

Cambios de uso del suelo en la costa de la provincia de Cádiz durante la segunda mitad del siglo XX (1956-2003)

ANTONIO JORDÁN LÓPEZ
LORENA MARTÍNEZ-ZAVALA
FÉLIX A.GONZÁLEZ PEÑALOZA
NICOLÁS BELLIFANTE CROCCI



El Centro de Estudios Andaluces es una entidad de carácter científico y cultural, sin ánimo de lucro, adscrita a la Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía.

El objetivo esencial de esta institución es fomentar cuantitativa y cualitativamente una línea de estudios e investigaciones científicas que contribuyan a un más preciso y detallado conocimiento de Andalucía, y difundir sus resultados a través de varias líneas estratégicas.

El Centro de Estudios Andaluces desea generar un marco estable de relaciones con la comunidad científica e intelectual y con movimientos culturales en Andalucía desde el que crear verdaderos canales de comunicación para dar cobertura a las inquietudes intelectuales y culturales.

Las opiniones publicadas por los autores en esta colección son de su exclusiva responsabilidad



Centro de Estudios Andaluces
CONSEJERÍA DE LA PRESIDENCIA

T2008/02

Cambios de uso del suelo en la costa de la provincia de Cádiz durante la segunda mitad del siglo XX (1956-2003)

Antonio Jordán López*, Lorena Martínez-Zavala, Félix A. González Peñaloza, Nicolás Bellinfante Crocci

Universidad de Sevilla

RESUMEN

En el presente trabajo se discute la dinámica de los cambios de uso entre 1956 y 2003 en la franja costera de la provincia de Cádiz en relación con el desarrollo urbano, la población y otros factores. El análisis de los principales usos del terreno mediante un sistema de información geográfica muestra los efectos del desarrollo de la tecnología agrícola y las políticas regionales agrícolas o medioambientales, además de otros procesos como el desarrollo de proyectos de turismo de masas o la expansión urbana. Para estudiar los patrones de transformación e identificar causas potenciales de cambio se han determinado áreas de influencia de variables específicas (distancia a las carreteras, graveras/minas, embalses y asentamientos urbanos). Los cambios de uso más importantes en el área se deben al crecimiento y concentración de la población en las ciudades, el turismo costero, el desarrollo de infraestructuras como carreteras o embalses y las políticas agrícolas que promueven el cambio del secano tradicional por regadíos durante la segunda mitad del siglo XX. El incremento de la productividad debido a la transformación de secanos en regadíos no muestra gran relación con la capacidad de uso del suelo. Una parte de la expansión agrícola ha ocurrido sobre suelos marginales, probablemente a causa del incremento en el input tecnológico. La pérdida de suelo agrícola *per capita* en el área de estudio parece estar asociado a una mejora en las tecnologías agrícolas y la falta de relaciones entre la población y la producción agrícola local en un contexto globalizado.

Palabras clave: Cambio de uso; uso del suelo; demografía; desarrollo urbano; agricultura; Cádiz.

*Antonio Jordán López, ajordan@us.es Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla. <http://www.grupo.us.es/medsoil/>

ABSTRACT

The dynamics of land use changes between 1956 and 2003 in the coastal fringe of Cádiz province (Southern Spain) are discussed in relation to urban development, population and other factors. The analysis of the main land uses with a geographic information system shows the effects of recent farming technologies and regional agricultural or environmental policies, besides other processes, as the development of mass tourist projects and urban expansion. Buffers from specific variables (distance to roads, gravel pits/mining areas, reservoirs and urban settlements) have been used to assess transformation patterns and identify potential causes of land use change. The most important land use changes in the studied area are due to the growing and concentration of population in the cities, the coastal mass tourism, the development of infrastructures such as roads or reservoirs, and the agricultural policies that encourage the substitution of traditional rain-fed crops with irrigated crops during the second part of 20th century. The increment of productivity due to the transformation of rain-fed crops into irrigated crops is weakly related to soil capability. A part of the agricultural expansion has been observed in marginal soils, probably because of the increase in technological inputs. The loss of agricultural soil per capita in the studied area appears to be associated to an improvement of farming technologies and the lack of relationships between population and local agricultural products in a globalized context.

Keywords: Land use change; land use; demography; urban development; agricultura; Cádiz.

JEL Classification: R14 - Land Use Patterns; O18 - Regional, Urban, and Rural Analyses

1 Introducción

La formación del paisaje es un fenómeno dinámico en continuo cambio. El análisis de los cambios de uso proporciona herramientas para el estudio del cambio de los sistemas a diferentes escalas temporales y espaciales (Lambin, 1977). El estudio cuantitativo de los cambios de uso es necesario para establecer las relaciones entre el cambio de uso del terreno y sus implicaciones sociales y medioambientales (López et al., 2001).

Desde un punto de vista histórico y a una escala global, la mayoría de los cambios de uso están vinculados de alguna manera al crecimiento de la población (Ramankutty et al., 2002; Kok, 2004), aunque a una escala más detallada, diversos autores han comprobado la existencia de un grupo complejo de procesos interactivos y de acciones planificadas por el hombre (Antrop, 1998; Lambin et al., 2001; Lambin et al., 2003).

El cambio en el uso de la tierra produce un impacto en la biodiversidad, induce cambios climáticos locales y globales y contribuye a la degradación del suelo. El cambio de uso del suelo en los países desarrollados tiene un origen fundamentalmente de tipo económico (Bouma et al., 1998). El paisaje de la costa atlántica de Andalucía ha sufrido fuertemente el impacto de los cambios de uso, de la misma manera que muchas otras áreas mediterráneas (Westmacott & Worthington, 1974; Antrop, 1993; Symeonakis et al., 2007). El origen de estos cambios en el área mediterránea está en los grandes proyectos turísticos, la agricultura a gran escala o el desarrollo de las áreas urbanas (Antrop, 1993). Vos and Klijn (2000) establecieron que existen cuatro grandes tendencias de transformación de los paisajes europeos: [1] incremento de la producción agrícola, lo que incluye la transformación de humedales y otras áreas naturales cercanas a zonas densamente habitadas, [2] expansión urbana y desarrollo de las infraestructuras, [3] desarrollo de las actividades turísticas y [4] abandono de la tierra, especialmente en las áreas rurales remotas de peor accesibilidad y condiciones sociales y económicas menos favorables.

La intensificación de la agricultura (es decir, el aumento de *inputs* y de *outputs*) ha permitido doblar la producción alimentaria mundial entre 1961 y 1996 mientras que la superficie de suelo arable se ha incrementado sólo en un 10% (Tilman, 1999). Según Ramankutty et al. (2002), las cosechas disminuyeron a escala global entre 1900 y 1990 desde 0.75 ha persona⁻¹ hasta 0.35 ha persona⁻¹, mientras que la mayoría de los incrementos de la producción de las últimas décadas procede de la mayor productividad de los cultivos (Greenland, 1997). En España, por ejemplo, el incremento de la producción agrícola entre 1990 y 2003 (183%) está asociado al aumento del uso de fertilizantes (132 %) y fitosanitarios (167%), según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Tradicionalmente, los estudios sobre cambio de uso en el tiempo consisten en un análisis de series temporales, en los que la variable estudiada (uso del terreno) es muestreada a intervalos discretos que frecuentemente no son regulares (Hammond & McCullagh, 1986; Swetnam, 2007). Estos datos pueden ser estudiados como

“fotogramas” vinculados mediante relaciones espaciales e integradas en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Durante la segunda parte del siglo XX, los tipos de uso en la franja costera de Andalucía han sufrido cambios significativos a causa de la evolución de las actividades económicas y las técnicas de cultivo. En el presente estudio se ha realizado el análisis de los cambios de uso entre 1956 y 2003 en las comarcas costeras de la provincia de Cádiz, donde el incremento del turismo costero, la agricultura y la protección del medioambiente se hallan en conflicto desde la década de los 50. Los principales objetivos de este trabajo son: [1] cuantificar los cambios de uso entre 1956 y 2003 mediante la interpretación de diferentes series de fotografías aéreas, [2] estudiar la dinámica de los cambios de uso, [3] estudiar la interacción entre los diferentes procesos (transformaciones agrícolas, expansión urbana, desarrollo de infraestructuras, etc.) y [4] estudiar las relaciones entre la pérdida de suelo agrícola y la tendencia demográfica.

2 Métodos

2.1 Área de estudio

El área de estudio (Figura 1) es parte de la provincia de Cádiz, y comprende las comarcas de la Campiña de Jerez (258.746 ha), Costa Noroeste de Cádiz (62.514 ha), La Janda (164.528 ha) y el Campo de Gibraltar (152.814 ha). Entre 1950 y 2003, la población se incrementó desde 639.915 hasta 1.144.691 en 2007 (la densidad de población aumentó en un 71% durante el mismo período; la densidad de población del área estudiada en 2007 era de 179.3 habitantes km⁻², mientras que la densidad media de población en la provincia era de 158.8 habitantes km⁻²). La población crece de manera continua desde la Guerra Civil (1936-1939), aunque después de 1960, se experimentó un rápido desarrollo que llevó aparejado una considerable expansión de las áreas urbanas, especialmente en la franja costera. Los principales núcleos urbanos son la capital, Cádiz, que tiene actualmente una población de 128.554 h, Jerez de la Frontera (202.687) y Algeciras (114.012).

La principal industria en el área de estudio es el turismo, procedente mayoritariamente de otras zonas españolas, así como del Reino Unido y Alemania. Entre las actividades industriales locales más importantes se encuentra la industria química (concentrada principalmente en el área de Algeciras), la aeronáutica y los astilleros (ésta última, desde hace varios años en declive). La agricultura es una parte importante del producto interior bruto, exportando productos alimentarios y vinos. Los puertos de Cádiz y Algeciras (éste último se halla actualmente entre los diez puertos europeos de mayor tráfico de mercancías) son los puntos de entrada de gran número de mercancías al continente europeo.

La topografía varía entre el nivel del mar y 1092 m de altitud (pico El Algibe). El clima es de tipo mediterráneo, con inviernos frescos y húmedos y veranos cálidos y secos. La precipitación media anual es de 360 mm, con valores medios mensuales que oscilan entre 1 mm (Agosto) y 71-72 mm (Enero y Mayo). La temperatura media es de 15°C, con medias mensuales entre 6°C (Enero) y 25°C (Julio).

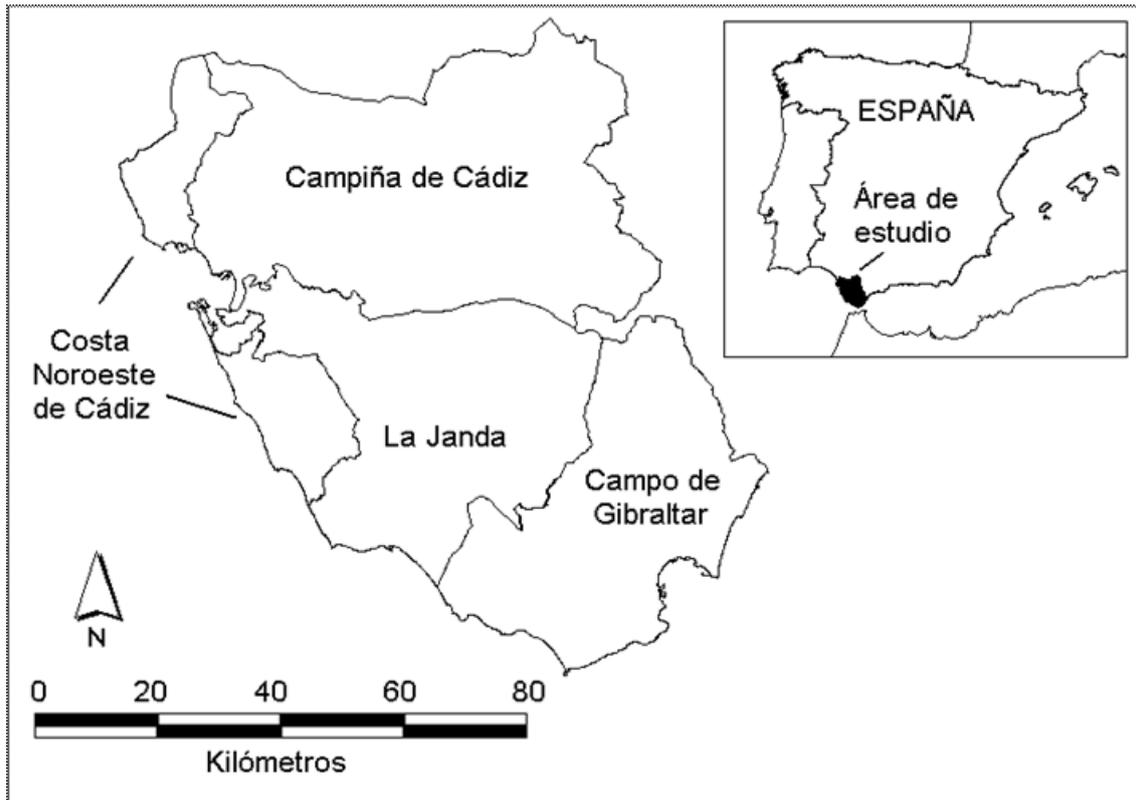


Figura 1. Área de estudio.

2.2 Tipos de suelo y evaluación

La información de suelos fue importada e integrada en un SIG desde mapas digitales realizados por los autores a escala 1:50.000 (Jordán, 2000; Bellinfante et al., 2004). La capacidad de uso de los suelos se evaluó mediante el modelo CERVATANA de capacidad general de uso, integrado en el sistema MicroLEIS (de la Rosa et al., 2004). El modelo CERVATANA evalúa la capacidad de uso o adecuación de una amplia serie de usos posibles siguiendo las normas de evaluación de suelos generalmente aceptadas (USDA, 1961; FAO, 1976; Dent & Young, 1981; Verheye, 1988). El modelo CERVATANA trabaja de forma interactiva, comparando los valores de las características de la unidad de tierra a evaluar con los niveles de generalización establecidos para cada clase de capacidad de uso (de la Rosa et al., 2004). Las variables que incluye el análisis son la pendiente de la superficie del terreno, la profundidad del suelo, la textura, la pedregosidad/rocosidad, el drenaje, la salinidad, la erodibilidad, la densidad de la vegetación, la erosividad de la lluvia, el balance hídrico y el riesgo de helada.

2.3 Análisis cuantitativo de los tipos de uso

El análisis cuantitativo de los tipos de uso se ha realizado a partir de las ortofotografías correspondientes a los vuelos fotogramétricos realizados en 1956 y en 2003. Ambas series de fotografías aéreas se incluyeron en un SIG mediante el *software* ArcGIS, versión 9.2 (ESRI 1999-2006). Otras fuentes de datos han sido mapas temáticos publicados CEBAC, 1963; García del Barrio et al., 1971; MAPA, 1985; Rivas-Martínez et al., 1987; Ibarra, 1993; Moreira & Fernández-Palacios, 1995; Moreira & González, 1997).

En total, se han distinguido 16 principales tipos de uso: [1] bosque denso, [2] matorral, [3] terrenos abandonados, [4] mezcla de cultivos y vegetación natural, [5] cultivos herbáceos con árboles, [6] cultivos en regadío, [7] cultivos de secano, [8] pastizal, [9] playas y dunas, [10] lámina de agua continental, [11] lámina de agua costera, [12] suelo urbano e infraestructuras, [13] afloramientos rocosos y suelos desnudos, [14] zonas incendiadas y [15] zonas deforestadas por tala.

Tras procesar y combinar los datos en un SIG, fue posible identificar cambios entre diferentes tipos de uso y la dirección de estos cambios entre 1956 y 2003. Para estudiar los patrones de transformación de las zonas cultivadas y para identificar las variables espaciales que pueden influir sobre estos cambios se ha llevado a cabo un análisis superficial de áreas de influencia. Las variables espaciales incluidas en este análisis fueron la proximidad a las áreas urbanas, a carreteras, a estructuras de almacenamiento de agua (embalses, balsas ganaderas, balsas de riego, etc.) y áreas mineras y graveras (en adelante, áreas mineras). Se delimitaron áreas de influencia para cada una de estas variables a distancias de 500 y 1000 m, y se intersectaron con las áreas en las que se habían producido cambios de uso. La razón entre el porcentaje de suelo agrícola perdido respecto al área de influencia y el porcentaje del área de influencia respecto a la superficie total (RDT) puede considerarse como un indicador del potencial de pérdida de suelo agrícola. Un mayor RDT implica mayor suelo agrícola perdido por superficie o mayor pérdida de suelo agrícola en la superficie ocupada por el área de influencia.

3 Resultados

3.1 Dinámica de los cambios de uso

La Tabla 1 muestra los cambios de uso en el área de estudio entre 1956 y 2003. La Tabla 2 muestra las principales dinámicas de cambio durante este período. Los tipos de uso que registraron un incremento apreciable fueron los suelos urbanos e infraestructuras, los regadíos, el agua embalsada y los pastizales. El mayor incremento se encontró en el caso de los suelos urbanos y las infraestructuras, que aumentaron un 355.3%, desde 7.049 ha en 1956 a 32.095 ha en 2003. Una superficie de 5.997 ha permaneció sin cambios, mientras que 24.024 ha fueron ocupadas por nuevas edificaciones u otros usos tales como carreteras, equipamientos industriales o puertos marítimos. La mayoría del Nuevo suelo urbano se distribuyó a lo largo de la costa (figura 2).

El área regada se incrementó desde 25.219 hasta 49.751 ha (97,3 %). Una superficie de 16.420 ha de cultivos regados permaneció sin cambios significativos. La mayoría de la nueva superficie regada procede de antiguos secanos (hasta 24.203 ha). La figura 2 muestra cómo los regadíos se incrementaron especialmente en la Janda y la Campiña de Jerez, fundamentalmente a causa de la desecación artificial progresiva de los humedales naturales que existían en estas zonas durante las décadas de los 50, 60 y 70. En la comarca de la Campiña, aproximadamente 6.500 ha de secanos, matorral natural y bosques fueron sustituidos con nuevos regadíos, así como algunas áreas importantes en los valles del Guadarranque y el Guadiaro, en la comarca de El Campo de Gibraltar.

El área ocupada por láminas de agua continental se ha incrementado durante el período analizado fundamentalmente como resultado de la construcción de embalses (como los de Arcos, Bornos, Guadarranque, Charco Redondo o Celemín) y la modificación de otros (como Algar). El área ocupada por estas extensiones inundables estaba dedicada en 1956 a secanos (41.5 %), pastizal (20.6 %), matorral (17.4 %) y cauces de ríos o lagos (13.9 %; Tabla 2). Muchos de estos embalses se encuentran en el interior de los límites de áreas naturales protegidas, como el Parque Natural Los Alcornocales,

Tabla 1. Cambios de uso entre 1956 y 2003.

Tipo de uso	1956		2003		Diferencia*		Incremento desde 1956
	ha	%	ha	%	ha	%	%
Cultivos de secano	244169	38.3	227746	35.7	-	-2.6	-6.7
Matorral	173656	27.2	143504	22.5	-	-4.7	-17.4
Pastizal	74272	11.6	77578	12.2	3307	0.5	4.5
Bosques	59173	9.3	56648	8.9	-2525	-0.4	-4.3
Lámina de agua costera	25570	4	15730	2.5	-9840	-1.5	-38.5
Cultivos de regadío	25219	4	49751	7.8	24532	3.8	97.3
Lámina de agua continental	12431	1.9	20065	3.1	7634	1.2	61.4
Mezcla de cultivos y vegetación natural	12084	1.9	10894	1.7	-1190	-0.2	-9.8
Suelo urbano e infraestructuras	7049	1.1	32095	5	25046	3.9	355.3
Playas arenosas y dunas	2038	0.3	1262	0.2	-775	-0.1	-38
Cultivos herbáceos con árboles	1902	0.3	1845	0.3	-57	<0.1	-3
Roquedos y suelos desnudos	744	0.1	896	0.1	152	<0.1	20.4
Otros	30	<0.1	321	0.05	292	0.05	973.3
Total	638336						

* Porcentajes calculados respecto al área total.

La superficie dedicada a pastizales creció en un 4.5% entre 1956 y 2003. La mayoría de las áreas donde se ha pasado a este uso eran originalmente campos de secano (42.2%) o matorral (39.4%). Por otro lado, la superficie dedicada a pastizal ha disminuido en algunas áreas como la comarca de La Janda. Una superficie igual a 30151 ha ha pasado de estar ocupada por matorral a otros usos como secanos o pastizales (143504 y 11233 ha, respectivamente). Aunque algunas de estas transformaciones se deben al establecimiento de nuevos cultivos en zonas inicialmente no agrícolas, la mayoría de ellas se deben a otros tipos de degradación antrópica, como el pastoreo, fundamentalmente.

Los campos de secano disminuyeron en un 6.7% entre 1956 y 2003. Algunas de las causas de este retroceso son el incremento de suelo urbano (9734 ha), la conversión en regadíos (24203 ha) o el abandono y la degradación posterior a formas de pastizal (12023 ha).

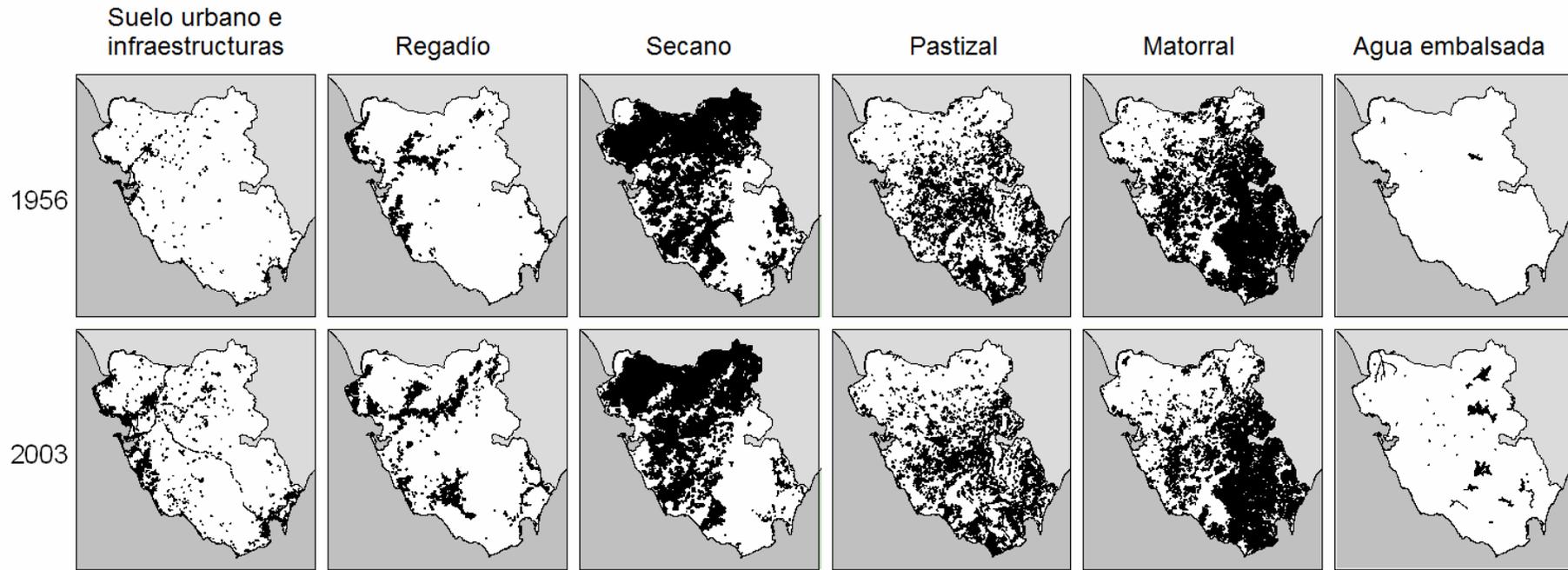


Figura 2. Evolución de la superficie dedicada a suelo urbano e infraestructuras, campos de regadío, secano, pastizal, matorral y agua embalsada entre 1956 y 2003.

Tabla 2. Dinámica de los principales cambio de uso entre 1956 y 2003.

Tipos de uso (1956)	Tipos de uso (2003)													
	Suelo urbano e infraestructuras		Regadío		Superficie de agua embalsada		Pastizal		Matorral		Secano		Áreas sin cambios	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Secano	9734	38.3	24203	72,6	3826	41.5	12023	42.2	2893	20.6	-	-	18838	41.2
Regadío	5458	21.5	-	-	165	1.8	335	1.2	288	2.1	2077	0.6	16420	3.6
Matorral	4265	16.8	2513	7,5	1610	17.4	11233	39.4	-	-	14350	39.6	11625	25.4
Pastizal	2707	10.6	3041	9,1	1897	20.6	-	-	5637	40.2	77578	21.4	47883	10.5
Mezcla de cultivos y vegetación natural	1006	4.0	129	0,4	3	0.0	2126	7.5	214	1.5	10894	3.0	7625	1.7
Lámina de agua costera	986	3.9	1242	3,7	52	0.6	235	0.8	56	0.4	15730	4.3	15237	3.3
Bosques	880	3.5	1322	4,0	253	2.7	2228	7.8	4654	33.2	56648	15.6	46593	10.2
Playas arenosas y dunas	239	0.9	40	0,1	-	-	117	0.4	123	0.9	1262	0.3	1111	0.2
Lámina de agua continental	91	0.4	643	1,9	1282	13.9	33	0.1	8	0.1	20065	5.5	10870	2.4
Roquedo y suelos desnudos	64	0.3	1	0,0	135	1.5	17	0.1	19	0.1	896	0.2	419	0.1
Cultivos herbáceos con árboles	13	0.1	145,3	0,4	-	-	46	0.2	50	0.4	1845	0.5	-	-
Suelo urbano e infraestructuras	-	-	49	0,1	6	0.1	85	0.3	84	0.6	32095	8.8	6652	1.5
Otros	-	-	1	0,0	-	-	1	0.0	5	0.0	221	0.0	-	-
Total	25443		33329		9229		28479		14031		36281		45745	
											5		1	

Una superficie superior a 180000 ha permaneció sin cambios entre 1956 y 2003, formada por campos de secano (188389 ha), matorral (116252 ha), pastizal (47883 ha) o bosque denso (46593 ha).

3.2 Implicaciones en la capacidad de uso del suelo

Las transformaciones en el uso del suelo implican a menudo una pérdida de la capacidad de uso del terreno, ya sea general o específica. La Tabla 3 muestra los intercambios entre usos agrícolas y no agrícolas en relación con la capacidad general de uso del suelo. 25523 ha de suelo agrícola fueron transformadas o abandonadas en el período entre 1956 y 2003. Sólo el 6.3% de los suelos agrícolas en 1956 pueden ser considerados marginales, principalmente a causa de su salinidad o de lo accidentado del terreno. Sin embargo, la mayoría de los suelos agrícolas en 1956 presentaban una buena o moderada capacidad de uso agrícola (53.3 y 40.3%, respectivamente). El incremento de superficie agrícola es superior a 55000 ha, ocupando áreas con diferente capacidad de uso: suelos marginales (9.3%), suelos con moderada capacidad de uso (43.4%) y suelos con buena capacidad de uso (56.3%).

Tabla 3. Dinámica de los cambios de superficie agrícola a otros usos y viceversa en relación con la capacidad general de uso del suelo.

Capacidad general de uso	Suelos cultivados a no cultivados		Suelos no cultivados a cultivados	
	ha	%	ha	%
NI	1058	4.1	4693	8.5
Ntl	554	2.2	447	0.8
S3lr	239	0.9	1131	2.0
S3l	5767	22.6	10392	18.8
S3r	4286	16.8	7533	13.6
S2lrb	9528	37.3	22105	39.9
S2tlr	4091	16.0	9053	16.4
S1	0	0.0	0	0.0
Total	25523		55352	

Clases de capacidad de uso: S1, excelente; S2, buena; S3, moderada; N, suelos marginales.

Factores limitantes: t, pendiente; l, suelo; r, riesgo de erosión; b, déficit bioclimático.

3.3 Variables con influencia sobre los cambios de uso en el área

La Tabla 4 muestra los resultados del análisis de áreas de influencia, mostrando las pérdidas de suelo agrícola en la proximidad de áreas urbanas, carreteras, áreas mineas y embalses de agua.

El valor del índice RDT a 0-500 m de las carreteras, embalses y áreas mineras es de 35.0, 36.0 y 36.0, respectivamente. Mientras que el RDT a 500-1000 m de las carreteras aumenta respecto al anterior, este valor desciende en el caso de los embalses y las áreas mineras. A pesar de que la proporción de áreas agrícolas transformadas en 2003 en la proximidad de carreteras, áreas mineras y embalses es muy pequeña (0.4, 0.2 y 0.3% de la superficie incluida en la banda de 0 a 500 m, respectivamente), su RDT es relativamente alto.

La proximidad a las áreas urbanizadas ha afectado negativamente a la extensión de las zonas dedicadas a la agricultura entre 1956 y 2003, con una influencia relativamente alta en los primeros 500 m. En esta banda se ha perdido hasta el 14.5 % de la superficie de suelo agrícola, mientras que esta proporción desciende hasta el 7.2 en la banda de 500-1000 m. El valor de RDT para las áreas urbanas es relativamente bajo (6.6), mientras que la superficie transformada es muy grande. Dicho de otro modo: carreteras, embalses y áreas mineras muestran un potencial de transformación de usos mucho mayor que las zonas urbanizadas, pero éstas influyen una mayor cantidad de superficie.

Tabla 4. Porcentaje del área total y porcentaje de suelo agrícola perdido dentro de la banda de 0 a 500 m y 500 a 1000 m desde suelos urbanos, carreteras, minas/graveras y embalses.

Tipo de uso	Área de influencia (m)	Área (ha)	Porcentaje del área total (%)	Superficie transformada dentro del área de influencia (%)	RDT
Suelo urbano	0-500	13951.5	2.2	14.5	6.6
	500-1000	6962.1	1.1	7.2	6.6
Carreteras	0-500	2715.5	0.4	14.9	35.0
	500-1000	2155.3	0.3	12.3	41.0
Embalses*	0-500	1170.0	0.2	7.2	36.0
	500-1000	370.4	0.1	2.4	24.0
Minas y graveras	0-500	1633.1	0.3	10.8	36.0
	500-1000	2497.3	0.4	10.3	25.8

*Embalses artificiales, excluyendo cuerpos naturales de agua (ríos o lagos), infraestructuras de riego o balsas artificiales para el almacenamiento de residuos agrícolas.

3.4 Superficie de suelo cultivado por comarcas y crecimiento de la población

La tasa de pérdida de suelo agrícola es relativamente baja en el área de estudio (2.41%; Tabla 5). Según las comarcas, se han observado variaciones proporcionalmente bajas en la Campiña de Jerez, Costa Noroeste de Cádiz y La Janda, donde las tasas de cambio han sido del 6.46%, -1.36% y 2.82%, respectivamente. Sin embargo, este valor desciende hasta -23.69% en el Campo de Gibraltar.

Tabla 5. Superficie agrícola y tasas de cambio por comarcas en el área de estudio en 1956 y 2003.

Comarca	1956		2003		Tasa de cambio %	
	ha	ha persona ⁻¹	ha	ha persona ⁻¹	ha	ha persona ⁻¹
Campaña de Jerez	169382	0.75	180317	0.54	6.46	-28.00
Campo de Gibraltar	22617	0.13	17260	0.07	-	-46.15
Costa Noroeste de Cádiz	31267	0.12	30841	0.07	23.69	-41.67
La Janda	60122	0.75	61817	0.62	-1.36	-17.33
Total	283389	0.38	290235	0.27	2.42	-28.94

La proporción de suelo agrícola perdido por persona decreció de manera general durante el período analizado (Tabla 5). La Figura 3 muestra el crecimiento de la población entre 1950 y 2003 en el área de estudio. La tasa media de pérdida de suelo agrícola por persona entre estas dos fechas es de -28.94%. Este valor, sin embargo oscila entre unas comarcas y otras. Los mayores cambios se han registrado en el Campo de Gibraltar y la Costa Noroeste de Cádiz (Tabla 5). El resto de comarcas muestran valores más altos, pero todavía importantes.

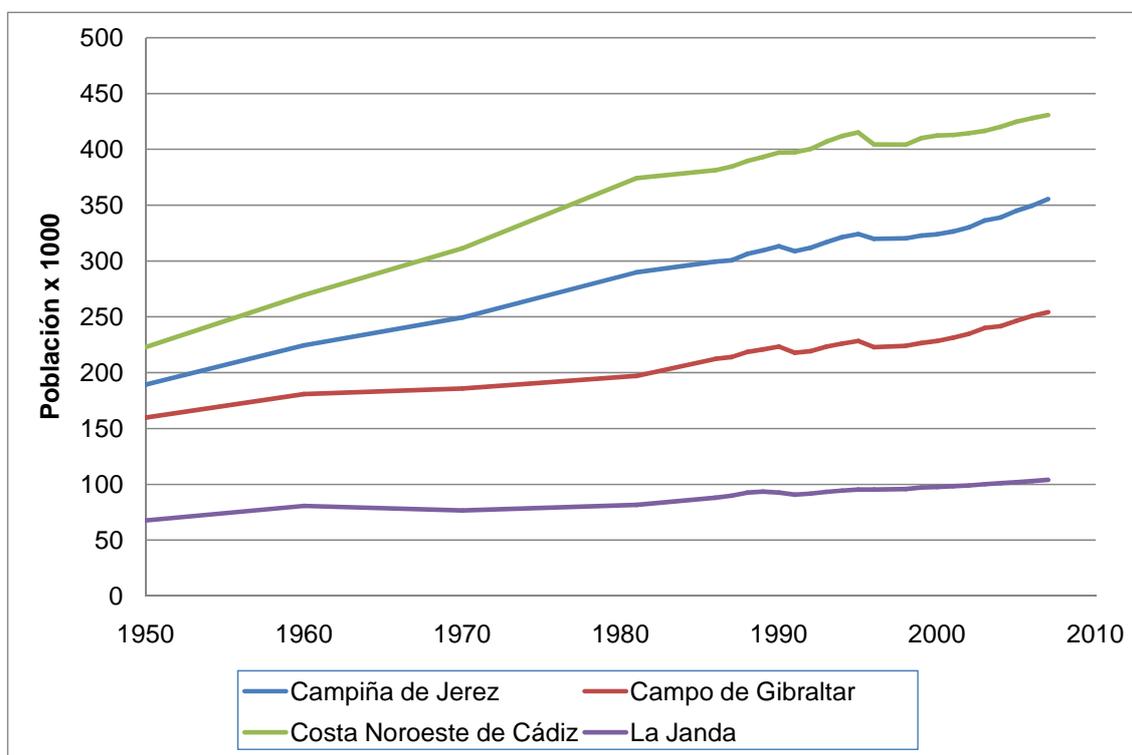


Figura 3. Crecimiento demográfico entre 1950 y 2003 (fuente: INE).

4 Discusión

Abundantes estudios han demostrado que los SIG son herramientas muy útiles para la cuantificación del cambio de uso del suelo (Alados et al., 2004; Wang et al., 2005; Porter-Bolland et al., 2007; Otto et al., 2007). Es de esperar que la disponibilidad creciente de este tipo de datos facilite el estudio de los cambios y permita la mejor interpretación de los procesos analizados.

En el área de estudio se han observado cambios de uso significativos durante el período analizado. Este período de cambios está fuertemente relacionado con el rápido crecimiento de la población durante las últimas décadas. Los cambios de uso se originan por diversos factores que a menudo muestran patrones no lineales en el tiempo (Lepers et al., 2005). Entre los factores que ha influenciado los cambios de uso observados en las comarcas costeras de la provincia de Cádiz, los más importantes son [1] el crecimiento y la concentración de la población en la capital y las principales ciudades, [2] la concentración del turismo en masa en la franja costera, [3] el desarrollo de infraestructuras tales como carreteras, grandes embalses o balsas de riego o ganaderas y [4] las políticas agrícolas que promueven la sustitución de los cultivos tradicionales de secano con otras actividades más productivas, como el regadío o los cultivos de invernadero, durante la segunda mitad del siglo XX.

La concentración de las actividades económicas e industriales en la costa ha sido un proceso general en Andalucía, especialmente intenso durante los 90 (Peña, 2007). Desde la llegada del turismo de masas al sur de España durante la década de los 60, áreas residenciales, campos de golf y otras infraestructuras recreativas no han dejado de crecer en la costa. La industria turística en la costa posee un gran potencial para transformar el medio natural de manera muy intensa (Miller & Auyong, 1991; Antrop, 1993; Tzatzanis et al., 2003; Otto et al., 2007).

El cultivo de secano era la principal actividad agrícola en el área de estudio hasta los primeros años del siglo XIX. Sin embargo, a partir de ese momento, el regadío fue considerado como una herramienta básica para el incremento de la productividad agrícola (AMA, 1991; del Moral, 1979). Proyectos agrícolas a gran escala, junto a otros factores de diversa índole, como la salud pública, condujeron hacia la desecación artificial de zonas pantanosas y humedales naturales como los que existían en la Janda (Dueñas & Recio, 2003), de modo que los agricultores comenzaron a producir cereales, algodón y otros productos. Sin embargo, a finales de la década de 1970, la tendencia política de fomento de los regadíos fue puesta en duda dada la falta de cauces regulados (AMA, 1991; Vives, 2003; Berbel & Gutiérrez, 2004), lo que constituyó un freno a la expansión de las superficies irrigadas.

Actividades económicas fomentadas por los gobiernos como el turismo o el regadío requieren una gran inversión económica en áreas relativamente pequeñas, como ocurre frecuentemente en las zonas costeras, donde la disponibilidad de grandes cantidades de agua potable es esencial, de forma que se inicia una desaparición progresiva del paisaje original a causa de las muchas alteraciones introducidas (Antrop, 1993). Durante los últimos años, más del 70% de la actividad económica se ha producido en zonas densamente pobladas. Las innovaciones tecnológicas y la inversión económica han facilitado un rápido cambio de agricultura extensiva hacia agricultura intensiva de alto rendimiento mediante regadíos e invernaderos. Además,

el crecimiento del turismo convencional y el desarrollo de actividades turísticas alternativas ha llevado al incremento del sector terciario (Sauriolos & Manzanera, 2004). Ésta ha sido la causa principal de cambios económicos y sociales tales como los movimientos migratorios desde los entornos rurales hacia los grandes asentamientos urbanos, el aumento de la población local y el abandono de las actividades tradicionales.

El incremento de la productividad como consecuencia de la transformación de cultivos de secano en regadío muestra una débil relación con el índice de capacidad general de uso de los suelos. La superficie de las nuevas superficies agrícolas equivale prácticamente al 200% de la superficie agrícola perdida, y una parte importante de ésta corresponde a suelos claramente marginales. El cultivo de suelos con una elevada salinidad o en pendiente, dentro de un contexto general de industrialización, es un signo de la eficiencia de las nuevas técnicas de cultivo. En el área de estudio, los cambios tecnológicos que ha introducido la moderna agricultura pueden ser incluso más importantes que el área ocupada o la capacidad de uso.

Muchos investigadores han concluido que las áreas protegidas son menos susceptibles a la degradación por el efecto de la cercanía de asentamientos humanos y el desarrollo agrícola que las áreas no protegidas (Semwal et al., 2004; Otto et al., 2007). La superficie ocupada por bosques no presenta variaciones significativas (-0.4% durante el intervalo de 47 años estudiado). Esta estabilidad es debida en parte a la activa política de protección medioambiental del gobierno regional andaluz. En el área de estudio se encuentran incluidos hasta cuatro parques naturales (Los Alcornocales, Bahía de Cádiz, Las Breñas-Marismas del Barbate, y El Estrecho – éste último creado en 2003), en los cuales sólo están permitidas actividades tradicionales (algunas de ellas asociadas con la protección y/o mantenimiento del bosque, como la extracción de corcho o las salinas, de una gran importancia económica) y muchas otras figuras de protección, como parajes naturales, paisajes naturales, reservas naturales o monumentos naturales.

Los cambios en la agricultura son frecuentes en la proximidad de los asentamientos humanos, aunque las vías de comunicación y otros equipamientos también tienen una influencia relativamente alta, como estableció Kok (2004). El potencial para modificar los usos del suelo es relativamente bajo en la cercanía de las áreas pobladas, aunque el área total transformada es mayor que en otros casos. Hay algunas explicaciones posibles para este hecho. En primer lugar, el perímetro de los polígonos que delimitan las áreas pobladas es de 6201 km, un valor considerablemente más alto que el de las balsas y pantanos (1707 km), carreteras (509 km) y minas o graveras (344 km). En segundo lugar, el radio área/perímetro de los polígonos correspondientes a poblaciones es 26, comparable al de embalses (30) o áreas mineras (31), y mucho mayor que en el caso de las carreteras (18). De este modo, aunque las áreas pobladas muestran un bajo potencial para alterar los usos agrícolas en su proximidad, éstas impactan sobre una superficie mucho mayor. En contraste, tanto carreteras como minas y graveras muestran una alta influencia potencial, pero con frecuencia tienen menores perímetros.

El crecimiento de la población no ha sido un impedimento para las transformaciones socioeconómicas en Andalucía, aunque problemas como la desigual distribución

territorial y la propiedad, o los desequilibrios existentes entre población rural y urbana, persisten todavía (Martínez, 1997). El complejo sistema urbano de la provincia de Cádiz muestra algunos sistemas autosuficientes con una elevada masa de población (tales como los núcleos de Jerez, Algeciras o Cádiz; Suárez, 1997). Aunque la agricultura constituye una parte muy importante de la economía andaluza, pasó de representar el 15% del PIB en 1977 al 10% en 1987 (Martínez, 1997). Este retroceso es una consecuencia directa del abandono de la tierra por parte de la población rural o emigrante y las políticas gubernamentales a favor del desarrollo industrial (Martínez, 1997). Sólo durante el periodo 1986-1994, el número de trabajadores agrícolas descendió desde 168000 a 119000 personas (y esto aunque el promedio de las ganancias individuales se incrementó casi en el 100% durante el mismo periodo; Salazar, 1997). En el área de estudio, la relación entre el crecimiento de la población y los cambios en el cómputo de la superficie agrícola varían de una comarca a otra. Estos cambios son relativamente bajos en las comarcas de la Campiña de Jerez, la Costa Noroeste de Cádiz y La Janda, pero casi la cuarta parte de la superficie agrícola en 1956 ha sido transformada en el Campo de Gibraltar en 2003. Estos patrones tan diferentes pueden ser explicados parcialmente si se tienen en cuenta factores como el acceso a las comunicaciones, determinadas situaciones agro-ecológicas peculiares, las actividades no agrícolas o la protección de los recursos naturales. Existe una elevada correlación entre la expansión de la red de transportes y el desarrollo económico de las regiones (Taaffe et al., 1963; Coffin, 2007). En la actualidad existe un debate científico acerca de si la transformación del paisaje es una causa o un efecto del desarrollo de las comunicaciones, cuya presencia depende de estructuras sociales y sus características físicas están condicionadas al menos parcialmente por la estructura del paisaje (Coffin, 2007). El acceso al transporte es mucho más difícil en el Campo de Gibraltar a causa de la falta de comunicaciones por carretera y la existencia de las sierras de Algeciras y del Algibe, las cuales plantean importantes problemas de accesibilidad. La razón entre la longitud total de la red de carreteras por superficie en el Campo de Gibraltar es de 0.24 km^{-1} (y éste es un valor que se ha incrementado considerablemente a partir de la construcción de nuevas autovías en años muy recientes), mientras que el valor promedio en el resto del área de estudio es de 0.29 km^{-1} . Está establecido que áreas con un buen acceso para los transportes (ya sea por mar, tierra o aire) experimentan mayores cambios en el tiempo (Verburg et al., 2004). Además, hay que considerar que el 52% de la superficie del Campo de Gibraltar está incluida dentro de los límites del Parque Natural Los Alcornocales, donde la agricultura no está permitida.

Por otra parte, la tasa de cambio de la superficie agrícola por persona es considerable en todas las comarcas analizadas, especialmente en aquellas donde la población y el área urbana son mayores, como el Campo de Gibraltar, la Costa Noroeste y la Campiña de Jerez. La pérdida de suelo agrícola por persona en el área de estudio parece estar relacionada con la mejora de las técnicas agrícolas y una gran falta de relación entre la población y los productos agrícolas locales (la mayoría de los cuales son exportados), lo que ocurre con frecuencia en un contexto cada vez más globalizado. El desarrollo de las tecnologías agrícolas afecta a la producción de una forma positiva, sin dañar su sostenibilidad necesariamente. La sustitución del secano por los regadíos y el incremento de las cosechas y la productividad son algunas de las causas del descenso de la superficie agrícola por persona, especialmente en las

comarcas de La Janda o la Campiña de Jerez, donde el cultivo de cereales, algodón, tomate y viñedos muestra productividades muy elevadas. Otra consecuencia de este proceso es el incremento del valor de los suelos marginales. Entre 1956 y 2003, la superficie de suelo marginal cultivado se incrementó en un 218.8%, mientras que el cultivo de suelos de buena calidad creció sólo un 85.1%.

5 Conclusiones

Durante el período analizado se han detectado importantes cambios de uso en el área de estudio. Algunos de estos cambios son un crecimiento substancial en la superficie urbanizada y la sustitución de cultivos de secano por regadíos. Aunque la economía local depende aún fuertemente de la agricultura, la mayoría de los cambios están causados por la introducción de nuevas tecnologías agrícolas (favorecidas por políticas recientes) y el desarrollo de nuevas actividades económicas, tales como el turismo de masas.

La actividad agrícola en las comarcas costeras de la provincia de Cádiz parece evolucionar hacia una producción intensiva. La mayor parte de la expansión del área cultivada ha sido observada en suelos con una elevada aptitud agrícola, pero también sobre zonas marginales. La principal explicación de esto es el incremento de los *inputs* tecnológicos.

Los cambios en el uso del suelo están fuertemente influenciados por las comunicaciones y otras infraestructuras, pero especialmente por el desarrollo urbano de la franja costera. Aunque carreteras y otros equipamientos poseen una elevada influencia, las áreas urbanas afectan a una superficie mucho mayor.

Las políticas nacionales y regionales en materia de medio ambiente en el área de estudio han permitido la conservación de importantes masas forestales que no han sufrido cambios cuantitativamente importantes durante el período analizado.

La experiencia de los cambios medioambientales y socioeconómicos pasados debería ser tomada en cuenta a la hora de la planificación de actividades económicas y nuevos proyectos de urbanización.

6 Agradecimientos

Los resultados del presente trabajo son derivados en parte de los convenios OG-127/02, OG-152/04, OG-018/06 y OG-019/07 firmados entre la Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía) y la Universidad de Sevilla.

7 Referencias

ALADOS, C.L., PUEYO, Y., BARRANTES, O., ESCÓS, J., GINER, L., ROBLES, A.B. (2004). "Variations in landscape patterns and vegetation cover between 1957 and 1994 in a semiarid Mediterranean ecosystem". *Landscape Ecology* 19, 543-559.

AMA (1991). *Recursos naturales de Andalucía*. Agencia de Medio Ambiente. Sevilla.

ANTROP, M. (1993). "The transformation of the Mediterranean landscapes: an experience of 25 years of observations". *Landscape and Urban Planning* 24, 3-13.

ANTROP, M. (1998). "Landscape change: Plan of chaos?". *Landscape and Urban Planning* 41, 155-161.

AURIOLES, J., MANZANERA, E. (coords.). (2004). *Economía y sociedad andaluza. Análisis avanzado de las causas del desarrollo relativo*. Fundación Centro de Estudios Andaluces. Sevilla.

BELLINFANTE, N. (coord.). (2004). *Levantamiento de información ambiental referida a unidades geomorfoedáficas para diversas zonas de Andalucía occidental*. Consejería de Medio Ambiente - Universidad de Sevilla. Unpublished report.

BERBEL, J., GUTIÉRREZ, C. (2004). "The role of irrigation in Andalucía". *Agricultura, Revista Agropecuaria* 73, 898-902.

BOUMA, J., VARALLYAY, G., BATJES, N.H. (1998). "Principal land use changes anticipated in Europe". *Agriculture Ecosystems and Environment* 67, 103-119.

CEBAC. (1963). *Estudio Agrobiológico de la Provincia de Cádiz*. CSIC. Sevilla

COFFIN, A.W. (2007). "From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads". *Journal of Transport Geography* 15, 396-406.

DE LA ROSA, D., MAYOL, F., DIAZ-PEREIRA, E., FERNÁNDEZ, M., DE LA ROSA, D.JR. (2004). "A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection With special reference to the Mediterranean region". *Environmental Modelling & Software* 19, 929-942.

DEL MORAL, J.V. (1979). *La agricultura española a mediados del siglo XIX (1850-1870)*. Ministerio de Agricultura. Madrid.

DENT, D., YOUNG, A. (1981). *Soil Survey and Land Evaluation*. George Allen and Unwin. London.

DUEÑAS, M.A., RECIO, J.M. (2003). "Informe sobre la agricultura actual y tareas de restauración de los humedales en La Janda (Cádiz, España)". In: Marzloff, I., de la Riva, J.R., Seeger, M., Ries, J.B. (eds.) *Landnutzungswandel und landdegradation in*

Spanien = *El cambio en el uso del suelo y la degradación del territorio en España*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. Pp. 255-268

ESRI. (1999-2006). *ArcGIS v9.2*. Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands, CA.

GARCÍA DEL BARRIO, I., MALVÁREZ, L., GONZÁLEZ, J.J. (1971). *Mapas provinciales de suelos. Cádiz. Mapa Agronómico Nacional*. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, Dirección General de Agricultura (Ministerio de Agricultura). Madrid.

GREENLAND, D.J. (1997). *Inaugural Russell-memorial-lecture—soil conditions and plant growth*. *Soil Use and Management* 13, 169-177.

HAMMOND, R., MC CULLAGH, P.S. (1986). *Quantitative techniques in Geography-An Introduction*. 2nd ed. Clarendon Press,. Oxford.

FAO. (1976). *A framework for land evaluation*. Soils Bulletin 32. FAO. Rome.

IBARRA, P. (1993). *Naturaleza y hombre en el sur del Campo de Gibraltar: un análisis paisajístico integrado*. Agencia de Medio Ambiente (Junta de Andalucía). Sevilla.

JORDÁN, A. (2000). *El medio físico del Campo de Gibraltar. Unidades geomorfoedáficas y riesgo de erosión*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

KOK, K. (2004). "The role of population in understanding Honduran land use patterns". *Journal of Environmental Management* 72, 73-89.

LAMBIN, E.F. (1997). "Modeling and monitoring land-cover change processes in tropical regions". *Progress in Physical Geography* 21, 375-393.

LAMBIN, E.F., et al. (2001). "The causes of land-use and land-cover change: moving beyond myths". *Global Environmental Change* 11, 261-269.

LAMBIN, E.F., GEIST, H.J., LEPERS, E. (2003). "Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions". *Annual Review of Environment and Resources* 28, 205-241.

LEPERS, E., LAMBIN, E.F., JANETOS, A.C., DEFRIES, R., ACHARD, F., RAMANKUTTY, N., SCHOLLES, R.J. (2005). "A synthesis of information on rapid land-cover change for the period 1981-2000". *Bioscience* 55, 115-124.

LÓPEZ, E., BOCCO, G., MENDOZA, M., DUHAU, E. (2001). "Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. A case in Morelia city, Mexico". *Landscape and Urban Planning* 55, 271-285.

MAPA. (1985). *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Cádiz*. Servicio de Publicaciones Agrarias (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Madrid.

MARTÍNEZ, M.F. (1997). "Origen y causas del subdesarrollo andaluz". In: Rodríguez, J., Collado, J.C. (eds.). *Actas del I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía. Andalucía en el Umbral del Siglo XXI*. Universidad de Cádiz. Cádiz. Pp: 104-110.

MILLER, M.L., AUYONG, J. (1991). ·Coastal zone tourism-a potent force affecting environment and society·. *Marine Policy* 15, 75-99.

MOREIRA, J.M., GONZÁLEZ, A. (1997). *Cartografía y estadística de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía: Evolución 1976-1991*. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

MOREIRA, J.M., FERNÁNDEZ-PALACIOS, A. (1995). *Usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía. Seguimiento a través de imágenes de satélite - Land use and land cover monitoring in Andalusia through satellite images*. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

OTTO, R., KRÜSI, B.O., KIENAST, F. (2007). ·Degradation of an arid coastal landscape in relation to land use changes in Southern Tenerife (Canary Islands)·. *Journal of Arid Environments* 70, 527-539.

PEÑA, A. (2007). *La concentración de la producción en Andalucía en la década de los noventa: configuración del mapa de densidad productiva*. Fundación Centro de Estudios Andaluces. Sevilla.

PORTER-BOLLAND, L., ELLIS, E.A., GHOLZ, H.L. (2007). ·Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, Mexico·. *Landscape and Urban Planning* 82, 198-207.

RAMANKUTTY, N., FOLEY, J.A., OLEJNICZAK, N.J. (2002). "People on the land: changes in global population and croplands during the 20th century". *Ambio* 31, 251-257.

RIVAS MARTÍNEZ, S. et al. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España 1:400.000*. ICONA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Madrid.

SALAZAR, C. (1997). "El sector agrario andaluz". In: Rodríguez, J., Collado, J.C. (eds.). In: Rodríguez, J., Collado, J.C. (eds.). *Actas del I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía. Andalucía en el Umbral del Siglo XXI*. Universidad de Cádiz. Cádiz. Pp: 608-615.

SUÁREZ, J.M. (1997). "Ciudades, pueblos y ordenación del territorio en la provincia de Cádiz". In: Rodríguez, J., Collado, J.C. (eds.). *Actas del I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía. Andalucía en el Umbral del Siglo XXI*. Universidad de Cádiz. Cádiz. Pp: 996-1004.

SWETNAM, R.D. (2007). "Rural land use in England and Wales between 1930 and 1998: Mapping trajectories of change with a high resolution spatio-temporal dataset". *Landscape and Urban Planning* 81, 91-103.

SYMEONAKIS, E., CALVO-CASES, A., ARNAU-ROSALEN, E. (2007). "Land use change and land degradation in Southeastern Mediterranean Spain". *Environmental Management* 40, 80-94.

TAAFFE, E.J., GAUTHIER, H.L. (1973). *Geography of Transportation*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.

TILMAN, D. (1999). "Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96, 5995-6000

TZATZANIS, M., WRBKA, T., SAUBERER, N. (2003). "Landscape and vegetation responses to human impact in sandy coasts of Western Crete, Greece". *Journal of Nature Conservation* 11, 187-197.

USDA. (1961). *Land capability classification. Agriculture Handbook 210.* US Government Printing Office, .Washington DC.

VERHEYE, W. (1988). "The status of soil mapping and land evaluation for land use planning in the European community". In: Boussard, J.M. (Ed.). *Agriculture: Socio-economic Factors in Land Evaluation.* Office for Official Publications of the EU. Luxembourg.

VOS, W., KLIJN, J. (2000). "Trends in European landscape development: prospects for a sustainable future". In: Klijn, J., Vos, W. (editors). *From Landscape Ecology to Landscape Science.* Kluwer Academic Publishers. Wageningen. Pp. 13-30.

VIVES, R. (2003). "Economic and social profitability of water use for irrigation in Andalusia". *Water International* 28, 326-333.

WANG, Y.Q., TOBEY, J., BONYNGE, G., NUGRANAD, J., MOKATA, V., NGUSARU, A., TRABER, M., (2005). "Involving geospatial information in the analysis of land-cover change along the Tanzania coast". *Coastal Management* 33, 87-99.

WESTMACOTT, R., WORTHINGTON, T. (1974). *New Agricultural Landscapes.* Countryside Commission. Cheltenham, UK.

WILLIAMS, N.S.G., MCDONNELL, M.J., SEAGER, E.J., (2005). "Factors influencing the loss of an endangered ecosystem in an urbanising landscape: a case study of native grassland from Melbourne, Australia". *Landscape and Urban Planning* 71 (1), 35-49.