
TESIS DOCTORALES

PULIDO FERNÁNDEZ, Manuel. *Indicadores de calidad del suelo en áreas de pastoreo*. Departamento de Arte y Ciencias del Territorio. Universidad de Extremadura. Mayo de 2014. Directores: Susanne Schnabel y Joaquín Francisco Lavado Contador.

I. MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que más de 2 millones de km² de la superficie terrestre, repartidos por todo tipo de zonas climáticas, están destinados al aprovechamiento ganadero de forma extensiva. Esto se traduce en la existencia de 360 millones de cabezas de ganado vacuno y más de 600 millones de ovejas y cabras, que suponen un 9% de la producción mundial de carne de vaca y un 30% de la de oveja y cabra. Uno de los lugares más paradigmáticos de estas áreas de pastoreo, al menos a escala europea, es el suroeste de la Península Ibérica, donde alrededor de 9 millones de hectáreas (esta cifra puede variar según el autor consultado y los criterios utilizados) son ocupadas por dehesas o montados (denominación en portugués) o por pastizales aprovechados por el ganado. La importancia ambiental, socioeconómica y cultural de este tipo de sistemas, en situación de crisis desde finales de los 1960's, hace necesario que se conozcan las limitaciones de sus recursos más importantes: suelo, agua, vegetación, etc.

Los suelos de las dehesas y pastizales ibéricos son generalmente someros, pobres en nutrientes y con un pH ligeramente ácido, proporcionado por la litología silíceas subyacente (pizarras y granitos). Esta limitación intrínseca del recurso es clave para comprender la pervivencia milenaria de este bosque mediterráneo aclarado, y su no conversión en áreas agrícolas especializadas. No obstante, estos suelos son cruciales para la productividad de sus pastos y, por ende, para el éxito alimentario (y comercial) de más de 13 millones de cabezas de ganado que los pastan. A todo esto, se debe unir otro factor climático limitante como es la presencia anual de veranos secos y cálidos, y ocasional de períodos de sequía pluviométrica. Por lo tanto, el éxito de las áreas de pastoreo depende, en gran parte, de la adecuación de la gestión (manejo del ganado) a la calidad de sus suelos, es decir, a su capacidad inherente para retener agua y nutrientes, y a los límites a partir de los cuales comienzan a ser preocupantes los procesos de degradación.

La medición de la calidad y degradación del suelo, entendiendo ésta última como aquellos procesos negativos que merman su capacidad de funcionar, se ha de basar necesariamente en indicadores, que puedan ser interpretados fácilmente y convertibles en índices unitarios. Aunque existen publicados muchos sistemas de evaluación, una tarea pendiente era la del desarrollo de un sistema fiable, y fácil de usar, que permita la evaluación de la calidad y la degradación de los suelos en áreas de pastoreo. La selección de indicadores no es una tarea fácil, ya que existe una infinidad de propiedades o parámetros relacionados con el suelo, que

son *a priori* susceptibles de ser considerados indicadores, y que pueden dar respuestas diferentes según la función del suelo que se desee analizar (soporte de vegetación, sumidero de carbono, etc.). En este sentido, y tratándose de espacios que son explotados comercialmente en fincas privadas, en casi un 80% de los casos, la productividad y calidad de los pastos ha sido la función objeto de estudio. Además, hay que considerar la naturaleza múltiple de estas propiedades (física, química o biológica) y sus numerosas interrelaciones existentes.

Por estas razones, el principal objetivo de esta investigación fue el de desarrollar un sistema de evaluación de la calidad y degradación de los suelos aplicable en áreas de pastoreo de clima mediterráneo. La consecución del objetivo previsto supuso el planteamiento de una serie de objetivos parciales como fueron el de seleccionar adecuadamente aquellas propiedades del suelo que debían ser elevadas a indicadores e identificar apropiadamente los procesos de degradación significativos, y parámetros que permitiesen su evaluación. Todo ello fue posible gracias a la superación del objetivo inicial de comprender ampliamente el funcionamiento general de la gestión del ganado, es decir, identificar fincas representativas y saber lo que sucede dentro de sus divisiones internas o cercados (número de animales, tiempos de pastoreo, rotaciones, etc.).

II. MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en 22 áreas cercadas (cercados) localizadas en 10 fincas de propiedad privada, representativas de las dehesas y pastizales de Extremadura. Para conocer los posibles efectos que el manejo del ganado tiene sobre las propiedades del suelo y sobre la productividad, composición y valor nutricional de los pastos, se seleccionaron áreas de muestreo con el mismo tipo de suelo (leptosoles y cambisoles epilépticos, textura francoarenosa, etc.) y litología (pizarras de edad precámbrica), y muy semejantes en términos topográficos (media ladera, suavemente ondulado, orientación sur, etc.). Tan solo variaban las cargas ganaderas, con un rango que va desde 0.19 a 15.76 UGM ha⁻¹, y la precipitación total anual (505 – 732 mm), fruto de su localización geográfica dentro de la región. Se realizaron 47 descripciones de perfiles de suelos (calicatas), se tomaron 319 muestras de suelo (en bolsa) a diferentes profundidades (determinación de propiedades) y 597 anillos de densidad aparente, así como 66 transectos de vegetación en 3 épocas de muestreo diferentes, en los sitios de muestreo donde previamente se habían instalado 88 jaulas de exclusión (4 por unidad) para el estudio de los pastos.

Alrededor de un centenar de variables fueron inicialmente contempladas, de las cuales 79 formaron finalmente parte del proceso selectivo de indicadores. La determinación de la mayoría de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (n=25) fue llevada a cabo en base a métodos y protocolos estandarizados (o adaptaciones de ellos). Los transectos de vegetación sirvieron para cuantificar y monitorizar en 3 períodos clave (final de un año hidrológico seco, primavera húmeda y final de un año hidrológico húmedo), diferentes tipos de cobertura superficial del suelo como la hojarasca, el musgo, herbáceas o el suelo desnudo. Las jaulas de exclusión sirvieron para la estimación de la producción potencial de pasto, expresada en kg de materia seca por hectárea, al final del invierno y de la primavera durante los 3 años de muestreo (2008 – 2011). Todo ello correlacionado con los registros de

precipitación y con factores de manejo como la carga ganadera o la densidad de arbolado. La composición de los pastos (leguminosas, gramíneas u otras forbáceas) y su valor nutricional (fibra y proteína bruta), así como una evaluación *in situ* de las evidencias de erosión, completan el elenco de variables estudiadas.

Una vez finalizado el proceso de recogida de datos, la investigación pasó a una fase más analítica en la que las 79 variables seleccionadas fueron analizadas con el objetivo inicial de obtener un número mínimo de indicadores, y a partir de dichos indicadores, crear una serie de índices unitarios que permitieran dar un valor único de calidad y degradación del suelo a cada área de estudio. Finalmente, esos indicadores e índices fueron validados para verificar que no surgían incongruencias en su interpretación. El proceso de selección se basó en una serie de correlaciones lineales, y análisis multivariante, entre las propiedades del suelo y la producción de pasto (función primordial de las áreas de pastoreo) para los indicadores de calidad, y comparación de valores medios y estudio del papel del suelo desnudo respecto a la degradación. Los indicadores fueron categorizados, y ajustados a la realidad estudiada, siguiendo trabajos relevantes ya publicados. Los índices fueron obtenidos a partir de métodos sumatorios, y con ellos se conoció, por primera vez, el estado de la calidad y degradación del suelo en explotaciones de ganadería extensiva.

III. APORTACIÓN CIENTÍFICA

Hasta el momento, las investigaciones llevadas a cabo, como consecuencia directa del trabajo de tesis, han dado como fruto la publicación de 4 artículos científicos en revistas situadas en el primer cuartil de Ciencias del Suelo (Land Degradation and Development y Catena) y Ciencias Ambientales (Ecological Indicators) del Índice JCR 2015 Science Edition (Thomson Reuters®). Sus datos han servido como base empírica para la construcción de un modelo predictivo de pérdidas de erosión del suelo en áreas de pastoreo (también publicado en una revista del primer cuartil en varias categorías: Environmental Modelling and Software). Esta evidencia palpable del recorrido científico de la tesis doctoral, es también un logro de la rama de la Geografía, de la que surge el estudio, y una confirmación del carácter multidisciplinar de los geógrafos actuales.

Se ha diseñado un sistema de evaluación de la calidad y la degradación de los suelos (publicado en Ecological Indicators en 2017) basado en 8 indicadores, 6 de ellos (capacidad de intercambio catiónico, potasio, materia orgánica, profundidad del suelo, espesor del horizonte Ah y capacidad de retención hídrica) para obtener un valor de calidad, y los 2 restantes (porcentaje de suelo desnudo en septiembre y densidad aparente de 5 a 10 cm) para la degradación. El valor medio de las puntuaciones de cada categoría (1: Muy mala, 2: Mala, 3: Moderada, 4: Buena y 5: Muy buena) que recibe cada indicador sirvió para aportar un valor unitario (índice) de calidad y degradación para las 22 áreas de estudio. La evaluación arrojó un promedio de un 77% de unidades con calidades del suelo bajas o muy bajas y un 18% de áreas de estudio con una alta degradación.

Los principales procesos de degradación del suelo (defoliación y compactación subsuperficial) que afectan a las áreas de ganadería extensiva, y su relación con la intensidad del pastoreo y la precipitación antecedente, fueron identificados y sirvieron para arrojar cierta luz al debate sobre las cargas ganaderas óptimas (publicado en Land Degradation and Deve-

lopment en 2016). El porcentaje del suelo desnudo (descubierto de vegetación) con el que un área de pastoreo inicia el otoño es clave para explicar las pérdidas de suelo. Las correlaciones significativas existentes encontradas entre las variables carga ganadera y suelo desnudo no dejan lugar a dudas. Cargas ganaderas por encima de 1 UGM ha⁻¹ en años normales, y por encima de 0,5 UGM ha⁻¹ en años secos, pueden suponer una pérdida irreparable del recurso a corto plazo (<20 años).

La compactación subsuperficial (5-10 cm de profundidad) pareció ser uno de los procesos clave que explican la reducción de la producción potencial de pasto, el aumento de superficies improductivas (zonas con suelo desnudo en primavera) y una mayor tendencia a perder leguminosas (ricas en proteínas) en detrimento de pastos menos palatables y nutritivos (ni leguminosas ni gramíneas). La obvia influencia que *a priori* ejerce la precipitación sobre la producción de pastos se confirmó, pero el contenido en nutrientes esenciales como la materia orgánica, el fósforo y, sobre todo, el potasio, y la profundidad del suelo, explican grandes diferencias espaciales en la producción en zonas con parecida pluviometría, particularmente en los años secos, donde el agua es un factor limitante y sólo los suelos más profundos consiguen dar soporte.

La materia orgánica del suelo, un indicador clave, fue estudiada con detalle (contenido, stock y fraccionamiento en carbono activo, materia orgánica libre, huminas y ácidos fúlvicos y húmicos) en todas las áreas de estudio (bajo diferentes coberturas vegetales y cargas ganaderas), dando una gran cobertura espacial a los hallazgos (publicado en Catena en 2013). Se confirmó el descenso vertical en el contenido de materia orgánica con la profundidad, y también su variabilidad, y como la mayor parte de la misma se concentra en los primeros 5 cm (valores medios: 2,3%). También la influencia de la cobertura vegetal, es decir, del denominado fenómeno de isla de fertilidad que la zona bajo las copas de los árboles y cercanas a arbustos de gran porte ejerce. Finalmente, sólo se encontraron efectos indirectos con las cargas ganaderas (por remoción de hojarasca y consumo de plantas) debido al efecto compensador de las excretas de los animales.

Otro fenómeno que es crucial para entender la rápida respuesta hidrológica, en términos de escorrentía, en la fase inicial de los primeros eventos de lluvia del otoño es la repelencia al agua o hidrofobicidad, que fue ampliamente estudiada (publicado en Catena en 2013). La hidrofobicidad en áreas de pastoreo tan solo ocurre durante los períodos secos (verano) y está provocada por el carácter hidrofóbico que aporta la hojarasca de encina y, en menor medida, por cierto efecto repelente de agua de musgos y herbáceas. Por lo tanto, se trata de un efecto que se circunscribe al área de efecto de las copas de los árboles y en cercas donde la presión ganadera no es tan alta como para favorecer la remoción de las acumulaciones de hojarasca.

Los datos que aquí se obtuvieron sirvieron para nutrir un modelo de base experimental, que pronosticaba el tiempo que una dehesa estándar tardaría en perder la totalidad de su suelo bajo las actuales condiciones de manejo de ganado (cargas ganaderas relativamente más altas que en el pasado) y diferentes escenarios climáticos (publicado en Environmental Modelling and Software en 2014). Los resultados más optimistas vaticinan que las dehesas perderán la totalidad de sus suelos en poco menos de 200 años y cuestionan la viabilidad temporal de las actuales prácticas generalizadas de manejo del ganado.

Finalmente, la tesis doctoral (resultados y metodología) ha tenido recorrido también en publicaciones menores y/o parciales, tanto en revistas de reconocido prestigio como en par-

tipicaciones en congresos nacionales e internacionales, desde que en 2008 se iniciaran sus primeras campañas de muestreo. En la actualidad, un artículo en el que se evidencia que las especies herbáceas de las áreas de pastoreo se encuentran bien adaptadas a ambientes de compactación, con valores mucho mayores de los 2 MPa (resistencia a la penetración), que son considerado como limitantes para el crecimiento de las herbáceas, ha sido enviado para su oportuna evaluación por pares a la revista *Catena*. Una versión resumida de los resultados más sobresalientes que fueron obtenidos a partir de entrevistas a los propietarios, arrendatarios, pastores y antiguos guardeses de las fincas analizadas, así como un trabajo de revisión bibliográfica de los métodos de determinación de las propiedades del suelo, están siendo también evaluados para ser presentados en el Congreso Forestal Español y en la EGU General Assembly de 2017, respectivamente.

IV. CONCLUSIÓN

La necesidad científica y pragmática de proveer un sistema de evaluación de la calidad y la degradación del suelo, aplicable para áreas de pastoreo de clima mediterráneo, que, además, pueda ser fácilmente utilizado por personas sin grandes conocimientos en Edafología, queda provisionalmente cubierta. Se ha avanzado también enormemente en el conocimiento de los procesos de degradación, y su relación casuística con las malas prácticas de manejo (sobrepastoreo), así como en el conocimiento del propio sistema desde varias perspectivas. No obstante, es necesario seguir haciendo más estudios en el futuro, que permitan validar esta metodología y afinar los indicadores aquí propuestos, así como fomentar el desarrollo de herramientas integrales (especialmente distribuidas) que posibiliten una evaluación holística de las áreas de ganadería extensiva (e implícitamente de su gestión), tanto desde el punto de vista ambiental (suelo, agua, biota y vegetación) como socioeconómico (rentabilidad social y económica). Por lo tanto, es en este nuevo tipo de desafíos donde el carácter integral y multidisciplinar de los geógrafos será clave para la consecución de los objetivos de investigación.

GOMARIZ CASTILLO, Francisco José. *Estimación de variables y parámetros hidrológicos y análisis de su influencia sobre la modelización hidrológica: Aplicación a los modelos de Témez y SWAT*. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. Enero de 2016. Director: Francisco Alonso Sarría.

I. INTRODUCCIÓN

Los trabajos realizados en esta tesis tienen su origen en diversos proyectos de investigación relacionados con modelización hidrológica. En este tipo de trabajos suelen plantearse una serie de preguntas relacionadas con la información de partida, destacando algunas como: ¿distribuir espacialmente las variables de entrada incide en los resultados de los modelos?; ¿qué métodos de interpolación son mejores?; ¿son utilizables los métodos tradicionales de obtención de la evapotranspiración potencial (ET_p) en zonas semiáridas como la nuestra?;

y si no es así, ¿cómo los podemos mejorar?; ¿cómo se puede mejorar la clasificación de los usos del suelo?; ¿es factible utilizar modelos como SWAT en nuestra zona de trabajo? y ¿cómo abordar sus requerimientos?

Por norma general, una de las grandes debilidades en este tipo de proyectos es que no se presta suficiente atención a aspectos relacionados con la obtención y estimación de variables espaciales, generadores de grandes incertidumbres. En este contexto nace la idea de analizar los problemas planteados de una forma integrada en el territorio; de abordar en profundidad los diferentes métodos presentados, mejorarlos y evaluar los resultados en conjunto. El trabajo desarrollado se ha centrado en diseñar e implementar todo el proceso de obtención, tratamiento, análisis, evaluación y selección de métodos en el marco de la ciencia intensiva en datos. Se ha investigado la estimación espacial y temporal de algunas de las variables más importantes en modelización hidrológica distribuida, configurando a partir de ellos diferentes escenarios en los modelos hidrológicos *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) y la aproximación distribuida de Témez.

II. OBJETIVOS

Se han planteado dos **objetivos generales**: a) Evaluar diferentes métodos de estimación espacial de las variables necesarias para llevar a cabo la modelización hidrológica espacialmente distribuida a partir de modelos predictivos, basados en aprendizaje automático, de regresión y geoestadísticos en el caso de las variables climáticas y de clasificación para estimar los usos del suelo; b) Modelizar el sistema hidrológico de la Cuenca del Río Vinalopó y del Río Monnegre, y evaluar el impacto potencial sobre los modelos de los diferentes métodos de estimación de las variables y parámetros de entrada. Estos objetivos generales engloban los siguientes **específicos**:

- Desarrollar una metodología que permita disponer de los datos necesarios para alimentar a los modelos hidrológicos, bajo un entorno Open Source (QGIS, GRASS y R), basada en el uso intensivo de técnicas computacionales entroncando con la idea de la ciencia intensiva en datos o *paradigma de Gray* y la reproducibilidad de las tareas para su uso en otros trabajos.
- Estandarizar los procesos de captura de la información procedente de fuentes heterogéneas, la estimación de las variables, almacenamiento y uso. Diseñar e implementar el trabajo en un SIG, diseñando una estructura de bases de datos reproducible.
- Evaluar las técnicas de estimación utilizadas y seleccionar las que minimicen los errores, automatizando la decisión sobre cuál es el mejor método de estimación de las variables.
- Crear un protocolo de trabajo para generar la información necesaria para utilizar en el modelo hidrológico SWAT en el Sureste de España.
- Realizar simulaciones en función de la información obtenida y escenarios considerados.

Se han seleccionado dos zonas piloto representativas del sureste español en función de la escala espacial requerida en los métodos abordados: a) El Sistema de Explotación Vinalopó-

Alacantí (3.000km²) para la obtención de coberturas de usos del suelo y la definición de los diferentes escenarios evaluados en los modelos hidrológicos, y b) la Demarcación Hidrológica del Segura (19.000 km²) para estimar las variables climáticas estudiadas.

La tesis se ha estructurado en siete capítulos: en los capítulos 1 y 2 se introduce al lector en el problema abordado y se caracterizan las áreas de estudio desde un punto de vista hidrológico, climático y de ocupación del suelo; los capítulos 3 a 6 abordan cada uno de los métodos planteados, incluyéndose en ellos el estado del arte, metodología, resultados y conclusiones; en el capítulo 7 se resumen las principales conclusiones, las aportaciones más interesantes y se exponen algunas posibles líneas de trabajo futuras para mejorar o avanzar en el estado del conocimiento.

III. ANÁLISIS Y MODELIZACIÓN ESPACIAL DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS

El capítulo 3 aborda la modelización espacial de las variables climáticas, principal entrada en los modelos hidrológicos, permitiendo abordar su heterogeneidad espacial y obtener proyecciones espaciales a escala local a partir de los métodos que minimizan el error cometido. Se ha prestado especial atención a aquellos métodos multivariantes con capacidad de analizar la relación entre las variables climáticas y aquellas que puedan influir en su distribución espacial y el comportamiento de los diferentes métodos en función de la naturaleza de las variables a predecir.

Se han analizado las variables diarias y mensuales de la precipitación total, temperatura (media, máxima y mínima) y humedad relativa (media, máxima y mínima), utilizando métodos de regresión global (GLM), de interpolación local (IDW, polígonos de Thiessen, krigeado ordinario y universal, y los métodos basados en Splines TPS y BSplines) o combinados (regresión con krigeado de los residuos). Además, para la precipitación total se ha implementado un doble modelo de ocurrencia-cantidad precipitada mediante regresiones logísticas y gamma.

Los datos mensuales utilizados abarcan la serie 1970-2002, procedentes de las estaciones de la red AEMET (485); los modelos diarios abarcan la serie 1998-2012, obtenidos a partir de 79 estaciones de las redes SIAM y SIAR, a las que se suman 79 de la red SAIH en el caso de la precipitación. Como variables ambientales para explicar los patrones espaciales de la variabilidad climática ha sido la distancia a la costa, posición, altitud, irradiación global, pendientes, orientaciones, la curvatura del terreno, las derivadas del terreno. El ajuste de los modelos se ha realizado mediante validación cruzada y los estadísticos D2 (equivalente a R²), la raíz cuadrada de error cuadrático medio (RMSE) y la curva ROC para los modelos de presencia de precipitación.

IV. MODELIZACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

En el capítulo 4 se aborda la estimación espacial y temporal de la ET_p. Se ha prestado especial atención a la estimación y mejora de la evapotranspiración de referencia (ET₀) obtenida mediante el modelo de Hargreaves, debido a su facilidad de uso y su gran concordancia con la ET₀ obtenida mediante Penman-Monteith FAO. Además de evaluar las hipótesis de partida del capítulo anterior con esta variable, se pretende obtener un método sencillo y

fiable para la estimación de la ET_0 distribuida espacialmente a partir de la obtención de los parámetros de calibración característicos. A partir de su estimación se han obtenido las distribuciones espaciales de la ET_0 y ET_p a partir de las técnicas del capítulo anterior, obteniendo proyecciones a escala local.

La ET_0 se ha estimado utilizando dos métodos empíricos: Penman-Monteith FAO, basado en el balance energético, y el basado en las temperaturas de Hargreaves.

El desarrollo metodológico se ha basado en seis fases:

- a) Estimación de las series diarias de ET_0 en cada estación (7 en total): 1) Penman-Monteith FAO (serie de referencia), 2) Hargreaves conocida la radiación, 3) Hargreaves a partir del índice de claridad, 4) calibración de Hargreaves mediante regresión lineal (método de Allen) para toda la serie y por meses (Allen mensual), y 5) Hargreaves a partir de un método que hemos denominado combinado y combinado mensual, a partir del método de Allen y el índice de claridad, pudiendo calibrar todos los parámetros de la ecuación original.
- b) 6 aproximaciones mensuales mediante: 1) la agregación de Hargreaves y las series calibradas, 2) la aproximación de éstas a partir de un solo dato mensual, y 3) Thornthwaite.
- c) Una vez seleccionado el mejor modelo, se han interpolado los parámetros característicos obtenidos mediante la metodología desarrollada en el capítulo 3. Se ha realizado la calibración mensual basada en regresión lineal, obteniendo doce superficies de interpolación.

La calibración y validación se ha realizado con los datos de 79 estaciones de las redes agrometeorológicas SIAM y SIAR, utilizando las series temporales 01/01/2002 a 31/12/2011 para calibrar y 01/01/1998 a 31/12/2001 para validar. La interpolación de los parámetros y proyecciones se ha realizado a partir del proceso desarrollado en el capítulo 3. Los estadísticos de bondad de ajuste utilizados han sido R^2 , el índice modificado de Willmott (Dw), RMSE y el porcentaje de sesgo (PBIAS); para evaluar las diferencias significativas entre los métodos se han utilizado los contrastes de Kruskal Wallis y la U de Mann-Whitney con la corrección de Holm.

V. CARTOGRAFÍA DE LOS USOS DEL SUELO

La mayoría de los modelos hidrológicos utilizan información sobre coberturas de uso del suelo para asociar a éstos los parámetros característicos de sus componentes de forma invariante en el tiempo. Debido a ello, la obtención de una serie temporal de usos distribuidos en el espacio cobra especial relevancia en trabajos relacionados con los recursos hídricos.

En el capítulo 5 se trata de comprobar la mejora de la clasificación de usos del suelo a partir de diferentes algoritmos y variables de entrada para la serie 2000-2010. Para ello se utilizan y evalúan algunos de los métodos de clasificación más utilizados para obtener mapas de usos del suelo en una cuenca semiárida fuertemente antropizada. El objetivo es comprobar diferentes hipótesis de partida respecto a la mejora en los resultados de clasificación:

- El uso de algoritmos más sofisticados y el aumento en capacidad de computación.
- La integración de varias fechas de un mismo año para captar el comportamiento intranual de los diferentes usos y sus respuestas espectrales.
- El uso de información auxiliar derivada del relieve (elevaciones, pendientes y orientaciones).
- El uso de información textural. Para ello se calcula para cada píxel el semivariograma empírico respecto a los píxeles de alrededor, del índice normalizado diferencial de la vegetación (NDVI) por un lado y de la primera componente de un análisis de componentes principales (ACP) con las capas de reflectividad por otro; esta componente se corresponde con un albedo medio ponderado.

Se ha evaluado el acuerdo alcanzado en las clasificaciones al utilizar tan solo reflectividades procedentes de LandSat-5 y 7, éstas más las dos variables texturales y todas las anteriores más las variables topográficas. Estas combinaciones se han probado en una escena representativa de cada estación climática del año, la combinación de dos escenas (invierno y verano) y la combinación de cuatro escenas (una representando cada estación del año). Como métodos de clasificación supervisada a evaluar se incluye el algoritmo paramétrico de máxima verosimilitud (ML), el método de clasificación contextual *Sequential Maximum a Posteriori* (SMAP), junto a los métodos no paramétricos *Random Forest* (RF) y las máquinas de vectores soporte (SVM).

La clasificación de las diferentes combinaciones y algoritmos planteados se han obtenido para el año 2009 (72 en total), con objeto de analizar el grado de acuerdo con la realidad en los cuatro métodos de clasificación, combinar las imágenes en las diferentes fechas y usar variables adicionales para mejorar la clasificación. Tras determinar cuál puede ser la mejor combinación, se han clasificado las imágenes para la serie temporal 2000-2010 (120 adicionales a 2009), con intención de validar los resultados para una serie lo suficientemente larga como para poder observar resultados lo suficientemente representativos. La concordancia de las clasificaciones se ha evaluado de forma visual y numérica, mediante matrices de confusión, la fiabilidad global y la estimación Kappa y Kappa condicional por intervalos para detectar diferencias significativas.

VI. MODELIZACIÓN HIDROLÓGICA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En modelización hidrológica, junto a la incertidumbre estructural, la asociada a la estimación de los valores de los parámetros y las variables de entrada es la más importante. En este sentido, el capítulo 6 trata de analizar cómo la utilización de diferentes métodos para estimar las variables de entrada y los parámetros de un modelo hidrológico pueden modificar las salidas del mismo.

En este capítulo se evalúa si el método de estimación de las variables y parámetros influye en los resultados finales. Se ha programado el proceso de obtención, tratamiento y aproximación de los requerimientos de SWAT no abordados en capítulos anteriores, implementándose un proceso semiautomático para su estimación, y se han generado bases de datos reutilizables en otras zonas. Además, en el caso del modelo de Témez, se ha programado su formulación en base espacialmente distribuida en el SIG GRASS y R.

Se han utilizado dos modelos distribuidos para analizar su incertidumbre espacial: a) Modelo mensual de Témez en su versión distribuida, el más utilizado en la actualidad al necesitar pocos datos de entrada, y b) Modelo diario SWAT, cuyas ventajas sobre el anterior son la posibilidad de aproximar una mayor cantidad de componentes del sistema, pero con el principal inconveniente de los elevados requerimientos de información y bases de datos no adaptadas en nuestra zona de trabajo. El trabajo presentado no trata de evaluar cuál de los modelos es mejor, sino la cuantificación de las diferencias relativas entre los escenarios y la serie de referencia. El interés de comparar los escenarios definidos radica en las posibles diferencias observadas al utilizar diferentes métodos para estimar las variables de entrada, como el efecto de distribuir espacialmente la precipitación, o la influencia de diferentes métodos de estimación de la ET_p en los resultados.

Se han evaluado los resultados de los modelos a partir de siete escenarios más la serie de referencia, en función de los datos utilizados, tres con Témez distribuido (escenarios T) y cuatro con SWAT (escenarios S):

- T1: La precipitación como media ponderada de tres estaciones y Thornthwaite para estimar la ET_p ; ésta es la implementación utilizada habitualmente. T2: Las variables climáticas se modelizan a partir de las interpolaciones mensuales y la ET_p se estima mediante Thornthwaite; T3: Utiliza el mismo modelo de precipitación que T2 y la ET_p obtenida mediante la parametrización mensual desarrollada en el capítulo 4.
- S1: Escenario con una sola cuenca, la ET_0 obtenida mediante Hargreaves y las variables climáticas se estiman como media ponderada de tres estaciones climáticas; es la implementación utilizada habitualmente. S2: Escenario discretizado en múltiples subcuencas, las variables climáticas obtenidas en el capítulo 4 y la ET_0 estimada mediante Hargreaves. S3: Igual que S2 pero con ET_0 parametrizada mensualmente. S4: Igual que los dos anteriores pero con la estimación de la ET_0 según Penman-Monteith FAO (PMFAO).
- REFERENCIA: Se ha utilizado la procedente del modelo SIMPA del SIA, debido a los errores sistemáticos e inconsistencias detectadas en las estaciones de aforo disponibles.

VII. CONCLUSIONES GENERALES

Debido a la estructura de la investigación presentada, son numerosas las conclusiones de cada uno de los capítulos; a continuación se presentan algunas de las más destacables.

En lo referente a los **métodos de interpolación**, en general es la regresión lineal la que obtiene mejores resultados en variables mensuales relacionadas con la temperatura y la humedad. Este hecho implica que gran parte de la variabilidad de las observaciones puede explicarse por factores ambientales. En el caso de las interpolaciones diarias prevalecen este tipo de métodos, aunque en menor medida. En el caso de las precipitaciones, se seleccionan con mayor frecuencia los métodos geoestadísticos, B-Splines y TPS, debido probablemente a una mayor aleatoriedad del proceso. No obstante, se detectan errores muy elevados en algunas de las interpolaciones basadas en la regresión. Este hecho supone una importante debilidad para su uso generalizado. La conclusión es que es preferible probar diferentes modelos

y seleccionar el que minimice el error en cada caso en vez de utilizar un único modelo que pueda considerarse, por regla general, el más adecuado. Se observan mayores errores en las interpolaciones diarias que en las mensuales. La causa más relevante es la mayor aleatoriedad del proceso y la menor representatividad de la distribución espacial de la red SIAR y SIAM. Esta falta de representatividad ha resultado más evidente en áreas de alta montaña.

En cuanto a la **modelización de ET_0** , se concluye que los métodos tradicionales como Thornthwaite o Hargreaves tienden a subestimar la variable. En la estimación de la ET_0 , la ecuación de Hargreaves, calibrada mediante los métodos combinados de Allen mensuales, obtienen los mejores resultados. Estos son, de hecho, muy similares a las series obtenidas con el método de PMFAO, considerado el método más adecuado para estimar ET_0 . La simplicidad de calibración mediante el método de Allen y su parametrización mensual y lo sencilla que resulta la interpolación de sus parámetros hacen que este método sea idóneo para trabajos en los que se requiere información espacialmente distribuida. Al interpolar éstos parámetros, el método que minimiza el error con mayor frecuencia es IDW y OK, indicando la baja influencia de las variables ambientales utilizadas en su estimación. No obstante, se observan ciertos patrones espaciales y estacionales: mayores valores de los parámetros en la costa y en los meses más fríos (con menor ET_0), indicando subestimación de Hargreaves en estas áreas y periodos.

En lo concerniente a la **clasificación de coberturas de usos del suelo**, los métodos basados en aprendizaje automático resultan ser mucho mejores que los métodos estadísticos tradicionales a la hora de clasificar usos del suelo sin depurar los polígonos de entrenamiento y validación, indicando que este tipo de algoritmos son más robustos ante errores en las observaciones. La metodología propuesta de depuración de los polígonos de entrenamiento y validación ha mejorado sensiblemente los resultados de la clasificación. Los valores de exactitud obtenidos superan el 80%, y dada la complejidad del área de estudio, pueden considerarse bastante satisfactorios. La integración de una imagen por estación (cuatro imágenes por año) ha mejorado sensiblemente los resultados obtenidos con dos imágenes por año (verano e invierno) y los obtenidos clasificando una única imagen. La combinación de variables espectrales junto con otras auxiliares (texturales y derivadas del relieve) mejora la exactitud estimada. No obstante, una comprobación visual indica que el uso de las variables derivadas del relieve tiende a sobrestimar algunas clases como el uso urbano. Sin embargo, ayudan a mejorar clases en las que su influencia condiciona la distribución, como el forestal o el matorral. Estos resultados ponen de manifiesto posibles debilidades en la evaluación del ajuste mediante kappa.

De forma general, las clasificaciones con mejores resultados son las obtenidas con SMAP, utilizando como variables predictoras las espectrales en las cuatro estaciones del año y las texturales. Los resultados por clase indican una mayor exactitud en las clases más homogéneas, como las masas de agua o las clases de vegetación natural, mientras que las más heterogéneas, características de paisajes mediterráneos altamente antropizados, tienden a confundirse entre sí.

En lo referente a los resultados obtenidos en la **modelización hidrológica**, se observan diferencias importantes entre los escenarios en los que se utiliza como precipitación la obtenida a partir de una media ponderada entre tres estaciones y aquellos en los que se utiliza las capas interpoladas. La escorrentía superficial es muy sensible al tipo de estimación de la ET_0

utilizada; los métodos tradicionales, que tienden a subestimar la ET_0 , producen hidrogramas con mayores aportaciones. En cambio, al utilizar SWAT con Hargreaves parametrizado se obtienen hidrogramas prácticamente idénticos a los obtenidos utilizando Penman-Monteith FAO. De las dos conclusiones anteriores se deduce la elevada influencia en los resultados de los métodos de estimación de los parámetros y variables de entrada. Por tanto, parece necesario realizar un esfuerzo en la optimización de éstos para mejorar los resultados de la modelización.

ESTEBAN RODRÍGUEZ, Samuel. *Las Denominaciones de Origen Protegidas del sector del vino en España: análisis comparativo desde la teoría de los mundos de producción*. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza. Enero de 2016. Director: Eugenio Climent López.

I. INTRODUCCIÓN

En España se encuentran activas 90 Denominaciones de Origen Protegidas (DOP) de vino, cuya facturación anual es superior a los 3.000 millones de euros.

La nueva cultura del vino, caracterizada por la demanda de un producto de calidad, ha introducido cambios en el sector por parte de los consumidores. A escala internacional, el avance de los nuevos países productores ha modificado el escenario en el que operan las DOP españolas. Así mismo, la crisis económica, especialmente intensa dentro de España, también ha repercutido en el sector.

El desarrollo de la figura de la denominación de origen se vincula con una calidad diferenciada, sin embargo los estudios de caso disponibles sugieren que las DOP españolas no comparten las mismas convenciones. En la actualidad, dentro del sistema de denominaciones coexisten diferentes tecnologías de producción, que van desde procedimientos artesanales hasta la producción de vino a gran escala. Así mismo, se observan diferentes formas de comercialización: exportación de vino y venta en supermercados u orientación a mercados elitistas. Hasta la fecha no se contaba con un estudio del conjunto de las DOP españolas para identificar estos modelos diferenciados.

La teoría de los mundos de producción clasifica los productos en función del tipo de tecnología con el que se fabrican y el tipo de mercado al que se dirigen, por lo que se puede adoptar para abordar el estudio de las DOP de vino españolas y analizar su evolución. Utilizando este marco teórico, en esta tesis doctoral se analizan las DOP de vino españolas en diferentes cortes temporales, analizando el sector en los momentos previos a la crisis y en la actualidad, para estudiar su efecto en cada denominación y en el conjunto del país.

II. MARCO TEÓRICO: EL MODELO DE LOS MUNDOS DE PRODUCCIÓN

El modelo de los mundos de producción postula que, a pesar de la diversidad de productos existentes hay un número limitado de lógicas de producción económicamente coherentes, existiendo 4 modelos o mundos de producción, que funcionan en el mundo real. Estos mun-

dos de producción derivan de 2 dimensiones principales: el tipo de tecnología de producción, especializada o estandarizada, y el tipo de mercado de destino, dedicado o genérico.

Un tipo de tecnología especializada es aquella cuyo conocimiento está restringido a un pequeño grupo de expertos y dominan las economías de gama, por contra una tecnología estandarizada es aquella que se encuentra difundida y dominan las economías de escala. Los productos especializados tienden a centrar su competencia en la calidad y los estandarizados en el precio.

Un mercado genérico se caracteriza por contar con un gran número de consumidores anónimos y por ser su demanda predecible; un mercado dedicado está formado por un nicho de mercado reducido, donde predomina la personalización. Los productos dedicados responden a unos requisitos de calidad y cualidades específicos, los genéricos a unas expectativas de consumo ampliamente difundidas.

En función del cruce de estas dimensiones se observan diferentes modelos de producción, caracterizados por unas convenciones particulares, que derivan en formas de competencia diferenciadas. Dichos mundos de producción son: el mundo interpersonal (tecnología especializada, mercado dedicado) donde se comercializan productos diferenciados de alta calidad. El mundo del mercado (tecnología estandarizada, mercado dedicado) caracterizado por artículos que son fabricados mediante técnicas de producción en masa, pero que se ponen en el mercado a través de series cortas. En este mundo de producción existe una tensión interna entre diferenciación y automatización que en otros sectores suele resolverse a través de la deslocalización para reducir costes. El mundo de la innovación (tecnología especializada, mercado genérico) es un mundo de producción relacionado en la industria con el desarrollo de nuevos productos, sin embargo el vino es un producto tradicional. El mundo industrial (tecnología estandarizada, mercado genérico) se caracteriza por artículos de gran consumo cuya calidad es alcanzable utilizando procedimientos automatizados y estándares industriales. Este hecho determina que en el mundo industrial la competencia tienda a centrarse en torno al precio.

Diversos autores han puesto de manifiesto la existencia de movimientos entre mundos de producción ligados a cambios en la demanda o en los procesos productivos.

III. METODOLOGÍA

La aplicación de la teoría de los mundos de producción a las DOP de vino requiere de la identificación de indicadores de clasificación, es decir, de tipo de tecnología y tipo de mercado. El establecimiento de una gradación de situaciones enriquece el análisis comparativo entre unidades y entre diferentes campañas, por lo que se ha optado por una metodología cuantitativa. En función de las fuentes disponibles se ha diseñado una batería de indicadores, que se ha estudiado y analizado para encontrar aquellos más adecuados. Una vez definidos los indicadores se ha procedido a realizar la clasificación. La clasificación ha sido validada en base a las diferencias competitivas que se observan entre mundos de producción. Finalmente se han analizado los resultados en varias campañas, para estudiar los efectos de la crisis económica en el sector.

Los elementos principales a la hora de caracterizar el tipo de tecnología son: el grado de generalización del conocimiento de producción y la presencia o no de economías de escala.

Los elementos fundamentales del tipo de mercado son el grado de personalización de la producción y el grado de incertidumbre respecto a la demanda. Las diferencias en cuanto a las formas de competencia pivotan en torno a la relación existente entre el precio y la calidad.

Se han buscado fuentes de información que integren el conjunto de las DOP españolas en diferentes momentos: El ministerio de agricultura facilita una serie referida al nivel de la denominación que cuenta con datos estructurales, de producción y de comercialización. Así mismo, existen anuarios de vinos que ofrecen información referida al nivel de la marca y la bodega que se puede agregar al nivel de la denominación. Los concursos de vinos facilitan información acerca del reconocimiento de la calidad de determinadas marcas, por lo que también pueden ser utilizados como fuentes auxiliares.

El uso combinado de estas fuentes de datos ha permitido plantear una batería inicial de 12 indicadores de clasificación. Respecto al tipo de tecnología se ha incluido la utilización del tipo legal de denominación, la superficie por viticultor, el volumen calificado por unidad de superficie y las ratios por bodega de número de viticultores, superficie inscrita, volumen calificado y vino comercializado. En cuanto al tipo de mercado se plantea la utilización del número medio de marcas por bodega, el tamaño medio de la marca y la relación de existencias sobre el total comercializado. Como indicadores de tipo de competencia se incluyen el número de premios por volumen comercializado y el precio medio del hectolitro de vino.

Para analizar estos indicadores se ha construido una base de datos que contiene la serie del ministerio en todas las campañas desde 2000. En ella se observa una inflexión en el precio medio del vino a partir de la campaña de 2008-09, por lo que se ha establecido como momento de referencia previo a la crisis. Los datos de marcas se han contabilizado para 2001-02, 2008-09 y 2012-13, los de concursos para 2008-09 y 2012-13.

IV. ESTUDIO DESCRIPTIVO

En lo que va de siglo el número de denominaciones se ha incrementado, pese a ello las variables de tipo estructural del conjunto han disminuido: Superficie cultivada, número de explotaciones y bodegas. Se observa un aumento del tamaño medio de la explotación y una disminución del número de viticultores por bodega. Ambas tendencias son coherentes con un proceso de búsqueda de la calidad diferenciada. En la producción, el volumen de vino calificado presenta fuertes variaciones interanuales ligadas a las condiciones ambientales de cada campaña, aunque su tendencia global es a la baja, a pesar del incremento del número de DOP. La evolución del volumen de vino calificado tiene un reflejo directo en el volumen de vino comercializado, aunque la capacidad de gestión de stock de las bodegas hace que las oscilaciones interanuales se vean amortiguadas. El volumen de vino comercializado en el mercado interior ha disminuido levemente, por el contrario, el volumen exportado ha crecido sensiblemente. En la actualidad, España es el primer exportador mundial de vino.

Acusa la crisis especialmente el valor económico del vino comercializado y el precio medio, con un pronunciado descenso tras la campaña de 2008-09. La crisis también ha provocado cambios en la política de marcas de las bodegas: hasta 2008-2009 el número de marcas por bodega se mantiene bastante estable, pero a partir de esa campaña se incrementa. Consecuentemente el tamaño medio de la marca ha ido disminuyendo durante los años de la crisis, observándose un mayor grado de segmentación de la producción.

V. CLASIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN

El análisis descriptivo ha puesto de manifiesto la presencia de oscilaciones interanuales ajenas a cambios en el tipo de tecnología o el tipo de mercado en algunos indicadores, especialmente, los que se derivan del volumen calificado. Así mismo, se ha prescindido de otros como la ratio de existencias y comercializado, dado que la información disponible no permite diferenciar por tipología de producto almacenado.

El estudio detallado del comportamiento y la distribución de los indicadores lleva a la selección del tamaño medio de la explotación y el número de viticultores por bodega como indicadores de tipo de tecnología, ambos se sintetizan en su producto que es la superficie por bodega. Bodegas abastecidas por una gran superficie se relacionan con tecnologías estandarizadas, mientras las que se abastecen de un pequeño viñedo se relacionan con tecnologías especializadas. En la caracterización del tipo de mercado se ha optado por el uso del tamaño medio de la marca. Las marcas de menor tamaño se dirigen a mercados personalizados, dedicados, por el contrario las marcas producidas en grandes series se relacionan con mercados genéricos.

Con estos elementos, se ha procedido a realizar la clasificación de las denominaciones utilizando como punto de corte el valor de la mediana de cada eje para establecer los cruces de tipo de tecnología y mercado. La validación, en base a la forma de competencia, se ha realizado empleando el precio medio del hectolitro de vino y el número de premios por volumen comercializado. Se observa que en los mundos de producción especializados el precio medio es mayor que en los estandarizados y que el indicador de calidad diferenciada es más bajo en el mundo industrial, lo cual es coherente con el modelo teórico.

VI. RESULTADOS

Se observa un avance de la especialización, entre inicios de 2000 y los momentos previos a la crisis. Los cambios en el tipo de tecnología desde la campaña de 2008-09 hasta la actualidad son escasos. El tipo de mercado muestra una progresión continua hacia una mayor personalización, que no se detiene con la crisis, tras la cual el número de denominaciones que operan en un mercado dedicado aumenta considerablemente. El resultado es que, pese a que la industria vinícola española se encuentra especializada en la elaboración y comercialización de vinos de calidad con precios asequibles, entre denominaciones se observan importantes diferencias en cuanto al modelo productivo y su forma de competencia asociada.

Al inicio del periodo de estudio se observa un predominio claro del mundo industrial, que se encuentra integrado por denominaciones como Almansa, Yecla, Jumilla o Valdepeñas. En este primer momento, ya se pone de manifiesto la presencia de denominaciones especializadas que se dirigen a mercados de gran tamaño donde la calidad es importante (mundo de la innovación), entre ellas destacan Rioja o Cava. El resto de mundos de producción se encontraba poco extendido en esta primera etapa analizada.

El sector, hasta el inicio de la crisis, se dirige hacia una mayor especialización y a un aumento de la personalización; en esta fase gana peso el mundo interpersonal y el del mercado. En 2008-09 se observa una alta concentración de denominaciones interpersonales en

el cuadrante noroeste peninsular, entre los pagos y en las islas, destacando especialmente el archipiélago canario. El mundo del mercado se encuentra muy disperso, pero con mayor incidencia en Cataluña que en el resto del país.

Tras la crisis, el aumento continuado de la dedicación desplaza a un gran número de denominaciones hacia el mundo interpersonal, desde el mundo de la innovación, y hacia el mundo del mercado, desde el mundo industrial. Estos movimientos hacia una mayor personalización implican fundamentalmente cambios hacia un modelo en el que las cualidades del producto cobran mayor importancia, sin embargo no implican grandes modificaciones en lo que respecta a la competencia en precios ya que los desplazamientos ligados a cambios en el tipo de tecnología son poco frecuentes.

VII. CONCLUSIONES

La investigación ha puesto de manifiesto que entre las denominaciones de vino españolas coexisten diferentes modelos diferenciados por sus características productivas, su tipo de mercado y su forma de competencia. Estos modelos tienen una alta correspondencia con los postulados por la teoría de los mundos de producción.

El análisis realizado para el conjunto de España pone de manifiesto la existencia de cuatro grupos diferentes de denominaciones:

Denominaciones del mundo interpersonal, donde las pequeñas bodegas son predominantes y la producción se orienta a un grupo determinado de clientes, en estas áreas la competencia tiende a centrarse en aspectos relacionados con la calidad del producto. Destacan las DOP de las islas, pagos y el cuadrante noroeste peninsular.

Las denominaciones del mundo del mercado cuentan con bodegas de gran tamaño y una producción muy segmentada. Estas denominaciones compiten en un entorno de precios bajos pero con un alto nivel de diferenciación centrado en las cualidades del producto. Este mundo de producción está más implantado en el área de Cataluña y el centro del país.

Las denominaciones que cuentan con una estructura productiva organizada en torno a bodegas de tamaño reducido pero con una producción orientada a un mercado genérico, forman parte del denominado mundo de la innovación. En el mundo de la innovación se comercializan grandes series de vino a precios medios y altos, en un entorno dominado por la competencia en calidad. Destacan Rioja, Ribera del Duero y Cava.

El cuarto mundo de producción, el industrial, está integrado por denominaciones donde predominan bodegas de gran tamaño y cooperativas; en él se producen grandes cantidades de vino orientadas a grandes mercados, compuestas por consumidores indiferenciados. En este mundo de producción la competencia dominante se establece en torno al precio. Los ejemplos más claros se ubican en Levante, el valle medio del Ebro y Castilla-La Mancha.

Los cambios entre mundos de producción son poco frecuentes, pese a ello se observan algunos movimientos dirigidos hacia una mayor especialización antes de la crisis y a una mayor personalización después. Pese a estos cambios, el conjunto del país presenta una distribución bastante polarizada entre mundo interpersonal e industrial, contando el primero con un volumen comercializado total escaso.

PALAO BARBERÁ, José. *Adquisición de capital intelectual mediante Sistemas de Información Geográfica y Geomarketing: Aplicaciones en la localización de instalaciones*. Departamento de Ciencias Sociales, Jurídicas y de la Empresa. Universidad Católica San Antonio de Murcia. Octubre de 2016. Directores: María Concepción Parra Meroño y Raúl Baños Navarro

I. JUSTIFICACIÓN

La globalización y las nuevas tecnologías han creado un entorno muy competitivo en el que los agentes exigen mayores niveles de eficiencia a las organizaciones, lo que hace que estas últimas se vean obligadas a llevar a cabo continuamente acciones encaminadas a aumentar su productividad y competitividad. No obstante, las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías de la información y la comunicación suelen ser aprovechadas principalmente por grandes empresas, que cuentan con potentes sistemas de información y sistemas para la toma de decisiones, mientras que, en la mayoría de los casos, las pequeñas y medianas empresas hacen uso de estas, principalmente, para gestionar aspectos contables y dar visibilidad a su empresa a través de Internet.

En el contexto económico actual, además de los activos tangibles (recursos materiales, recursos humanos, recursos financieros, etc.), existe una tendencia creciente a valorar la importancia de los recursos intangibles, lo que se denomina Capital Intelectual. El Capital Intelectual no sólo incluye la propiedad intelectual (marcas, patentes, derechos de autor, etc.) sino también el conocimiento global de la organización, la información que esta maneja, las relaciones externas, los procesos, las innovaciones, la presencia en el mercado, la influencia de la comunidad, etc. Una de las tareas más difíciles para las organizaciones radica en adquirir y gestionar de forma correcta el conocimiento necesario para potenciar los aspectos que acabamos de comentar. En este sentido, el vertiginoso desarrollo de los Sistemas de Información gracias a los continuos avances de las nuevas tecnologías permiten adquirir, transformar, compartir y reutilizar el conocimiento. Es decir, el desarrollo del capital intelectual se ha visto impulsado por las evoluciones de los sistemas de información, lo que justifica las investigaciones desarrolladas en este ámbito.

Entre las decisiones de mayor impacto que deben tomar los directivos de empresas encontramos aquellas que hacen referencia a la elección de la localización física de las instalaciones de la organización. Se trata de decisiones estratégicas que tienen repercusiones en cuanto al nivel de servicio que se presta a potenciales clientes y usuarios. La consideración de la variable espacial en este tipo de decisiones resulta vital para alcanzar los objetivos planteados.

A la hora de dar formalismo a los problemas de localización, se suele hacer uso de formulaciones matemáticas que incluyan los objetivos que se desean optimizar, así como las restricciones impuestas en el problema abordado. El uso de técnicas basadas en geomarketing y de modelos comúnmente utilizados en el área de investigación operativa, pueden ser de gran utilidad para la toma de decisiones en este ámbito. Los problemas de localización de instalaciones han estado tradicionalmente asociados a la localización de centros de distribución dentro de la cadena de suministro y, principalmente, a la elección de la ubicación de un establecimiento correspondiente a puntos de venta minoristas. Dentro de los problemas de

localización existen numerosas variantes. Dada la alta complejidad asociada a los procesos de toma de decisiones sobre localización, y otros problemas asociados, la presente de tesis doctoral analiza el uso de técnicas básicas de geomarketing que, haciendo uso de herramientas informáticas incluyendo los Sistemas de Información Geográfica, permitan integrar la variable espacial con variables económicas al objeto de optimizar las decisiones de localización en organizaciones (empresas privadas y/o organismos públicos) que suministren bienes u ofrezcan servicios.

II. OBJETIVOS

El objetivo general de la tesis doctoral es analizar y proponer el uso de Sistemas de Información Geográfica y Técnicas de Geomarketing para mejorar los niveles de capital (incrementando su Capital Intelectual) de las organizaciones, en especial de pequeñas y medianas empresas (PYMES), a través de una mejora en los procesos de toma de decisiones relacionada con la elección de la ubicación física de sus instalaciones. Este objetivo general se puede desglosar en los siguientes objetivos específicos:

1. Recopilar y analizar la literatura especializada en la Gestión del Conocimiento y el Capital Intelectual, y conocer el estado de la cuestión en cuanto a los modelos teóricos de Localización de Instalaciones.
2. Analizar el estado actual de los Sistemas de Información en las organizaciones, con especial atención al uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y su integración con técnicas básicas de geomarketing que mejoren los procesos de toma de decisiones, y con ello su Capital Intelectual.
3. Diseñar procedimientos de complejidad reducida que permitan a pequeñas y medianas empresas, abordar problemas de localización de instalaciones, u otros problemas asociados (cobertura, asignación de recursos, etc.) haciendo uso herramientas SIG que puedan generalizarse a contextos específicos que incluyan datos socio-económicos, demográficos, o, incluso, las preferencias de los consumidores y usuarios.
4. Llevar a cabo estudios empíricos en entornos reales, haciendo uso de datos de dominio público, que permitan validar dichos modelos desde un doble punto de vista: la elección de ubicaciones para nuevas instalaciones, y la elección de instalaciones a eliminar en contextos en los que se requiera una optimización de los recursos disponibles.

III. ESTRUCTURA / METODOLOGÍA

Para la consecución de los objetivos propuestos, esta tesis se estructura en torno a los siguientes capítulos:

En el Capítulo 1 se ve como en el contexto económico actual, además de los activos tangibles existe una tendencia creciente a valorar la importancia de los recursos intangibles de la empresa, es lo que se denomina Capital Intelectual (CI) que es capaz de crear valor para las organizaciones, y mejorar con ello su competitividad. El Capital Intelectual está íntimamente relacionado con la Gestión del Conocimiento y en este capítulo se presenta como el uso ade-

cuado de las TIC es fundamental para su desarrollo. Se detallan y clasifican los Sistemas de Información y se estudian su aplicación en distintas actividades de las empresas.

En el Capítulo 2 se describen las posibilidades que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las técnicas de Geomarketing, como sistema de información empresarial que permite adquirir y gestionar conocimiento y mejorar el Capital Intelectual haciendo uso de información georeferenciada. Este capítulo termina ofreciendo una descripción de la amplia familia de variantes asociadas a los problemas de localización. Dicha descripción será de utilidad para contextualizar la familia de problemas de localización conocidos como problemas de cobertura utilizada en los modelos propuestos en el siguiente capítulo.

En el Capítulo 3 se aborda la metodología del estudio experimental realizado. En este apartado se describen los pasos o etapas de los modelos propuestos. Concretamente, se plantea y justifica la elección del Sistema de Información Geográfico (ArcGIS) para la realización de este trabajo, la elección de los Sistemas y Bases de datos adecuados para la obtención y carga en el sistema de los datos adecuados, la zona geográfica a estudiar y su acotación (área urbana de la ciudad de Murcia de una extensión aproximada de 1,5 Km.) y la utilización de Google Maps para la obtención de las coordenadas geográficas de los establecimientos de interés. Una vez cargada toda esa información en el SIG, se procederá a la determinación y explicación de los dos modelos planteados:

El primer modelo presentado trata de seleccionar la localización de una nueva instalación en una organización. Para ello, se analiza la localización actual del resto de instalaciones (propias y de otras organizaciones del sector), así como de las alternativas de localización existentes, de forma que mediante un proceso iterativo de evaluación de alternativas, se llega a la mejor solución posible en términos de optimización.

El segundo modelo presentado trata de seleccionar aquella instalación, dentro de un conjunto de instalaciones existentes, que deba ser eliminada (al objeto de reducir costes y/u optimizar recursos) de forma que el impacto negativo derivado de dicha eliminación sea mínimo en términos de cobertura del resto de instalaciones de la propia empresa.

En el Capítulo 4 se presentan los resultados de la investigación. Los resultados obtenidos en los casos reales analizados, cuya información se presenta de forma detallada en términos numéricos y gráficos, muestran claramente cómo es posible que cualquier emprendedor que inicie una actividad económica (microempresa o PYME), así como aquellas que estén ya en funcionamiento, pueden controlar el tamaño de la organización desde el punto de vista del número de establecimientos, en base a estos procedimientos.

A continuación, el Capítulo 5 presenta las conclusiones y aportaciones derivadas del desarrollo de esta tesis doctoral. También se plantean futuras líneas de investigación que continúen con la línea de trabajo aquí desarrollada. Finalmente, se indican las limitaciones propias de una investigación de esta naturaleza.

El trabajo finaliza con las referencias bibliográficas utilizadas para la realización de la tesis doctoral.

IV. CONCLUSIONES

Esta tesis doctoral presenta el trabajo que se ha desarrollado al objeto de establecer sinergias entre ideas provenientes del ámbito del geomarketing y sistemas de información, como

son los SIG, para mejorar la eficiencia de las organizaciones. Los SIG se han convertido en poderosas herramientas para el procesamiento de información geográfica que puede ser considerada de interés para la toma de decisiones. En los últimos años, ha surgido una nueva disciplina conocida como Marketing Geográfico o Geomarketing, que tiene en cuenta la variable geográfica y aprovecha las utilidades ofrecidas por los Sistemas de Información Geográfica. Aunque los métodos del Geomarketing y SIG no permiten a las empresas establecer un canal de comunicación directa con los proveedores, distribuidores, vendedores y clientes como las redes sociales, en la práctica, estas estrategias permiten recopilar información útil para tomar decisiones de diferente índole, desde decisiones estratégicas, como es la localización de las instalaciones que maximicen el impacto (por ejemplo, cual es la mejor ubicación para una nueva instalación), hasta otras de carácter táctico u operativo, como podría ser determinar qué estrategias de marketing se podrían seguir en diferentes zonas geográficas, entre otras muchas acciones.

Sin embargo, hay que destacar el hecho de que las pequeñas y medianas empresas tienen dificultades para adaptar dichas técnicas en su funcionamiento habitual, ya que, por un lado, se trata de herramientas y técnicas desconocidas, y por otro, requieren la formación de sus recursos humanos para implementarlas.

Por tanto, con el objetivo de mejorar el Capital Intelectual de las organizaciones, en especial de aquellas que cuentan con un número reducido de instalaciones (PYMES) y/o estas son de pequeño tamaño, se presentan dos modelos para optimizar la localización de instalaciones. Para implementar dichos modelos, cuya complejidad se ha minimizado en la medida de lo posible, se consideran ideas de geomarketing que son apoyadas operativamente mediante SIG. Los modelos presentados han sido validados haciendo uso de ArcGIS, y tomando datos reales de una extensa área urbana de la ciudad de Murcia de una extensión aproximada de 1,5 Km², que cuenta con decenas de calles, y cientos de portales dentro del área de influencia. Para ello, se ha hecho uso de Google Maps de cara a obtener las coordenadas geográficas de las instalaciones existentes, así como de las alternativas existentes para localizar una determinada instalación, en base a datos de alquiler existentes en el portal Idealista.com.

A partir de los resultados obtenidos en los casos reales analizados, cuya información se presenta de forma detallada en términos numéricos y gráficos, se muestra claramente cómo es posible que cualquier emprendedor que inicie una actividad económica (microempresa o PYME), así como aquellas que estén ya en funcionamiento, pueden controlar el tamaño de la organización desde el punto de vista del número de establecimientos, en base a estos procedimientos. Al incorporar información real y exacta sobre la localización y distribución geográfica de las instalaciones propias y de la competencia, y hacer uso de los SIG en base a herramientas de análisis espacial basadas en potentes técnicas de cálculo y de visualización, las decisiones a tomar en esta materia tendrán una mejor calidad que aquellas que se rigen por otros criterios no analíticos.

De esta forma, aquellas microempresas y PYMES que hicieran uso de procedimientos similares a los aquí expuestos podrían mejorar los procesos de toma de decisiones relacionadas con este u otro tipo de decisiones, lo cual redundaría en una mejora no sólo en los resultados económicos, sino también en una mayor calidad de servicio ofrecida a los usuarios, e indirectamente en una mejora en el Capital Intelectual de las organizaciones, tanto en lo que respecta al capital humano, al capital estructural, como al capital relacional.

Como trabajo futuro, se plantea la posibilidad de extender los modelos planteados de cara a añadir información adicional que refine la calidad de las soluciones obtenidas. Así, se podría plantear que el modelo considerara variables tales como la edad, capacidad adquisitiva, o preferencias de la población en diferentes zonas dentro del área de estudio, para lo cual sería necesario obtener datos estadísticos, así como realizar encuestas en el área de influencia. Todo ello permitiría mejorar la calidad de las decisiones, aunque aumentaría sensiblemente la complejidad de los procedimientos propuestos, así como el coste derivado de su aplicación.

GARCÍA FERRERO, Alejandro. *Ocio y turismo en el paisaje madrileño*. Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Noviembre de 2016. Director: Manuel Antonio Zárate Martín.

I. INTRODUCCIÓN

La tesis doctoral que se presenta en este resumen analiza la influencia de las actividades de ocio, de los viajeros y de los turistas en la configuración del paisaje de la ciudad de Madrid, desde una doble perspectiva diacrónico-actual y dentro de la línea de trabajo del grupo de investigación CULTURPAIS (UNED). Así mismo se estudian las pautas de especialización funcional del espacio urbano actual en estas actividades, se muestran las características de sus paisajes y se destaca la singularidad que muchos de sus componentes de carácter excepcional y/o patrimonial aportan al paisaje urbano.

La investigación se enmarca en el contexto actual de mayor sensibilidad hacia el paisaje y los paisajes culturales, de reconocimiento de su importancia como elementos patrimoniales que contribuyen al desarrollo del territorio y, de elaboración de estrategias para su puesta en valor coherentes con las normativas y recomendaciones de la UNESCO para la protección de los paisajes culturales y del Convenio Europeo del Paisaje para los paisajes europeos.

Todo ello ha sido objeto de estudio de la Geografía en trabajos de investigación sobre paisaje, patrimonio y territorio en los que esta tesis se apoya, así como en las aportaciones de la disciplina para el estudio histórico del paisaje y el análisis espacial de las actividades turísticas y de ocio. Además, para la interpretación de los fenómenos espaciales tratados se aplican también enfoques y resultados de trabajo de otras ciencias sociales.

De ese modo, el trabajo realizado ha tratado de ofrecer una aportación a una temática de interés para la sociedad, para la Geografía y otras disciplinas, con un estudio de los paisajes madrileños vinculados a las actividades de ocio, de los viajeros y de los turistas que contribuya al conocimiento de la ciudad y anime a la gestión sostenible de sus paisajes.

II. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE TRABAJO

El marco teórico de la tesis parte de una reflexión sobre la noción de paisaje y sobre la naturaleza e historicidad de las actividades estudiadas. De esta manera se justifica la utilización de los conceptos de paisaje y de paisaje urbano para el análisis espacial, la investiga-

ción histórica de paisajes de ocio, de los viajeros y turistas como condición previa para su puesta en valor en el presente, el empleo de imágenes y variables culturales para interpretar fenómenos espaciales y el compromiso de este trabajo con el reconocimiento de los valores singulares de estos paisajes.

Partiendo de estas premisas se han formulado las hipótesis de investigación orientadas a demostrar la influencia de las actividades de ocio, de los viajeros y de los turistas en la configuración del paisaje de la ciudad de Madrid a lo largo del tiempo y en la actualidad; a mostrar la existencia de áreas de usos del suelo especializadas en estas actividades y a destacar la importancia de los componentes de valor excepcional y/o patrimonial que aportan al paisaje madrileño en el presente.

III. SELECCIÓN DE ACTIVIDADES DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

La tesis trabaja sobre una selección de manifestaciones del ocio de la población y de actividades que han sido influidas directa o indirectamente por el desarrollo de la actividad de los viajeros y de los turistas. De este modo, se estudian lugares festivos, la geografía de los espectáculos urbanos, la proyección espacial de locales para el encuentro social, de zonas verdes y de instalaciones deportivas. Por otra parte, se examina el impacto espacial generado por las grandes plataformas de acceso del viajero y el turista a la ciudad por tren y avión, el espacio configurado por establecimientos de alojamiento y por instalaciones para el turismo de negocios.

Para el estudio espacial de estas actividades se emplea una metodología de tipo cualitativo y cuantitativo. Se ha utilizado bibliografía específica y general de las actividades tratadas y fuentes estadísticas e informaciones cualitativas para mostrar los contenidos culturales del paisaje. Las técnicas de análisis de datos se aplican a variables significativas de las actividades tratadas y se hace uso de índices sintéticos para determinar pautas de especialización funcional del espacio urbano en las mismas, así como de mapas temáticos elaborados sobre bases cartográficas históricas y actuales.

IV. RESULTADOS DE TRABAJO

La tesis está estructurada en dos partes. En la primera de ellas se analiza la influencia de las actividades de ocio, de los viajeros y de los turistas en la configuración histórica del paisaje madrileño y en la segunda se estudia el impacto más reciente de estas actividades en el paisaje.

IV.1. Parte I. Ocio y turismo en la evolución de la forma y el paisaje de la ciudad

“VIAJEROS Y FIESTAS EN EL MADRID DEL ANTIGUO RÉGIMEN” es el primer capítulo de la investigación y en él se analiza el papel que tuvieron determinados usos recreativos del suelo y vinculados a la movilidad de los viajeros en la configuración de la forma y la estructura urbana en el Madrid de la época moderna. Así, se estudia el espacio de representación teatral al aire libre, en ámbitos cortesanos y en establecimientos permanentes para el teatro como fueron los corrales de comedias y, posteriormente, los coliseos. Se trata también

la evolución de los lugares del espectáculo taurino hasta la construcción de las primeras plazas de toros en el siglo XVIII, la proliferación de usos de ocio en el entorno del río Manzanares y el proceso de construcción de determinadas áreas verdes para usos de esparcimiento. Así mismo, se muestra la influencia del viajero en el paisaje a través de establecimientos de alojamiento que tuvieron una concentración muy notable en las principales entradas a la ciudad, como las calles de Toledo y de Alcalá.

A lo largo del siglo XIX y durante las primeras décadas del siglo XX los cambios que afectaron a las actividades de ocio, la modernización de la práctica del viaje y el comienzo del turismo impulsaron cambios espaciales que se abordan en el capítulo “EN EL SIGLO XIX, EL FERROCARRIL INCREMENTA LA MOVILIDAD Y LA INDUSTRIALIZACIÓN PROPICIA NUEVAS FORMAS DE OCIO”. Así, se estudia la formación de nuevos paisajes asociados a la construcción de la infraestructura ferroviaria madrileña y a la progresión de hoteles para viajeros y turistas. Se examina la geografía de espacios de ocio generados por las verbenas desde el siglo XIX, la proliferación de merenderos como establecimientos lúdicos de proximidad y de las nuevas plazas de toros inauguradas para el espectáculo taurino. También se muestra la proyección espacial de los cafés, de los nuevos teatros abiertos en la centuria y de los establecimientos de cine durante las primeras décadas del siglo XX.

Todos estos fenómenos de cambio son precursores de las intensas transformaciones que tuvieron lugar en los espacios tratados desde mediados del siglo XX, en un contexto de evolución de las dinámicas urbanas y de crecimiento de la afluencia de viajeros y turistas, como se expone en el capítulo “DEL «ISIDRO» Y EL FORASTERO AL TURISTA NACIONAL E INTERNACIONAL”. Así, se analizan transformaciones espaciales asociadas a la ampliación del Aeropuerto de Barajas, a la construcción de la estación ferroviaria de Chamartín y a la progresión del negocio hotelero en el municipio. También se estudian los cambios más notables que afectaron a la geografía de los espectáculos madrileños, la emergencia de nuevos establecimientos para el ocio nocturno del tipo salas de baile y fiesta y el gran auge de las instalaciones para el deporte espectáculo y popular.

Finalmente el capítulo “LA PLANIFICACIÓN CUENTA CON EL OCIO” estudia la influencia del ocio y, en menor medida, de la actividad de los viajeros y turistas en los planes urbanísticos de Madrid elaborados desde el Plan de Ensanche de Madrid (1860) al Plan del Área Metropolitana de Madrid (1963).

IV.2. Parte II. Ocio y turismo en la sociedad postindustrial

La segunda parte de la investigación estudia el impacto de estas actividades en el paisaje desde el último cuarto del siglo XX a la actualidad. Para ello en el capítulo “OCIO Y TURISMO EN LA SOCIEDAD POSTINDUSTRIAL” se analizan fenómenos generales que han influido en las dinámicas recientes del ocio y el turismo, los agentes públicos y privados de estas actividades en el territorio madrileño y la trayectoria de los principales indicadores de su demanda y oferta. En suma, se trata de información de contexto, de cambios sociales y en los modos de vida que se aplica para la interpretación de fenómenos espaciales tratados posteriormente.

Así, se ha caracterizado el espacio de ocio nocturno actual formado por bares de copas, discotecas y establecimientos similares. También se examina la entidad y los rasgos del espacio de ocio deportivo y su evolución reciente, así como el impacto espacial asociado al desarrollo del turismo de negocios en Madrid.

La evolución que han experimentado algunas actividades tratadas y la emergencia de otras nuevas han sido vectores para la transformación del paisaje como se pone de relieve en el capítulo “PRÁCTICAS DE OCIO Y TURISMO, ELEMENTOS DE DINAMIZACIÓN URBANA”. Así, el declive de la asistencia a las salas de cine y la consolidación de un nuevo negocio de exhibición han reconfigurado la distribución espacial de la oferta de esta actividad y han provocado la desaparición de establecimientos singulares del cine. Por el contrario los locales de teatro han crecido en número y se mantienen en funcionamiento edificios emblemáticos de esta actividad en el paisaje. Se muestran también cambios espaciales asociados a las reformas que han tenido lugar en las plazas de toros y en sus alrededores, el crecimiento de los espacios verdes de la ciudad y la singularización de algunos de ellos por sus valores excepcionales y/o patrimoniales. Así mismo, las reformas y ampliaciones en las plataformas de acceso del viajero a la ciudad han dinamizado paisajes urbanos, ha crecido el número de hoteles y se ha mostrado que varios de ellos son potenciados por su singularidad histórica como productos turísticos diferenciados. Además, se ha examinado la emergencia de un nuevo espacio de ocio, de cultura y de turismo en zonas e instalaciones antes destinadas a usos industriales y del ferrocarril.

Finalmente, el capítulo “USOS DE OCIO Y TURISMO DEFINEN SECTORES CADA VEZ MÁS AMPLIOS DEL CENTRO” analiza las pautas de especialización funcional de determinadas zonas de la Almendra Central que poseen una marcada orientación funcional en actividades de ocio, de los viajeros y los turistas como la Gran Vía, el espacio comprendido entre el Palacio de Oriente y la Plaza Mayor, el eje de los paseos Prado-Recoletos y el río Manzanares y su entorno.

V. CONCLUSIONES

El trabajo realizado confirma las hipótesis formuladas pues se ha demostrado que las actividades de ocio, de los viajeros y de los turistas han influido e influyen en la configuración del paisaje de la ciudad de Madrid a lo largo de etapas en las que sus características han cambiado por la evolución de la sociedad y de los modos de vida. Así mismo, se han mostrado las pautas de especialización funcional en estas actividades del espacio urbano actual y la importancia que en él adquieren algunos de sus elementos por sus valores excepcionales y/o patrimoniales.

Con todo ello se ha pretendido aportar conocimiento susceptible de apoyar la gestión de los paisajes madrileños desde parámetros coherentes con las principales normativas y recomendaciones para la protección del paisaje y de los paisajes culturales. Así mismo, con este trabajo se destaca la existencia de elementos urbanos singulares vinculados al ocio y la actividad de los viajeros y turistas que podrían potenciarse en estrategias sostenibles para la puesta en valor del paisaje urbano.