

APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) AL ANÁLISIS EVOLUTIVO DE LA EROSIÓN DE SUELOS COMO CONSECUENCIA DE LOS CAMBIOS DE USO EN LA ISLA DE GRAN CANARIA

Yeray Abadín Pérez

El objetivo de este trabajo es determinar las transformaciones de la cobertura del suelo como consecuencia del cambio de modelo económico experimentado en las islas desde los años 60 del siglo XX y sus repercusiones sobre las tasas de erosión. El trabajo se ha desarrollado en dos cuencas de la isla de Gran Canaria de características ecológicas y de uso contrastadas: Guinguada y Arguineguín, y aborda el periodo comprendido entre 1960 y 2002. La metodología utilizada se basa en la adaptación de la USLE (Ecuación Universal de Pérdida de Suelos) a un SIG (Sistema de Información Geográfica). Los resultados obtenidos confirman que los cambios de uso y la transformación de las coberturas han sido más significativos en la cuenca del Guinguada, más intensamente humanizada y apenas se han dejado notar en la cuenca de Arguineguín. Las tasas de erosión, sin embargo, no han experimentado grandes modificaciones entre ambas fechas, poniendo de manifiesto una cierta inercia de las condiciones de uso anteriores.

The objective of this paper is to determine the transformations of the cover of the soil as a result of the change of the economic model experienced in the islands from the years 60 of the 20th century and their repercussions on the rates of erosion. The work has been developed in two basins of resisted ecological characteristics and use from the island of Gran Canaria, Guinguada and Arguineguín, in the period between 1960 and 2002. The methodology used is based on the adaptation of the USLE (Universal Soil Loss Equation) to a SIG (GIS). The obtained results confirm that the changes of use and the transformation of the covers have been more significant in the Basin of Guinguada, more intensely humanized, and it is almost invaluable in the Basin of Arguineguín. The rates of erosion, nevertheless, have not experienced great modifications between both dates, showing a certain inertia of the previous conditions of use.

INTRODUCCIÓN

Desde la década de los años 60 del siglo XX, Gran Canaria ha asistido a profundos y rápidos cambios de los usos de su suelo, que constituyen sin duda el mejor testimonio de las transformaciones socioeconómicas acontecidas en la isla. Las repercusiones geomorfológicas e hidrológicas de estos cambios han sido ampliamente estudiadas en otros ámbitos españoles (García Ruiz *et al.*, 1997; Lasanta *et al.*, 2000; Sánchez Bosch y Martínez Casanovas, 2000; Pascual

Aguilar, 2000; Arnáez *et al.*, 2002; Seeger y Beguería, 2003). Estas investigaciones coinciden en afirmar que las modificaciones de usos del suelo se traducen generalmente en una degradación de los recursos edáficos e hídricos de las zonas afectadas, efectos que pueden ser especialmente importantes en un territorio como el de Gran Canaria, donde tanto el suelo como los recursos hídricos son bienes escasos.

En este sentido, el Grupo de Investigación de Geografía Física y Medio Ambiente del Departamento

El procedimiento utilizado para obtener las tasas de erosión en los dos momentos temporales seleccionados (1960 y 2002) ha sido la adaptación de la USLE a un entorno SIG

campos en pendiente. A la zona de cumbre corresponde un uso agrosilvopastoril. Sin embargo, a partir de los años sesenta del siglo XX se producen grandes cambios dentro de esta organización espacial. La irrupción del turismo en las áreas costeras conduce a un abandono progresivo de la agricultura, tanto de medianías como de costa, y de los usos agrosilvopastoriles del sector de cumbre.

La cuenca de Arguineguín se sitúa en la vertiente meridional de la isla, ocupando una superficie de 92 Km². El relieve se resuelve mediante una serie de barrancos encajados y laderas de pendientes muy acusadas, instalados sobre materiales del Primer Ciclo volcánico de la isla y, por tanto, sobre los materiales más antiguos de Gran Canaria. Su ubicación a sotavento de los vientos alisios condiciona la existencia de precipitaciones escasas e irregulares, que con frecuencia presentan carácter torrencial. Sus condiciones físicas han limitado los aprovechamientos tradicionales del territorio. Las mejores tierras de la desembocadura se dedicaban al cultivo, si bien ahora se está produciendo un gran desarrollo de las urbanizaciones, junto a la extensión de explotaciones dedicadas a cultivos tropicales destinados a la exportación. En las medianías convive un escaso pastoreo extensivo con el ejercicio de una agricultura de autoconsumo, caracterizada por la existencia de pequeñas parcelas.

METODOLOGÍA

El procedimiento utilizado para obtener las tasas de erosión en los dos momentos temporales seleccionados (1960 y 2002) ha sido la adaptación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos

(USLE) a un entorno del Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta ecuación relaciona la pérdida de suelo con variables ambientales (precipitación, características del suelo, longitud y pendiente de la ladera) y de manejo del suelo (cobertura y prácticas de conservación), lo que la hace idónea para establecer comparaciones temporales como la propuesta. Además, ya ha sido utilizada y contrastada en Gran Canaria por varios trabajos (Sánchez *et al.*, 1995; Hernández *et al.*, 1998). Su formulación es la siguiente:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

siendo A = Pérdida de suelo (Tm/Ha/año); R = Factor erosividad de la lluvia; K = Factor erosionabilidad del suelo; LS = Factor longitud-pendiente de la vertiente; C = Factor cobertura del suelo; P = Factor prácticas de conservación del suelo.

Su adaptación al entorno SIG se realizó siguiendo el diseño propuesto por Hernández *et al.* (1998). Las variables topográficas (factores L y S) fueron obtenidas de sendos Modelos Digitales del Terreno (MDT) creados específicamente para cada cuenca. Los MDT se realizaron mediante la interpolación de las curvas de nivel y el apoyo de ejercicios de interpretación de fotogramas aéreos.

La erosividad de la lluvia (factor R) se estimó utilizando Modelos Digitales de Precipitaciones (MDP). El MDP del Guinguada fue tomado de Hernández *et al.* (2002), en el cual correlacionan los datos pluviométricos y altitudinales de veinticinco estaciones situadas en la propia cuenca. Este mismo proceso se siguió con las estaciones ubicadas en la cuenca del barranco de Arguineguín.

La erodabilidad del suelo (factor K) correspondiente a la cuenca

del Guiniguada fue tomada directamente de la cartografía de suelos aportada por Sánchez (1975) y de los valores adjudicados a estos suelos por Sánchez *et al.* (1995). Por su parte, los datos correspondientes a la cuenca de Arguineguín se obtuvieron de la base de datos del Cabildo.

Las coberturas del suelo se obtuvieron a partir de la fotointerpretación y digitalización posterior de los fotogramas correspondientes a los vuelos de 1960 y 2002. Esta cartografía recoge un gran número de coberturas, si bien la interpretación posterior se realiza a partir de la simplificación de las mismas en las siguientes clases: cultivos, cultivos abandonados, vegetación natural y áreas urbanas. Por último, para el factor P (prácticas de conservación) se consideró la presencia o ausencia de bancales, según la metodología elaborada por Sánchez *et al.* (1995).

Finalmente, a partir de las variables anteriores, se obtuvieron las tasas de erosión de las cuencas, que fueron agrupadas en las siguientes clases de erosión: Nula (0 Tm/ha/año); Muy baja (>0,1-10 Tm/ha/año); Baja (>10-20 Tm/ha/año); Moderada (>20-50 Tm/ha/año); Alta (>50-100 Tm/ha/año); Muy alta (>100-300 Tm/ha/año); e Irreversible (> 300 Tm/ha/año).

RESULTADOS

Cuenca del Barranco Guiniguada

Las figuras 2 y 3 recogen las coberturas correspondientes a estas fechas. En 1960, la mayor parte de la superficie estaba ocupada por áreas de cultivo. Las áreas residenciales eran escasas y se disponían de forma discontinua en el espacio. Por el contrario, en 2002 la superficie destinada a los cultivos permanentes

había descendido de forma notable, siendo sustituida por áreas de cultivo parcial (sectores donde conviven parcelas cultivadas y abandonadas), matorrales y zonas residenciales.

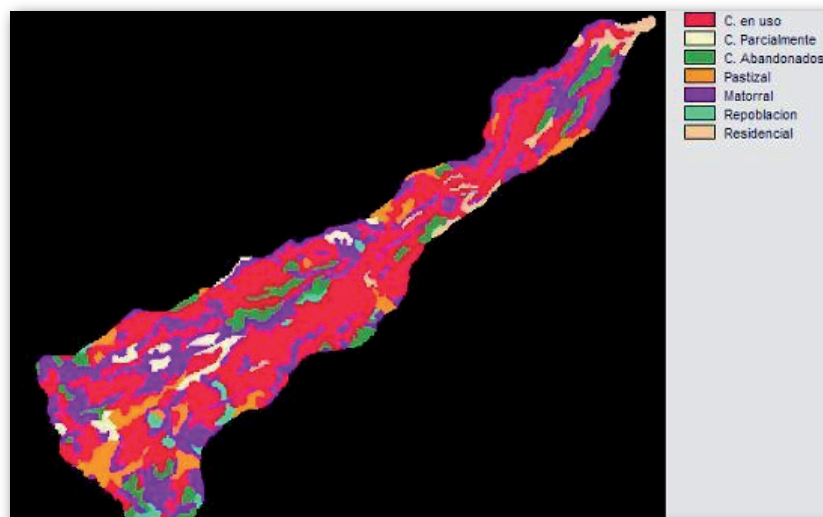


Figura 2. Ocupación del suelo en la cuenca del Barranco Guiniguada en 1960.

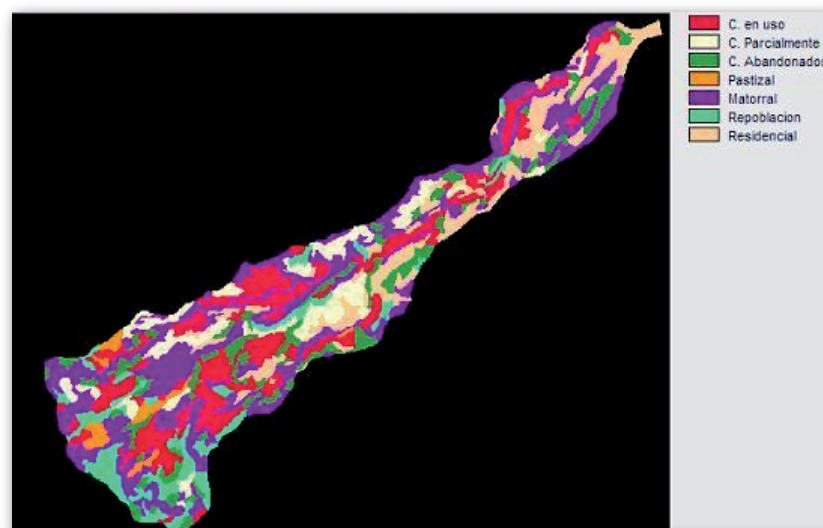


Figura 3. Ocupación del suelo en la cuenca del Barranco Guiniguada en 2002.

En la figura 4 se resumen las principales transformaciones. Las coberturas correspondientes a espacios cultivados, abandonados y urbanos han modificado sustancialmente su ocupación en estas cuatro décadas, produciéndose las mayores transformaciones en

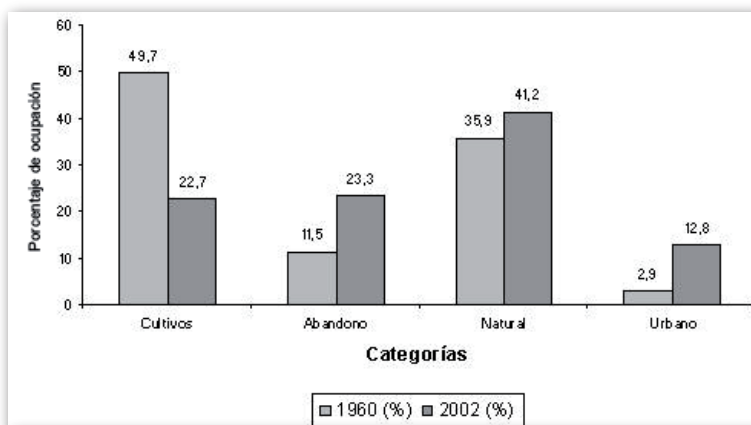


Figura 4. Evolución de las coberturas del suelo en la cuenca del Guiniguada entre 1960 y 2002 (en %).

datos, el valle no presenta niveles de erosión elevados, lo que sin duda se explica por la existencia de interfluvios planos y alomados, pero, sobre todo, a que casi la mitad de la superficie de la cuenca se encuentra ocupada por cultivos en bancales. En 2002, los sectores con pérdidas inferiores

En 2002, los sectores con pérdidas inferiores a las 50 Tm/ha/año (muy bajas, bajas y moderadas) constituyen el 44,4% del espacio

medianías bajas y en la costa. Es en las medianías donde la dedicación agrícola del espacio ha experimentado una mayor retracción, a favor del área abandonada y, de forma muy especial, de las áreas urbanas, que han crecido muy significativamente. Algo similar ocurre en el sector de costa de la cuenca, en el que se ha producido un importante abandono de los cultivos de exportación, cuestión aprovechada por el desarrollo urbano para extenderse parcialmente sobre estos sectores, triplicando su espacio.

a las 50 Tm/ha/año (muy bajas, bajas y moderadas) constituyen el 44,4% del espacio, siendo la categoría dominante la de erosión nula, con el 37,39%, seguida de la de muy baja, con 30% de la superficie. Las pérdidas de suelo son importantes en algo más del 18% del territorio. De la comparación de los datos correspondientes a ambas fechas se desprende que no han existido modificaciones sustanciales en las pérdidas de suelo. En 1960, las tres categorías que suponen el menor grado de erosión representaban el 69,19% de la superficie (frente al 44,4% actual). Los espacios con erosión superior a 50 Tm/ha/año han disminuido ligeramente y, aunque en menor medida, también lo han hecho los afectados por erosión irreversible, lo que sólo puede explicarse por la ocupación urbana a que algunos de ellos han sido sometidos. Es digno de mención el notable incremento que ha experimentado, en ese mismo intervalo temporal, la superficie ocupada por la erosión nula.

Categorías	Superficie (%) en 1960	Superficie (%) en 2002
Nula	10,05	37,39
Muy baja	52,57	29,06
Baja	5,59	5,09
Media	11,03	10,25
Alta	9,36	8,22
Muy alta	9,56	8,32
Irreversible	1,84	1,67
Total	100	100

Tabla 1. Superficie de la cuenca del Guiniguada (%) correspondiente a las categorías de erosión en 1960 y 2002.

Por lo que a la evolución de la erosión se refiere, en la tabla 1 se recoge la superficie ocupada por las diferentes categorías para cada uno de los momentos analizados. Según parecen indicar los

Cuenca del Barranco de Arguineguín

La figura 5 muestra la evolución espacial de las coberturas del suelo de la cuenca de Arguineguín para las dos fechas. En 1960, la cobertura dominante

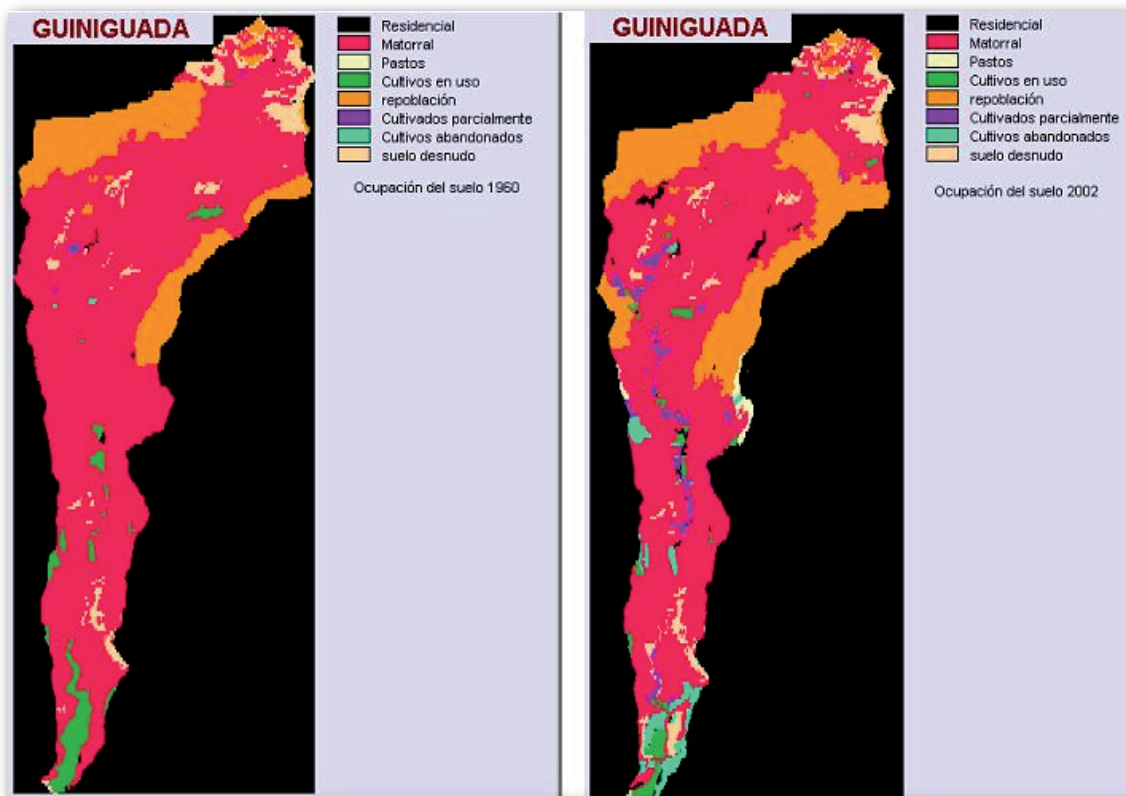


Figura 5. Ocupación del suelo en la Cuenca del Barranco de Arguineguín en 1960 y en 2002.

era la de matorral y las áreas de cultivo eran escasas. En 2002, el matorral sigue siendo dominante, aunque se detecta una mayor diversificación de las coberturas. Las repoblaciones incrementan su superficie y, de forma similar a lo que ocurría en la cuenca del Guiguada, las tradicionales áreas de cultivo son sustituidas por cultivos abandonados parcial o totalmente, al tiempo que surgen nuevos espacios agrícolas en la desembocadura del barranco.

La figura 6 resume estos cambios superficiales en cifras porcentuales. Las modificaciones superficiales son poco significativas. Cultivos y áreas urbanas experimentan ligeros incrementos,

igual que ocurre con las áreas abandonadas. El crecimiento de cultivos está relacionado con el cambio de orientación hacia una agricultura de productos tropicales destinados a la exportación, cada vez más presionados por el desarrollo urbano asociado al turismo y ubicado, de forma casi exclusiva, en la desembocadura del barranco.

Sí que hay que destacar que esta tendencia es marcadamente diferente a la del Barranco Guiguada, por tratarse de cuencas de características ecológicas y de uso muy contrastadas

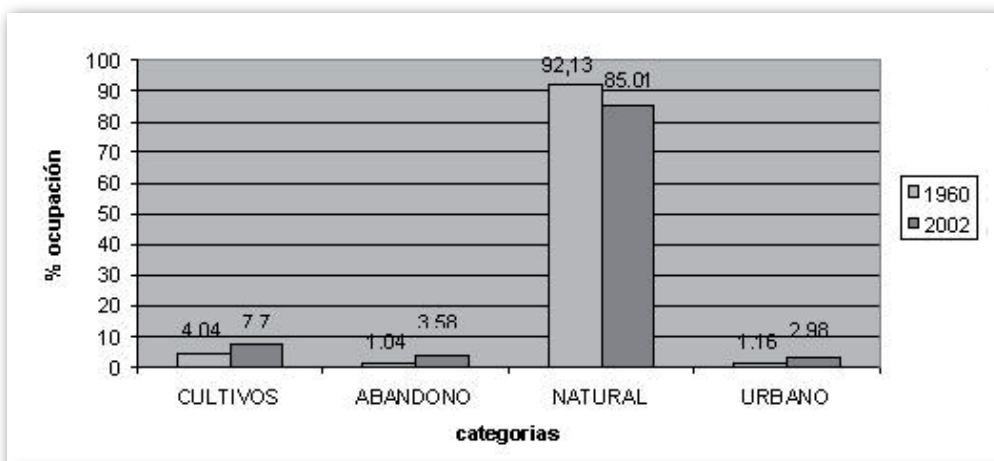


Figura 6. Evolución de las coberturas del suelo en la cuenca de Arguineguín entre 1960 y 2002 (%).

Por lo que respecta a las pérdidas de suelo, los resultados pueden comprobarse en la tabla 2 y en la figura 7. De acuerdo con la escasa variación de las coberturas, tampoco cabe esperar modificaciones significativas en la superficie incluida en cada una de las categorías de erosión, salvo un mínimo incremento en las áreas con erosión irreversible, compensado por el también reducido descenso de la superficie afectada por pérdidas muy bajas. En consecuencia, puede concluirse que a lo largo de estos cuarenta años el paisaje de la cuenca de Arguinegún apenas se ha visto afectado por

Categorías	Superficie (%) en 1960	Superficie (%) en 2002
Nula	4,65	4,68
Muy baja	6,13	4,79
Baja	13,4	12,06
Media	37,15	38,02
Alta	26,13	26,59
Muy alta	2,58	3,00
Irreversible	2,17	3,09
Total	100	100

Tabla 2. Categorías de tasas de erosión en 1960 y en 2002 (en %).

variaciones espacialmente significativas de sus coberturas y usos y se mantienen las mismas

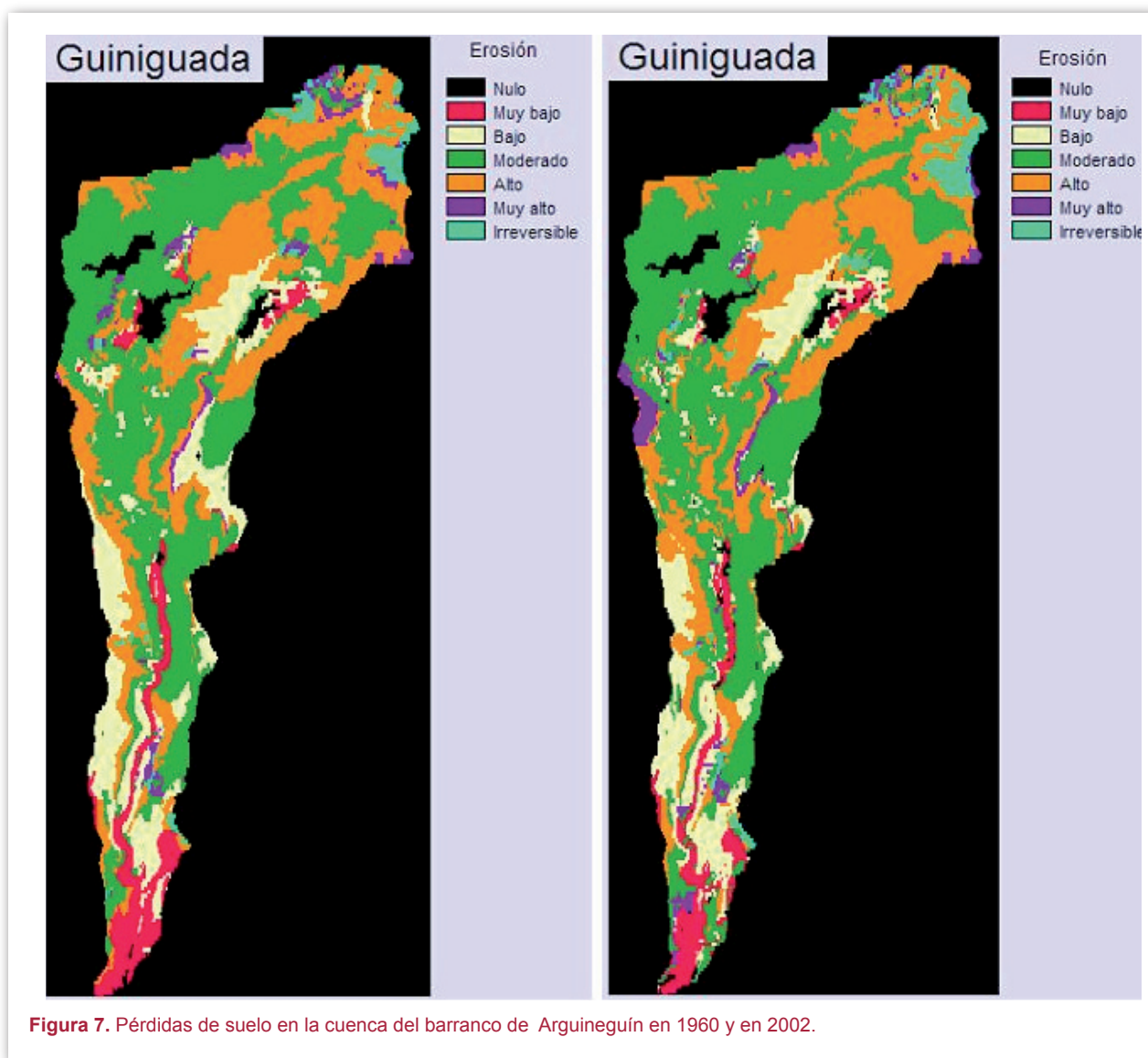


Figura 7. Pérdidas de suelo en la cuenca del barranco de Arguinegún en 1960 y en 2002.

tendencias en lo que respecta a las pérdidas de suelo.

Sí hay que destacar que esta tendencia es marcadamente diferente a la del Barranco Guinguada, por tratarse de cuencas de características ecológicas y de uso muy contrastadas. Así, Arguineguín, una cuenca de la vertiente sur de la isla caracterizada por materiales sometidos a una prolongada exposición, a una elevada insolación, escasas pero intensas precipitaciones, débil cobertura vegetal y suelos pobres, presenta en 2002 casi el 33% de su territorio afectado por pérdidas de suelo superiores a las 50 Tm/ha/año.

Por su parte, la Cuenca del Guinguada, en la vertiente norte de la isla, está afectada de forma permanente por la humedad de los vientos alisios, lo que produce una cobertura vegetal más densa, suelos más profundos y fértiles. Además, ha estado sometida a una mayor presión humana a lo largo del tiempo, por lo que presenta una pérdida del 18,5% de su superficie en estas mismas categorías y fecha. Estas cifras ofrecen una idea de las diferencias existentes entre ambas vertientes de Gran Canaria y de su magnitud.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos han permitido comprobar la intensa transformación de las coberturas del suelo en la cuenca del Guinguada en los últimos cuarenta años. La imagen de un continuo cultivado que la cuenca ofrecía en los años 60 se rompe en el año 2002, pasando a ser un mosaico espacial de coberturas, muy compartimentado. Las tres coberturas sometidas a cambios más drásticos y, por tanto, representativas de las transfor-

maciones experimentadas por el sistema socioeconómico, son las áreas cultivadas, los cultivos abandonados y la cobertura urbana. Estas coberturas se muestran muy dinámicas en el norte de la isla, sector más intervenido históricamente.

Por el contrario, las cuencas del sur no manifiestan estos cambios de forma tan intensa o, al menos, tan extendidos superficialmente. Esto ocurre en la Cuenca de Arguineguín. Aunque es un claro exponente de las transformaciones urbanas ligadas a la implantación del modelo turístico y de los cambios de orientación agrícola, lo cierto es que los cambios experimentados se encuentran concentrados espacialmente en los sectores más próximos a la desembocadura del barranco, con pequeñas y localizadas respuestas espaciales en las coberturas del interior de la cuenca.

El cambio de modelo económico apenas se ha notado en una cuenca en la que los recursos edáficos e hídricos eran limitados y el contingente poblacional que los explotaba, reducido.

Los cambios de cobertura del Guinguada no han provocado, sin embargo, respuestas claras y contundentes en el balance de sedimentos, pues todavía se mantiene la inercia del periodo anterior. Aunque el abandono agrícola es un hecho consumado, las laderas todavía conservan su morfología aterrazada, por lo que las variables relativas a la longitud y al grado de pendiente no sufren transformaciones durante el período estudiado. Cabe destacar que el cambio en las tasas de erosión en Arguineguín es prácticamente nulo.

El cambio de modelo económico apenas se ha notado en una cuenca en la que los recursos edáficos e hídricos eran limitados y el contingente poblacional que los explotaba, reducido

Ninguna de las afirmaciones anteriores permite interpretar la situación actual como un momento favorable a la solución de parte de los problemas medioambientales de la isla

Ninguna de las afirmaciones anteriores permite interpretar la situación actual como un momento favorable a la solución de parte de los problemas medioambientales de la isla. Más bien al contrario: es cierto que en el norte de la isla se reducen las pérdidas de suelo por el progresivo incremento de la cubierta vegetal natural y que en el sur estas pérdidas se mantienen estables. Sin embargo, no es menos cierto que buena parte de los recursos edáficos de las medianías se pierden por ocupación urbana, lo que está estrechamente vinculado a otro riesgo emergente y del que ya existen testimonios en la propia cuenca del Guinguada y en los barrancos del Sur: el de inundación de las áreas urbanas. Mayer (2003), en una reciente investigación, pone de manifiesto que la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria y otras áreas urbanas de la isla son víctimas de inundaciones cada vez más frecuentes e importantes, consecuencia de la inadecuada planificación de las mismas, pero también de su propio crecimiento y de la reducción de las áreas de infiltración aguas arriba.

BIBLIOGRAFÍA

Arnáez, J., Beguería, S., Martí Bono, C., Lorente, A. & García Ruiz, J.M. (2002): "Avenidas y transporte de sedimento en cuencas con diferente cubierta vegetal. Estudio experimental en el Pirineo Central español", en Pérez González, A., Vegas, J. y Machado, M.J. (eds.): *Aportaciones a la Geomorfología de España en el Inicio del Tercer Milenio*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, pp. 227-234.

García-Ruiz, J.M., White, S.M., Lasanta, T., González, C., Errea, M.P., Valero, B. & Ortigosa, L. (1997): *Assessing the effects of land use changes on sediment yield and channel dynamics in the Central Spanish Pyrenees*. IAHS Publ., Vol. 245, págs. 151-158.

Hernández, L., Romero, L., Ruiz, P. y Pérez-Chacón, E. (1998): "El riesgo de erosión como factor limitante de las extracciones de suelo en Gran Canaria. Una aproximación mediante SIG", en Gómez Ortiz, A. y Salvador Franch, F. (eds.): *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*. Barcelona, pp. 631-640.

Hernández, L., Mayer, P. y Romero, L. (2002): *Elaboración de modelos digitales de precipitación para la isla de Gran Canaria*. Vegueta, Vol. 6, págs. 201-215.

Lasanta, T., García-Ruiz, J.M., Pérez-Rontomé, C. y Sancho, C. (2000): *Runoff and sediment yield in a semiarid environment: the effect of land management after farmland abandonment*. Catena, Vol. 38 (4), págs. 265-278.

Mayer, P. (2003): *Lluvias e inundaciones en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, 252 p.

Romero, L., Ruiz, P. y Pérez-Chacón, E. (1994): "Consecuencias geomorfológicas del abandono de los cultivos en bancales: la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias)", en García Ruiz, J.M. y Lasanta, T. (eds.): *Efectos geomorfológicos del abandono*

de tierras. Sociedad Española de Geomorfología, págs. 149-160.

Romero, L., Ruiz, P. y Hernández, L. (2000): *Estudio y proposición de actuaciones para la conservación y restauración de las terrazas agrícolas en el ámbito territorial del Proyecto Guiniguada (Gran Canaria, Islas Canarias)*. Informe elaborado para el Proyecto Guiniguada de la Unión Europea.

Sánchez, J. (1975): *Características y distribución de los suelos de la isla de Gran Canaria*. Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de La Laguna.

Sánchez, J., Ríos, C., Pérez-Chacón, E. y Suárez, C. (1995): *Cartografía del potencial del medio natural de Gran Canaria*. Cabildo Insular de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, 165 pp. y 7 mapas.

Sánchez-Bosch, I. y Martínez-Casasnovas, J.A. (2000): *Influence of land use changes and traditional soil conservation practices on erosion in the Pendès vineyard region (Catalonia)*. Abstracts book of the Third International Congress of the European Society for Soil Conservation: Man and Soil at the Thrid Millenium. Valencia.

Seeger, M. y Beguería, S. (2003): "La respuesta hidrológica en dos cuencas experimentales con diferentes usos del suelo en el Pirineo Aragonés – Das hydrologisches Verhalten zweier kleiner Einzugsgebiete mit unterschiedlicher Nutzungsgeschichte und Intensität in der Aragonesischen Pyrenäen", en Marlzoff, I., De

la Riva, J. y Seeger, M. (eds.): *El cambio en el uso del suelo y la degradación del territorio en España – Landnutzungswandel und Landdegradation in Spanien*. Johann Wolfgang Goethe Universität – Frankfurt am Main y Universidad de Zaragoza. Zaragoza, págs. 203-221.

Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. (1978): *Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning*. U.S. Departament of Agriculture. Handbook nº 537, 58 pp.

BIOGRAFÍA

YERAY ABADÍN PÉREZ

Nacido en Las Palmas de Gran Canaria en 1978, licenciado en Geografía por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y ha cursado un master en Sistemas de Información Geográfica, Cartografía y Teledetección en la Universidad de Alcalá de Henares, así como el curso de posgrado en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Girona.

Ha participado como becario en varios proyectos desarrollados por el Área de Geografía Física del Departamento de Geografía de la ULPGC.

En la actualidad trabaja como técnico en la empresa Hydra Soluciones Ambientales y realiza los estudios de doctorado.

Yeramagec@hotmail.com

Patrocinador de esta investigación:

**CÍRCULO DE EMPRESARIOS
DE GRAN CANARIA**