

**METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EL ANÁLISIS DE PROCESOS
DE INTENSIFICACIÓN AGRÍCOLA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA E IMÁGENES DE SATÉLITE.
CASO PRÁCTICO EN LA CUENCA DEL GUADIAMAR
(PROYECTO SITCOVER)**

PRADOS, M.J., CAMARILLO, J.M., DOCTOR, A*. Y GARCÍA RICA, F.J.

Universidad de Sevilla

***Universidad de Huelva**

1.-Introducción.

La cartografía constituye una herramienta fundamental en la resolución de problemas que presentan una base territorial. La aparición de los mapas digitales elaborados a partir de imágenes de satélite ha reforzado sus funciones tradicionales tales como la localización espacial, extensión superficial y seguimiento de los hechos cartografiados, y permite la realización de análisis comparados con otras fuentes de información a partir de la que generar resultados nuevos e interesantes. La utilización de sistemas de información geográfica es una condición indispensable de cara a la optimización de los resultados cartográficos y estadísticos derivados, en el planteamiento de análisis con carácter retrospectivo, y en la predicción del comportamiento de las situaciones y procesos identificados.

Esta comunicación presenta los resultados derivados de la generación del *Mapa de Reconocimiento Territorial de la Cuenca del Guadamar* (E 1:50.000), realizado en el marco del Programa de Investigación sobre “Implementación Territorial y Socioeconómica del Corredor Verde” financiado con cargo a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. (Prados Velasco M.J. y otros, 2001). Más concretamente los trabajos se integran en una propuesta sobre los “Elementos y Sistemas Territoriales, Idoneidad Ambiental y Sistema de Información Territorial”, cuyo objetivo es el de analizar el comportamiento de los usos de suelo dominantes en la Cuenca en fechas inmediatamente posteriores al vertido de lodos tóxicos, entendiendo tanto las áreas de vegetación natural y seminatural, como los usos agropecuarios y los urbanos. La información extraída del *Mapa* es por tanto una referencia idónea para el reconocimiento territorial de la Cuenca a partir del que lograr una interpretación correcta de los usos del suelo y proceder a su integración en el proyecto de corredor ecológico.

La metodología seguida para la ejecución material de los trabajos se inicia con la interpretación visual de una imagen de satélite georreferenciada, la adaptación de la

leyenda a las características del área de estudio, y el reconocimiento de campo. La comparación con otras fuentes cartográficas ha permitido orientar la propuesta inicial de la descripción de los hechos cartografiados a un análisis intencionado de la evolución sufrida por los usos del suelo en la Cuenca. En concreto, el objetivo central es el de desarrollar una metodología para el análisis de los usos y modos de aprovechamiento agrario de cara a la descripción y explicación de los cambios sufridos entre 1995 y 1975, estudiando sus relaciones con los factores que las han propiciado al tiempo que se identifican sus consecuencias sobre la explotación de recursos naturales.

2.-Planteamientos metodológicos iniciales. Generación y comparación de cartografía temática digital.

La revisión y levantamiento de los usos agropecuarios para la realización del *Mapa de Reconocimiento Territorial de la Cuenca del Guadiamar* E 1:50.000, constituye el punto de partida de este trabajo. La información de base para la generación del mismo procede de las coberturas del Proyecto CORINE-Land Cover correspondientes a 1995, que fue preciso adaptar a una nueva leyenda a partir del reconocimiento de campo, la reasignación de coberturas y la agregación de las unidades cartográficas iniciales en las categorías incluidas en la leyenda del nuevo *Mapa* (Prados Velasco M.J., Doctor Cabrera A. y López Reyes V., 2002). A la vista de los resultados obtenidos y de acuerdo con el objetivo central del trabajo, se pensó en la conveniencia de completar la evaluación de los usos de suelo dominantes en la Cuenca del Guadiamar con el análisis de documentos cartográficos anteriores. El *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos* del Ministerio de Agricultura es el referente elegido para seguir la evolución de los usos agrícolas y plantaciones forestales en los últimos veinte años; tanto por el carácter exhaustivo de la información recogida como por su disponibilidad en soporte digital (Tragsatec, 2001). La explotación de esta información precisó de una serie de fases, dificultadas sobre todo por la diversidad de categorías temáticas presentes en este segundo Mapa (más de cincuenta) frente a su reducido número en el Mapa de Reconocimiento Territorial (siete en total). De ello se obtuvo como resultado un documento cartográfico nuevo con una generalización excesiva respecto de la información cartografiada en 1975, pero que sin embargo es muy útil para facilitar la comparación con el Mapa de Reconocimiento Territorial de la Cuenca en 1995.

La información obtenida a partir del análisis de diferentes fuentes cartográficas ha centrado el desarrollo metodológico de los trabajos realizados. Tras la comparación del *Mapa de Reconocimiento Territorial de la Cuenca del Guadiamar* con el *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos* de 1975, fue posible proceder al reconocimiento exhaustivo de los usos de suelo presentes en relación tanto a su extensión superficial como a la localización geográfica. Los pasos siguientes centran los objetivos hacia un análisis más intencionado de

la información obtenida, dirigido a la búsqueda de comportamientos generales en el estado de los usos del suelo y a la identificación de las nuevas situaciones que hayan podido surgir, con el objetivo final de prever el comportamiento de los usos del suelo en un futuro cercano. Los pasos metodológicos han sido los siguientes:

1°. Generación de un *Mapa de Permanencias y Cambios en los Usos del Suelo (1975-1995)* E 1:50.000, en el cual se sintetizan las dos situaciones posibles en la evolución de los usos del suelo, con objeto de identificar el comportamiento dominante. Dentro de un panorama genérico de mantenimiento en los usos de suelo, es posible advertir cambios que apuntan tendencias hacia la intensificación productiva en áreas de especial vulnerabilidad.

2°. Formulación de un *Índice de Intensificación Agrícola* basado en la dirección y la gradación de los cambios producidos entre los usos de suelo presentes en la Cuenca. Para ello ha sido preciso proceder a precisar la carga semántica del concepto de intensidad agrícola basándonos en criterios agronómicos, productivos y ambientales. Este *Índice* valora la magnitud de los cambios entre los distintos usos y las posibles alteraciones que se derivan sobre la utilización de los recursos naturales.

3°. Relación de variables de orden físico y topológicas relacionadas con los cambios ocurridos en los usos del suelo, y selección de aquellas que cuentan con representación cartográfica a una escala adecuada a los objetivos de esta investigación (1:50.000 o similar). El análisis comparado a partir de la superposición de los diferentes mapas temáticos en un sistema de información geográfica ha obligado a reducir el número de variables previsiblemente asociadas con el acaecimiento de cambios. Como contrapartida ha sido posible obtener información precisa sobre las relaciones entre variables, el lugar, momento y extensión de los cambios habidos en los usos del suelo.

4°. Identificación de las variables independientes asociadas a cada uno de los cambios ocurridos entre las diferentes categorías de usos del suelo. Análisis de dispersión y regresión entre variables de cara al establecimiento de correlaciones entre cada uno de los cambios ocurridos en los usos del suelo. El resultado final consiste en el establecimiento de una gradación en el orden de importancia de aquellas variables independientes más directamente relacionadas con los cambios de mayor trascendencia de acuerdo al concepto de *Intensidad Agrícola*.

3.-Mapa de Permanencias y Cambios. Análisis de la evolución de los usos agrarios en la Cuenca.

Las fases siguientes a la realización del *Mapa de Reconocimiento Territorial* han estado dirigidas por tanto, a la explotación, análisis y diagnóstico de las categorías de usos y modos de aprovechamiento agrícola, al ser éstas las más importantes. La comparación de éste con el *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos Agrícolas* del Ministerio de Agricultura

da lugar a la generación del *Mapa de Permanencias y Cambios* en los usos del suelo de la Cuenca del Guadiamar, y muestra la localización precisa de los cambios registrados en las unidades cartográficas ocupadas por explotaciones agrícolas y plantaciones forestales a lo largo de los últimos veinte años.

**PRINCIPALES USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL GUADIAMAR
EVOLUCION REGISTRADA ENTRE 1975 Y 1995**

Usos Agropecuarios	183.106 has.	171.480 has.
Usos Agrícolas	129.724 has.	128.585 has.
Secano	89.166 has.	77.876 has.
Regadío	32.388 has.	49.741 has.
No Cultivado	8.170 has.	968 has.
Usos Forestales	53.382 has.	42.895 has.
Usos no Agrarios	100.280 has.	111.906 has.
TOTAL CUENCA	283.386 has.	283.386 has.

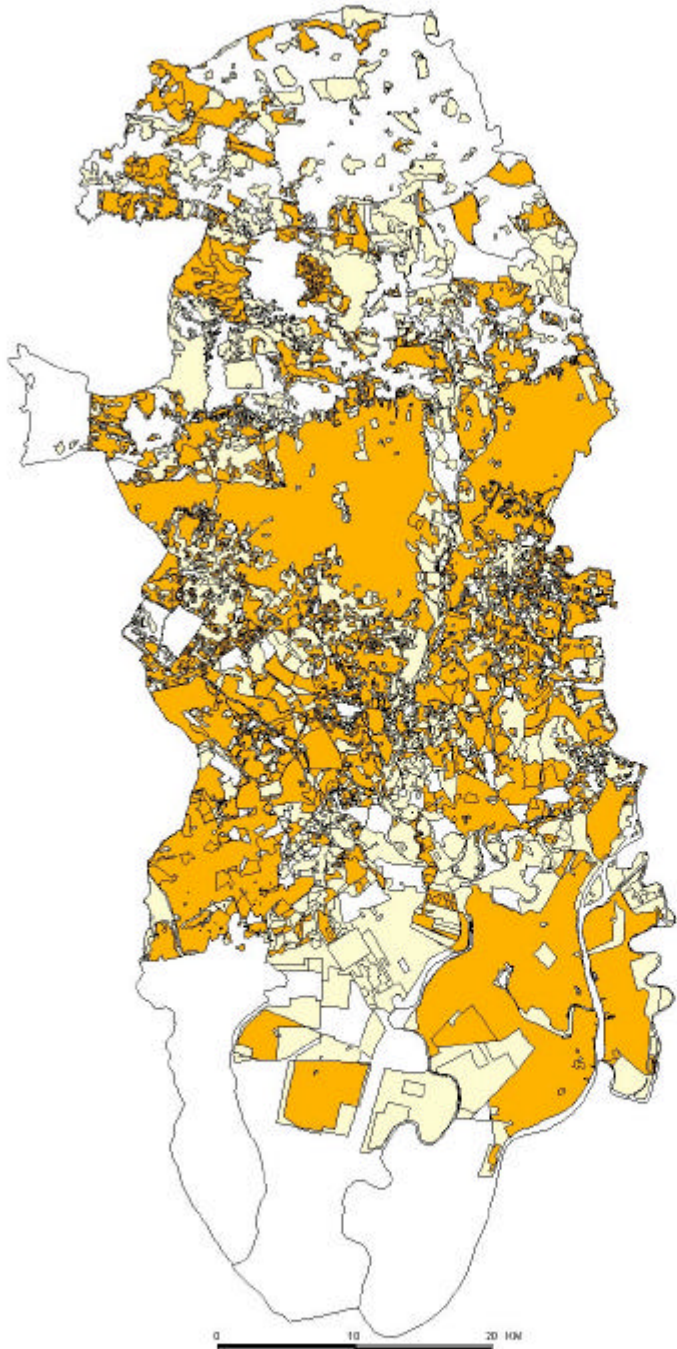
Fuente: *Mapa de Reconocimiento Territorial*. Elaboración Propia.

El *Mapa de Permanencias y Cambios* es resultado por tanto, del análisis comparado entre los usos de suelo agropecuarios en 1995 respecto de su situación en 1975. El procedimiento metodológico seguido para la generación del *Mapa* ha seguido las fases siguientes:

-Construcción de una malla cuadrangular de 100*100 metros (celdillas de una hectárea de superficie), atendiendo a la dimensión superficial convencionalmente empleada en el análisis de los usos agrícolas. Dicha malla ha sido superpuesta sobre ambos documentos cartográficos.

-Asignación del uso dominante en cada una de las celdillas en las que se subdividen los mapas tras la aplicación de la malla. Como criterio de asignación se dispuso fijar aquellos usos con una extensión superficial superior al 50% (esto es, asignación directa cuando supera la media hectárea), y en el resto de situaciones señalar el uso que ocupe mayor

MAPA DE PERMANENCIAS
Y CAMBIOS



- Permanencia
- Cambio
- Excluido del estudio



E 1:400.000

superficie siempre y cuando ésta sea superior al 25% (asignación dirigida por encima de 2.500 m²).

-Comparación de los resultados de ambas mallas de cara a la identificación de los dos posibles escenarios, éstos son, cambios o permanencias en los usos a lo largo del periodo temporal para el que se ha llevado a cabo el análisis. La codificación de los usos en una nueva malla da lugar a la generación del *Mapa de Permanencias y Cambios* como reflejo cartográfico de la evolución experimentada en los usos del suelo de la Cuenca del Guadiamar.

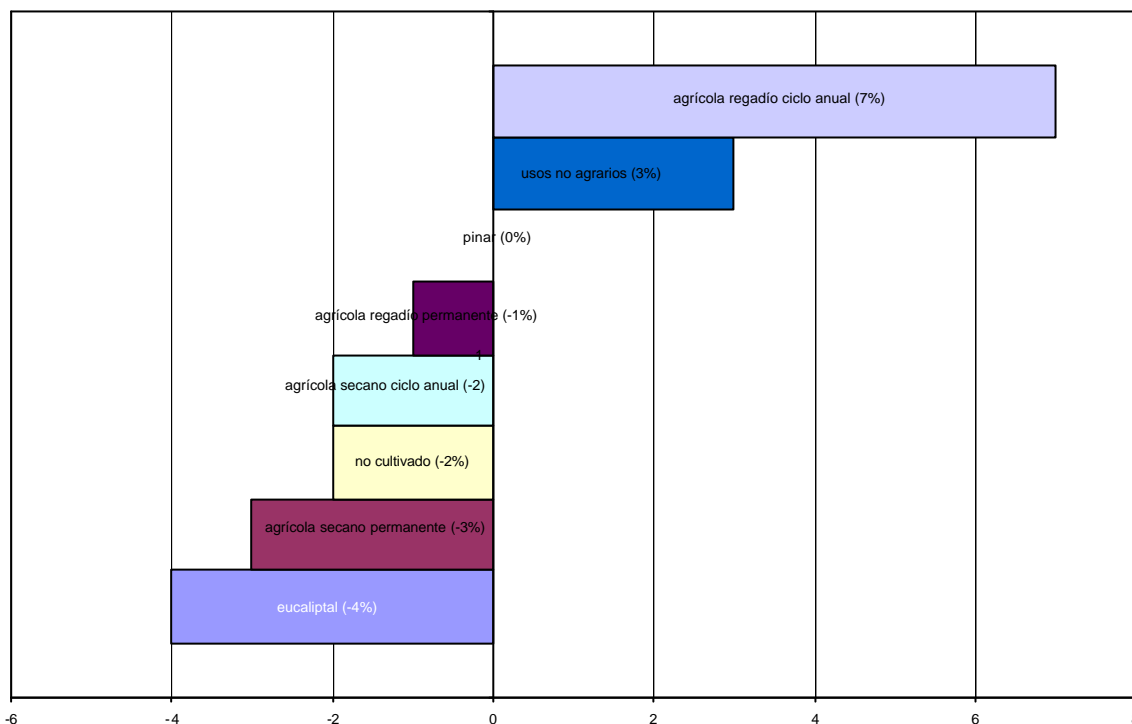
$$\begin{aligned} \mathbf{ux}_{(1975)} * \mathbf{ux}_{(1995)} &= \mathbf{1} \text{ (Permanencia)} \\ \mathbf{ux}_{(1975)} * \mathbf{uy}_{(1995)} &= \mathbf{\# 1} \text{ (Cambio)} \end{aligned}$$

-Generación de mapas sectoriales en los que se reflejen los escenarios de cambios de usos para todas las categorías recogidas en la leyenda del mapa. Obtención de estadísticas derivadas.

La conclusión principal que arroja el *Mapa* es la del mantenimiento de los usos del suelo, resultado de la continuidad en los aprovechamientos agrícolas y del monte en la Cuenca del Guadiamar a lo largo de estos veinte años. Estos continúan ocupando la mitad de la extensión de la Cuenca, cuya dedicación mayoritaria sigue correspondiendo a los cultivos de secano. Sin embargo es posible entrever una tendencia hacia la intensificación materializada en dos hechos: la significativa disminución del espacio no cultivado y el crecimiento de los cultivos de regadío. La categoría de no cultivado ha pasado de presentar poco más de 8.000 has. en 1975, a no alcanzar el millar veinte años después. Por su parte, el aprovechamiento en regadío ha visto crecer su superficie en más de dos tercios al pasar de 32.374 has. a 49.769 has de superficie regada en 1995.

La afirmación inicial no resta importancia por tanto, a la dimensión y rumbo de los cambios producidos en los usos del suelo. Estos han sido esquematizados en el siguiente gráfico.

JERARQUIZACION DE LOS USOS DEL SUELO EN BASE A LA DIMENSION DEL CAMBIO



La información facilitada por el *Mapa de Permanencias y Cambios* no debe ser valorada únicamente como una fuente directa de información sobre los cambios producidos en la extensión superficial de los usos del suelo y en la dirección seguida por dichos cambios a lo largo de las dos últimas décadas. En realidad, esta información procede de la explotación estadística de los mapas digitales por lo que es en parte semejante a la facilitada por fuentes estadísticas como inventarios y memorias de cultivos, o también de la que puede ser extraída mediante encuestas directas a los agricultores. La principal propiedad de este *Mapa* en cuanto documento cartográfico digital es la de su capacidad para vincular la ocurrencia de cambios en la superficie de los principales usos del suelo, con la localización espacial y dimensión territorial de los escenarios resultantes de dichos cambios. De este modo, situaciones que podrían parecer irrelevantes a partir de su reflejo estadístico recobran interés en función de nuevos elementos de análisis.

4.-Índice de Intensificación Agrícola. Evaluación de cambios en los usos del suelo en función de su grado y de la distancia recorrida.

El principal exponente del proceso de intensificación agrícola detectado en la Cuenca del río Guadiamar corresponde por tanto al crecimiento de la superficie de regada,

y más concretamente, a la extensión de cultivos de ciclo anual. En menor medida han de señalarse también procesos de intensificación, consistentes en la extensión del regadío ligada a la introducción de plantaciones de cítricos. El desarrollo de modos de aprovechamiento intensivo del espacio agrícola es una señal de alarma dadas las especiales condiciones de sobreexplotación y fragilidad del ecosistema de marismas, además de su inmediatez respecto a los espacios protegidos de Doñana. La plasmación de todo lo anteriormente expuesto en tendencias de cambio en los usos del suelo ha de partir de la redefinición del concepto de intensidad agrícola y la adopción de criterios de gradación en los procesos de intensificación.

El concepto de intensidad agrícola suele ir referido a los rendimientos productivos por hectárea y a los insumos necesarios para lograr dichos rendimientos, de manera que un cultivo es intensivo siempre que la inversión de capital en medios de producción eficientes quede compensada con la obtención de una productividad elevada. La intensidad agrícola lo es también en relación a la diversidad de recursos naturales empleados en el proceso de producción agrícola y al modo de aprovechamiento al que se ven sometidos, de manera que la mayor explotación de recursos naturales en aras de la productividad lleva implícito unos mayores riesgos ambientales por el grado de explotación de los recursos y los problemas de contaminación asociados. La intensidad productiva es a su vez intensidad ambiental.

Nuestra propuesta parte de la redefinición del concepto de intensidad agrícola a partir de la adopción de nuevos criterios basados en las relaciones de la agricultura con el medio que le sirve de soporte. Los procesos de intensificación productiva suelen ir ligados a cambios en los usos del suelo, de modo que la sustitución de un uso por otro puede contribuir a la identificación de dichos procesos. Para ejemplificar esta afirmación puede tenerse en cuenta las consecuencias divergentes que pueden derivarse del cambio de usos en una explotación ocupada por especies forestales, en la que no será lo mismo que sea destinada a otra forma de aprovechamiento agrario a que sobre ella se asienten usos urbanos. Resulta evidente que los usos urbanos y agrícolas suponen en sí mismos una mayor intensidad en la explotación de los recursos que los usos forestales, por lo que un cambio de estos últimos hacia aquellos es siempre una clara manifestación de la intensificación de las explotaciones y/o de las unidades cartografiadas. Dentro de los usos agrícolas hay que tener en cuenta además, que la introducción de nuevos cultivos dentro de un mismo uso puede dar lugar a la adopción de métodos de producción más intensivos -- en el plano productivo y ambiental --, como por ejemplo la transformación en regadío o la desprotección de la cubierta edáfica.



- | | |
|----|---|
| 1. | USOS NO AGRICOLAS |
| 2. | NO CULTIVADOS |
| 3. | PLANTACIONES FORESTALES |
| 4. | CULTIVO DE SECANO PERMANENTE |
| 5. | CULTIVO DE SECANO DE CICLO ANUAL |
| 6. | REGADÍO PERMANENTE |
| 7. | REGADÍO DE CICLO ANUAL |

El gráfico superior recoge la escala de gradación en los usos presentes en el *Mapa de Reconocimiento Territorial* de cara a la identificación de procesos de intensificación agrícola. Dado que el objetivo es señalar los procesos de intensificación agrícola, el criterio adoptado parte de la categoría de usos no agrarios y culmina con los usos agrícolas dedicados a cultivos de ciclo anual en regadío. Por su parte las plantaciones forestales anteceden a la categoría de no cultivado, no tanto porque lleven implícita una mayor explotación de recursos naturales, sino debido a la indefinición de las unidades cartografiadas como espacio no cultivado. Las categorías propiamente agrícolas han sido graduadas de secano a regadío, y dentro de ellas se adopta el criterio de considerar las plantaciones con un menor grado de intensidad que los cultivos de ciclo anual; la razón principal obedece a que en la segunda categoría la alternancia de cosechas en cada campaña agrícola y las prácticas agronómicas dirigidas a aumentar los rendimientos no responden a criterios ambientales, de lo que pueden derivarse consecuencias graves desde un punto de vista ambiental.

La gradación y dirección en la que tengan lugar los cambios indicará la ocurrencia o no ocurrencia de procesos de intensificación; en realidad la gradación lleva implícita la dirección en los cambios de usos, esto es, intensificación si los cambios se producen de izquierda a derecha del gráfico y extensificación si el cambio de usos muestra un desplazamiento hacia las categorías situadas a la derecha. Un aspecto más en el análisis de los cambios de usos consiste en el número de grados o segmentos que recorre cada unidad afectada por cambios, esto es, la distancia recorrida desde el uso original al uso de destino. La formulación del *Índice de Intensificación Agrícola* permite identificar de forma numérica los cambios de grado entre los diferentes usos. Este resulta del cociente entre el uso de destino y el uso original o de partida, y sus valores oscilan entre 0 y 7.

$\frac{u \text{ destino}}{u \text{ partida}}$

El *Índice de Intensificación* establece la relación entre la situación de origen y partida en todas y cada una de las unidades cartográficas delimitadas en el *Mapa de Permanencias y Cambios*. La sencilla formulación del *Índice* facilita su aplicación al análisis del grado y dirección en los cambios producidos en todas las categorías de usos del suelo; y permite realizar una primera valoración de la distancia recorrida desde el estado de cada unidad cartográfica en 1975 a la presentada veinte años después. Si reemplazamos el valor asignado a cada categoría de uso en la escala de gradación por su superficie y lo multiplicamos por cien, se obtiene una estimación de la representatividad de los cambios. Como resultado obtendríamos la superficie que ha cambiado de uso en cada categoría, la dirección del cambio y su extensión superficial. La conclusión que se obtiene confirma el protagonismo de los cambios dirigidos hacia el aumento de las superficies cultivadas y dentro de ellos la extensión de los cultivos en regadío, especialmente los de ciclo anual.

5.-Identificación de variables de orden físico y topológicas relacionadas con procesos de intensificación agrícola.

El último paso en el análisis de la información cartográfica ha consistido en la identificación de variables de orden físico y topológicas asociadas a procesos de intensificación agrícola, y más concretamente, a aquellos simbolizados en la transformación hacia superficies dedicadas a cultivos agrícolas de ciclo anual en regadío. Estos elementos o variables tienen que cumplir una serie de propiedades básicas en relación con el carácter de la información que abordan, éstas estarían en función del interés para con los objetivos del estudio, de que dispusiesen de reflejo cartográfico y de que tuviesen un tratamiento continuo en relación con el carácter de la información. Con arreglo a los objetivos del trabajo, todas las variables seleccionadas tienen que cumplir la propiedad de estar disponibles en cartografía digital a escala 1:50.000 o superior y tener un tratamiento continuo. Ello ha condicionado la selección hacia aquellas que tienen un carácter cuantitativo y han sido objeto de representación cartográfica. Cuestiones estrechamente ligadas al desarrollo de la actividad agraria tales como tamaño de las explotaciones y estructura de propiedad, prácticas agronómicas, empleo de fertilizantes y pesticidas, sistemas de riego y consumos hídricos, destino de la producción etc., que ayudan a explicar el proceso de toma de decisiones que conduce a la intensificación productiva, han quedado fuera de las variables de análisis.

VARIABLES ASOCIADAS A PROCESOS DE INTENSIFICACION AGRICOLA		
TIPO	GRADACIÓN	OBJETIVO
Suelos	(tipos)	Aptitud y Erosión
Pendientes	3% al 20%	Erosión difusa
Cauces de aguas superficiales	0 a 50 m.	Captaciones directas y contaminación
Aguas Subterráneas	(por determinar distancia y profundidad)	Disponibilidad hídrica y contaminación
Aplicación de Fertilizantes	0 a 50 m.	Contaminación difusa
Modelos Intensivos Previos	0 a 5.000 m.	Contagio
Río Guadiamar	0 a 2.000 m.	Impacto Ambiental

Asimismo y en relación con la información que sí cumple las propiedades requeridas, es preciso señalar por último algunas limitaciones relativas a la adecuación del contenido con los objetivos del análisis, como por ejemplo la desagregación por tipos de cultivo o la adscripción de la información a unidades cartográficas y no referida a explotaciones agrícolas. Del abanico de opciones planteadas inicialmente se propone un análisis dirigido al establecimiento de relaciones entre, por un lado, determinadas condiciones físicas del medio y el acaecimiento de cambios, y de otro, el propio comportamiento de las categorías de usos del suelos con aquellos cambios de usos que simbolizan una mayor intensificación. El objetivo es doble: el análisis de las relaciones causa-efecto entre disponibilidad del recurso y explotación (o sobreexplotación) del mismo, y la identificación de las situaciones de riesgo ambiental que presenten una asociación más directa con los modos intensivos de aprovechamiento agrícola.

La metodología seguida para el análisis de las variables asociadas con los cambios en los usos del suelo ha partido igualmente de los de la información contenida en los documentos cartográficos iniciales. Tomando como referente la variable “uso del suelo”, se ha procedido a la superposición de ambas cartografías de manera que el mapa resultante contenga el valor que adopta la variable “uso” en uno y otro mapa. La cartografía generada permite conocer el comportamiento de los usos del suelo en toda la Cuenca, al inicio y término del ámbito temporal que abarca la investigación, y correlacionado con las otras fuentes de información digital mediante la realización de consultas al documento cartográfico original.

En el caso del análisis de pendientes, los pasos seguidos han sido los siguientes:

-extracción de los sectores con pendientes comprendidas entre el 3% y el 20% con vistas a la generación de un primer mapa de usos en función del grado de inclinación de los suelos.

$$\begin{aligned}
 u_{pen}(\text{reclass1}) &= u_{0-3} \\
 u_{pen}(\text{reclass2}) &= u_{3-10} \\
 u_{pen}(\text{reclass3}) &= u_{10-20} \\
 u_{pen}(\text{reclass4}) &= u_{20-30}
 \end{aligned}$$

-conversión de las coberturas de usos del suelo de 1995 a un grid de 100 metros de resolución. Selección de los valores correspondientes a las categorías de usos agrícolas del suelo (cultivos de ciclo anual en seco; cultivos permanentes de seco, cultivos de ciclo anual en regadío y cultivos permanentes de regadío).

$u_{cul}(\text{reclass1}) = u_{scl}$ $u_{cul}(\text{reclass2}) = u_{spm}$ $u_{cul}(\text{reclass3}) = u_{rci}$ $u_{cul}(\text{reclass4}) = u_{rpm}$

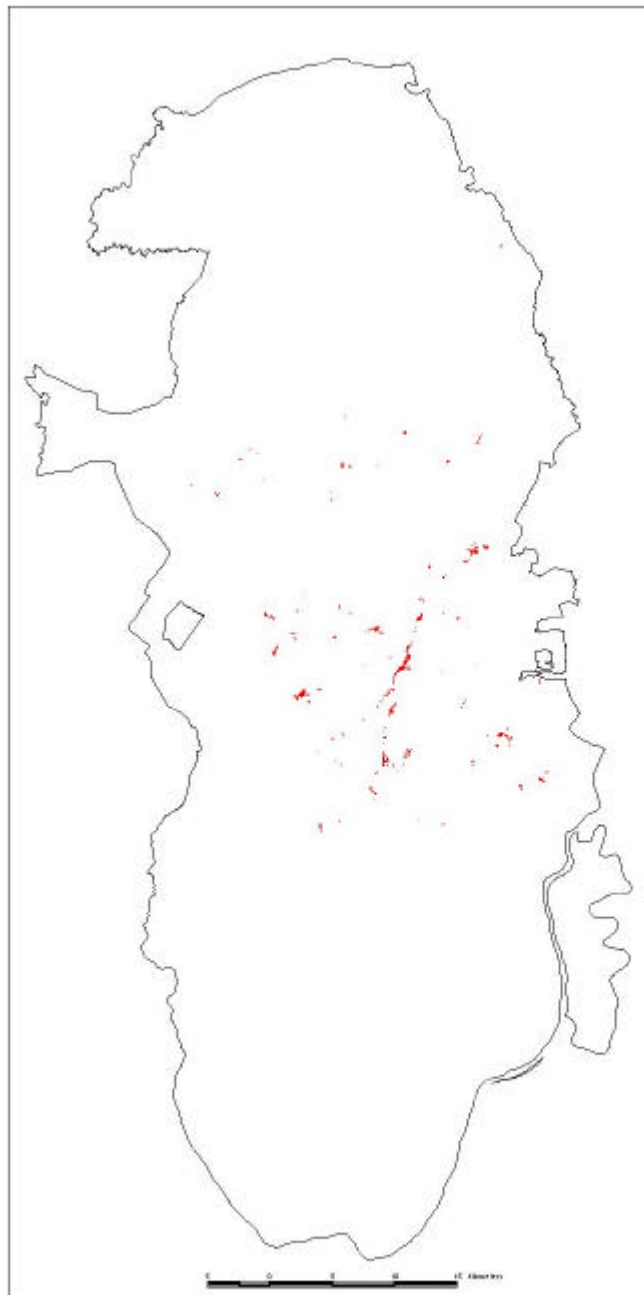
-generación de mapas y tablas de superficie correspondientes a la distribución de cada categoría de cultivos en el tramo que va del 3% al 30% de pendiente.


$u_{scl} * u_{0-3} ; u_{scl} * u_{3-10} ; u_{scl} * u_{10-20} , u_{scl} * u_{20-30}$ $u_{spm} * u_{0-3} ; u_{spm} * u_{3-10} ; u_{spm} * u_{10-20} , u_{spm} * u_{20-30}$ $u_{rci} * u_{0-3} ; u_{rci} * u_{3-10} ; u_{rci} * u_{10-20} , u_{rci} * u_{20-30}$ $u_{rpm} * u_{0-3} ; u_{rpm} * u_{3-10} ; u_{rpm} * u_{10-20} , u_{rpm} * u_{20-30}$

Culminada esta fase y con el objetivo de identificar patrones espaciales en el comportamiento de los usos agrícolas intensivos se procedió a la extracción de los sectores con pendientes comprendidas entre los siguientes intervalos: 0-3%, 3-10%, 10-20% y 20-30%, en función de su papel agronómico.

La cartografía de proximidad de las áreas agrícolas a la red hidrográfica se hizo atendiendo a las distancias planteadas en cada caso. Estas fueron de entre 0 y 50 metros para el análisis de los usos agrícolas en relación con la presencia de cursos de aguas; el mismo análisis fue empleado en la variable relativa a la fertilización; y en último lugar, se analizaron los usos agrícolas presentes a uno y dos kilómetros tomando como eje el río Guadiamar. La metodología seguida fue igual a la empleada para la correlación entre usos

MAPA DE NUEVOS
REGADIOS LOCALIZADOS
EN EL INTERVALO DE
PENDIENTES 3 -20%



 regadíos en pendientes (3-20%)



del suelo y la variable de pendientes del terreno. La cartografía de intensificación según distancia a modelos intensivos previos se realizó a partir de la información generada por este mismo proyecto. La comparación de las cartografías de 1975 y 1995 dio como resultado un mapa final de intensificación agrícola que recoge todos los cambios ocurridos en todas las categorías de usos del suelo a lo largo de los últimos veinte años hacia las dos de cultivos en regadío. A partir de esta cartografía de intensificación en los usos del suelo se siguieron los siguientes pasos metodológicos:

- conversión a un grid de 100 metros de resolución de la cobertura generada de intensificación en los usos del suelo
- creación de distintos niveles de *buffer* a modo de anillos únicos para cada distancia y en todos los polígonos de intensificación presentes en la cobertura digital de información. Las secciones recogida van de 0 a 5 kilómetros en intervalos de 500 metros (10 en total).
- conversión de estos anillos a grid de 100 metros de resolución.
- generación de mapas y tablas de superficie correspondientes a la distribución de las unidades cartográficas y/o subdivisiones en cada una de las distancias seleccionadas.

$$\begin{aligned}U_{int100} &= U_{int} * U_{b100} \\U_{int500} &= U_{int} * U_{b500} \\U_{int1000} &= U_{int} * U_{b1000}\end{aligned}$$

6.-Conclusiones acerca de la identificación de procesos de intensificación agrícola en la Cuenca del Guadiamar.

La valoración general que cabe hacer del análisis de las relaciones existentes entre los cambios de usos dirigidos hacia una mayor intensificación agrícola y las variables seleccionadas es la de que en todos los casos manifiestan una alta correlación. Las razones que explican este comportamiento son debidas en primer lugar, a la importancia de los cambios de usos ocurridos en la Cuenca; al protagonismo del espacio agrario; y en tercer lugar, a la idoneidad de las variables de estudio seleccionadas. Dentro de esta valoración general pero en otro orden de cosas, cabe resaltar cómo los resultados obtenidos enfatizan el riesgo potencial de los procesos de intensificación en relación con la utilización de recursos (suelos, agua) e invitan a reflexionar sobre la necesidad de adoptar medidas para el control de los procesos de intensificación y sus efectos sobre el entorno (Prados Velasco M.J., 2001).

La localización y disposición de los nuevos regadíos (unas 17.000 has. de superficie) muestran tres hechos sobresalientes: en primer lugar, la compacidad del área de

regadíos meridional, que gana peso relativo hasta convertirse en un área morfológicamente homogénea; a ello contribuye el segundo de los hechos reseñables, esto es, la extensión del regadío en dirección Sureste hasta colmar los límites del área de estudio; y por último el crecimiento de las áreas de regadío siguiendo el curso del río Guadiamar. Ante este panorama es evidente que los procesos de intensificación parecen mostrar un comportamiento espacialmente asociado, tanto sobre la red hidrográfica como por relaciones de vecindad con modelos intensivos previos. De trasladarse hacia el sector central del área de estudio e incluso en dirección Norte, supondría además la transformación gradual de suelos agrícolas de secano a cultivos en regadío y una afirmación del comportamiento intensificador. Dado que se trata de áreas netamente agrícolas, la disponibilidad y accesibilidad a determinados recursos son factores clave en la extensión de los cambios de usos, lo que tendría consecuencias claras sobre los usos hasta ahora dominantes y los paisajes agrarios asociados. Las consecuencias negativas del aprovechamiento del monte y de las actividades agrarias para con la explotación de los recursos naturales, y lo que es más importante, las tendencias seguidas a lo largo de las dos últimas décadas suponen una llamada de atención sobre las relaciones con el espacio protegido del Corredor Verde. La metodología desarrollada muestra por tanto un alto grado de utilidad de cara a la consecución de los objetivos inicialmente propuestos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

DG Planificación (1995): Mapa de Usos y Coberturas vegetales de Andalucía. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente.

DG Producción Agraria (1999): Código de Buenas Prácticas Agrarias. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca.

Instituto Tecnológico y Geominero (1998): Atlas Hidrogeológico de Andalucía. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes – Consejería de Trabajo e Industria.

Prados Velasco M.J. (2001): “Potential strategies for the Guadiamar Green Corridor and their relationship with sustainable agriculture”, In R.G.H. Bunce, B.S. Elbersen, M. Pérez-Soba, M.J. Prados (eds.): Examples of European agri-environment schemes and livestock systems and their influence on Spanish cultural landscapes. Wageningen: Alterra-rapport 309, pp. 85-90.

Prados Velasco M.J., Doctor Cabrera A., López Reyes V. (2002): “Mapping and modelling land use changes in Guadiamar Catchment”, In T. A. del Valls & J. Blasco Integrated Assesment and Mangement of the Ecosystem Affected by the Aznalcóllar Mining.Spill (SW of Spain). Special Issue UNESCO Technical Repport (in press).

Prados Velasco M.J. y otros (2001): “Mapa de Reconocimiento Territorial del Corredor Verde. Análisis y Diagnóstico de la Actividad Agraria y del Aprovechamiento del Monte en la Cuenca del Guadiamar”, en PICOVER. Resultados del Proyecto de Investigación del Corredor Verde. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente (en prensa).

Tragsatec (2001): Mapa de Cultivos y Aprovechamientos en formato analógico. Madrid: Ministerio de Agricultura.