

MODELO PREDICTIVO DE APROVECHAMIENTOS VITIVINÍCOLAS. LA COLONIA ROMANA DE *HASTA REGIA*, *HISPANIA*

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se presenta un método para predecir áreas de aprovechamiento vitivinícola en época romana, con el objetivo de poder ser reproducido en otros espacios. El método tiene dos puntos principales. Por un lado, recopilar y establecer los criterios geográficos y ambientales que se van a considerar para asignar a cada celda del ráster un potencial uso agropecuario. Por otro lado, utilizar un método de asociación de estos parámetros con yacimientos arqueológicos específicos, como puede ser una *villa*, haciendo un área de influencia de cada lugar. Esto nos permite calcular el porcentaje que ocupa un uso agropecuario. De esta forma podemos entender la relación de sitios arqueológicos con el paisaje y sus usos, así como modelizar dichas condiciones en otros espacios para predecir lugares que cumplan con criterios similares.

Historiográficamente se han desarrollado diversas investigaciones sobre como modelizar el paisaje antiguo mediante SIG (GOODCHILD 2007; VIITANEN 2010), línea a la que hemos contribuido sobre como localizar zonas óptimas de viñedo en base a los agrónomos romanos (TRAPERO FERNÁNDEZ 2016). En este sentido, se están realizando modelos similares en otros espacios como en la provincia *Tarraconensis* (STUBERT *et al.* 2020) y en Galia (BERNIGAUD, BONDEAU, GUIOT 2021), además de otros estudios económicos y comparativos (MARTÍN OLIVERAS 2015; VAN LIMBERGEN, MARÉCCHAL, DE CLERCQ 2020; DODD 2022). El método empleado en este artículo permite modelar el paisaje antiguo, en base a unos criterios dados que se especificarán, así como asociarlos a lugares concretos, algo novedoso pues podemos entender la relación que tiene un determinado centro productor con su entorno.

Usamos un caso de estudio como ejemplo para el modelo, la colonia romana *Hasta Regia*, en el suroeste de la Península Ibérica (MARTIN-ARROYO SÁNCHEZ 2018), muy cerca de la ciudad de *Gades*, de donde era originario Columela, el cual refiere en su libro prácticas agrícolas de la zona (CARANDINI 1983; GARCÍA ARMENDÁRIZ 1995). Se trata de un territorio que ha tenido gran importancia por la viticultura desde la antigüedad (CARRERAS MONFORT 2001; TRAPERO FERNÁNDEZ 2021a), pasando por época medieval (MARTÍN GUTIÉRREZ 2018) y actualmente por los vinos de Jerez-Sherry. El espacio se encuentra en la orilla o paleo ribera del río Guadalquivir, denominado por Avieno como *Lacus Ligustinus* (LÁGOSTENA BARRIOS 2006), un área de estudio que hemos delimitado al interior por la cuenca vertiente del río, ya que sabemos con certeza que es territorio de la misma. Partimos de una serie de

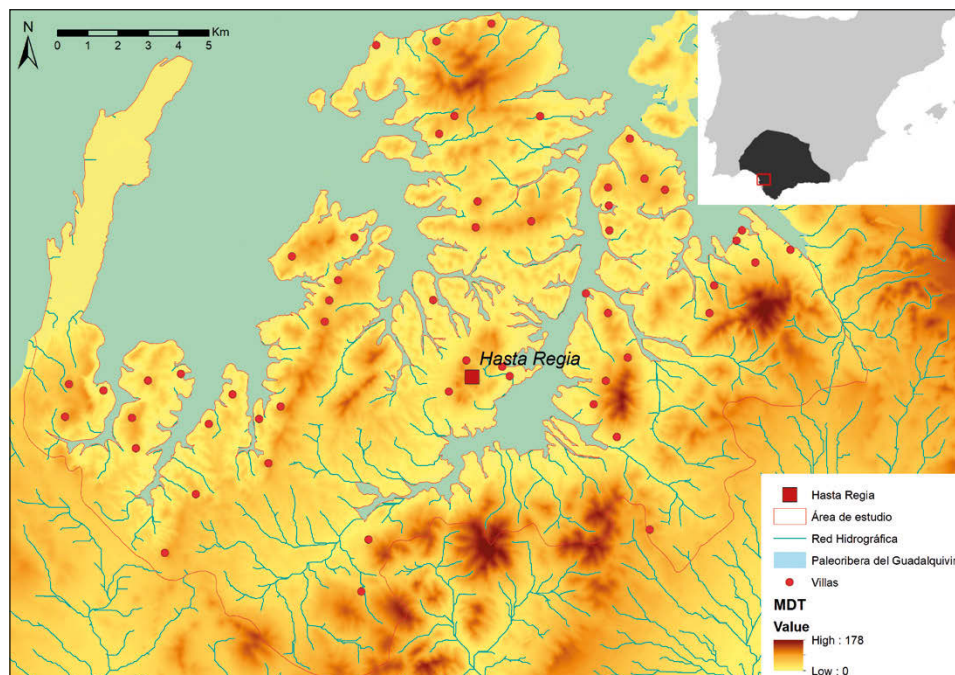


Fig. 1 – Localización del área de estudio con los principales elementos arqueológicos y paisajísticos.

prospecciones y estudios de materiales arqueológicos, en los que detectamos 53 *villa*, información complementada con un análisis SIG cuya metodología se amplía y desarrolla en un libro publicado (TRAPERO FERNÁNDEZ 2021a) y que es la base de este artículo (Fig. 1).

2. METODOLOGÍA

2.1 *Criterios para generar un mapa de aprovechamientos agropecuarios*

Para generar el modelo predictivo, es necesario partir de una delimitación del territorio a estudiar, como en la Fig. 1, un MDT (modelo digital del terreno) y capas de información geográfica y ambiental, así como varias herramientas SIG, en nuestro caso mediante ArcGIS. Para generar el mapa de aprovechamientos agropecuarios, consideramos fundamentalmente cuatro criterios que se expresan en la Tabla 1. Cada uno se corresponde con una variable espacial que podemos medir en la actualidad y que tiene su reflejo en la mentalidad romana, gracias al conocimiento agronómico que nos ha sido legado.

- Primero, la pendiente (Surface/Slope) pues determina el uso preferente de la llanura para cultivos de cereal, colinas de viñedo o similares y, finalmente, otros aprovechamientos para la montaña (VAR., R., 3, 18, 2).
- El segundo es la orientación del terreno (Surface/Aspect), donde clasificamos cada inclinación preferente dependiendo de la insolación potencial, que será mejor en zonas que miren al Sur frente al Norte (COL., Rust., 4, 22). Pero también hay que tener en cuenta los vientos, que en nuestra zona concreta son muy fuertes del Este y Sur (COL., Rust., 3, 12, 6). Esto hace que tengamos una preferencia de cultivos óptimos como el viñedo hacia el Oeste y unas zonas al Norte que serán más umbrías reservadas para otros usos.
- Tercero, consideramos la edafología del terreno (REDIAM 2022), según la clasificación FAO y sabiendo que hay una clara idoneidad de suelos dependiendo de su tipología, por ejemplo, los suelos de marisma, dunas o montañosos, con poco o nulo uso agrícola. Conocemos la preferencia de determinados tipos de suelos para viñedo específicos de la zona de estudio por referencias antiguas (COL., Rust., 12, 21, 5-6), por lo que se puede dividir los tipos fundamentalmente en seis grupos. Primero, los suelos malos para la agricultura por marisma y arenas. Segundo, lugares de montaña. Tercero, formaciones calcáreas que requieren bonificación para su cultivo. Cuarto, suelos arcillosos que permiten determinados tipos de agricultura, al ser formación que se encharca y agrieta dependiendo del tiempo puede no ser bueno para raíces de árboles. Quinto, terrenos óptimos para varios cultivos, como los cerealísticos. Sexto, los más fértiles asociados a depresiones, aluviales y fluviales.
- Finalmente, consideramos la cercanía a arroyos y paleo costa (Proximity/Buffer) con un área de influencia de 50 m, que se reclasifica y convierte en ráster. Estar próximo a estos espacios implica que se pueden tener aprovechamientos maderos y cordelería, algo necesario y prioritario según los propios agrónomos (VAR., R., 1, 7, 9). Estos materiales generalmente requieren de condiciones de húmedas, ya sea agua salada o dulce, por lo que se reservaría su uso para estos menesteres (CAÑIZAR PALACIOS 2016).

La asociación entre estas fuentes antiguas y geografía actual ya fue abordada anteriormente (SÁEZ FERNÁNDEZ 1987) y recientemente comprobada (TRAPERO FERNÁNDEZ 2021b), por lo que remitimos a estas publicaciones para más información.

El proceso metodológico requiere una reclasificación de los valores de la Tabla 1 (Reclass/Reclassify), de manera que cada criterio tenga un lugar en unidades, decenas, centenas y millares. Los distintos ráster se combinan mediante suma (Map algebra/Raster calculator), de forma que, por ejemplo, el valor 1111 se corresponda con una pendiente llana, orientación Oeste, suelos de marisma y cercanía a las zonas de aprovechamiento de riparia. Con este método podemos asociar fácilmente criterios agronómicos antiguos con los

Pendientes		
Entre 0 grados y 5 grados	Superficie llana	1
Entre 5 y 10 grados	Colinas y dehesas	2
Más de 10 grados	Montes y montañas	3
Orientaciones		
Oeste y noroeste	Protegido de los vientos	10
Sur y suroeste	Gran insolación, sin protección de vientos	20
Este y sureste	Sin protección de vientos	30
Norte y noreste	Protegido de vientos, baja insolación	40
Sin orientación	Superficie plana	50
Suelos edafológicos		
Arenosoles álbicos, cambisoles húmicos y greysoles dísticos	Principalmente suelos de arenas, dunas. Poco sustrato fértil	100
Solonchaks takírico y solonchaks gleicos	Marismas con alto contenido salino	100
Regosoles éutricos, xerosoles háplicos y litosoles	Suelos con poco sustrato y rocosos	200
Regosoles calcáreos y cambisoles cálcicos con litosoles, fluvisoles calcáreos y redsinas	Suelos calcáreos que pueden ser bonificados	300
Regosoles éutricos, regosoles dísticos y aerosoles álbicos	Suelos mixtos de regosoles y arenosoles, óptimos para viñedos	300
Vertisoles pélicos y vertisoles crómicos	Suelos arcillosos, se encharcan en invierno y se agrietan en verano	400
Vertisoles pélicos, redsinas y regosoles calcáreos	Suelos arcillosos, se encharcan en invierno y se agrietan en verano	400
Cambisoles vérticos, regosoles calcáreos y vertisoles crómicos con cambisoles cálcicos	Permite gran rango de usos agrícolas	500
Vertisoles crómicos y cambisoles vérticos con cambisoles cálcicos, regosoles calcáreos y vertisoles pélicos	Suelos mixtos buenos para la agricultura	500
Cambisoles cálcicos, luvisoles cálcicos y luvisones crómicos con litosoles y fluvisoles calcáreos	Suelos muy buenos que permiten gran rango de usos agrícolas	500
Luvisoles cálcicos, luvisoles crómicos y luvisoles gleicos	Depósitos aluviales ricos en materia orgánica	600
Luvisoles crómicos, cambisoles cálcicos y litosoles	Depósitos aluviales	600
Hidrografía		
Menos de 50 metros de un arroyo o paleo-costa	Aprovechamiento de riparia	1000
Más de 50 metros de un arroyo o paleo-costa	Aprovechamientos de no riparia	2000

Tab. 1 – Elementos geográficos y ambientales con su valor reclasificado.

elementos actuales, visualizando cada combinación y volver a reclasificarla dependiendo de asignación de usos que demos, como puede ser agrícola, ganadero o forestal.

2.2 Modelo de relación entre paisaje y yacimientos

En un segundo nivel de análisis nos interesa relacionar los criterios antes generados con yacimientos arqueológicos concretos. Para época romana utilizamos la *villa* como modelo principal de ocupación y explotación rural. Sin embargo, generalmente tenemos información del sitio arqueológico en sí mismo, no del área productiva que ocuparía, ¿de que nos sirve saber que el

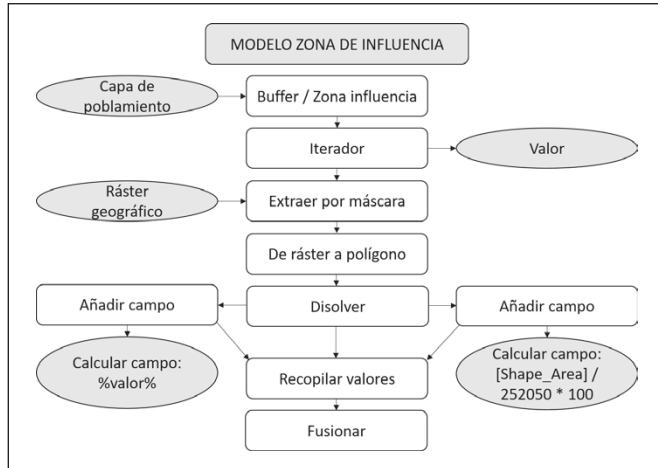


Fig. 2 – Esquema de herramientas utilizados en el modelado de la zona de influencia con Model Builder.

complejo edificio está en un suelo u orientación determinada? Nos interesaría conocer que la *villa* cerca tiene un espacio muy bueno para viña o similar.

Ante esta cuestión, hemos desarrollado un método que se expone a continuación, de forma que se puedan asociar los usos agrícolas alrededor del yacimiento con el mismo. Como no conocemos el territorio real de cada *villa* como finca, hemos optado por usar un área de influencia, buffer, que se corresponda con un valor medio del territorio. Usamos una medida de la distancia entre las villas, que sí conocemos, y que coincide aproximadamente con el tamaño de una centuria, lo cual sería un radio alrededor de la *villa* de 283 metros. Este es un número que debería modificarse dependiendo de la densidad de yacimientos en cada caso de estudio.

El método de zona de influencia (Fig. 2) parte de tener una serie de elementos como es una capa de poblamiento y un ráster con criterios que se generaría en la fase anterior. Para simplificar el proceso usamos la utilidad Model Builder de ArcGIS que permite interconectar distintas herramientas. Con ello se hace un buffer, en nuestro caso de 283 m y se usa un iterador. Esta es una herramienta que selecciona cada área de influencia independientemente, en base a un valor, que puede ser la numeración de nuestras villas. Tras ello se extrae de cada zona de influencia los datos del ráster geográfico que queremos, de forma que aparecerá un recorte del mismo con el área deseada. Esto está en formato polígono por lo que se transforma a ráster y se utiliza una herramienta de disolución. Esta unifica los fragmentos de polígono en base a su valor en una misma entidad. Tras esto se añaden dos campos y se

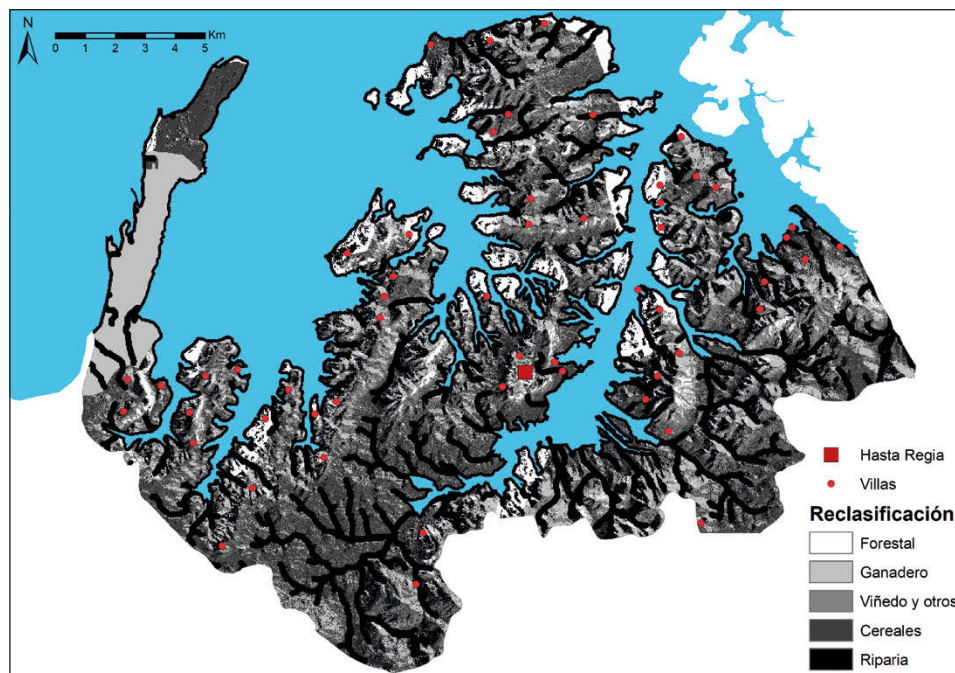


Fig. 3 – Mapa con la reclasificación de los distintos usos agropecuarios en la zona de estudio.

usa la calculadora en ellos. En el primero se devuelve %valor%, que se corresponde con el número del yacimiento original, con objeto de poder relacionar los datos posteriormente. En el segundo, se usa una *fórmula*, que es una simple regla de tres, para sacar el porcentaje de cada tipo de aprovechamiento entre el total del área de la zona de influencia. Finalmente se recopilan los valores y se fusiona todo en una misma capa.

El resultado, es que para nuestra capa original de poblamiento habremos sumado unos campos que indican el tipo de aprovechamiento agropecuario existente y el porcentaje en que están representados.

3. RESULTADOS

En nuestro caso de estudio en la colonia de *Hasta Regia*, contamos con 53 *villa* analizadas. Conocemos los materiales asociados a las mismas, por lo que sabemos los que tienen indicadores de producción vinaria, pero dejaremos estos datos para la comparativa al final. Con el método asociamos los valores agronómicos con la geografía actual y volvemos a reclasificar dichos criterios relacionándolos a usos concretos. En este caso hemos tomado en

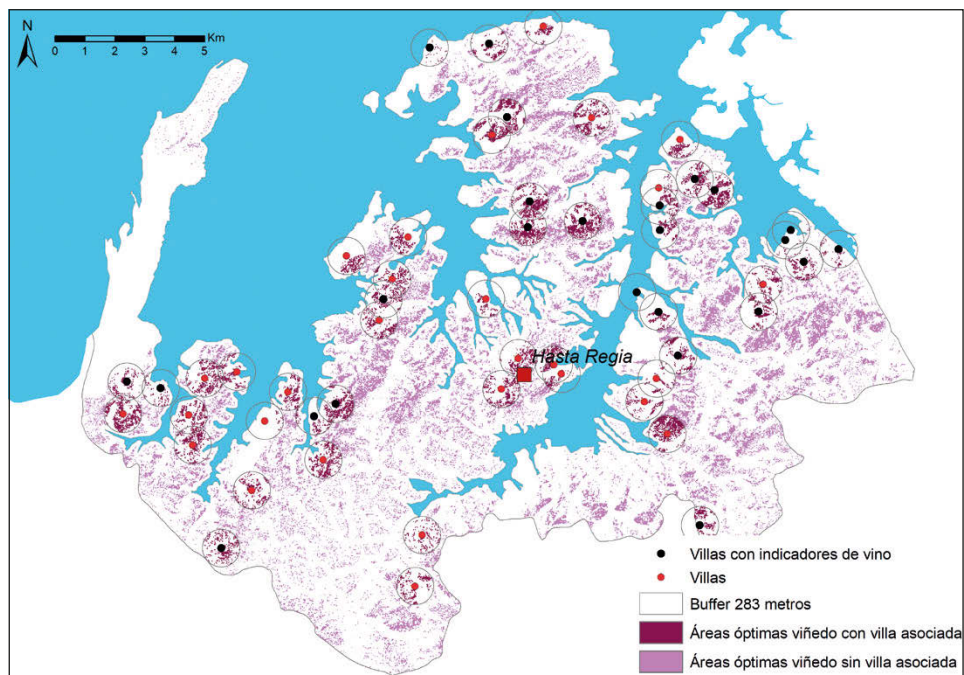


Fig. 4 – Áreas óptimas de viñedo en relación con el poblamiento villático e indicadores de producción vinícola.

cuenta cinco: riparia, forestal, ganadero, viñedo y otros árboles, y finalmente tierras de cereal (Fig. 3).

– Para el primer caso, hemos considerado como limitador la cercanía de espacios de riparia, de forma que todos los lugares serían óptimos en este aprovechamiento.

– En segundo lugar, se consideran los espacios para usos forestales o similares, con los que tienen una pobreza de suelo de cultivo y que se encuentran en una pendiente muy pronunciada.

– En tercer lugar, los espacios ganaderos pueden coincidir con los anteriores, pero también con lugares de colina o dehesa, media pendiente, pero que estén en suelos de tipo salino o intermedios para la agricultura. Igualmente se consideran aquí espacios umbríos al norte que no serían buenos suelos de cultivo.

– Un cuarto grupo sería el viñedo u otros cultivos similares como el olivo o frutales que podrían ser óptimos en suelos como los calcáreos (TRAPERO FERNÁNDEZ 2021b), orientados hacia el oeste por la cuestión del viento y a media pendiente.

– Finalmente, los suelos para cereal y cultivo general serían fundamentalmente zonas planas, con suelos buenos.

Con el modelo de zona de influencia, relacionamos esta capa de cinco valores con los distintos yacimientos, para conocer el porcentaje de representación que tiene cada uno. Así podemos saber los potenciales usos de un yacimiento, no solo en el caso de la viticultura, sino para otros también. Específicamente sobre el vino, en la figura anterior se selecciona el valor idóneo de este cultivo y se separa los espacios que están dentro de las villas y los que están fuera. Además, como conocemos los indicadores vinícolas, se expresa las villas que tienen estos valores, como puede observarse en la Fig. 4. El resultado es relevante pues la mayoría de los indicadores coinciden, siendo los casos donde no menores. Ciertamente en nuestro caso podríamos pensar en otras producciones como aceite, pero no existen registros arqueológicos de ello en la zona (TRAPERO FERNÁNDEZ 2021a). Además, el mapeado muestra una clara disposición de las villas en áreas con este potencial aprovechamiento, quedando huecos también óptimos. Estos son espacios preferentes para realizar prospecciones arqueológicas en busca de vacíos de investigación.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El método empleado permite tanto trasladar criterios antiguos a geografía actuales y asociar áreas potenciales de aprovechamiento, así como relacionarlos con yacimientos arqueológicos concretos. Pero el potencial mayor está de cara a la capacidad predictiva, dado que esta correlación muestra determinados patrones, como se puede ver en la Fig. 4. De esta forma podemos fácilmente comprender si los yacimientos, por ejemplo, cuentan con un área óptima de viñedo o similar. La cuestión aquí es que esto en un único yacimiento puede ser casual, pero sí parece representado en varios, nos permite establecer patrones, informándonos si es distinta la tipología de yacimientos, sus usos o incluso prediciendo otros donde se den condiciones similares.

Por supuesto, el método empleado parte de una relación de parámetros que clasificamos en base a los usos potenciales. Esta valoración puede ser parcialmente subjetiva, lo mismo que el área de influencia óptimo a utilizar. Para remediar esta cuestión, siempre se toman criterios agronómicos antiguos. También pensamos que el mayor desarrollo de estas herramientas hará que se pueda contrastar la idoneidad o no de unos u otros criterios, por lo que es importante difundir y realizar análisis similares y compararlos.

PEDRO TRAPERO FERNÁNDEZ

Departamento de Historia, Geografía y Filosofía
Universidad de Cádiz
pedro.trapero@uca.es

BIBLIOGRAFÍA

- BERNIGAUD, N., BONDEAU A., GUIOT J. 2021, *Understanding the development of viticulture in Roman Gaul during and after the Roman climate optimum: The contribution of spatial analysis and agro-ecosystem modelling*, «Journal of Archaeological Science: Reports», 38.
- CAÑIZAR PALACIOS J.L. 2016, *Salubritas e insalubritas. El espacio de los humedales en el imaginario romano*, in L. LAGÓSTENA BARRIOS (ed.), *Lacus autem idem et stagnus, ubi immensa aqua convenit. Estudios históricos sobre humedales en la Bética*, II, Cádiz, Seminario Agustín de Horozco, 1-14.
- CARANDINI A. 1983, *Columella's vineyards and the rationality of the Roman economy*, «Opus», 2, 1, 150-177.
- CARRERAS MONFORT C. 2001, *Producción de Haltern 70 y Dressel 7-11 en las inmediaciones del Lacus Ligustinus (Las Marismas, Bajo Guadalquivir)*, in *Congreso Internacional Ex Baetica Amphorae. Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano*, Écija, Editorial Gráficas, 419-426.
- DODD E. 2022, *The archaeology of wine production in Roman and pre-Roman Italy*, «American Journal of Archaeology», 126, 3, 443-480 (<https://www.journals.uchicago.edu/doi/epdf/10.1086/719697>).
- GARCÍA ARMENDÁRIZ J.I. 1995, *Agronomía y tradición clásica. Columela en España*, Sevilla, Universidad de Sevilla.
- GOODCHILD H. 2007, *Modelling Roman Agricultural Production in the Middle Tiber Valley, Central Italy*, PhD Thesis, Birmingham, Universidad de Birmingham.
- LÁGOSTENA BARRIOS L. 2016, *El Lacus Ligustinus como agente de articulación urbana y conectividad territorial: de las riberas de Hasta Regia a Carissa Aurelia y el acceso a la serranía*, «Studia Historica», 34, 63-86.
- MARTÍN-ARROYO SÁNCHEZ D. 2018, *Colonización romana y territorio en Hispania. El caso de Hasta Regia*, Barcelona, Sociedad Catalana de Arqueología.
- MARTÍN GUTIÉRREZ E. 2018, *Entre la costa y la sierra gaditanas. De los paisajes rurales a la interacción sociedad-medio ambiente en el siglo XV*, Arqueología y Territorio Medieval 25, 227-259.
- MARTÍN OLIVERAS A. 2015, *Arqueología del vi a l'època romana. Del cultiu al consum. Marc teòric i epistemològic*, Barcelona, Universidad de Barcelona, serie Instrumenta.
- REDIAM 2022, *Mapa de suelos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía* (<http://www.ideandalucia.es/catalogo/inspire/srv/api/records/75659e2e0c91df279e3f4c4c8c8ba59f93b6932b>).
- SÁEZ FERNÁNDEZ P. 1987, *Agricultura romana de la Bética*, Sevilla, Universidad de Sevilla.
- STUBERT L., MARTÍN I OLIVERAS A., MÄRKER M., SCHERNTHANNER H., VOGEL S. 2020, *Viticulture in the Laetanian region (Spain) during the Roman period: Predictive modelling and geomatic analysis*, «Geociencias», 10, 206, 1-28.
- TRAPERO FERNÁNDEZ P. 2016, *Roman viticulture analysis based on Latin agronomists and the applications of a Geographic Information System in lower Guadalquivir*, «Virtual Archaeology Review», 7, 14, 53-60 (<http://ojs.upv.es/index.php/var/article/view/4481/5878>).
- TRAPERO FERNÁNDEZ P. 2021a, *La viticultura romana en el estuario del Guadalquivir. Las prácticas de cultivo, producción, distribución y modelado SIG en la colonia Hasta Regia*, BAR International Series S3022, Oxford, Archaeopress.
- TRAPERO FERNÁNDEZ P. 2021b, *Condicionantes para el cultivo de la vid en época romana a través de Columela y los SIG*, «Revista de estudios Andaluces», 41.
- VAN LIMBERGEN D., MARÉCCHAL S., DE CLERCQ W. (eds.) 2020, *The Resilience of the Roman Empire. Regional Case Studies on the Relationship between Population and Food Resources*, BAR International Series 3000, Oxford, Archaeopress.
- VIITANEN E.M. 2010, *Locus Bonus, the Relationship of the Roman Villa to its Environment in the Vicinity of Rome*, Helsinki, University of Helsinki.

ABSTRACT

GIS modelling of Roman viticulture is possible because we have information on production methods from ancient agronomy. The correlation between criteria and actual geography is possible. The problem arises when relating archaeological sites to these spaces, since we usually know only the farmhouse but not the area it occupied. This article firstly shows a method, to classify a territory according to the potential ancient agricultural and livestock uses. Secondly, an area of influence of such processes is shown to relate them to archaeological sites. The result is applied to a specific case study, the Hasta Regia colony, to demonstrate the potential of studying the landscape and predicting archaeological areas of ancient uses.