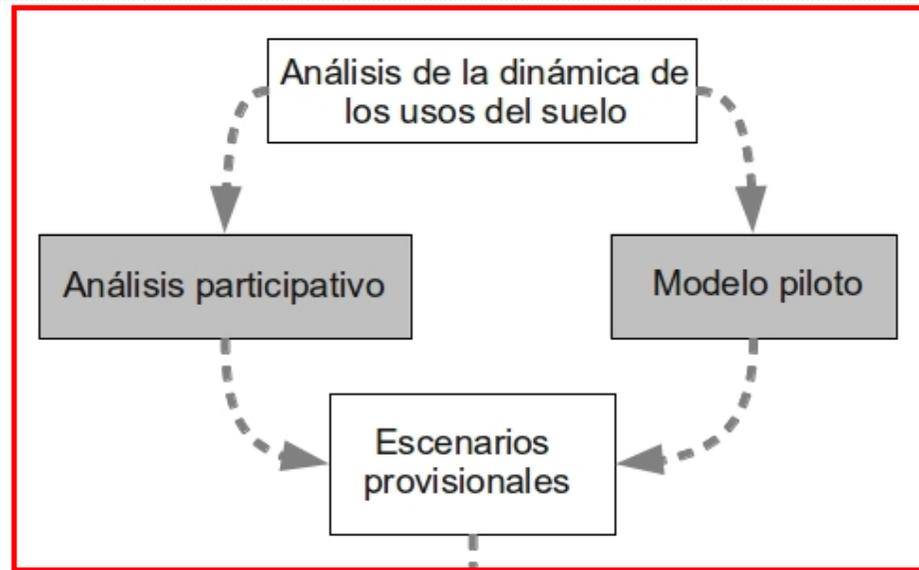
z = zonificación (planificación)

á = factor aleatoria



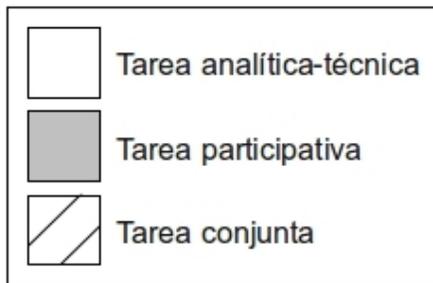
*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

Esquema del proceso de modelización participativo de escenarios futuros

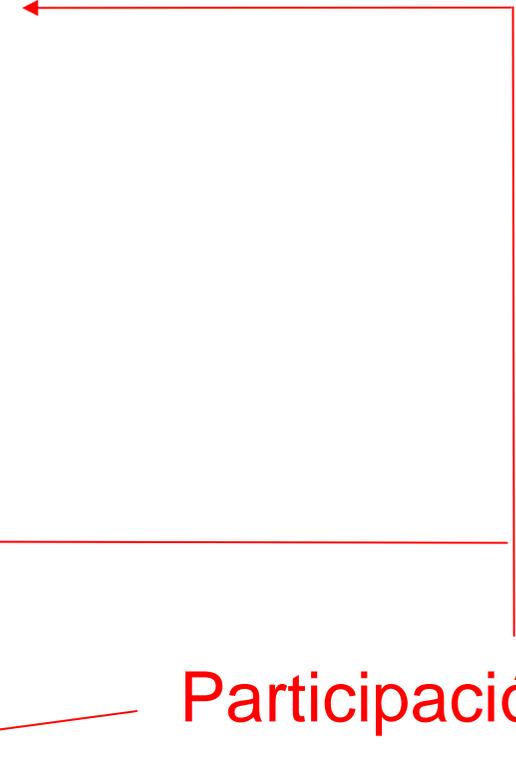


valoración participativa de escenarios provisionales

Escenarios finales



Participación

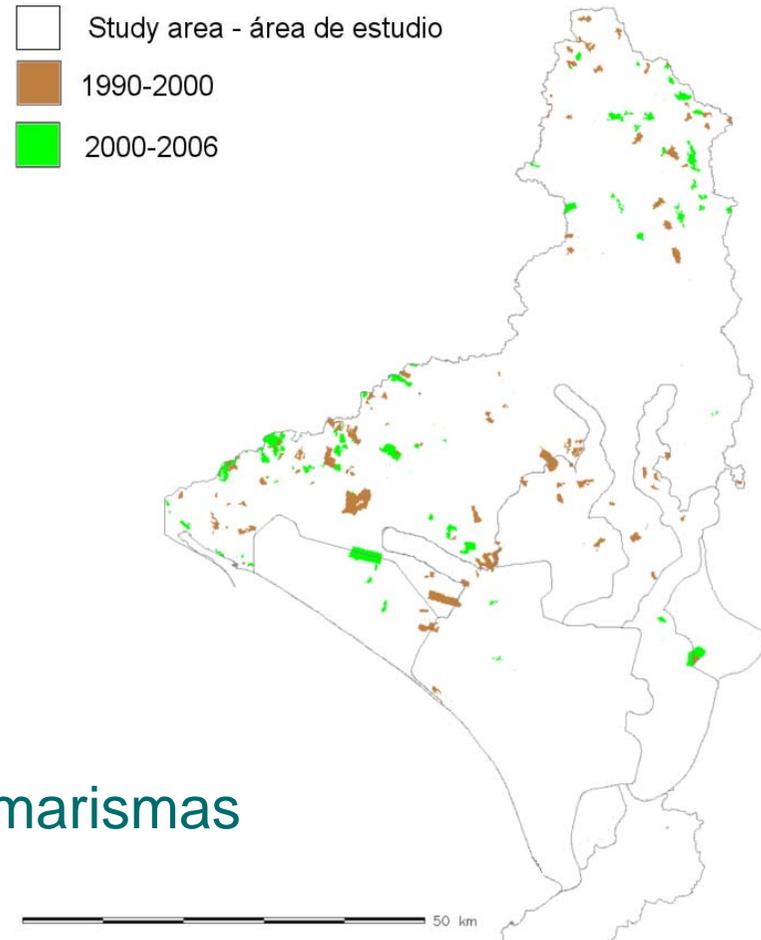


*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## Dinámicas de cambio 1990-2006:

1. Pérdida de áreas naturales
2. aumento de áreas naturales
3. aumento de superficies artificiales
4. aumento de cultivos en regadío
5. aumento de pastos y secano
6. cambio matorral - bosque (todo tipo)
7. cambio bosque (todo tipo) - matorral
8. cambios (gan. y perd.) en humedales y marismas
9. Zonas incendiadas

Pérdida de áreas naturales 1990-2006, según corine land cover



*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## Dinámicas de cambio 1990-2006

### Análisis participativo



Dinámica 1990-2000	motores de cambio	ganancias y pérdidas	fiabilidad de la información	grupo
Aumento de cultivos en regadío	Coyuntura económica Intereses particulares	ganancias: agricultura ganancias: economía local perdida de calidad de agua perdida de usos ambientales	Alto	1
	Escasa rentabilidad de cultivos de secano llegada de nuevos cultivos como: frutos rojos, cítricos, y frutales (todos ellos de regadío)	perdidas en las niveles del acuífero perdida de hábitat de secano ganancias en mano de obra, rentabilidad y facturación agrícola	Medio Alto	2
	PAC (ARROZAL) promoción de arranque del viñedo intereses privados	perdidas de secano y forestal ganancias de agricultura intensiva, olivar, arrozal intensivo y frutos rojos	Las superficie de regadío no esta adecuadamente representada	3

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## Construyendo el modelo

Análisis técnico-analítico y participativo nos permite asignar cada uso del suelo a 3 grupos (requerido por el software METRONAMICA), según la dinámica observada

1. VACANT (categorías pasivas)
2. FUNCTIONS (categorías dinámicas)
3. FEATURES (categorías estáticas)

Las categorías dinámicas (FUNCTIONS) son los motores de cambio en el modelo

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## Calibración del modelo

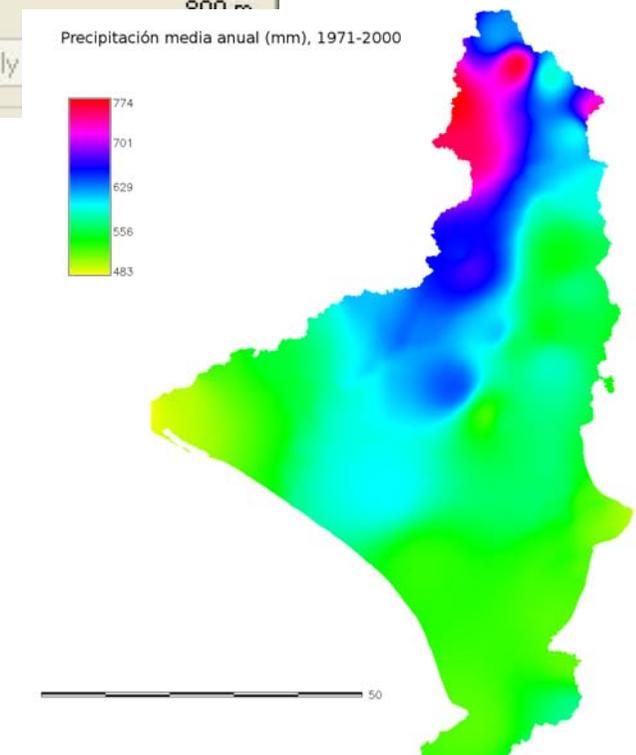
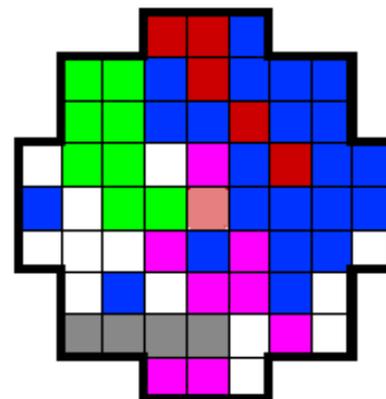
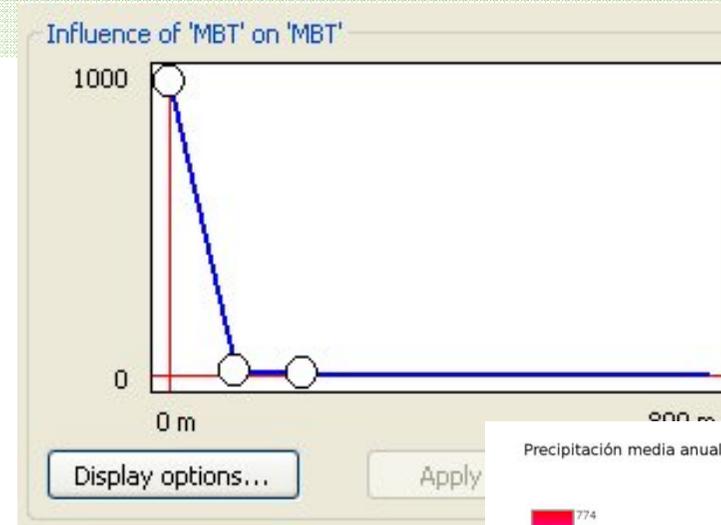
1. introducir demanda (celdas) para cada uso de categoría  
FUNCTION

2. establecer reglas de vecindad (atracción y repulsión) (n=197)

3. Introducir accesibilidad, aptitud, zonificación.

4. Correr modelo

5. Modificar parámetros 1-3



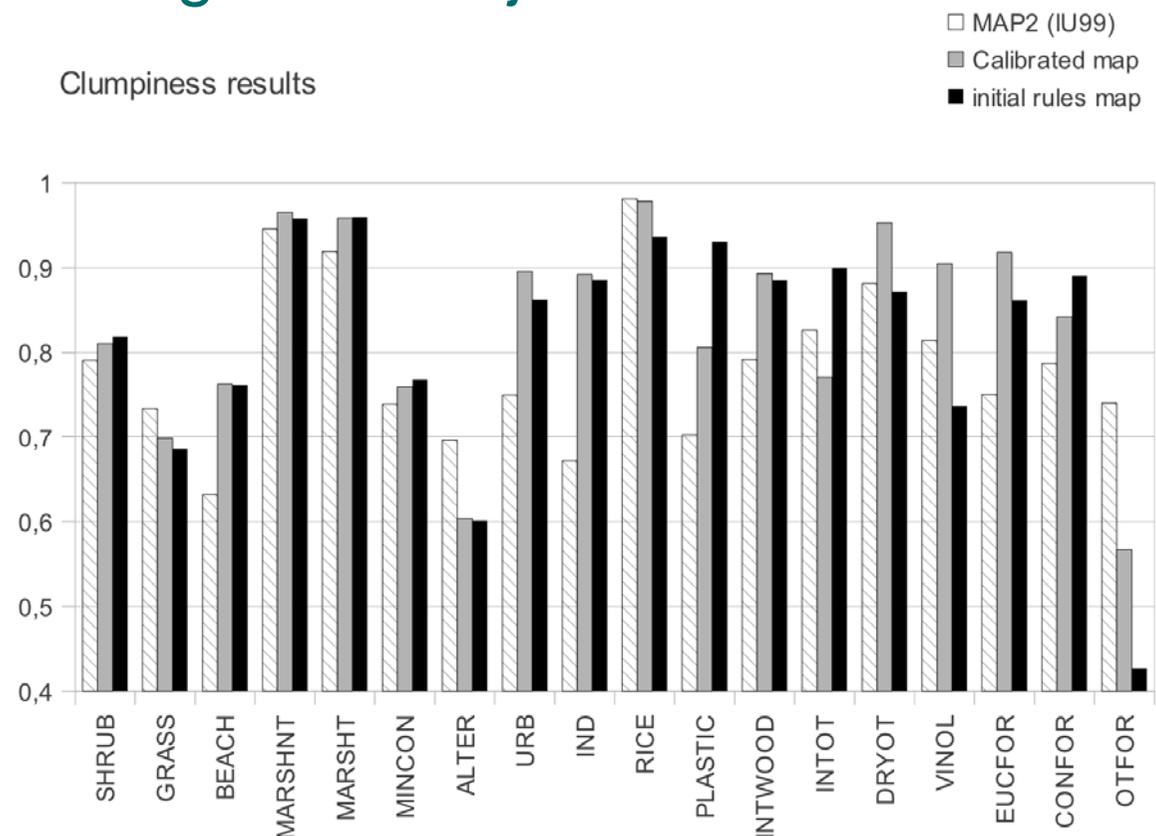
*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## Calibración del modelo

### Evaluación técnica de calidad/grado de ajuste

Célula por célula - kappa simulation, fuzzy kappa

Estructura del mapa - agregación (Fragstats), tamaño de parches etc



*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## Elaboración de escenarios con el modelo AC

E1 : Business as usual (BAU)

E2: Ampliación de núcleos urbanos e infraestructuras turísticas

E3: Expansión masiva de frutales

USO	ha 1990	ha 2000	ha 2006	E1 2030	E2 2030	E3 2030
TUC	407	407	451	517	781	517
TUD	6	6	6	6	6	6
ZC	53	53	38	15,5	15,5	15,5
IDR	13	65	65	143	455	143
TRP	419	369	351	249	249	249
F	100	241	241	452,5	452,5	2000
MC	0	50	50	125	125	125
MBT	3307	4464	4939	7387	7387	7387

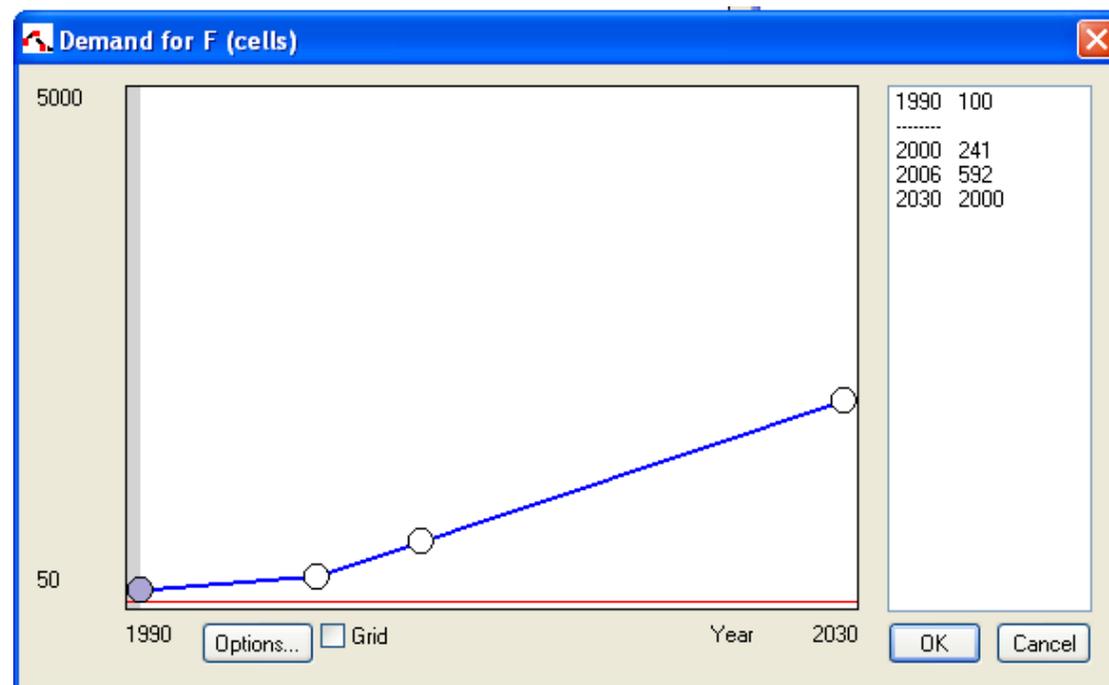
*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## E3: Expansión masiva de frutales hasta 2030

Entre 1990 y 2006, ha aumentado la superficie de frutales 141 ha.

En el Escenario E1, los frutales aumentarán con el ritmo observado 1990-2006

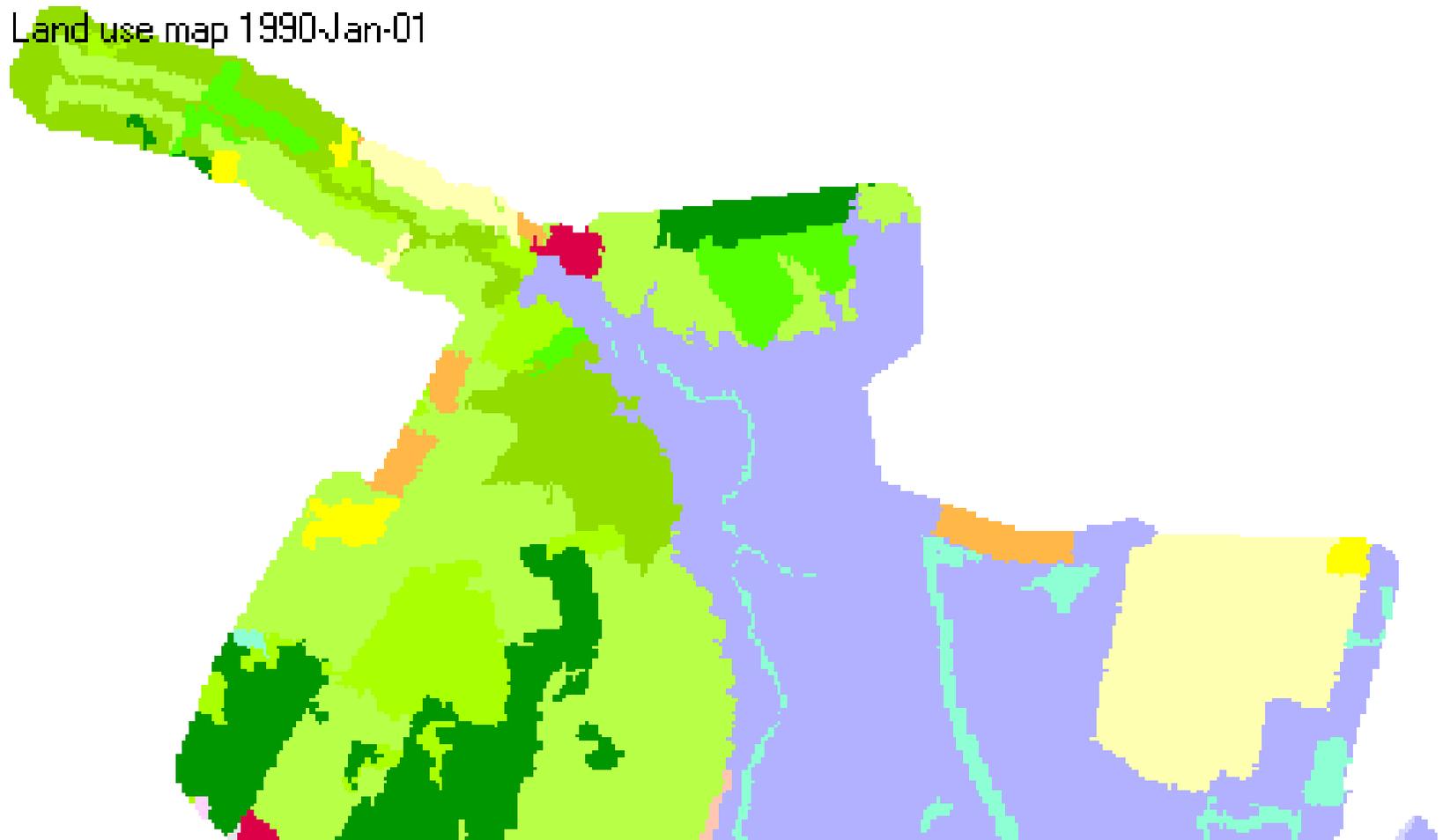
En El Escenario E3 - cultivos de frutales aumentarán con mayor rapidez que lo observado entre 1990 y 2006



*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## E3: Expansión masiva de frutales hasta 2030

Land use map 1990-Jan-01



*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## **CONCLUSIONES:**

Los tres escenarios simples presentados nos permiten entender mejor las pautas de cambio dentro del ENP y aproximarnos a las posibles consecuencias futuras de las dinámicas representadas

E1, BAU indica que los alrededores del ENP continuarán experimentando presión sobre los recursos si no se toman medidas para activamente prevenirlo

E2, ANUIT nos indica las ubicaciones más vulnerables en el caso de una presión sostenida a favor de este tipo de desarrollo.

E3, EMF nos indica las ubicaciones más vulnerables en el caso de una presión sostenida a favor de este tipo del aumento sostenido de cultivos de frutales.

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## **Ayuda a la toma de decisiones:**

- La modelización de escenarios nos permite entender y reflexionar sobre las consecuencias que tienen las actuales políticas de gestión y explotación de recursos sobre el territorio
- Permite experimentar con libertad las consecuencias de nuevas medidas, mecanismos o figuras de protección, conservación y gestión
- Presenta una oportunidad para que la visión de la sociedad en general sea tomada en cuenta, involucrándose en su futuro.

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

## **Futuro Trabajo:**

Tres simples escenarios presentados aquí serán evaluados por los agentes a través de los talleres participativos

Nuevos escenarios serán desarrollados con los agentes de acuerdo con investigaciones previas ya realizadas: (eco-futuros; Palomo et al 2010):

Doñana conocimiento globalizado,

Doñana marca registrada

Doñana árida

Doñana adaptiva; húmeda y creativa

Palomo, I., Martín-López, B. , López-Santiago C. y Montes, C., 2010. Hacia un nuevo modelo de gestión del sistema socio-ecológico de Doñana basado en la construcción de una visión compartida sobre sus eco-futuros. Informe WWF,

[http://www.uam.es/gruposinv/socioeco/documentos/Informe\\_escenarios\\_Donana.pdf](http://www.uam.es/gruposinv/socioeco/documentos/Informe_escenarios_Donana.pdf)



DUSPANAC

*Agentes, escenarios y autómatas celulares; modelización espacial para la toma de decisiones en Doñana y su entorno*

**Gracias!**

**Pagina web: <http://www.geogra.uah.es/duspanac>**

**Proyecto financiado por: Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN),  
(Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)**

**Equipo:**

Francisco Escobar (Investigador Principal, UAH)

Richard Hewitt (Investigador contratado, UAH)

Verónica Hernández Jiménez (Investigador, OCT)

María A. Encinas (Investigador, OCT)

